

मूलभूत विद्युत अभियांत्रिकी

(प्रयोगशाळा नियमपुस्तिकेसह)

लेखक:

एस.के. सहदेव

अनुवादक:
डॉ. ब्रिजेश अय्यर

पुनरावलोकनकर्ता:
संदीप स. बावकर



KHANNA BOOK PUBLISHING CO. (P) LTD.

PUBLISHER OF ENGINEERING AND COMPUTER BOOKS

4C/4344, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi-110002

Phone: 011-23244447-48

Mobile: +91-99109 09320

E-mail: contact@khannabooks.com

Website: www.khannabooks.com

Dear Readers,

To prevent the piracy, this book is secured with HIGH SECURITY HOLOGRAM on the front title cover. In case you don't find the hologram on the front cover title, please write us to at contact@khannabooks.com or whatsapp us at +91-99109 09320 and avail special gift voucher for yourself.

Specimen of Hologram on front Cover title:



Moreover, there is a SPECIAL DISCOUNT COUPON for you with EVERY HOLOGRAM.

How to avail this SPECIAL DISCOUNT:

Step 1: Scratch the hologram

Step 2: Under the scratch area, your "coupon code" is available

Step 3: Logon to www.khannabooks.com

Step 4: Use your "coupon code" in the shopping cart and get your copy at a special discount

Step 5: Enjoy your reading!

ISBN: 978-93-5538-023-4

Book Code: UG057MA

Basic Electrical Engineering

by S.K. Sahdev

[Marathi Edition]

First Edition: 2021

Published by:

Khanna Book Publishing Co. (P) Ltd.

Visit us at: www.khannabooks.com

Write us at: contact@khannabooks.com

CIN: U22110DL1998PTC095547

To view complete list of books,
Please scan the QR Code:



Printed in India.

Copyright © Reserved

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior permission of the publisher.

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade, be lent, re-sold, hired out or otherwise disposed of without the publisher's consent, in any form of binding or cover other than that in which it is published.

Disclaimer: The website links provided by the author in this book are placed for informational, educational & reference purpose only. The Publisher do not endorse these website links or the views of the speaker/ content of the said weblinks. In case of any dispute, all legal matters to be settled under Delhi Jurisdiction only.



प्रो. अनिल डी. सहस्रबुद्धे
अध्यक्ष
Prof. Anil D. Sahasrabudhe
Chairman



सत्यमेव जयते

अखिल भारतीय तकनीकी शिक्षा परिषद्

(भारत सरकार का एक सांविधिक निकाय)

(शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार)

नेल्सन मंडेला मार्ग, वसंत कुंज, नई दिल्ली-110070

दूरभाष : 011-26131498

ई-मेल : chairman@aicte-india.org

ALL INDIA COUNCIL FOR TECHNICAL EDUCATION

(A STATUTORY BODY OF THE GOVT. OF INDIA)

(Ministry of Education, Govt. of India)

Nelson Mandela Marg, Vasant Kunj, New Delhi-110070

Phone : 011-26131498

E-mail : chairman@aicte-india.org

प्रास्ताविक

शतकानुशतके भारतीय समाजाच्या प्रगती आणि विस्तारामध्ये अभियांत्रिकीने अत्यंत महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली आहे. भारतीय उपखंडात उगम पावलेल्या अभियांत्रिकी संकल्पनांचा जगावर प्रभाव पडला आहे.

ऑल इंडिया कौन्सिल फॉर टेक्निकल एज्युकेशन (एआयसीटीई) 1987 मध्ये स्थापनेपासून तंत्रशास्त्राच्या विद्यार्थ्यांना शक्य त्या सर्व प्रकारे मदत करण्यात नेहमीच आघाडीवर असते. एआयसीटीईचे ध्येय तांत्रिक शिक्षणाला प्रोत्साहन देणे आणि त्याद्वारे उद्योगाला अधिक उंचीवर नेणे आणि शेवटी आपल्या प्रिय मातृभूमी भारताला आधुनिक विकसित राष्ट्र बनण्याचे आहे. येथे हे नमूद करणे योग्य ठरेल की अभियंते आधुनिक समाजाचा कणा आहेत – चांगले अभियंते, म्हणजे चांगले उद्योग आणि चांगले उद्योग म्हणजे चांगला देश.

NEP 2020 मध्ये प्रादेशिक भाषांमध्ये सर्वाना शिक्षणाची कल्पना मांडण्यात आली आहे, ज्यामुळे प्रत्येक विद्यार्थी पुरेसा सक्षम होईल आणि राष्ट्रीय विकासासाठी योगदान देण्याच्या स्थितीत येईल याची खाती होईल.

एआयसीटीई गेल्या काही वर्षांपासून अविरतपणे काम करत असलेल्या क्षेत्रांपैकी एक म्हणजे सर्व अभियांत्रिकी विद्यार्थ्यांना विविध प्रादेशिक भाषांमध्ये तयार केलेल्या आंतरराष्ट्रीय दर्जाची पुस्तके माफक किमतीमध्ये उपलब्ध करून देणे. ही पुस्तके सोप्या भाषेत, वास्तविक जीवनातील उदाहरणे, समृद्ध सामग्री आणि बदलत्या जगाच्या उद्योगाच्या गरजा लक्षात घेऊनच तयार केलेली आहेत. ही पुस्तके अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञानासाठी एआयसीटीई मॉडेल अभ्यासक्रम – 2018 नुसार आहेत.

संपूर्ण भारतातील प्रख्यात, उत्तम ज्ञान आणि अनुभव संपन्न प्राध्यापकांनी शैक्षणिक क्षेत्राच्या सोईसाठी ही पुस्तके लिहिली आहेत. एआयसीटीईला विश्वास आहे की ही पुस्तके त्यांच्या समृद्ध सामग्रीसह तांत्रिक विद्यार्थ्यांना अधिक सहजतेने आणि गुणवत्तेसह विषयांवर प्रभुत्व मिळविण्यात मदत करतील.

या अभियांत्रिकी विषयांना अधिक सुबक बनविण्याच्या प्रयत्नांसाठी एआयसीटीई मूळ लेखक, समन्वयक आणि अनुवादकांच्या मेहनतीचे कौतुक करते.

(Anil D. Sahasrabudhe)

ऋण निर्देश

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञानाच्या विद्यार्थ्यांसाठी तांत्रिक पुस्तक प्रकाशित करण्यासाठी एआयसीटीईने सूक्ष्म नियोजन आणि अंमलबजावणी केल्याबद्दल लेखक त्यांचे आभारी आहेत.

पुस्तकाचे समीक्षक प्रा. मजल जमेल, यांनी विद्यार्थ्यांसाठी हे पुस्तक अनुकूल बनवण्यात आणि कलात्मक पद्धतीने अधिक चांगले आकार देण्यासाठी दिलेल्या अमूल्य योगदानाची आम्ही मनापासून प्रशंसा करतो.

हे पुस्तक AICTE मॉडेल अभ्यासक्रमाशी आणि राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण (NEP)-2020 च्या मार्गदर्शक तत्वांच्या अनुषंगाने संरेखित आहे हे देखील आम्ही मोठ्या सन्मानाने सांगतो. प्रादेशिक भाषांमधील शिक्षणाला चालना देण्यासाठी, या पुस्तकाचे अनुसूचित भारतीय प्रादेशिक भाषांमध्ये भाषांतर केले जात आहे.

या क्षेत्रातील वेगवेगळे मान्यवर व अभ्यासक, ज्यांचे प्रकाशित पुस्तके, संशोधनपर लेख, चित्रणे, संदर्भ आदी महत्वाची माहिती, या पुस्तक लिखाणात उपयोगी झाली, अशा सर्वांचे मनःपूर्वक आभार. मराठी अनुवादातील योगदानाबद्दल डॉ. ब्रिजेश अय्यर आणि मराठी भाषेत समीक्षा केल्याबद्दल डॉ. संदीप एस. बावकर यांचेही आभार मानू इच्छितो.

शेवटी, आम्ही प्रकाशन गृह, मेसर्स खन्ना पुस्तक प्रकाशन कंपनी प्रायव्हेट लिमिटेड, नवी दिल्ली, चे मनापासून आभार व्यक्त करू इच्छितो ज्यांची संपूर्ण टीम प्रकाशनाच्या सर्व पैलूंवर सहकार्य करण्यास सदैव तयार होती, जेणेकरून हा एक अद्भुत अनुभव आला.

एस. के. सहदेव

प्रस्तावना

आपण सभोवताली नजर टाकली तर आपल्या लक्षात येईल की आपला दिवस विजेच्या वापराने सुरू होतो आणि विजेच्या वापराने संपतो. विजेशिवाय आपण आपल्या जीवनाची कल्पना करू शकत नाही.

सध्याच्या परिस्थितीत, विद्युत ऊर्जा ही सर्व अभियांत्रिकी अनुप्रयोगांचा अविभाज्य भाग बनली आहे. म्हणून, भारतातील आणि परदेशातील सर्व विद्यापीठांनी सर्व अभियांत्रिकी शाखांमध्ये "मूलभूत विद्युत अभियांत्रिकी" हा अभ्यासक्रम सुरू केला आहे. साधारणपणे, हा अभ्यासक्रम प्रथम वर्षी एकतर पहिल्या किंवा दुसऱ्या सत्रात शिकवला जातो.

बहुतेक विद्यार्थ्यांना, विशेषतः स्थापत्य, यंत्र, संगणक, वस्रऔद्योगिकी इत्यादी विषयातील विद्यार्थ्यांना या अभ्यासक्रमातील मजकूर समजण्यात अडचणी येतात असे दिसून आले आहे. हे लक्षात घेऊन, सोप्या आणि सुबोध भाषेचा वापर करून मजकूर विद्यार्थ्यांसाठी अनुकूल करण्याचा सर्वतोपरी प्रयत्न केला गेला आहे.

पदवी स्तरातील अभियांत्रिकीचे शिक्षण घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांसाठी अखिल भारतीय तंत्रशिक्षण परिषदेच्या (AICTE) नवीनतम आदर्श अभ्यासक्रमानुसार हे पुस्तक तयार करण्यात आले आहे.

पुस्तकाच्या प्रत्येक प्रकरणामध्ये विषयाला मोठ्या प्रमाणात स्वयं-स्पष्टीकरणात्मक बनवण्यासाठी नीटनेटके आणि सुस्पष्ट आकृत्यांसह आवश्यक असलेला मजकूर आहे. विद्यार्थ्यांना परीक्षेत विचारले जाणारे विविध प्रकारचे प्रश्न कोणत्याही अडचणीशिवाय समजावेत यावेत यासाठी अनेक न सोडवलेली आणि सोडवलेली उदाहरणे विविध प्रकरणांमध्ये जोडण्यात आली आहेत. विद्यार्थ्यांना त्यांच्या अभ्यासात नियमित ठेवण्यासाठी सर्व अध्यायांमध्ये नियमित अंतराने सराव अध्याय जोडण्यात आला आहे. प्रत्येक प्रकरणाच्या शेवटी सारांश, वस्तुनिष्ठ प्रकारचे प्रश्न, लघु-उत्तरे प्रश्न, चाचणी प्रश्न आणि न सोडवलेली उदाहरणे जोडली गेली आहेत जेणेकरून पुस्तक सर्व बाबतीत संपूर्ण आणि सर्वसमावेशक होईल.

मजकूर तयार करताना लेखकाने मूळ संशोधनाचा दावा केलेला नाही. प्रख्यात लेखकांच्या संशोधन कार्यात उपलब्ध साहित्याचा उदारपणे वापर करण्यात आला आहे. पण लेखकाचा असा दावा आहे की त्यांनी विषयाची मांडणी अतिशय पद्धतशीरपणे केली आहे. मजकुराची भाषा सुस्पष्ट, थेट आणि समजण्यास सोपी असल्याचा दावाही त्यांनी केला आहे.

जरी, लुटी दूर करण्यासाठी सर्व काळजी घेतली गेली आहे, परंतु परिपूर्णतेचा दावा करणे फार कठीण आहे. या पुस्तकाचे वाचक (विद्यार्थी आणि शिक्षक) आणि वापरकर्ते यांनी जर त्यातील उणिवा निदर्शनास आणाल्या तर मी त्यांचा खूप आभारी राहीन. पुस्तकाच्या सुधारणेसाठीच्या सूचनांचे खूप कौतुक केले जाईल.

एस. के. सहदेव

परिणाम आधारित शिक्षा

परिणाम-आधारित शिक्षणाच्या अंमलबजावणीसाठी प्रथम आवश्यकता म्हणजे परिणाम-आधारित अभ्यासक्रम विकसित करणे आणि शिक्षण प्रणालीमध्ये परिणाम-आधारित मूल्यांकन समाविष्ट करणे. परिणाम-आधारित मूल्यांकनांमधून जाऊन मूल्यांकनकर्ते विद्यार्थ्यांनी बाह्यरेखित मानक, विशिष्ट आणि मोजता येण्याजोगे परिणाम प्राप्त केले आहेत की नाही याचे मूल्यांकन करण्यास सक्षम असतील. परिणाम-आधारित शिक्षणाचा योग्य समावेश केल्यामुळे कोणत्याही स्तरावर हार न मानता सर्व विद्यार्थ्यांसाठी किमान दर्जा प्राप्त करण्यासाठी निश्चित वचनबद्धता असेल. परिणाम-आधारित शिक्षणाच्या सहाय्याने चालू असलेल्या कार्यक्रमाच्या शेवटी, विद्यार्थी पुढील निकालांवर पोहोचण्यास सक्षम असेल.

- PO-1: अभियांत्रिकी ज्ञान:** गणित, विज्ञान, अभियांत्रिकी मूलभूत तत्त्वे आणि अभियांत्रिकी विशेषीकरणाचे ज्ञान जटिल अभियांत्रिकी समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी लागू करणे .
- PO-2: समस्यांचे विश्लेषण:** गणित, नैसर्गिक विज्ञान आणि अभियांत्रिकी विज्ञानाची पहिली तत्त्वे वापरून ठोस निष्कर्षपर्यंत पोहोचण्यासाठी संशोधन साहित्य ओळख तयार करणे, पुनरावलोकन करणे आणि जटिल अभियांत्रिकी समस्यांचे विश्लेषण करणे .
- PO-3: उपायांची रचना/विकास:** जटिल अभियांत्रिकी समस्यांसाठी आणि योजना किंवा तिचा आराखडा प्रणाली घटक किंवा प्रक्रिया ज्या सार्वजनिक आरोग्य आणि सुरक्षिततेसाठी आणि सांस्कृतिक, सामाजिक आणि पर्यावरणीय विचारात योग्य विचारात घेऊन निर्दिष्ट गरजा पूर्ण करतात अशासाठी रचलेले उपाय.
- PO-4: गुंतागुंतीच्या समस्यांचे अन्वेषण करा:** वैध निष्कर्ष देण्यासाठी प्रयोगांची रचना, माहितीचे विश्लेषण आणि व्याख्या आणि माहितीचे संश्लेषण यासह संशोधन-आधारित ज्ञान आणि संशोधन पद्धती वापरणे.
- PO-5: आधुनिक साधनांचा वापर:** मर्यादा समजून घेऊन जटिल अभियांत्रिकी क्रियाकलापांसाठी अंदाज आणि मॉडेलिंगसह योग्य तंत्रे, संसाधने आणि आधुनिक अभियांत्रिकी आणि IT साधने तयार करणे , निवडणे आणि लागू करणे.
- PO-6: अभियंता आणि समाज:** सामाजिक, आरोग्य, सुरक्षितता, कायदेशीर आणि सांस्कृतिक समस्या आणि व्यावसायिक अभियांत्रिकी सरावाशी संबंधित परिणामी जबाबदाऱ्यांचे मूल्यांकन करण्यासाठी संदर्भित ज्ञानाद्वारे सूचित तर्क वापरणे.
- PO-7: पर्यावरण आणि टिकाऊपणा:** सामाजिक आणि पर्यावरणीय संदर्भांमध्ये व्यावसायिक अभियांत्रिकी उपायांचा प्रभाव समजून घेणे आणि शाश्वत विकासासाठी आवश्यक असलेले ज्ञान आणि त्याचे प्रदर्शन करणे.
- PO-8: नैतिकता:** नैतिक तत्त्वे लागू करणे आणि व्यावसायिक नैतिकता आणि अभियांत्रिकी सरावाच्या जबाबदाऱ्या आणि नियमांना वचनबद्ध करणे.
- PO-9: वैयक्तिक आणि टीमवर्क:** एक व्यक्ती म्हणून आणि विविध संघांमध्ये सदस्य किंवा नेता म्हणून आणि बहु-विषय मांडणीमध्ये प्रभावीपणे कार्य करणे.
- PO-10: संप्रेषण:** अभियांत्रिकी समुदायासह आणि मोठ्या प्रमाणावर समाजासह जटिल अभियांत्रिकी क्रियाकलापांवर प्रभावीपणे संवाद साधणे, जसे की, प्रभावी अहवाल आणि डिझाइन दस्तऐवजीकरण समजून घेणे आणि लिहिणे, प्रभावी सादरीकरण करणे आणि स्पष्ट सूचना देणे आणि प्राप्त करणे.

- PO-11: प्रकल्प व्यवस्थापन आणि वित्त:** अभियांत्रिकी आणि व्यवस्थापन तत्त्वांचे ज्ञान आणि समज दर्शवा आणि ते स्वतःच्या कामावर, एखाद्या संघातील सदस्य आणि नेता म्हणून, प्रकल्प आणि बहु-अनुशासनात्मक वातावरणात व्यवस्थापित करण्यासाठी लागू करणे.
- PO-12: आयुष्यभर शिकणे:** तंत्रज्ञानातील बदलाच्या व्यापक संदर्भात स्वतंत्र आणि आयुष्यभर शिकण्याची गरज ओळखणे आणि त्याची तयारी आणि क्षमता असणे.

अभ्यासक्रम परिणाम (COs)

अभ्यासक्रम पूर्ण केल्यानंतर निम्नलिखित बिंदूवर विद्यार्थी सक्षम होतील:

CO-1: मूलभूत विद्युत आणि चुंबकीय परिपथ समजून घेणे आणि त्यांचे विश्लेषण करणे.

CO-2: विद्युत मशीन्स आणि शक्ती परिवर्तकांच्या कामकाजाच्या तत्वांचा अभ्यास करणे.

CO-3: कमी दाब विद्युत स्थापनानांच्या घटकांचा परिचय करून देणे.

अभ्यासक्रम उद्दिष्टे	अभ्यासक्रम उद्दिष्टांसोबतचे अपेक्षित संयोजन											
	1- निम्न स्तर परस्परसंबंध; 2- मध्यम स्तर परस्परसंबंध; 3- उच्च स्तर परस्परसंबंध											
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7	PO-8	PO-9	PO-10	PO-11	PO-12
CO-1	3	2	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1
CO-2	2	2	2	2	1	1	-	-	1	1	1	1
CO-3	3	1	1	2	2	1	1	-	1	1	1	1

संक्षिप्त नावांची यादी

संक्षिप्त रूप	पूर्ण रूप
CO	अभ्यासक्रम परिणाम
PO	कार्यक्रम परिणाम
UO	घटकवार परिणाम
C	कुलोम्ब
A	अँपियर
W	वॅट
EM	इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक
DC	दिष्ट विद्युतधारा
AC	अदिष्ट विद्युतधारा
CRT	कॅथोड रे ट्यूब
T	टेस्ला
G	गॉस
V	वोल्ट
LCR	प्रेरक-कॅपॅसिटर-रोध
BW	बँडविड्थ
μ F	मायक्रोफॅराड
CRO	कॅथोड रे ओसिलोस्कोप
Q-कारक	गुणवत्ता घटक
GHz	गिगा हर्ट्झ
Oe	ओरिस्टड
Wb	वेबर
Hz	हर्ट्झ
mH	मिली हेनरी
kHz	किलो हर्ट्झ
nC	नॅनो कुलोम्ब
nA	नॅनो अँपियर
Ge	जर्मेनियम
e.m.f	इलेक्ट्रोमोटिव्ह बल
mmf	मॅग्नेटोमोटिव्ह बल
μ A	मायक्रो अँपियर
μ C	मायक्रो कुलोम्ब

चिन्हांची यादी

प्रतीक	विवरण
e	अणुविद्युत प्रभार
ϵ_0	मोकळ्याजागेची परमिटिव्हिटी
ϵ_r, k	सापेक्ष परमिटिव्हिटी
ρ	व्हॉल्युम प्रभार घनता
σ	पृष्ठभाग प्रभार घनता
λ	रेखीय प्रभार घनता
ϕ	विद्युत प्रवाह
E	विद्युत क्षेत्राची तीव्रता
D	विद्युत विस्थापन
C	कॅपेसिटरची क्षमता
χ	इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक संवेदनशीलता
μ_0	मोकळ्याजागेची पारगम्यता
J	विद्युतधारेची घनता
B	चुंबकीय प्रेरण
H	चुंबकीय तीव्रता
L	स्व-प्रेरणा
M	परस्पर प्रेरण
S	रिलक्टंस
K	जोडणीचा गुणांक
I_d	विस्थापन विद्युतधारा
J_d	विस्थापन विद्युतधारेची घनता
U	विद्युतचुंबकीय ऊर्जा घनता
P	पॉयन्टींग सदिश
Ψ	तरंग कार्य(function)
Z	प्रतिबाधा
fres	अनुनाद वारंवारता

आकृतींची यादी

घटक -1: दिष्ट विद्युतधारा (डी. सी.) परिपथ

आकृती 1.1:	स्थिर रोधाचे प्रतीक	4
आकृती 1.2:	कार्बोन कॉम्पोसिशन रोध	4
आकृती 1.3:	वायर-वुंड रोध	4
आकृती 1.4:	चल कार्बन कॉम्पोसिशन रोध	4
आकृती 1.5:	चल वायर रोध	4
	(अ) बाह्य दृश्य (ब) अंतर्गत दृश्य	4
आकृती 1.6:	चल रोधचे योजनाबद्ध चिन्ह	5
	(अ) स्थीर प्रेरक (ब) चल प्रेरक	5
आकृती 1.7:	स्थीर आणि चल इंडक्टरचे प्रतिक	5
	(अ) फिल्टर चोक (ब) फिल्टर चोक चे योजनाबद्ध आकृती (प्रतीक)	6
आकृती 1.8:	इंडक्टर विथ मॅग्नेटिक कोर	6
	(अ) रेडिओ फ्रिक्वेन्सी चोक (ब) योजनाबद्ध आकृती (चिन्ह)	6
आकृती 1.9:	इंडक्टर विथ एअर कोर	6
	(अ) चल प्रेरक (ब) योजनाबद्ध आकृती	6
आकृती 1.10:	चल प्रेरकाची योजनाबद्ध आकृती	6
	(अ) स्थीर कॅपेसिटर (ब) चल कॅपेसिटर	7
आकृती 1.11:	स्थीर कॅपेसिटर आणि चल कॅपेसिटर चे चिन्ह	7
	(अ) ट्यूबलर टाइप पेपर कॅपेसिटर (ब) एनकॅप्सुलेटेड प्रकार कॅपेसिटर.	8
आकृती 1.12:	पेपर कॅपेसिटर	8
आकृती 1.13:	स्थीर मायका कॅपेसिटर.	8
आकृती 1.14:	सिरेमिक कॅपेसिटर.	8
आकृती 1.15:	इलेक्ट्रोलाइटिक कॅपेसिटर	8
आकृती 1.16:	(अ) एअर-गॅंग कॅपेसिटर (ब) ट्रिमर किंवा पॅडर कॅपेसिटर	9
आकृती 1.17:	सोर्स ते लोड ऊर्जा हस्तांतरण	9
	(अ) आदर्श विद्युतदाब स्त्रोत (ब) आदर्श विद्युतदाब स्त्रोताची वैशिष्ट्ये	10
आकृती 1.18:	दिष्ट स्त्रोत	9
आकृती 1.19:	लोड सोबत दिष्ट स्त्रोत	9
आकृती 1.20:	आदर्श स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत	10
	(अ) वास्तविक विद्युतदाब स्त्रोत (ब) वास्तविक विद्युतदाब स्त्रोताची वैशिष्ट्ये.	11

आकृती 1.21:	वास्तविक विद्युतदाब स्त्रोल	11
	(a) आदर्श स्थिर विद्युतधारा स्त्रोल (b) लोड सापेक्ष आदर्श स्थिर विद्युतधारा स्त्रोल	11
	(c) I_s आणि R_L मधील परस्पर समंध (c) विद्युतधारा स्त्रोलाचे दर्शन चित्र	11
आकृती 1.22:	आदर्श विद्युतधारा स्त्रोल वैशिष्ट्ये	11
आकृती 1.23:	वास्तविक विद्युत धारा स्त्रोल वैशिष्ट्ये	12
आकृती 1.24:	(अ) विद्युतदाब स्त्रोतापासून विद्युतधारा स्त्रोतामध्ये रूपांतर	13
	(ब) विद्युतधारा स्त्रोतापासून विद्युतदाब स्त्रोतामध्ये रूपांतर	14
आकृती 1.25:	विद्युतदाब स्रोत आणि विद्युतधारा स्रोत यांचे आपसातील रूपांतर	14
आकृती 1.26:	विद्युतदाब स्त्रोल	14
आकृती 1.27:	विद्युतधारा स्त्रोतामध्ये रूपांतर	14
आकृती 1.28:	विद्युतधारा स्त्रोल	14
आकृती 1.29:	विद्युतदाब स्त्रोतामध्ये रूपांतर	14
आकृती 1.30:	परीपथ	15
आकृती 1.32:	तीन रोधांची एकसर जोडणी	16
आकृती 1.31:	दिष्ट परीपथ	16
आकृती 1.33:	तीन रोधांची समांतर जोडणी	17
आकृती 1.14:	एकसर आणि समांतर परीपथ	17
आकृती 1.35:	समांतर जोडणीतील दोन रोधांची मांडणी	18
आकृती 1.36:	परीपथ	18
आकृती 1.37:	मूळ परीपथ	18
आकृती 1.38:	परीपथाचे सरलीकृत दृश्य	18
आकृती 1.39:	विद्युत परिपथ	19
आकृती 1.40:	पाच शाखांची एका जंक्शनवर एकल जोडणी	20
आकृती 1.41:	इएमएफ आणि विद्युत ड्रॉप यासाठीची बीजगणितीय चिन्हे	21
	(अ) विभवातील घट (ब) विभवातील वाढ	21
	(क) विभवातील घट (ड) विभवातील वाढ	21
आकृती 1.42:	परीपथ	21
आकृती 1.43:	परीपथ	22
आकृती 1.44:	परीपथ	22
आकृती 1.45:	दिलेले परिपथ	22
आकृती 1.46:	विद्युतप्रवाहासहित परिपथ	22
आकृती 1.47:	दिलेले परिपथ	23
आकृती 1.48:	विद्युतप्रवाहासहित परिपथ	23

आकृती 1.49:	मूळ परिपथ	24
आकृती 1.50:	उत्तरासाठीचे परिपथ	24
आकृती 1.51:	परीपथ	25
आकृती 1.52:	मूळ परिपथ	25
आकृती 1.53:	विद्युतधारा गृहीतकासहित परिपथ	26
आकृती 1.54:	परीपथ	26
आकृती 1.55:	परीपथ	27
आकृती 1.56:	परीपथ	27
आकृती 1.57:	परीपथ	29
आकृती 1.58:	परीपथ	29
आकृती 1.59:	परीपथ	29
आकृती 1.60:	परीपथ	29
आकृती 1.61:	परीपथ	29
आकृती 1.62:	परीपथ	29
आकृती 1.63:	परीपथ	30
आकृती 1.64:	फक्त E_1 स्त्रोताचा विचार करून	30
आकृती 1.65:	फक्त E_2 स्त्रोताचा विचार करून	30
आकृती 1.66:	मूळ परिपथ	30
आकृती 1.67:	उत्तरासाठीचे परिपथ	30
आकृती 1.68:	एकाच स्त्रोत गृहीत धरून.	31
आकृती 1.69:	परीपथ	31
आकृती 1.70:	तिसऱ्या स्त्रोताचा विचार करून	31
आकृती 1.71:	परीपथ	32
आकृती 1.72:	केवळ विद्युतदाब स्त्रोताचा विचार करून	32
आकृती 1.73:	केवळ विद्युतधारा स्त्रोताचा विचार करून	32
आकृती 1.74:	परीपथ	33
आकृती 1.75:	परीपथ	33
आकृती 1.76:	परीपथ	34
आकृती 1.77:	परीपथ	34
आकृती 1.78:	परीपथ	34
आकृती 1.79:	परीपथ	35
आकृती 1.80:	मूळ परिपथ	35
आकृती 1.81:	E_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ	35

आकृती 1.82:	R_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ	36
आकृती 1.83:	थेवेनिन परिपथ	36
आकृती 1.84:	मूळ परिपथ	36
आकृती 1.85:	E_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ	36
आकृती 1.86:	R_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ	37
आकृती 1.87:	थेवेनिन परिपथ	37
आकृती 1.88:	मूळ परिपथ	37
आकृती 1.89:	E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ	37
आकृती 1.90:	R_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ	37
आकृती 1.91:	थेवेनिन परिपथ	37
आकृती 1.92:	परीपथ	38
आकृती 1.93:	R_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ	38
आकृती 1.94:	E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ	38
आकृती 1.95:	थेवेनिन परिपथ	39
आकृती 1.96:	सांख्यिकीप्रमाणे मूळ परिपथ	39
आकृती 1.97:	E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ	39
आकृती 1.98:	स्तोत्र बदल केलेला परिपथ	40
आकृती 1.98:	सरलीकृत परिपथ	40
आकृती 1.99:	थेवेनिन परीपथ	40
आकृती 1.100:	मूळ परिपथ	41
आकृती 1.101:	E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ	41
आकृती 1.102:	R_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ	41
आकृती 1.103:	थेवेनिन परिपथ	41
आकृती 1.102:	सरलीकृत परिपथ	41
आकृती 1.104:	परीपथ	42
आकृती 1.105:	परीपथ	42
आकृती 1.106:	परीपथ	42
आकृती 1.107:	परीपथ	42
आकृती 1.108:	परीपथ	43
आकृती 1.109:	परीपथ	43
आकृती 1.110:	परीपथ	43
आकृती 1.111:	परीपथ	43
आकृती 1.112:	परीपथ	43

आकृती 1.113:	परीपथ	43
आकृती 1.114:	परीपथ	44
आकृती 1.115:	R_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ	
आकृती 1.116:	I_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ	45
आकृती 1.117:	नॉर्टन परिपथ	45
आकृती 1.118:	परीपथ	45
आकृती 1.119:	I_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ	45
आकृती 1.120:	R_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ	46
आकृती 1.121:	नॉर्टन परिपथ	46
आकृती 1.122:	परीपथ	46
आकृती 1.123:	I_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ	46
आकृती 1.124:	परीपथ	47
आकृती 1.125:	परीपथ	47
आकृती 1.126:	R_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ	47
आकृती 1.127:	नॉर्टन परिपथ	47
आकृती 1.128:	R-L परिपथाचे क्लोजिंग	48
आकृती 1.129:	R-L परिपथाचे ओपनिंग आणि शॉर्ट सर्किटिंग	48
आकृती 1.130:	विद्युतधारा आणि वेळ या मधील आलेख	50
आकृती 1.131:	मूळ परिपथ	52
आकृती 1.132:	जेव्हा कळ S_1 बंद आणि कळ S_2 खुला असते	52
आकृती 1.133:	जेव्हा कळ S_1 खुला आणि कळ S_2 बंद असते	52
आकृती 1.134:	i आणि t मधील आलेख	52
आकृती 1.135:		54
आकृती 1.136:	RC परिपथाचे बंद होणे	54
आकृती 1.137:	परिपथ बंद स्थितीत, V आणि I च्या दरम्यानचा आलेख	54
आकृती 1.138:		55
आकृती 1.139:	विना स्तोलांचा, कळ खुला असताना कॅपसिटर चार्जिंग	56
आकृती 1.140:	कॅपसिटर डिसचार्जिंगच्या वेळेस V आणि t दरम्यानचा आलेख	57
आकृती 1.141:	कॅपसिटर डिसचार्जिंगच्या वेळेस t आणि i दरम्यानचा आलेख	57
आकृती 1.142:		64

घटक -2: अदिष्ट विद्युतधारा (ए.सी.) परिपथ

आकृती 2.1:	अदिष्टविद्युत दाब आणि विद्युत धारा	78
आकृती 2.2:	विद्युत तरंगांचा आकार	79

	(अ) अनियमित तरंग	(ब) त्रिकोणी तरंग	(क) स्क्वेअर तरंग	79
	(ड) नियतकालिक तरंग	(इ) सॉ-टूथ तरंग	(फ़) साईन तरंग	79
आकृती 2.3:	एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात कॉइल फिरवून			81
आकृती 2.4:	स्थिर गतीमध्ये स्थिर कॉइलमध्ये एकसमान चुंबकीय क्षेत्र फिरवून			81
आकृती 2.5:	कॉइल मधील वेगवेगळ्या कोनांमुळे प्रेरित इ.एम.एफ.			81
आकृती 2.6:	रेडियनद्वारे फिरवली जाणारया कॉइलमध्ये प्रेरित ईएमएफ			82
	(अ) बहू वेटोळे गुंडाळी	(ब) कमाल प्रवाह गुंडाळी सह दुवा		
	(क) गुंडाळी व्यू रेडियनद्वारे फिरवली जाते			82
आकृती 2.7:	प्रेरित ईएमएफची तरंगाकृती			82
आकृती 2.8:	सममित तरंगांची एका अदिष्ट मालेसाठी त्याचे अर्ध चक्र गृहित धरून			84
आकृती 2.9:	सानुसाइडल अदिष्ट विद्युतधारा			84
आकृती 2.10:	अदिष्ट विद्युतधारेची तरंगाकृती			85
आकृती 2.11:	साइनोसॉइडल अदिष्ट विद्युतधारेचा स्क्वेअर तरंग			86
आकृती 2.12:	संपूर्ण रेक्टिफाइड तरंग			88
आकृती 2.13:	तरंगाकृती			88
आकृती 2.14:	नियतकालिक विद्युतधारेचा तरंगाकृती			89
आकृती 2.15:	साइन तरंग चित्र			90
आकृती 2.16:	फेझर आणि तरंग आकृती (एक परिमाण)			91
आकृती 2.17:	फेझर आणि तरंग आकृती (दोन परिमाण)			91
आकृती 2.18:	परिपथ आकृती			91
आकृती 2.19:	फेजर आकृती			92
	(अ) तीन प्रवाहांची फेजर स्थिती	(ब) परिणामी फेजर आकृती		92
आकृती 2.20:	तीन व्होल्टेजचे फेझर चित्रण			93
आकृती 2.23:	परिपथ ज्यामध्ये फक्त इंडक्शन असते			95
आकृती 2.24:	फेजर आणि तरंग आकृती			96
	(अ) फेजर आकृती	(ब) तरंग आकृती		96
आकृती 2.25:	प्युअर कॅपॅसिटन्स असलेले परिपथ			97
आकृती 2.26:	फेजर आणि तरंग			98
आकृती 2.27:	R-L एकसर परिपथ			100
आकृती 2.28:	फेसर आकृती			100
आकृती 2.29:	फेजर आणि तरंग आकृती			101
	(अ) फेजर आकृती	(ब) तरंग आकृती		101
आकृती 2.30:	R-L एकसर परिपथसाठी विद्युतदाब त्रिकोण आकृती			102

आकृती 2.31:	प्रतिबाधा लिकोण	102
आकृती 2.32:	विद्युतधारेचा सक्रिय आणि प्रतिक्रियाशील घटक	102
आकृती 2.33:	शक्ती लिकोण	103
आकृती 2.34:	परिपथ आकृती	105
आकृती 2.35:	फेजर आकृती	105
आकृती 2.36:	फेजर आकृती	106
आकृती 2.37:	परिपथ आकृती	107
आकृती 2.38:	आर - सी एकसर परिपथ	109
आकृती 2.39:	फेझर आकृती	109
आकृती 2.40:	(अ) फेजर आकृती (ब) तरंग आकृती	110
आकृती 2.41:	विद्युतदाब लिकोण	111
आकृती 2.42:	प्रतिबाधा लिकोण	111
आकृती 2.43:	परिपथ आकृती.	111
आकृती 2.44:	एकसर मांडणीतील रोध	212
आकृती 2.45:	एकसर मांडणीतील इंडक्टर	112
आकृती 2.46:	एकसर मांडणीतील शुध्द कॅपेसिटर	212
आकृती 2.47:	परिपथाकृती	112
आकृती 2.48:	परिपथ आकृती	114
आकृती 2.49:	फेसर आकृती	114
आकृती 2.50:	परिपथाचे प्रतिबाधा लिकोण $X_L > X_C$	115
आकृती 2.51:	प्रतिबाधा लिकोण $X_C > X_L$	115
आकृती 2.52:	R-L-C परिपथामध्ये अनुनाद	116
आकृती 2.53:	$X_C = X_L$ चा आलेख	116
आकृती 2.54:	अनुनाद वक्र	117
आकृती 2.55:	बँडविड्थ दर्शविणारा अनुनाद वक्र	117
आकृती 2.56:	परिपथ	118
आकृती 2.57:	परिपथ	119
आकृती 2.58:	परिपथ	119
आकृती 2.59:	परिपथ	120
आकृती 2.60:	परिपथ	120
आकृती 2.61:	फेजर आकृती	121
आकृती 2.62:	परिपथ	122
आकृती 2.63:	समांतर अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ	124

आकृती 2.64:	फेसर आकृती	124
आकृती 2.65:	परिपथ	125
आकृती 2.66:	फेसर आकृती	125
आकृती 2.67:	परिपथ	126
आकृती 2.68:	फेसर आकृती	126
आकृती 2.69:	परिपथ	127
आकृती 2.70:	परिपथ	128
आकृती 2.71:	फेसर आकृती	128
आकृती 2.72:	f आणि i मधील वक्र	129
आकृती 2.73:	3 फेज ईएमएफची निर्मिती	132
	(अ) फिरणारी कॉइल प्रणाली (ब) फिरणारी फील्ड सिस्टम	132
	(क) तरंग आकृती (ड) फेसर आकृती	132
आकृती 2.74:	3-फेजचे प्रतिनिधित्व करणारे तीन कॉइल स्वतंत्रपणे दाखल केले	133
आकृती 2.75:	स्टार जोडणी	134
	(अ) एकत्र जोडलेले टर्मिनल पूर्ण (ब) फेज आणि लाइन व्होल्टेजचे प्रतिनिधित्व	134
	(अ) स्टार-जोडणी साठी परिपथ आकृती (ब) फेसर आकृती	135
आकृती 2.76:	स्टार जोडणी मध्ये रेषा आणि फेज विद्युत धारा मधील संबंध.	135
	(अ) कनेक्ट केलेल्या एका टप्प्याचे टर्मिनल	
	(ब) फेज आणि लाइन विद्युत दाब डेल्टा जोडणी मध्ये पूर्ण, डेल्टा जोडणी पासून पुढील सुरू	136
आकृती 2.77:	डेल्टा (Δ) जोडणी	136
आकृती 2.78:	डेल्टा जोडणी मध्ये रेषा आणि फेज विद्युत धारा मधील संबंध.	136
	(अ) डेल्टा जोडणी साठी परिपथ आकृती (ब) फेसर आकृती	136
	(अ) स्टार जोडणी (ब) डेल्टा जोडणी	137
आकृती 2.79:	श्री-फेज लोड, स्टार आणि डेल्टामध्ये जोडणी	137
आकृती 2.80:	(अ) स्टार-जोडणी (ब) डेल्टा-जोडणी	138
आकृती 2.81:	स्टार जोडणी	139
आकृती 2.82:	स्टार जोडणी	139
आकृती 2.83:	तारा जोडणी केलेले संतुलित भार	139
आकृती 2.84:	3-फेज तारा जोडणीतील संतुलित भार	140
आकृती 2.84:	डेल्टा कनेक्टेड लोड	141

घटक -3: रोहील (ट्रान्सफॉर्मर)

आकृती 3.1:	चुंबक बार आणि त्याचे प्रभाव क्षेत्र	162
आकृती 3.2:	B - H वक्र	164

आकृती 3.3:	विविध चुंबकीय साहित्याचा BH वक्र	164
आकृती 3.4:	चुंबकीय नसलेल्या साहित्यासाठी BH वक्र	165
आकृती 3.5:	रोहील (अ) ब्लॉक आकृती (ब) चिलीय सादरीकरण	165
आकृती 3.6:	ट्रान्सफॉर्मर कोर आणि वाईडिंग	166
आकृती 3.7:	प्रार्थमीक आणि दुय्यम जोडणी	166
आकृती 3.8:	L आकाराचे लॅमिनेशन	167
आकृती 3.9:	लॅमिनेशनचे स्टगारिंग	167
आकृती 3.10:	वायंडिंग सह ट्रान्सफॉर्मर कोर	167
	(अ) वायंडिंगची ठेवण (ब) कोर वर ठेवलेले वायंडिंग्स	167
आकृती 3.11:	E & I लॅमिनेशन	168
आकृती 3.12:	कोर वर वायंडिंग्सची प्लेसमेंट	168
आकृती 3.13:	आयडियल ट्रान्सफॉर्मर	169
	(अ) परिपथ आकृती (ब) फेसर आकृती	169
आकृती 3.14:	साइनसॉइडल फ्लक्स	170
आकृती 3.16:	रोधाचे पारेषण	174
	(अ) सेकंडरीच्या सापेक्ष प्रायमरी रोध (ब) सेकंडरीच्या सापेक्ष समतुल्य रोध	174
	(क) प्रायमरीच्या सापेक्ष सेकंडरी रोध (ड) प्रायमरीच्या सापेक्ष समतुल्य रोध	174
आकृती 3.17:	प्रायमरी आणि सेकंडरी इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया	174
	(अ) प्रायमरी आणि सेकंडरीचा गळती फ्लक्स (ब) इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया असलेले वायंडिंग्स	174
आकृती 3.18:	रियाक्टन्स हस्तांतरण	175
	(अ) सेकंडरी सापेक्ष प्रायमरी रियाक्टन्स (ब) सेकंडरी संदर्भित समतुल्य रियाक्टन्स	175
	(क) प्रायमरी सापेक्ष सेकंडरी रियाक्टन्स (ड) प्रायमरी संदर्भित समतुल्य रियाक्टन्स	175
आकृती 3.19:	प्रत्यक्ष रोहिताची संपूर्ण परिपथ आकृती	177
आकृती 3.20:	ट्रान्सफॉर्मरचे समतुल्य परिपथ जेव्हा सर्व प्रमाण सेकंडरि बाजूकडे संदर्भित केले जातात	177
आकृती 3.21:	फेझर आकृती	178
	(अ) इंडक्शन भारासाठी (ब) रोधक भारासाठी (क) कॅपॅसिटीव्ह भारासाठी	178
आकृती 3.22:	सामान्य 2-वायंडिंग ट्रान्सफोमर आणि ऑटो ट्रान्सफॉर्मर	188
	(अ) सामान्य 2-वायंडिंग रोहित (ब) स्वयं रोहित	188
आकृती 3.23:	तीन फेज ट्रान्सफॉर्मर (कोअर टाईप)	192
आकृती 3.24:	शेल प्रकारचा 3-फेज ट्रान्सफॉर्मर	192
आकृती 3.25:	3-फेज शेल प्रकारच्या रोहिताच्या कोअरमधील फ्लक्स विभागणी	192
आकृती 3.26:	तारा जोडणीतील वायंडिंग्स	193
आकृती 3.27:	तारा-तारा जोडणी	193

आकृती 3.28:	डेल्टा-डेल्टा वळणांची जोडणी	194
आकृती 3.29:	डेल्टा-डेल्टा जोडणी	194
आकृती 3.30:	डेल्टा-स्टार जोडणी	195
आकृती 3.31:	Δ -Y जोडणी	195
आकृती 3.32:	स्टार-डेल्टा जोडणीचे वायंडिंग	195
आकृती 3.33:	स्टार-डेल्टा जोडणी	195
आकृती 3.34:	वितरण रोहित	198

घटक -4: विद्युत मशीन

आकृती 4.1:	स्टेटर	214
आकृती 4.2:	स्टेटर स्टॅम्पिंग	214
आकृती 4.3:	गिलहरी पिंजरा रोटर	215
आकृती 4.4:	फेज वुंड रोटर	215
आकृती 4.5:	स्टेटर कोरमध्ये तयार होणाऱ्या चुंबकीय प्रवाहांचे तरंग आकृती	215
आकृती 4.6:	झटपट t_1 - t_1 चुंबकीय क्षेत्राचा परिणामी अक्ष	216
आकृती 4.7:	झटपट t_2 - t_2 क्षणी चुंबकीय क्षेत्राचा परिणामी अक्ष	216
आकृती 4.8:	झटपट t_3 - t_3 क्षणी चुंबकीय क्षेत्राचा परिणामी अक्ष	216
आकृती 4.9:	3-फेज इंडक्शन मोटरचे कार्य सिद्धांत	217
	(a) t_1 क्षणी स्टेटर फील्ड पोझिशन आणि रोटर कंडक्टरमध्ये प्रेरित ईएमएफची दिशा	217
	(b) स्टेटर विंडिंगमुळे फील्ड	217
आकृती 4.10:	मोटरमध्ये विकसित क्षेत्र	217
	(b) रोटर कंडक्टरमुळे फील्ड	217
	(c) परिणामी चुंबकीय क्षेत्र	217
आकृती 4.11:	रोटर लाइक प्लक्स	222
आकृती 4.12:	रोटर परिपथ	222
आकृती 4.13:	रोटर परिपथ व्हेरिएबल X_2 सह	223
आकृती 4.14:	रोटर परिपथ स्थिर X_2 सह	223
आकृती 4.15:	रोटरचे समतुल्य परिपथ आणि फेझर आकृती	223
	(अ) रोटरचे समतुल्य परिपथ (ब) फेझर आकृती	223
आकृती 4.16:	प्रेरण मोटरचे उर्जा प्रवाह आकृती	225
आकृती 4.17:	टॉर्क-स्लिप वक्र	231
आकृती 4.18:	T-s वक्र का ऑपरेटिंग क्षेत्र	232
आकृती 4.19:	DOL स्टार्टर	234
आकृती 4.20:	स्टार-डेल्टा स्टार्टर	234

आकृती 4.21:	ऑटो ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर	235
आकृती 4.22:	ऑटो ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर	236
आकृती 4.23:	टॉर्क आणि वेग दरम्यानचा आलेख	237
आकृती 4.24:	R_2/S स्थिर ठेवून टॉर्क आणि वेग दरम्यानचा आलेख	237
आकृती 4.25:	पुरवठा विद्युतदाब मध्ये बदल करून गती टॉर्क वैशिष्ट्ये	238
आकृती 4.26:	पोलची संख्या बदलून वेग नियंत्रण	239
	(a) एका क्षणी फेज प्रतिनिधित्व (b) तरंग आकृती	241
आकृती 4.27:	दुहेरी फिरणारे प्रभावक्षेत्र	241
आकृती 4.28:	दोन क्षेत्रां द्वारे विकसित टॉर्क	241
आकृती 4.29:	स्प्लिटफेजमोटर	242
आकृती 4.30:	टॉर्क-स्लिप वक्र	243
आकृती 4.31:	कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर (अ) परिपथ आकृती (ब) फेझर आकृती	243
आकृती 4.32:	कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर टॉर्क-क्रियाकलाप	244
आकृती 4.33:	कॅपेसिटर रन मोटर	244
	(अ) परिपथ आकृती (ब) टॉर्क-कॅपेसिटर रन मोटरची क्रिया	244
आकृती 4.34:	कॅपेसिटर रन आणि कॅपेसिटर रन मोटर	245
	(a) परिपथ आकृती (b) कॅपेसिटर रन मोटर टॉर्क-स्लिप वक्र	245
आकृती 4.35:	शेडपोल मोटर	245
	(a) शेडपोल मोटर एरंड (b) सेडपोल मोटर	245
आकृती 4.36:	अर्ध्या चक्रादरम्यान ध्रुव मध्ये प्रवाह वितरण	246
आकृती 4.37:	टॉर्क - छायांकित ध्रुव मोटरची गती वैशिष्ट्ये	246
आकृती 4.38:	अदिष्ट एकसर मोटर परिपथ आकृती	247
आकृती 4.39:	विद्युतदाब वितरण	247
आकृती 4.40:	टॉर्क-गती वैशिष्ट्ये	247
आकृती 4.41:	युनिव्हर्सल मोटर	248
आकृती 4.42:	युनिव्हर्सल मोटरचा रोटार	248
आकृती 4.43:	परिपथ आकृती	249
आकृती 4.44:	टॉर्क सकारात्मक अर्ध्या चक्रात विकसित झाले	249
आकृती 4.45:	टॉर्क नकारात्मक अर्ध्या चक्रात विकसित झाले	249
आकृती 4.46:	दिष्ट मशीनचे स्क्रॅच केलेले भाग	249
आकृती 4.47:	सह ध्रुव सह ध्रुव	251
	(अ) चुंबकीय क्षेत्रासह ध्रुव कोर आणि ध्रुव शूज (ब) प्रभावक्षेत्र वायंडिंग	251
आकृती 4.48:	स्टेटर आणि आर्मेचर	251

आकृती 4.49:	DC मशीन च्या आर्मेचर	251
आकृती 4.50:	कम्प्यूटेटर असेंब्लीचे विभागीय दृश्य	252
आकृती 4.51:	दिष्ट मोटरमध्ये विकसित चुंबकीय क्षेत्र	253
	(a) मुख्य ध्रुवाद्वारे निर्माण (b) रोटर कंडक्टरद्वारे उत्पादित चुंबकीय क्षेत्र	253
	(c) परिणामी चुंबकीय क्षेत्रे आणि त्यांचे परिणाम	253
आकृती 4.52:	मुख्यप्रभावक्षेत्र आणि रोटर प्रभावक्षेत्र च्या अक्षाची स्थिती	254
आकृती 4.53:	टॉर्कविकास	254
आकृती 4.54:	(अ) पुरवठ्याद्वारे करंटचा पुरवठा (ब) रोटेशन मुळे ईएमएफ	255
आकृती 4.55:	परिपथ	255
आकृती 4.56:	स्वतंत्रपणे उत्तेजित दिष्ट मोटरचे पारंपारिक आकृती	256
आकृती 4.57:	शंट मोटर्सचे पारंपारिक आकृती	256
आकृती 4.58:	स्वतंत्रपणे एक्सायटेड डीसी मोटर्स	257
आकृती 4.59:	$N-I_a$ अभिलक्षण	257
आकृती 4.60:	स्वतंत्रपणे उत्सुक दिष्ट मोटर्स	257
आकृती 4.61:	$N-I_a$ वैशिष्ट्ये	257
आकृती 4.62:	$T-I_a$ वैशिष्ट्ये	257
आकृती 4.63:	$N-T$ वैशिष्ट्ये	257
आकृती 4.64:	वार्ड लिओनार्ड वेगळ्या उत्तेजित दिष्ट मोटरच्या वेग नियंत्रणाची पद्धत	258
आकृती 4.65:	जनरेटर क्रिया	259
आकृती 4.66:	मोटर क्रिया	259
आकृती 4.67:	अल्टरनेटिंग ईएमएफचे आउटपुट	260
आकृती 4.68:	रोटर नंबर पोल	260
आकृती 4.69:	मुख्य ध्रुव अल्टरनेटर चीउ भारणी वैशिष्ट्ये	261
आकृती 4.70:	अल्टरनेटरचे भाग	262
आकृती 4.71:	सायलेंट पोल प्रकार रोटर	263
आकृती 4.72:	नॉन-सायलेंट पोल प्रकार रोटर	263

घटक -5: विद्युत शक्ती परिवर्तक (पॉवर कन्व्हर्टर)

आकृती 5.1:	समान विद्युतदाब नियामक	294
आकृती 5.2:	बक परिवर्तक परिपथ आकृती	295
आकृती 5.3:	बक परिवर्तकचे रेखा चित्र दृश्य	295
आकृती 5.4:	ऑन स्थिति	295
आकृती 5.5:	ऑफ-स्टेट	295
आकृती 5.6:	बक परिवर्तकांमधील स्थिर स्टेट मधील विद्युत दाब व विद्युत धारा चित्रण	297

आकृती 5.7:	बक परिवर्तकांमधील अस्थिर स्टेट मधील विद्युत दाब व विद्युत धारा चित्रण	298
आकृती 5.8:	बूस्ट परिवर्तक आकृती	300
आकृती 5.9:	बूस्ट परिवर्तकचे सचित्र दृश्य	300
आकृती 5.10:	बूस्ट परिवर्तक परिपथ	301
आकृती 5.11:	चालु स्थिति	301
आकृती 5.12:	बंद स्थिति	301
आकृती 5.13:	सतत मोडमध्ये बूस्ट परिवर्तकच्या प्रवाह विद्युत दाब वर्णन	303
आकृती 5.14:	खंडीत मोडमध्ये विद्युतदाब आणि बूस्ट किंवा बूस्ट परिवर्तकचा तरंग	303
आकृती 5.15:	व्यस्त बक बूस्ट परिवर्तकचे मूलभूत	305
आकृती 5.16:	आकृतीमधील बक बूस्ट परिवर्तकचे दृश्य	305
आकृती 5.17:	बक बूस्ट परिवर्तक	305
आकृती 5.18:	बक-बूस्ट परिवर्तकची दोन ऑपरेटिंग स्थिति	306
	(अ) स्विच ऑन स्थिति (ब) स्विच बंद स्थिति	306
आकृती 5.19:	चार मुख्य स्थितीचे मूलभूत स्पष्टीकरण	307
	(अ) 4 की बक-बूस्ट बेसिक परिपथ (ब) S_2 आणि S_4 कार डायोड म्हणून कार्यरत	307
	(क) बक मोड S_3 उघडा D_4 चालू (ड) बूस्ट मोड S_1 बंद D_2 व्यत्यय	307
आकृती 5.20:	(अ) परिपथ आकृती (ब) तरंग आकृती	309
	(अ) परिपथ आकृती (ब) तरंग आकृती	310
आकृती 5.21:	बटन मोडमध्ये ट्रान्झिस्टर	310
आकृती 5.22:	सिंगल-फेज विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टर	311
आकृती 5.23:	थ्री-फेज विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टर	312
आकृती 5.24:	आयाम (अॅप्लिट्यूड) मॉड्यूलेशन तरंग	315
आकृती 5.25:	वारंवारता मॉड्यूलेशन तरंग	316

घटक-6: विद्युत उपकरणांची स्थापना (इन्स्टॉलेशन)

आकृती 6.1:	परिपथसह मालिकेत जोडलेले विद्युततारिका	331
आकृती 6.2:	विविध विद्युततारिकांची वेळ-विद्युत प्रवाह वैशिष्ट्ये	331
आकृती 6.3:	स्विच विद्युततारिका घटक (एसएफयू)	332
	(a) दोन-ध्रुव SFU (b) 3-ध्रुव SFU	332
आकृती 6.4:	MCB चे बाह्य दृश्य	332
आकृती 6.5:	MCB ची अंतर्गत रचना	332
आकृती 6.6:	एमसीबीची कार्यकारी (ऑपरेशनल) वैशिष्ट्ये	333
आकृती 6.7:	4-पोल ELCB	334
आकृती 6.8:	2-पोल ELCB चे अंतर्गत वायरिंग आकृती	334

आकृती 6.9:	2-पोल ELCB केस परिपथ	335
आकृती 6.10:	4-पोल ELCB. केस परिपथ	335
आकृती 6.11:	मोल्डेड केस सर्किट ब्रेकर	335
आकृती 6.12:	पोर्सेलीन क्लीट्स	337
आकृती 6.13:	VIR वायरसह कॅपिंग कॅसिंग	338
आकृती 6.14:	सीटीएस वायरिंग	338
आकृती 6.15:	नाली वायरिंग	340
आकृती 6.17:	अर्थिंग द्वारे ऑपरेटरांचा बचाव	343
आकृती 6.18:	पाईप अर्थिंग	345
आकृती 6.19:	प्लेट अर्थिंग	345
आकृती 6.20:	लीड-ॲसिड विद्युतघट	347
आकृती 6.21:	बॅटरी प्लेट आणि विभाजक	347
आकृती 6.22:	इलेक्ट्रोलाइट तपासणी	349

शिक्षकांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे

परिणाम आधारित शिक्षण (OBE) लागू करण्यासाठी विद्यार्थ्यांची ज्ञान पातळी आणि कौशल्य संच वाढवायला हवे. OBE च्या योग्य अंमलबजावणीसाठी शिक्षकांनी मोठी जबाबदारी घेतली पाहिजे. ओबीई प्रणालीतील शिक्षकांसाठी काही जबाबदाऱ्या (मर्यादित नाहीत) खालीलप्रमाणे असू शकतात:

- वाजवी मर्यादांमध्ये, त्यांनी सर्व विद्यार्थ्यांच्या सर्वोत्तम फायद्यासाठी वळेचा योग्य वापर केला पाहिजे.
- त्यांनी भेदभाव करण्याच्या इतर कोणत्याही संभाव्य अपाततेचा विचार न करता केवळ विशिष्ट परिभाषित निकषांवर विद्यार्थ्यांचे मूल्यांकन केले पाहिजे.
- त्यांनी संस्था सोडण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांची शिकण्याची क्षमता एका विशिष्ट पातळीवर वाढवण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे.
- त्यांनी शिक्षण पूर्ण केल्यानंतर सर्व विद्यार्थ्यांना दर्जेदार ज्ञान तसेच सक्षमतेने सुसज्ज करण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे.
- त्यांनी विद्यार्थ्यांना त्यांच्या अंतिम कामगिरी क्षमता विकसित करण्यासाठी नेहमीच प्रोत्साहित केले पाहिजे.
- नवीन दृष्टीकोन एकत्रित करण्यासाठी त्यांनी गट कार्य आणि सांघिक कार्य सुलभ आणि प्रोत्साहित केले पाहिजे.
- त्यांनी मूल्यांकनाच्या प्रत्येक भागामध्ये ब्लूमच्या वर्गीकरणाचे पालन केले पाहिजे.

ब्लूमचे वर्गीकरण

पातळी	शिक्षकांनी तपासावे	विद्यार्थी सक्षम असावा	मूल्यांकनाची संभाव्य पद्धत
निर्माण करणे	विद्यार्थ्यांमध्ये निर्माण करण्याची क्षमता	डिझाइन किंवा तयार करा	लघु प्रकल्प
मूल्यमापन करणे	औचित्य सिद्ध करण्याची विद्यार्थ्यांची क्षमता	युक्तिवाद किंवा बचाव करा	असाइनमेंट
विश्लेषण करणे	विद्यार्थ्यांमध्ये फरक करण्याची क्षमता	फरक करा	प्रकल्प/ प्रयोगशाळा पद्धत
वापर करणे	विद्यार्थ्यांची माहिती वापरण्याची क्षमता	संचालन किंवा प्रात्यक्षिक	तांत्रिक सादरीकरण / प्रात्यक्षिक
समजणे	विद्यार्थ्यांची कल्पना स्पष्ट करण्याची क्षमता	स्पष्ट करा किंवा वर्गीकरण करा	प्रेझेंटेशन/सेमिनार
स्मरण	विद्यार्थ्यांची आठवण ठेवण्याची क्षमता (किंवा लक्षात ठेवा)	परिभाषित करा किंवा आठवा	प्रश्नमंजुषा

विद्यार्थ्यांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे

OBE च्या अंमलबजावणीसाठी विद्यार्थ्यांनी समान जबाबदारी घेतली पाहिजे. OBE प्रणालीतील विद्यार्थ्यांसाठी काही जबाबदाऱ्या (मर्यादित नाहीत) खालीलप्रमाणे आहेत:

- प्रत्येक अभ्यासक्रमात एक घटक सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक घटक उद्दिष्टांची चांगली माहिती असणे आवश्यक आहे.
- अभ्यासक्रम सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांनी प्रत्येक अभ्यासक्रम उद्दिष्टांची चांगली माहिती घेतली पाहिजे.
- कार्यक्रम सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक पीओची चांगली माहिती असणे आवश्यक आहे.
- विद्यार्थ्यांनी योग्य चिंतन आणि कृती करून टीकात्मक आणि तर्कशुद्ध विचार केला पाहिजे.
- विद्यार्थ्यांचे शिक्षण व्यावहारिक आणि वास्तविक जीवनातील परिणामांशी जोडलेले आणि एकत्रित केले पाहिजे.
- ओबीईच्या प्रत्येक स्तरावर विद्यार्थ्यांनी त्यांच्या सक्षमतेची चांगली जाणीव ठेवली पाहिजे.

अनुक्रमणिका

प्रास्ताविक	iii
ऋणनिर्देश	v
प्रस्तावना	vii
परिणाम आधारित शिक्षा	ix
अभ्यासक्रम परिणाम (COs)	xi
संक्षिप्त नावांची यादी	xii
चिन्हांची यादी	xiii
आकृतींची यादी	xiv
शिक्षकांसाठी मार्गदर्शक तत्वे	xxix
विद्यार्थ्यांसाठी मार्गदर्शक तत्वे	xxx
1. दिष्ट विद्युतधारा (डी.सी.) परिपथ	1-75
शिकण्याचे उद्दिष्ट	1
प्रस्तावना	1
घटकवार परिणाम	1
घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन	2
1.2 विद्युत रोध	3
1.3 प्रेरक (इंडक्टर्स)	5
1.4 कॅपेसिटर	7
1.5 विद्युतदाब आणि विद्युतधारा स्त्रोत	9
1.6 अंतर्गत रोध	9
1.7 स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत	10
1.7.1 आदर्श स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत	10
1.7.2 वास्तविक स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत	11

1.8	स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत्र	11
1.8.1	आदर्श स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत्र	11
1.8.2	वास्तविक स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत्र	12
1.9	विद्युतदाब स्त्रोत्र आणि विद्युतधारा स्त्रोत्र यांच्यातील फरक	12
1.10	स्त्रोत्र परिवर्तन	13
1.11	ओहमचा प्रमेय	15
1.12	दिष्ट परीपथ	16
1.13	एकसर परीपथ	16
1.14	समांतर परीपथ	17
1.15	एकसर आणि समांतर परीपथ	17
1.16	समांतर परिपथातील विद्युतधारेची विभागणी	17
1.17	परिपथातील संज्ञा	19
1.18	किर्चहॉफचा पहिला नियम	19
1.19	किर्चहॉफच्या नियमांनी परिपथांचे निरसन	21
1.20	सुपरपोजिशन प्रमेय	30
1.21	थेवेनिनचे प्रमेय	35
1.22	नॉर्टनचे प्रमेय	44
1.23	थेवेनिन आणि नॉर्टन समतुल्य परीपथाचे एकमेकात रूपांतरण	44
1.24	R_L आणि R_C परीपथ चे वेळेच्या कार्यक्षेलात (टाईम डोमेन) विश्लेषण	48
1.25	R_L परिपथाचे विश्लेषण (R_L परीपथ बंदकरणे आणि उघडणे)	48
1.26	इंडक्टिव्ह सर्किट्स मध्ये विद्युतधारेची वाढ	48
1.27	प्रेरक (इंडक्टिव्ह) सर्किट मधील विद्युतधारेचे पतन	49
1.28	R_C परीपथ चे विश्लेषण (R_C परीपथ बंद करणे)	53
1.29	वेळ स्थिरांक	55
1.30	कॅपेसिटर डिस्चार्जिंग	56
	सारांश	60
	लहान प्रश्नांची उत्तरे	62
	सरावासाठी प्रश्न	64
	बहुपर्यायी प्रश्न	65
	चाचणी प्रश्न	68
	देखरेख आणि अंतर विश्लेषण	69
	प्रयोगशाळा कार्य	70

2. अदिष्ट विद्युतधारा (ए.सी.) परिपथ	76-159
शिकण्याचे उद्दिष्ट	76
प्रस्तावना	76
घटकवार परिणाम	77
घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन	77
2.1 अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारा	78
2.2 अदिष्ट प्रणालीचा दिष्ट प्रणाली पेक्षा फायदा	79
2.3 अदिष्ट आणि दिष्ट विद्युतधारेतील फरक	80
2.4 सायनोसाइड अदिष्ट परीमाण	80
2.5 अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारेची निर्मिती	80
2.6 अदिष्ट इएमएफ आणि विद्युतधारेचे समीकरण	82
2.7 महत्वाच्या व्याख्या	83
2.8 काही महत्वाचे संबंध (रिलेशनस)	83
2.9 अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारा यांचे मूल्य	83
2.10 शिखर मूल्य	84
2.11 सरासरी मूल्य	84
2.12 सायनोसाइडल तरंगांचे सरसरी मूल्य	84
2.13 प्रभावी किंवा आरएमएस मूल्य	85
2.14 सायनोसायडल विद्युतधारेचे आर.एम.एस. मूल्य	86
2.15 फॉर्म घटक आणि शिखर घटक	86
2.16 साइनसाइडल घटकांची फेझर प्रतिकृती	90
2.17 फेज आणि फेज डिफरेन्स	91
2.18 अदिष्ट विद्युतधारेची बेरीज आणि वजाबाकी	91
2.19 फक्त रोध असलेले अदिष्ट परिपथ	94
2.20 शुद्ध प्रेरक(L) असलेले अदिष्ट परिपथ	95
2.21 शुद्ध कॅपॅसिटन्स असलेले अदिष्ट परिपथ	96
2.22 अदिष्ट विद्युतधारा एकसर परिपथ	100
2.24 प्रतिबाधा त्रिकोण	102
2.25 खरी शक्ती व प्रतिक्रियाशील (रिऍक्टिव्ह) शक्ती	102
2.26 शक्ती घटक आणि त्याचे महत्त्व	104
2.27 गुंडाळीचा गुणवत्ता घटक	104
2.28 आर-सी एकसर परिपथ	109

2.29	$R-L-C$ एकसर परिपथ	114
2.30	एकसर अनुनाद (रेजोनन्स)	115
2.31	अनुनाद वक्र	117
2.32	एकसर अनुनादक परिपथाचा Q -घटक	118
2.33	अदिष्ट विद्युतधारा समांतर परिपथ	123
2.34	अदिष्ट समांतर परिपथ सोडवण्याच्या पद्धती	123
2.35	फेसर (किंवा वेक्टर) पद्धत	124
2.36	समांतर अनुनाद	127
2.37	समांतर अनुनाद परिपथाचा वारंवारतेचा Q गुणक	129
2.38	एकसर आणि समांतर अनुनाद परिपथाची तुलना	130
2.39	पॉली फेज प्रणाली	131
2.40	3-फेज प्रणालीची 1-फेज प्रणाली सापेक्ष गुणवत्ता	131
2.41	तीन फेज इ. एम. एफ. ची निर्मिती	132
2.42	फेज नामकरण	133
2.44	3-फेजचे परस्परसंबंध	133
2.45	स्टार किंवा वाय (Y) जोडणी	134
2.46	मेश किंवा डेल्टा जोडणी	135
2.47	3-फेज लोडचे जोडणी	137
2.48	3-फेज परिपथातील पॉवर	137
	सारांश	141
	संक्षिप्त उत्तर प्रश्न	145
	सरावासाठी चे प्रश्नोत्तरे	147
	बहु पर्यायी प्रश्न	150
	चाचणी प्रश्न	153
	लक्ष आणि अंतर विश्लेषण	155
	प्रयोगशाळा कार्य	156
3.	रोहील (ट्रान्सफॉर्मर)	160-211
	शिकण्याचे उद्दिष्ट	160
	प्रस्तावना	160
	घटकवार परिणाम	160
	घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन	161

3.1	चुंबक	161
3.2	चुंबकीय मटेरिअलचे वर्गीकरण	162
3.3	विद्युत चुंबकत्व	163
3.4	चुंबकत्व किंवा बी-एच वक्राची वैशिष्ट्ये	164
3.5	रोहील (transformer)	165
3.6	रोहीलाचे कार्य तत्त्व	166
3.7	रोहीलांची रचना	167
3.7	आदर्श (an ideal) रोहील	168
3.9	दिष्ट रोहील	169
3.10	रोहीलाचे ईएमएफ समीकरण	170
3.11	प्रात्यक्षिक रोहील	173
3.12	रोहीलांचा वायंडिंग्स रोध	173
3.13	रोहीलांच्या वायंडिंग्समधील रोध	174
3.14	प्रत्यक्ष रोहीलाची परिपथ आकृती	177
3.15	सरलीकृत समतुल्य परिपथ	177
3.16	भार नसताना सेकंडरी विद्युतदाबाचे समीकरण	178
3.17	विद्युतदाब नियमन	180
3.18	विद्युतदाब नियमन साठी अंदाजे समीकरण	180
3.19	रोहीलामधील लॉसेस	183
3.20	रोहीलाची कार्यक्षमता	184
3.21	जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेसाठी अट	185
3.22	स्वयं(ऑटो) रोहील	188
3.23	श्री फेज रोहील	190
3.24	श्री फेज रोहीलचे फायदे	191
3.25	तीन फेज ट्रान्सफॉर्मरची बांधणी	191
3.26	तीन फेज रोहीलचे जोडण्या (कनेक्शन)	192
3.27	शक्ती (पॉवर) रोहीले आणि त्याचे सहाय्यक	197
	सारांश	199
	बहुपर्यायी प्रश्न	202
	बहुपर्यायी प्रश्नांची उत्तरे	204
	लघु प्रश्न उत्तरे	204
	चाचणी प्रश्न	205

देखरेख आणि अंतर विश्लेषण	206
प्रयोगशाळा	206
4. विद्युत मशीन	212-291
शिकण्याचे उद्दिष्ट	212
प्रस्तावना	212
युनिट आउटकॉम	212
घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन	213
4.1 3-फेज इंडक्शन मोटरची उभारणी वैशिष्ट्ये	214
4.2 फिरत्या क्षेत्राचे उत्पादन	215
4.3 ऑपरेशनचे तत्त्व	216
4.4 3-फेज प्रेरणमोटर्सच्या रोटेशनची दिशा उलट करणे	218
4.5 स्लिप	218
4.6 रोटर करंटची वारंवारता	219
4.7 रोटर प्रभावक्षेत्र ची गती किंवा m.m.f	221
4.8 रोटर e.m.f	221
4.9 रोटर प्रतिरोध	222
4.10 रोटर प्ररोध	222
4.11 रोटर प्रतिबाधा	222
4.12 रोटर करंट आणि शक्ति (पॉवर) फॅक्टर	222
4.13 रोटरचे सरलीकृत समतुल्य परिपथ	223
4.14 प्रेरण मोटरचे नुकसान	224
4.15 शक्ति फ्लो आकृती	224
4.16 रोटर कॉपरचे नुकसान, स्लिप आणि रोटर इनपुटमधील संबंध	225
4.17 रोटर कार्यक्षमता	225
4.18 प्रेरण मोटरद्वारे विकसित टॉर्क	229
4.19 महत्तम टॉर्कसाठी नियम आणि महत्तम टॉर्क साठी समीकरण	230
4.20 आरंभिक टॉर्क	230
4.21 टॉर्क स्लिप वक्र	231
4.22 टॉर्क-गती वक्र आणि ऑपरेटिंग क्षेत्र	232
4.23 स्टेटरची आवश्यकता	233
4.24 गिलहरी केज इंडक्शन मोटर्स सुरू करण्याच्या पद्धती	233
4.25 स्लिप रिंग इंडक्शन मोटरची प्रारंभिक पद्धत	236

4.26	प्रेरण मोटर्सचे वेग नियंत्रण	237
4.27	स्लिप बदलून वेग नियंत्रण	237
4.28	पुरवठा वारंवारता बदलून वेग नियंत्रण	238
4.29	पोल बदलून वेग नियंत्रण	238
4.30	कॅस्केड पद्धतीने वेग नियंत्रण	239
4.31	थ्रीफेज इंडक्शन मोटरचा वापर	240
4.32	सिंगल फेज इंडक्शन मोटर मध्ये उत्पादित प्रभाव क्षेत्र चेस्वरूप	240
4.33	सिंगल फेज इंडक्शन मोटरद्वारे उत्पादित टॉर्क	241
4.34	सिंगल फेज अदिष्ट मोटरचे प्रकार	242
4.35	स्प्लिटफेज मोटर	242
4.36	कॅपेसिटर मोटर	243
4.37	शेडेड पोल मोटर	245
4.38	अदिष्ट एकसर मोटर किंवा कम्यूटेटर मोटर	246
4.39	युनिव्हर्सल मोटर	248
4.40	दिष्ट (D. C.) मोटर	250
4.41	मुख्य उभारणी वैशिष्ट्ये	250
4.42	आर्मेचर प्रतिरोध	253
4.43	डी सी मोटर्सचे कार्य तत्त्व	253
4.44	बॅक ईएमएफ	254
4.45	दिष्ट मोटारचे प्रकार	255
4.46	दिष्ट मोटर्सची वैशिष्ट्ये	256
4.47	वैशिष्ट्ये स्वतंत्रपणे उत्सुक दिष्ट मोटर्स	256
4.48	स्वतंत्रपणे उत्तेजित दिष्ट मोटर वेग नियंत्रण	258
4.49	क्रियाकलाप नियमन	258
4.50	समकालिक मशीन:	259
4.51	मूलभूत गोष्टी	259
4.53	वारंवारता, वेग आणि ध्रुवांची संख्या यांच्यातील संबंध	260
4.54	सिंक्रोनस मशीनची उभारणी वैशिष्ट्ये	261
4.55	निश्चित क्षेत्र प्रणालीवर फिरत्या प्रभावक्षेत्र सिस्टमचे फायदे	263
4.56	तीन फेज सिंक्रोनास मशीन	264
4.57	EMF समीकरण	264
	सारांश	267

लघु प्रश्नाचे उत्तर	270
सरावासाठी संख्यात्मक प्रश्न	271
बहुपर्यायी प्रश्न	273
परीक्षेचा पेपर	275
लक्ष आणि अंतर विश्लेषण	277
बहु पर्यायी प्रश्नांची उत्तरे	277
प्रयोगशाळा कार्य	278
5. विद्युत शक्ती परिवर्तक (पॉवर कन्व्हर्टर)	292-326
शिकण्याचे उद्दिष्ट	292
प्रस्तावना	292
घटकवार परिणाम	293
घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन	293
5.1 दिष्ट -दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तक	294
5.2 समान (लिनिअर) विद्युतदाब नियमक	294
5.3 बक परिवर्तक	295
5.4 बूस्ट परिवर्तक	300
5.5 बक बूस्ट परिवर्तक	305
5.6 उपयुक्तता प्रमाण किंवा कर्तव्य चक्र	307
5.7 संभाव्य स्त्रोत शेवटची तरतूद वर्तक (विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर)	308
5.8 दिष्ट पुरविलेली माहितीचे अदिष्ट उत्पादनमध्ये रूपांतरण	309
5.9 संभाव्य स्त्रोत विद्युतदाब इन्व्हर्टरची सामान्य रचना	310
5.10 मोड्युलेशन	312
5.11 मॉड्यूलेशनची आवश्यकता	313
5.12 मॉड्यूलेशनचे प्रकार	313
5.13 प्लिम्ट्यूड मॉड्यूलेशन	313
5.14 मॉड्यूलेशन फॅक्टर आणि त्याचे महत्त्व	314
5.15 आयाम मॉड्यूलेशन तरंगांचे विश्लेषण	314
5.16 आयाम मॉड्यूलेशन मधील मर्यादा	315
5.17 वारंवारता मॉड्यूलेशन	316
5.18 फेज मॉड्यूलेशन	317
सारांश	318
लघु प्रश्नांची उत्तरे	320

बहुपर्यायी प्रश्न	321
बहुपर्यायी प्रश्नांची उत्तरे	321
चाचणी प्रश्न	322
लक्ष आणि अंतर विश्लेषण	322
प्रयोगशाळा कार्य	323
6. विद्युत उपकरणांची स्थापना (इन्स्टॉलेशन)	327-368
शिकण्याचे उद्दिष्ट	327
प्रस्तावना	327
घटकवार परिणाम	328
घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन	328
6.1 स्विचगियर	329
6.2 कमी दाबाचे स्विचगियर किंवा एल. व्ही. स्विचगियर	330
6.3 विद्युततारिका (फ्यूज)	330
6.4 स्विच विद्युततारिका घटक	332
6.5 मिनीएचर परिपथ ब्रेकर	332
6.6 अर्थिंग गळती परिपथ ब्रेकर (ELCB)	334
6.7 मोल्डेड केस परिपथ ब्रेकर (MCCB)	335
6.8 वायर्स आणि केबल्सचे प्रकार	336
6.8.1 वायरिंग प्रकार	337
6.8.2 मूलभूत घरगुती उपकरणांचे पॉवर मानक	340
6.9 केबल्सचे वर्गीकरण	342
6.10 अर्थिंग / ग्राउंडिंग	342
6.10.1 अर्थिंग चा उद्देश	342
6.10.2 अर्थिंग उपकरणे	343
6.10.3 सिस्टम अर्थिंग	344
6.10.4 अर्थिंगचा मार्ग	344
6.10.5 दुहेरी अर्थिंग	346
6.11 बॅटरी	346
6.11.1 लीड ऍसिड बॅटरी	346
6.11.2 बॅटरी च्या क्षमता	347
6.11.3 बॅटरी च्या क्षमता	348
6.11.4 लीड ऍसिड बॅटरी किंवा सेल ची चार्ज चाहुल	349

6.11.5	लीड ॲसिड बॅटरी चार्ज करणे	350
6.11.6	लीड ॲसिड बॅटरीची काळजी आणि देखभाल	350
6.11.7	लीड ॲसिड बॅटरीचा वापर	351
6.12	निकेल लोह क्षारीय सेल	351
6.13	ऊर्जा वापराची गणना	352
	सारांश	353
	लघु उत्तरात प्रश्ने	355
	सराव या साठी अंकीय प्रश्न	356
	बहुपर्यायी प्रश्न	356
	चाचणी प्रश्ने	358
	लक्ष आणि अंतर विश्लेषण	359
	बहु पर्यायी प्रश्नांची उत्तरे	359
	प्रयोगशाळा कार्य	359
	अभ्यासक्रम परिणाम (CO) आणि कार्यक्रम परिणाम (PO) सारणी	369
	शब्दकोष	370-372

1

दिष्ट विद्युतधारा (डी. सी.) परिपथ

शिकण्याचे उद्दिष्ट:

उद्दिष्ट क्रं 1 : विद्युत परिपथाचे मुख्य घटक, त्यांचे मोजण्याचे एकक आणि महत्त्व यांचा अभ्यास.

उद्दिष्ट क्रं 2 : स्थिर विद्युत दाब आणि स्थिर विद्युत धारा स्त्रोतांचे महत्त्व.

उद्दिष्ट क्रं 3 : ओहमचा नियम, त्याच्या मर्यादा आणि अनुप्रयोग.

उद्दिष्ट क्रं 4 : एकसर जोडणी , समांतर जोडणी आणि एकसर -समांतर जोडणी परिपथाची गणना.

उद्दिष्ट क्रं 5 : एकसर , समांतर आणि एकसर -समांतर परिपथाचे महत्त्व आणि अनुप्रयोग.

उद्दिष्ट क्रं 6 : विद्युत संरचनेमध्ये कार्यरत विविध घटकांचे सामान्य वर्तन.

उद्दिष्ट क्रं 7 : विद्युत / अणु विद्युत(इलेक्ट्रॉनिक्स) परिपथांचे निम्न लिखित नियम/प्रमेयां द्वारे विश्लेषण

- किरचॉफ चा नियम
- डेल्टा-स्टार किंवा स्टार-डेल्टा परिवर्तन
- सुपरपोजिशन प्रमेय
- थेवेनिन प्रमेय
- नॉर्टन प्रमेय

उद्दिष्ट क्रं : 8: महत्तम शक्ति परिवर्तन (मॅक्सिमम पॉवर ट्रान्सफॉर्म) प्रमेय आणि त्याचे अनुप्रयोग

प्रस्तावना

विद्युत परिपथ (इलेक्ट्रिक परीपथ) म्हणजे विद्युत धारेचा मार्ग. विद्युत परिपथ हे एक अशी व्यवस्था असते कि ज्या मध्ये विविध उर्जा स्त्रोत घटक जसे की विद्युत रोध (रेझिस्टर), प्रेरक (इंडक्टर्स) आणि विद्युत घट (कॅपेसिटर) हे एकसर जोडणी (सिरिज), समांतर जोडणी (पॅरलल) किंवा एकसर-समांतर (सिरिज- पॅरलल) जोडणी मध्ये जोडलेले असतात.

अश्या परिपथाचें सरलीकरण किंवा विश्लेषण करण्यासाठी, विविध नियम आणि प्रमेये विकसित केली गेली आहेत. या अध्यायामध्ये, आपण काही महत्त्वाचे नियम आणि प्रमेये यावर चर्चा करू.

घटकवार परिणाम

U1-O1 : घटक -1 शिक्षण परिणाम -1

विद्युत परिपथाच्या सक्रिय(एॅक्टिव्ह) आणि निष्क्रिय (पॅसिव्ह) घटक, विविध विद्युत परिमाण आणि त्यांचे मोजण्याचे एकक.

U1-O2 : घटक -1 शिक्षणपरिणाम -2

स्थिर विद्युत दाब आणि स्थिर विद्युत धारा, विद्युत संरचना (नेटवर्क) संबंधित विविध नियम जसे की ओहम चा नियम, किरचॉफ चा नियम यांची माहिती घेणे.

U1-O3 : घटक -1 शिक्षणपरिणाम -3

विविध विद्युत संरचना प्रमेय जसे की थेवेनिन प्रमेय, नॉर्टन प्रमेय, सुपरपोजिशन प्रमेय, डेल्टा-स्टार आणि स्टार-डेल्टा परिवर्तन इ. वापरून विद्युत संरचनेचे विश्लेषण करणे.

घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन

घटक क्र.-1 चे उद्दिष्टे	अभ्यासक्रम उद्दिष्टांसोबतचे अपेक्षित संयोजन				
	01- निम्न स्तर परस्परसंबंध; 02- मध्यम स्तर परस्परसंबंध; 03- उच्च स्तर परस्परसंबंध				
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5
U1 -O1	3	–	–	–	–
U1 -O2	3	–	–	–	–
U1 -O3	3	–	–	–	–

काही मनोरंजक तथ्ये

- बेंजामिन फ्रँक्लिनने विजेचा शोध लावला असा बहुतेक लोकांचा विश्वास आहे. तथापि त्यांनी वीज चमकणे हा एक विद्युत धारेचाच प्रकार आहे असे सिद्ध केले
- या सिद्धांतामुळे प्रकाशित दांडा (लायटनींग रॉड) या संकल्पनेचा शोध लागला. प्रकाशित दांडे वीज पडण्याच्या स्थितीमध्ये विद्युतधारा जमिनीकडे प्रवाहित करते.
- वादळांदरम्यान तुम्हाला दिसणाऱ्या विजेचे चमकणे हे देखील विद्युत धारेचाच एक प्रकार आहे. विजेचे चमकणे हे विद्युत धारेचा आसमंतातील विसर्ग असते जे प्रति तास सुमारे 130,000 मैल वेगाने प्रवास करू शकते.
- तुमच्या हृदयाची कार्यप्रणाली निश्चित करण्यासाठी विजेची मोठी भूमिका असते. हृदयातील सायू विजेमुळे आकुंचन पावतात. वैद्यकीय व्यावसायिकांनी वापरात असलेल्या ईसीजी यंत्राद्वारे हृदयातून प्रवाहित होणारी वीज मोजतात. निरोगी हृदय हे स्थिर चढ-उताराचा आकृतीबंध दर्शवते.
- सूक्ष्म तारेचा (फिलामेंट) विद्युत दिवा प्रकाशमान होण्यासाठी एकूण ऊर्जेच्या फक्त 10 टक्केचाच वापर करतो. उर्वरित 90 टक्के ऊर्जा उष्णतेच्या स्वरूपात उत्सर्जित होते (वाया जाते). तसेच, एलईडी दिवे प्रकाश उत्सर्जित करण्यासाठी 90 टक्के ऊर्जा वापरतात.
- काही उपकरणे (डेस्कटॉप, लॅपटॉप इ.) बंद असतानाही वीज वापरत राहतात.

चलचित्र संपर्क दुवे

परिपाथासाठीचे चलचित्र दुवे



दिष्ट 1.1 परिपथाचे घटक

सर्वसाधारणपणे, परिपथ घटकांचे खालील प्रमाणे वर्गीकरण केले जाऊ शकते-

1. सक्रिय (एक्टिव्ह) आणि निष्क्रिय (नॉन-एक्टिव्ह) घटक.
2. एकतर्फी (युनिटॅरल) आणि द्वितर्फी (बाय-लॅटरल) घटक.
3. समान (लिनिअर) आणि अ-समान (नॉन-लिनिअर) घटक.
4. पुंज (लॅम्पड) आणि वितरित (डिस्ट्रीब्युटेड) घटक.

1. **सक्रिय आणि निष्क्रिय घटक:** परिपथ किंवा संरचनेला ऊर्जा पुरवठा करणारे घटक म्हणजेच सक्रिय घटक होय. सर्व ऊर्जा स्रोत (विद्युत घट किंवा जनित {बॅटरी किंवा जनरेटर्स}) हे सक्रिय घटक आहेत. ज्या घटकांना कार्य जाण्यासाठी बाह्य ऊर्जेची गरज असते त्यांना निष्क्रिय घटक असे म्हणतात (जसे कि विद्युत रोध, प्रेरक आणि विद्युत घट).

2. **एकतर्फी आणि द्वितर्फी घटक:** जे घटक फक्त एकाच दिशेने विद्युत धारा प्रवाहित करतात त्यांना एकतर्फी घटक असे म्हणतात जसे कि सेमीकंडक्टर डायोड, व्हॅक्यूम ट्यूब, सेलेनियम रेक्टिफायर्स इ.

द्विपक्षीय घटक: दोन्ही दिशानिर्देशांमध्ये विद्युत धारा प्रवाहित करणाऱ्या घटकांना द्वितर्फी घटक म्हणतात जसे की विद्युत रोध इ. दुसऱ्या शब्दात, जे घटक दोन्ही दिशेने होणाऱ्या विद्युत धारेच्या प्रवाहाला सामान प्रतिसाद देतात अशा घटकांना द्वितर्फी घटक म्हणतात.

3. **समान आणि अ-समान कार्य करणारे घटक:**

समान कार्य करणारे घटक: ज्या घटकांमध्ये V-I वक्राची वैशिष्ट्ये सरळ रेषेप्रमाणे असतात त्यांना समान कार्य करणारे घटक म्हणतात जसे की विद्युत रोध.

अ-समान कार्य करणारे घटक: ज्या घटकांचे V-I वक्र वैशिष्ट्ये सरळ रेषेत नसतात त्यांना अ-समान कार्य करणारे घटक म्हणतात जसे की डायोड, ट्रान्झिस्टर इ.

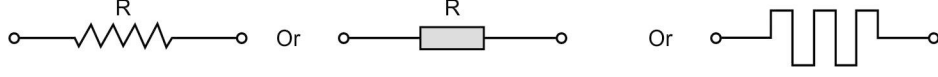
4. **पुंज आणि वितरित घटक:** ज्या घटकांमध्ये क्रिया एकसाथ घडते त्यांना पुंज घटक म्हणतात जसे की, रोध, प्रेरक आणि कॅपेसिटर. हे घटक आकाराने लहान असतात.

वितरित घटक: ज्या घटकांमध्ये दिलेल्या कारणासाठी एकसाथ कृती न होता वेगवेगळ्या वेळी होते अशा घटकांना वितरित घट म्हणतात, जसे की पारेषण वाहिनी (ट्रान्समिशन लाईन) ज्यामध्ये वितरित विद्युत रोध, प्रेरक आणि विद्युत घट आहेत.

1.2 विद्युत रोध

विद्युत रोध हा घटक विद्युत परिपथामध्ये विद्युत धारेचा प्रवाह मर्यादित करण्यासाठी किंवा विद्युत दाब विभाजित करण्यासाठी वापरला जातो. रोधाच्या विद्युत धारेचा प्रवाह मर्यादित करण्याच्या क्षमतेस रोधक क्षमता (रेसिस्टन्स) असे म्हणतात. रोधक क्षमतेचे

एकक (R) ओहम आहे व ज्याचे चिन्ह W (ग्रीक कॅपिटल लेटर ओमेगा) आहे. R चे योजनाबद्ध चिन्ह आकृती 1.1. मध्ये दर्शविले आहे.



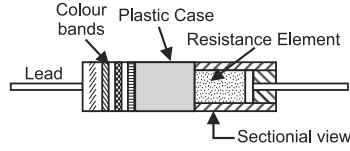
आकृती 1.1: स्थिर रोधाचे प्रतीक

प्रत्येक रोधाचे दोन मुख्य वैशिष्ट्ये असतात म्हणजे त्यांची ओहम मध्ये रोधक क्षमता (R) आणि वॉट (W) मध्ये त्यांची शक्ती मोजणी (पॉवर रेटिंग). विद्युत रोध हे विस्तृत श्रेणीमध्ये (ओहमच्या अपूर्णाकापासून ते अनेक मेगा ओहम पर्यंत) उपलब्ध आहेत. त्यांची शक्ती गणना $1/10$ (W) इतकी कमी ते कित्येक शंभर वॉट्स पर्यंत असू शकते.

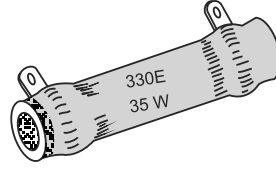
रोधाचे मूल्य परिपथात विद्युत धारा (I) किंवा विद्युत विभवांमध्ये कमी (वोलटेज ड्रॉप- IR) आणण्या नुसार (R) निवडले जाते. त्याच वेळी रोधाचे वॉटेज असा निवडला जातो कि जेणेकरून ते स्वतःला जास्त नुकसान न करता उष्णतेचे मुळे होणारे परिणाम नष्ट करू शकेल.

रोधांचे वर्गीकरण: रोधांचे स्थिर आणि चल रोधक म्हणून वर्गीकृत केले जाऊ शकते.

स्थिर रोध : ज्या रोधांचे रोध मूल्य निश्चित असते त्यांना स्थिर प्रतिरोधक म्हणतात. हे प्रतिरोधक कार्बन रचना (आकृती 1.2 मध्ये दर्शविलेले) किंवा वायर-जखमेचे प्रतिरोधक असू शकतात (मध्ये दर्शविलेले आहे आकृती 1.3)

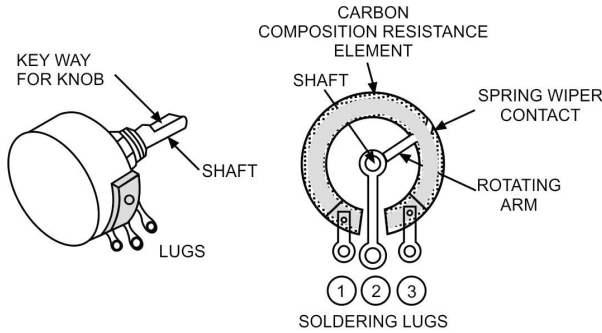


आकृती 1.2: कार्बन कॉम्पोजिशन रोध



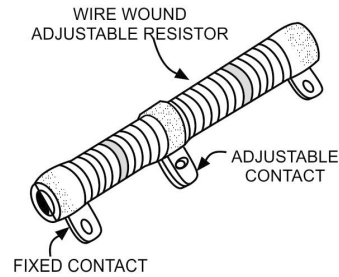
आकृती 1.3: वायर-वुंड रोध

चल रोध: ज्यात गरजेनुसार रोध मूल्य बदलले जाऊ शकते त्यांना चल रोध असे म्हणतात.. चल रोध कार्बन कॉम्पोजिशन रोध असू शकतात (आकृती 1.4) किंवा वायर-जखमेचे प्रतिरोधक (आकृती 1.5)



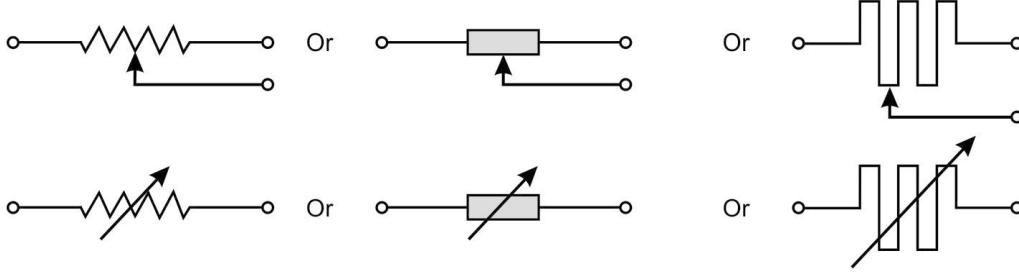
आकृती 1.4: चल कार्बन कॉम्पोजिशन रोध

(अ) बाह्य दृश्य. (ब) अंतर्गत दृश्य.



आकृती 1.5: चल वायर रोध

चल रोधचे योजनाबद्ध चिन्ह आकृती 1.6. मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 1.6: चल रोधचे योजनाबद्ध चिन्ह

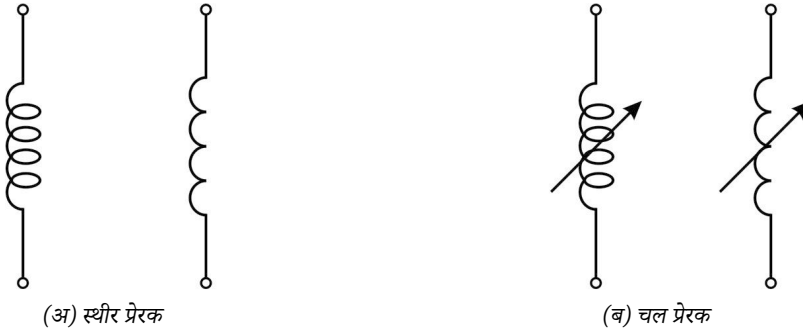
वायर चा रोध खालील घटकावर अवलंबून असतो:

- (i) त्याची लांबी म्हणजे $R \propto l$
- (ii) क्रॉस-सेक्शनचे त्याचे क्षेत्र म्हणजे $R \propto \frac{1}{a}$
- आणि
- (iii) ज्या साहित्याचा वायर बनलेला आहे त्याचे स्वरूप, म्हणजे $R = \rho \frac{l}{a}$

जिथे ρ ('Rho' एक ग्रीक अक्षर) ला सामग्रीची प्रतिरोधकता म्हणतात. त्याचे एकक ओहम आहे.

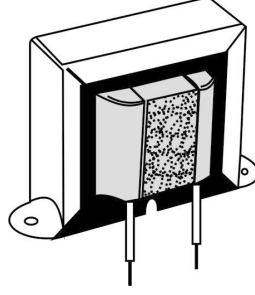
1.3 प्रेरक (इंडक्टर्स)

विद्युतधारेच्या बदलाला विरोध करणाऱ्या घटकाला इंडक्टर म्हणतात. प्रेरकाच्या किंवा कोईलच्या विद्युतधारेच्या प्रवाह बदलाला विरोध करण्याच्या क्षमतेस इंडक्टन्स असे म्हणतात. इंडक्टन्सचे एकक हेन्री आहे. स्थीर आणि चल प्रेरकांचे योजनाबद्ध चिन्ह आकृती 1.7 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 1.7: स्थीर आणि चल इंडक्टरचे प्रतिक

- **प्रेरकांचे वर्गीकरण:** प्रेरकांचे वर्गीकरण स्थीर आणि चल इंडक्टर्स म्हणून करता येते. वेगवेगळ्या अनुप्रयोगांसाठी विविध प्रकारचे इंडक्टर्स उपलब्ध आहेत त्यापैकी काहींचा उल्लेख आहे खाली.
- **स्थीर इंडक्टर:** खाली उल्लेख केल्या प्रमाणे काही इंडक्टर चा इंडक्टन्स स्थीर असतो.
- **फिल्टर चोक:** फिल्टर चोक किंवा इंडक्टर आकृती 1.8. मध्ये दर्शविले आहे. हे अदिष्ट सिग्नल ब्लॉक करण्यासाठी वापरले जाते आणि दिष्ट सिग्नल (विद्युतदाब) त्यातून जाण्याची परवानगी देते.



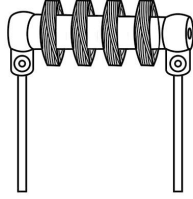
(अ) फिल्टर चोक



(ब) फिल्टर चोक चे योजनाबद्ध आकृती (प्रतीक)

आकृती 1.8: इंडक्टर विथ मॅग्नेटिक कोर

- **रेडिओ-फ्रिक्वेंसी चोक:** एक ठराविक एअर-कोर रेडिओ-फ्रिक्वेंसी इंडक्टर (चोक) आकृती 1.9 मध्ये त्याच्या योजनाबद्ध चिन्हासह दाखवला आहे.



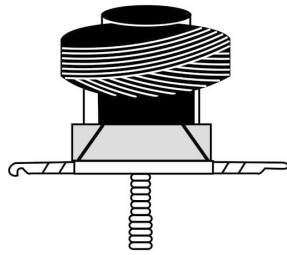
(अ) रेडिओ फ्रिक्वेंसी चोक



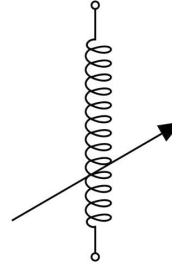
(ब) योजनाबद्ध आकृती (चिन्ह)

आकृती 1.9: इंडक्टर विथ एअर कोर

- **चल इंडक्टर्स:** चल इंडक्टर्स (किंवा कॉइल) आकृती 1.10 मध्ये दर्शविले आहेत. कोईल मधून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा बदलली कि त्या सोबत फ्लक्स बलतो. तद्वृषगाने तयार होणाऱ्या ईएमएफ ला स्वयं प्रेरित ईएमएफ असे म्हणतात जो कि विद्युतधारेच्या बदलाशी किंवा फ्लक्स अनुबंधाशी समंधित असतो, जसे कि -



(अ) चल प्रेरक



(ब) योजनाबद्ध आकृती

आकृती 1.10: चल प्रेरकाची योजनाबद्ध आकृती

$$e \propto \frac{di}{dt} \text{ किंवा } e = L \frac{di}{dt} \text{ किंवा } L = \frac{e}{di / dt}$$

इथे L हा कॉइलचा इंडक्टन्स आहे.

आता

$$e = N \frac{d\phi}{dt} \quad e = L \frac{di}{dt}$$

$$L = \frac{di}{dt} = N \frac{d\phi}{dt}$$

किंवा

$$L = \frac{Nd\phi}{di} = \frac{N\phi}{I}$$

$$L = \frac{N}{I} \times \frac{NI}{l} \times a\mu_o\mu_r = \frac{N^2}{Reluctance} = \frac{N^2}{l} \times a\mu_o\mu_r$$

$$L = \frac{e}{di/dt} = \frac{N\phi}{I} = \frac{N^2}{l} \times a\mu_o\mu_r$$

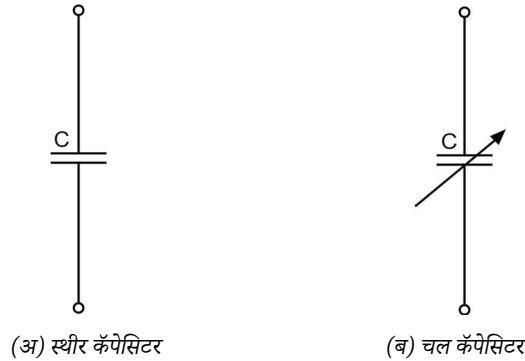
प्रेरकाच्या चुंबकीय क्षेत्रात साठवलेली ऊर्जा संबधाने दिली जाते

$$W = \frac{1}{2} LI^2 \quad \text{किंवा} \quad w = \frac{1}{2} Li^2 \text{जूल}$$

टीप: इन्डक्टन्स विद्युतधारेच्या प्रवाह बदलास अवरोध करते. म्हणूनच ते अदिष्ट विद्युतधारेस अवरोध करून दिष्ट विद्युतधारेस प्रवाहित करते.

1.4 कॅपेसिटर

इन्सुलेटिंग मटेरियल (किंवा डायलेक्ट्रिक) द्वारे विभक्त केलेल्या दोन कंडक्टिंग प्लेट्स कॅपेसिटर बनवतात. कॅपेसिटरमध्ये चार्ज साठवण्याची क्षमता आहे. कॅपेसिटरच्या प्रति एकक विभवांतर चार्ज साठवण्याच्या क्षमतेस कॅपेसिटन्स असे म्हणतात. कॅपेसिटन्सचे एकक फॅरड (एफ) आहे. फॅरड हे एकक फार मोठे असल्यामुळे कॅपेसिटन्स मायक्रोफॅरड (μF) किंवा पिको-फॅरड (pF) मध्ये व्यावहारिकरित्या निर्दिष्ट केले जातात. कॅपेसिटर हा घटक अदिष्ट विद्युतधारेस कमी प्रतिरोध (इम्पीडन्स) करतो. परंतु दिष्ट विद्युतधारेस अत्यंत उच्च प्रतिरोध करतो.

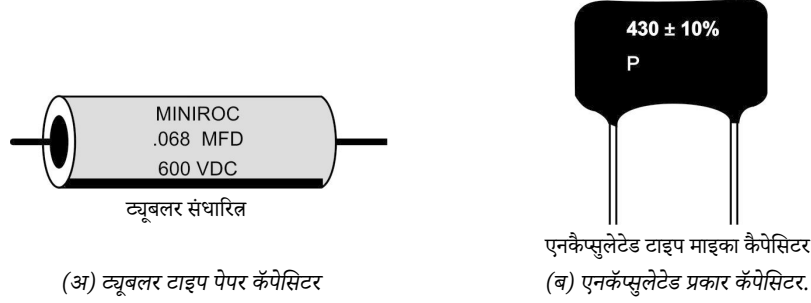


आकृती 1.11: स्थिर कॅपेसिटर आणि चल कॅपेसिटर चे चिन्ह

कॅपेसिटरचे वर्गीकरण: कॅपेसिटर देखील स्थिर आणि चल कॅपेसिटर म्हणून विस्तृतपणे वर्गीकृत असू शकतात. विविध अनुप्रयोगांसाठी कॅपेसिटरचे विविध प्रकार उपलब्ध आहेत.

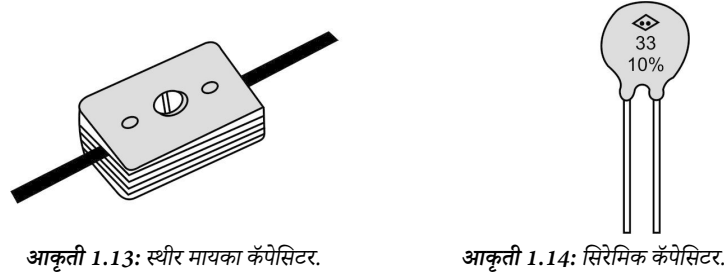
स्थिर कॅपेसिटर: स्थिर कॅपेसिटन्स असलेले काही कॅपेसिटर खाली नमूद केले आहेत :

- **पेपर कॅपेसिटर:** या कॅपेसिटरमध्ये, अभेद्य कागद डायलेक्ट्रिक म्हणून वापरला जातो. पेपर कॅपेसिटर कॅपेसिटन्स आणि विद्युतदाब रेटिंगच्या विस्तृत श्रेणीमध्ये उपलब्ध आहेत. हे कॅपेसिटर रेडिओ-फ्रिक्वेन्सीपेक्षा कमी वारंवारता असलेल्या परीपथ मध्ये वापरले जाते. असे कॅपेसिटर आकृती 1.12 मध्ये दर्शविले आहेत.

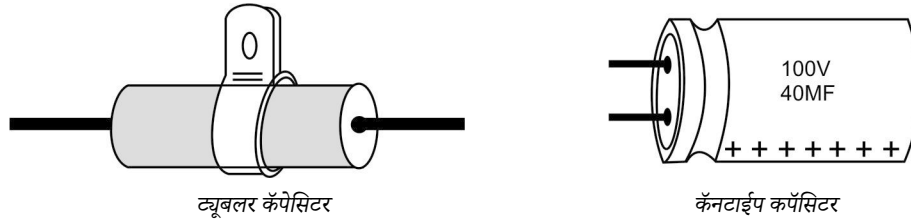


आकृती 1.12: पेपर कॅपेसिटर

- **मायका कॅपेसिटर:** या कॅपेसिटरमध्ये अभ्रकाचा वापर डायलेक्ट्रिक म्हणून केला जातो. हे कॅपेसिटर रेडिओ-फ्रिक्वेन्सीवर कार्यरत परिपथात वापरले जातात. अशा कॅपेसिटरपैकी एक आकृती 1.13 मध्ये दर्शविला आहे.



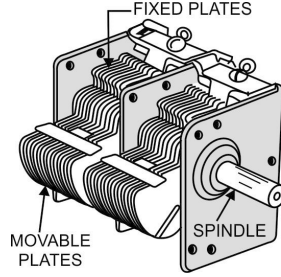
- **सिरेमिक कॅपेसिटर:** या कॅपेसिटर मध्ये सिरेमिक डायलेक्ट्रिक साहित्य म्हणून वापरले जाते. एक डिस्क प्रकार सिरेमिक कॅपेसिटर आकृती 1.14 मध्ये दर्शविले आहे.
- **इलेक्ट्रोलाइटिक कॅपेसिटर:** या कॅपेसिटरमध्ये इलेक्ट्रोलाइटचा वापर डायलेक्ट्रिक म्हणून केला जातो. हे मुख्यतः दिष्ट वीज पुरवठा फिल्टर विभागात वापरले जाते. असे कॅपेसिटर आकृती 1.15 मध्ये दर्शविले आहेत.



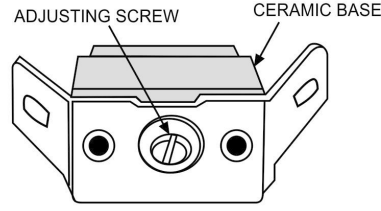
आकृती 1.15: इलेक्ट्रोलाइटिक कॅपेसिटर

चल कॅपेसिटर

अणुविद्युत परिपथात ज्यामध्ये वारंवारता बदलणे आवश्यक आहे जसे की ट्युनिंग परीपथ, चल कॅपेसिटर वापरले जातात. एअर-गॅंग कॅपेसिटर, आकृती 1.16 (अ) मध्ये दर्शविले आहे. आणि ट्रिमर किंवा पॅडर सह अभ्रक पत्रक कॅपेसिटर आकृती 1.16 (ब) मध्ये दर्शविले आहेत. हे सर्वात सामान्य चल कॅपेसिटर आहेत.



(अ) एअर-गॅप कॅपेसिटर



(ब) ट्रिंमर किंवा पॅडर कॅपेसिटर

आकृती 1.16

कॅपेसिटरची क्षमता प्रति युनिट संभाव्य फरक म्हणून चार्ज म्हणून परिभाषित केली जाते, म्हणजे

$$C = \frac{Q}{V} \text{ किंवा } c = \frac{q}{v}$$

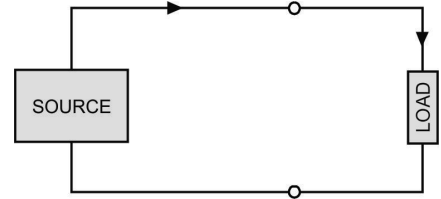
कॅपेसिटरमध्ये साठवलेली ऊर्जा संबोधने दिली जाते

$$W = \frac{1}{2} CV^2 \text{ किंवा } w = \frac{1}{2} cv^2 \text{ जूल}$$

1.5 विद्युतदाब आणि विद्युतधारा स्त्रोत

विद्युत/अणुविद्युत परिपथामध्ये विद्युत ऊर्जा वितरित करण्यासाठी, स्त्रोत आवश्यक आहे. आकृती 1.17 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे स्त्रोतास एक भार जोडलेला आहे. विद्युत स्त्रोत एकतर अदिष्ट किंवा दिष्ट स्त्रोत असू शकतो.

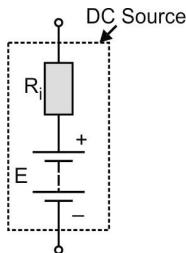
- **दिष्ट स्त्रोत:** कोणतेही उपकरण जे सतत थेट विद्युतदाब तयार करते आणि ज्यात विद्युतधारा वितरित करण्याची क्षमता असते त्याला
- वितरित करण्याची क्षमता असते त्याला दिष्ट स्त्रोत म्हणतात, जसे की बॅटरी, दिष्ट जनरेटर आणि दिष्ट वीज पुरवठा (नियमन वीज पुरवठा).
- **एसी स्त्रोत:** कोणतेही उपकरण जे सतत पर्यायी (आल्टरनेटिंग) विद्युतदाब तयार करते आणि ज्यात विद्युतधारा
- वितरित करण्याची क्षमता असते त्याला एसी स्त्रोत म्हणतात, जसे अल्टरनेटर्स आणि ऑसिलेटर किंवा सिग्नल जनित्रे (जनरेटर्स).



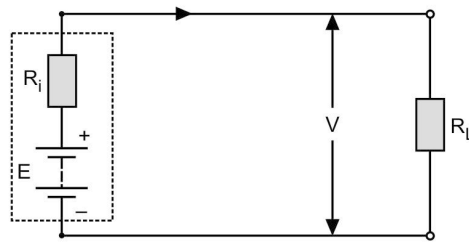
आकृती 1.17: सोर्स ते लोड ऊर्जा हस्तांतरण

1.6 अंतर्गत रोध

सर्व स्त्रोतांमध्ये (बॅटरी, दिष्ट जनरेटर किंवा रेक्टिफायर प्रकार पुरवठा) काही आंतरिक रोध R_i आकृती 1.18 मध्ये एका दिष्ट स्त्रोताचे समतुल्य परिपथ इएमएफ E आणि अंतर्गत रोध R_i च्या समतल जोडणीने दर्शविले आहे.



आकृती 1.18: दिष्ट स्त्रोत



आकृती 1.19: लोड सोबत दिष्ट स्त्रोत

जेव्हा आकृती 1.19 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे लोड (R_L) स्त्रोतामध्ये जोडलेले असते.

लोड विद्युतधारा $I_L = \frac{E}{R_L + R_i}$

टर्मिनल्स विद्युतदाब $V = E - I_L R_L$

किंवा $V = I_L R_L = \frac{E}{R_L + R_i} \times R_L = \frac{E}{1 + \frac{R_i}{R_L}}$

विद्युत स्त्रोताच्या अंतर्गत रोधाचा विद्युतदाब कमी झाल्यामुळे लोड टर्मिनल्सवरील विद्युतदाब कमी होते. ज्या विद्युत स्त्रोताचा अंतर्गत रोध कमी असतो तो स्त्रोत लोड टर्मिनल्सवर जास्त विद्युतदाब देतो.

1.7 स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत

जो विद्युत स्त्रोत लोड मूल्याची पर्वा न करता स्थिर विद्युतदाबावर विद्युत शक्ती प्रदान करू शकतो त्यास स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत म्हणतात.

1.7.1 आदर्श स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत

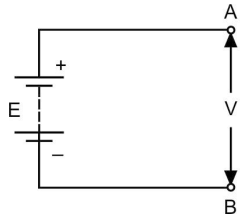
जो विद्युत स्त्रोत लोडच्या मूल्याची पर्वा न करता स्थिर विद्युतदाबावर विद्युतधारा वितरीत करू शकतो त्याला आदर्श स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत म्हणतात.

विद्युतदाब स्त्रोतामध्ये शून्य अंतर्गत रोध असेल तरच हे खरे आहे. आम्हाला माहिती आहे कि,

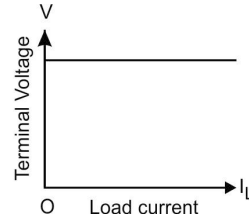
टर्मिनल विद्युतदाब, $V = \frac{E}{1 + \frac{R_i}{R_L}}$

पासून $R_i = 0$
 $V = E$

एक आदर्श स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत आणि त्याची वैशिष्ट्ये आकृती 1. 20 (अ) आणि 1. 20 (ब) मध्ये दर्शविली आहेत.



(अ) आदर्श विद्युतदाब स्त्रोत



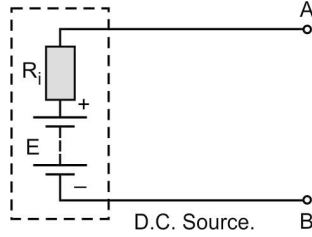
(ब) आदर्श विद्युतदाब स्त्रोताची वैशिष्ट्ये

आकृती 1.20: आदर्श स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत

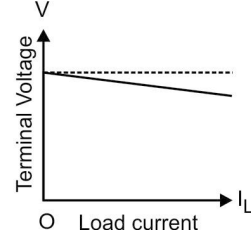
एक आदर्श स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत ही फक्त एक कल्पना आहे, ती निसर्गात अस्तित्वात असू शकत नाही. सर्व विद्युतदाब स्त्रोतांना, जरी त्याचे मूल्य खूप लहान असले तरी, काही अंतर्गत रोध (किंवा प्रतिबाधा) असू शकते.

1.7.2 वास्तविक स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत

सर्व विद्युतदाब स्त्रोतांमध्ये काही अंतर्गत रोध असतात जे शॉर्ट परीपथ मध्ये विद्युतधारा मर्यादित करतात. एक वास्तविकविद्युतदाब स्त्रोत आणि त्याची वैशिष्ट्ये अनुक्रमे आकृती 1.21 (अ) आणि 1.21 (ब) मध्ये दर्शविली आहेत.



(अ) वास्तविक विद्युतदाब स्त्रोत



(ब) वास्तविक विद्युतदाब स्त्रोताची वैशिष्ट्ये.

आकृती 1.21: वास्तविक विद्युतदाब स्त्रोत

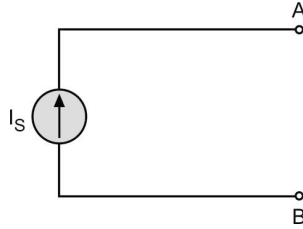
स्त्रोताच्या टर्मिनल विद्युतदाब नॉन-लोडपासून पूर्ण-लोडपर्यंत जवळजवळ स्थिर ठेवण्यासाठी, अंतर्गतस्त्रोताचा रोध खूप लहान एक विद्युतदाब स्त्रोत ज्यामध्ये लोड रोधाच्या (किंवा प्रतिबाधेच्या) तुलनेत खूप कमी (लहान मूल्य) अंतर्गत रोध (किंवा प्रतिबाधा) असतो त्यास वास्तविक स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत म्हणून ओळखले जाते.

1.8 स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत

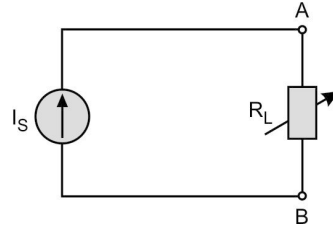
विद्युत स्त्रोताला सतत चालू स्त्रोत म्हणतात जर ते जवळजवळ स्थिर प्रवाहात वीज पुरवते त्याच्या मूल्याची पर्वा न करता एक भार.

1.8.1 आदर्श स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत

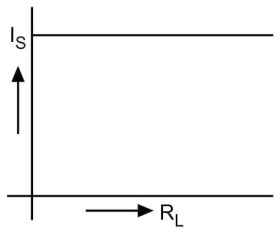
एक विद्युत स्त्रोत जो लोड प्रतिरोधनाचे मूल्य विचारात न घेता स्थिर प्रवाह देऊ शकतो, त्यास आदर्श स्थिर वर्तमान स्त्रोत म्हणतात.



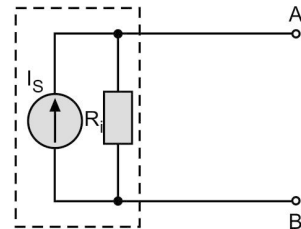
(अ) आदर्श स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत



(ब) लोड सापेक्ष आदर्श स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत



(c) I_s आणि R_L मधील परस्पर समंध



(ड) विद्युतधारा स्त्रोताचे दर्शन चिह्न

आकृती 1.22: आदर्श विद्युतधारा स्त्रोत वैशिष्ट्ये

स्त्रोताला असीम अंतर्गत रोध असेल तरच ते खरे आहे.

जसे कि,

$$I = \frac{E}{R_L + R_i} = \frac{E/R_i}{1 + R_L/R_i}$$

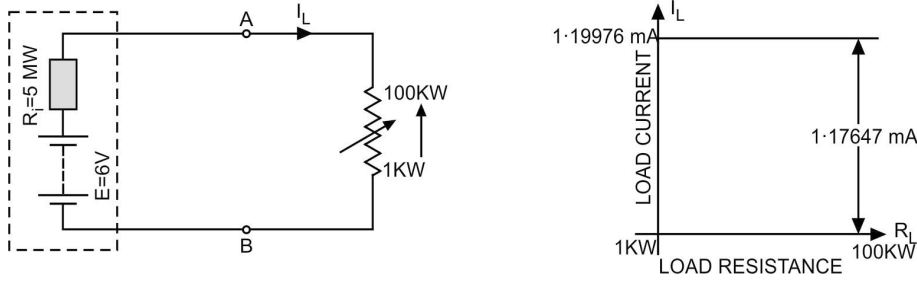
म्हणजे जरी

$$R_L = 0, I = \frac{E}{R_i}$$

हे केवळ तेव्हाच शक्य आहे, जेव्हा अंतर्गत रोध (किंवा प्रतिबाधा), आकृती 1.14 (ड) प्रमाणे लोडच्या समांतर दर्शविले जाते. हे दर्शविते की, या प्रकारच्या स्लोतामध्ये, लोड नसतानाही अंतर्गत शक्ती क्षय होईल. म्हणून आदर्श विद्युतधारा स्त्रोत केवळ एक कल्पना आहे आणि वास्तविक नाही.

1.8.2 वास्तविक स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत

एक आदर्श स्थिर वर्तमान स्त्रोत फक्त कल्पना आहे. वास्तविक स्थिर वर्तमान स्त्रोत मुळात विद्युतदाब स्त्रोत आहेजे लोड प्रतिरोधनाच्या सर्व मूल्यांवर जवळजवळ समान प्रवाह वितरीत करते. स्त्रोत असेल हे जेव्हा स्त्रोताचा अंतर्गत रोधाचे मूल्य खूप उच्च असते तेव्हाच हे शक्य आहे, म्हणजे $R_i \gg R_L$. लोड रोधाच्या (किंवा प्रतिबाधेच्या) तुलनेत जेव्हा एखाद्या स्त्रोताचे अंतर्गत रोध (किंवा प्रतिबाधा) खूप जास्त असते तेव्हा त्या स्त्रोतास स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत असे म्हणतात.



आकृती 1.23: वास्तविक विद्युत धारा स्त्रोत वैशिष्ट्ये

खूप जास्त अंतर्गत रोध असणारा वास्तविक विद्युतधारा स्त्रोत जसे कि $5 M\Omega$, तुलनात्मकदृष्ट्या कमी लोड रोध R_L ($1 K$ ते $100 K$ पर्यंत बदलणारा) आकृती 1.23 (अ) मध्ये दर्शविले आहे.. त्याची वैशिष्ट्ये आकृती 1.23 (ब) मध्ये दर्शविली आहेत.

1.9 विद्युतदाब स्त्रोत आणि विद्युतधारा स्त्रोत यांच्यातील फरक

विद्युत स्त्रोताचे वर्तन त्याच्या कार्य परिस्थितीवर अवलंबून असते. जेव्हा लोड रोधाचे (किंवा प्रतिबाधा) मूल्य स्त्रोताच्या अंतर्गत रोध (किंवा प्रतिबाधा) च्या तुलनेत खूप मोठा असतो, तेव्हा त्या स्त्रोताला विद्युतदाब स्त्रोत मानले जाते. जेव्हा लोड रोधाचे मूल्य स्त्रोताच्या अंतर्गत रोधाच्या तुलनेत खूप कमी असतो, तेव्हा त्या स्त्रोताला विद्युतधारा स्त्रोत मानले जाते.

उदाहरणार्थ, 0.5 ओहमच्या अंतर्गत प्रतिकारशक्तीसह $12 V$ बॅटरीचा विचार करा. लोड लागू केले असल्यास बॅटरी $1 K\Omega$

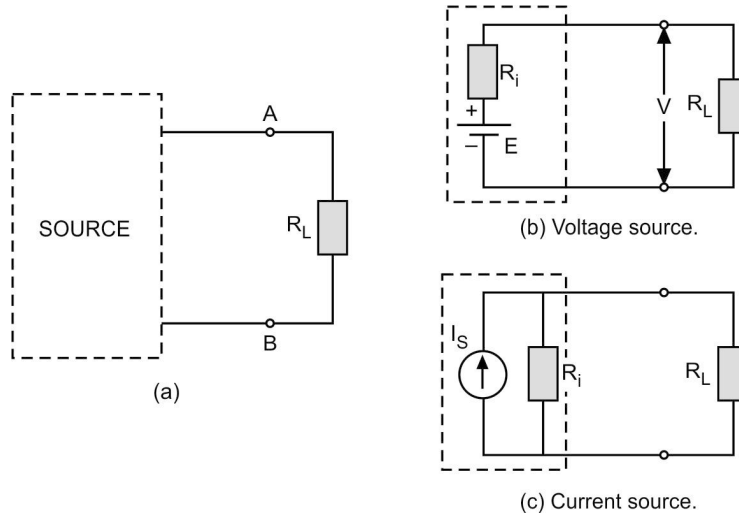
ते $10 K\Omega$ पर्यंत बदलते, टर्मिनल विद्युतदाब $11.994 V$ ते $11.9994 V$ पर्यंत बदलते. स्त्रोत सतत विद्युतदाब स्त्रोत मानले जाते.

$$V = \frac{E}{1 + R_L/R_i}$$

जर बॅटरीवर लागू केलेले लोड $1 \text{ m}\Omega$ ते $10 \text{ m}\Omega$ पर्यंत बदलते तर बॅटरीद्वारे पुरवलेली विद्युतधारा 23.952 A ते 23.529 A पर्यंत बदलते.

$$I = \frac{E/R_i}{1 + R_L/R_i} \text{ स्त्रोत सतत विद्युतदाब स्त्रोत मानले जाते.}$$

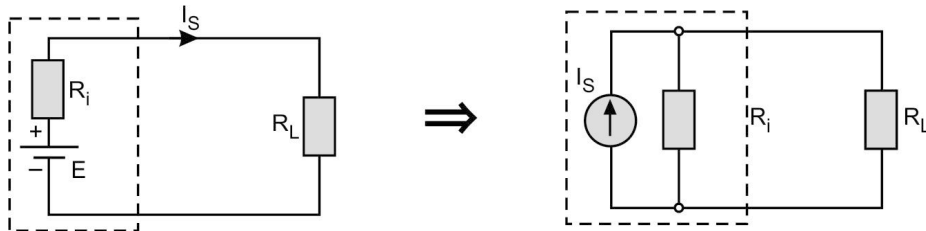
निष्कर्ष: हे स्पष्टपणे दर्शवते की स्त्रोत समान आहे परंतु तो एक स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत मानला जातो जर $R_i \ll R_L$ आणि त्याच स्त्रोताला स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत मानले जाते जर $R_i \gg R_L$ त्यामुळे व्यावहारिकदृष्ट्या, स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत आणि स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत यात कोणताही फरक नाही.



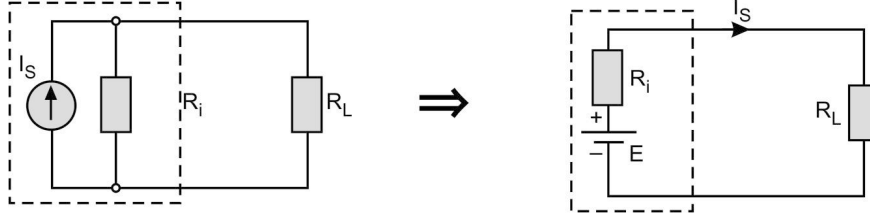
आकृती 1.24:

1.10 स्त्रोत परिवर्तन

असे आढळून आले आहे कि, एकच विद्युत स्त्रोत स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत आणि स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत म्हणून कार्य करू शकतो. तद्वृषंगाने एकाच स्त्रोत दोन भिन्न पद्धतीने आकृती 1.25(ब) आणि 1.25(क) मध्ये दर्शविले आहेत. अशाप्रकारे, आकृती 1.25 (अ) प्रमाणे, विद्युतदाब स्रोत हा एक विद्युतधारा स्रोत म्हणून दर्शविता येतो आणि आकृती 1.25 (ब) प्रमाणे, विद्युतधारा स्रोत हा एक विद्युतदाब स्रोत म्हणून दर्शविता येतो.



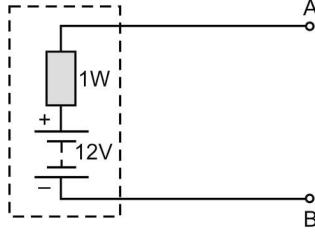
(अ) विद्युतदाब स्त्रोतापासून विद्युतधारा स्त्रोतामध्ये रूपांतर



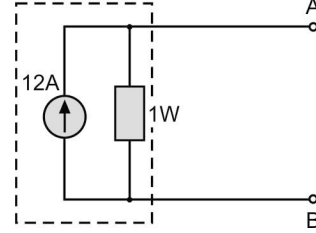
(ब) विद्युतधारा स्रोतापासून विद्युतदाब स्रोतामध्ये रूपांतर

आकृती 1.25: विद्युतदाब स्रोत आणि विद्युतधारा स्रोत यांचे आपसातील रूपांतर

उदाहरण 1.1. आकृती 1.26 एक दिष्ट विद्युतदाब स्त्रोळ दर्शवते ज्यामध्ये 12 V चा खुला परीपथ विद्युतदाब आणि 1 ओहम चा अंतर्गत प्रतिकार आहे.. त्याचे समतुल्य विद्युतधारा स्रोत स्त्रोळ प्रतिनिधित्व मिळवा.



आकृती 1.26: विद्युतदाब स्त्रोळ



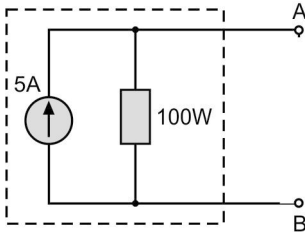
आकृती 1.27: विद्युतधारा स्रोतामध्ये रूपांतर

उपाय: जर विद्युतदाब-स्त्रोताचे टर्मिनल A आणि B शॉर्ट-परीपथ केलेले असतील तर, स्रोताद्वारे पुरवलेली विद्युतधारा,

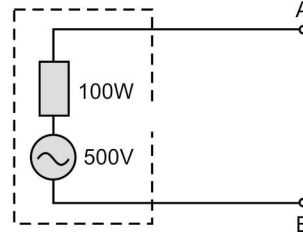
$$I_s = \frac{E}{R_i} = \frac{12}{1} = 12A$$

समतुल्य विद्युतधारा-स्त्रोळ प्रतिनिधित्व मध्ये, विद्युतधारा स्त्रोळ 12A आहे. चे अंतर्गत प्रतिकार. आकृती 1.27 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे स्त्रोताचा अंतर्गत रोध हा विद्युतधारेच्या स्रोतांसोबत समांतर दर्शवतात.

उदाहरण 1.2. आकृती 1. 28 एक दिष्ट वर्तमान-स्रोत दर्शविते, त्याचे समतुल्य विद्युतदाब-स्त्रोळ प्रतिनिधित्व मिळवा.



आकृती 1.28: विद्युतधारा स्त्रोळ



आकृती 1.29: विद्युतदाब स्रोतामध्ये रूपांतर

उपाय. टर्मिनल A आणि B मध्ये चालू स्त्रोताचे ओपन परीपथ विद्युतदाब.

$$E = I_s R_i = 5 \times 100 = 500 V$$

आकृती 1.29 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, अंतर्गत प्रतिबाधा ($R_i = 100 \Omega$), आदर्श विद्युतदाब स्रोतासह एकसर मालिकेत ठेवली आहे. हे दिलेल्या विद्युतधारा स्रोताचे समतुल्य विद्युतदाब स्त्रोळ प्रतिनिधित्व देते.

1.11 ओहमचा प्रमेय

हा प्रमेय असे म्हणतो कि वाहकाच्या (किंवा परिपथाच्या) कोणत्याही दोन बिंदूमधून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा हि त्यांच्या सापेक्षातील विभवांतराच्या थेट प्रमाणात असते, जेव्हा कि भौतिक परिस्थिती (तापमान इ.) हि सामान असते.

आकृती 1.30 मध्ये दाखवलेल्या परीपथाचा विचार करणे.

गणिती पद्धतीने;

$$I \propto V$$

किंवा

$$\frac{V}{I} = \text{constant}$$

किंवा

$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \dots = \frac{V_n}{I_n} = \text{constant}$$

दुसऱ्या शब्दांत, जेव्हा कि भौतिक परिस्थिती (तापमान इ.) सामान असते, वाहकाच्या कोणत्याही दोन बिंदुसापेक्ष विभवांतर व त्यांच्यातून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा यांचे गुणोत्तर नेहमी स्थिर असते.

सारखेच रहा

हा स्थिरांक कंडक्टर (किंवा परीपथ) चा रोध (R) म्हणून ओळखला जातो

$$\therefore \frac{V}{I} = R$$

$V = R$ असेही लिहिले जाऊ शकते

ओहमच्या प्रमेयाच्या मर्यादा: ओहमचा परिपथावर लागू केला जाऊ शकत नाही ज्यामध्ये:

- इलेक्ट्रॉनिक व्यूब किंवा ट्रान्झिस्टरचा समावेश आहे कारण हे घटक द्विपक्षीय नाहीत.
- अ-रेखीय घटकांचा समावेश जसे इलेक्ट्रिक आर्क इ.

उदाहरण 1.3. 0°C वर प्लॅटिनमचा विशिष्ट रोध 10.5 मायक्रो-ओहम-सेमी आहे. 0.0274 सेमी व्यासाच्या प्लॅटिनम वायरची लांबी 0°C वर 3 ओहमचा रोध असायला काय असावे?

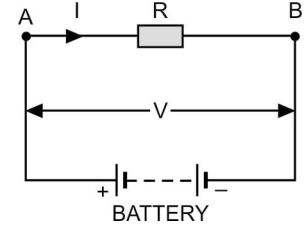
उपाय: 0°C वर वायरचा रोध ;

$$R_0 = \rho_0 \frac{l}{a} \text{ किंवा } l = \frac{R_0 a}{\rho_0}$$

$$R_0 = 3 \Omega; \rho_0 = 10 \times 5 \times 10^{-6} \Omega\text{cm} = 10 \times 5 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$$

$$a = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (0.0274)^2 \text{ cm}^2 = \frac{\pi}{4} (0.0274) \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$l = \frac{3 \times \pi \times (0.0274)^2 \times 10^{-4}}{4 \times 10.5 \times 10^{-8}} = 1.687 \text{ m}$$



आकृती 1.30: परीपथ

उदाहरण 1.4. 0.5 A चा प्रवाह 0.01 सेमी^2 क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र असलेल्या निक्रोम वायरच्या कॉइलमधून जातो. जर निक्रोमची प्रतिरोधकता 108×10^{-6} ओहम-सेमी आणि कोईलच्या सापेक्ष पी. डि. 54 व्होल्ट आहेत, तर वायरची लांबी किती आहे? वायरची प्रवाह क्षमता (कंडक्टिव्हिटी) आणि प्रवाहकीय क्षमता (कंडक्टन्स) किती असेल ?

उपाय: रोध, $R = \rho \frac{l}{a}$

कुठे,

$$R = \frac{V}{I} = \frac{54}{0.5} = 108\Omega$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{54}{0.5} = 108\Omega; a = 0.01\text{ cm}^2 = 0.01 \times 10^{-4}\text{ m}^2$$

$$\rho = 108 \times 10^{-6}\Omega\text{ cm} = 108 \times 10^{-8}\Omega\text{ m}$$

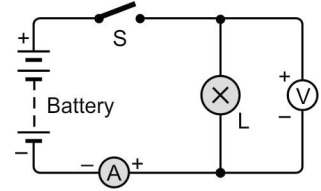
$$l = \frac{Ra}{\rho} = \frac{108 \times 0.01 \times 10^{-4}}{108 \times 10^{-8}} = 100\text{ m (उत्तर)}$$

$$\sigma = \frac{I}{\rho} = \frac{1}{108 \times 10^{-8}} = 92.59 \times 10_4\text{ mho/m (उत्तर)}$$

$$G = \frac{I}{R} = \frac{1}{108} = 9.259 \times 10^{-3}\text{ mho (उत्तर)}$$

1.12 दिष्ट परीपथ

थेट प्रवाहाच्या प्रवाहासाठी बंद मार्गाला दिष्ट परीपथ म्हणतात. एक साधी दिष्ट परीपथ आकृती 1.31 मध्ये दर्शविली आहे. ज्यात दिष्ट स्रोत आहे (बॅटरी), एक लोड (दिवा), एक स्विच, लीड्स कनेक्ट करणे आणि आणि मोजणी करण्यासाठी अँमीटर व व्होल्टमीटर या सारखी साधने आहेत.



आकृती 1.31: दिष्ट परीपथ

1.13 एकसर परीपथ

ज्या परिपथात उपलब्ध रोधांची मांडणी अशी असते कि त्याच्या मधून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा हि सारखी असते, अशा परिपथाना एकसर परिपथ म्हणतात.

आकृती 1.32 मध्ये एक एकसर परिपथ दर्शवलेला आहे ज्यात तीन रोध R_1 , R_2 आणि R_3 हे एकसर मांडणीत V व्होल्ट विद्युतदाब पुरवठ्याच्या सापेक्ष जोडलेले आहेत.

परीपथ मधूनवाहणारा प्रवाह I अम्पियर आहे.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

(ओहमच्याप्रमेयानुसार)

जर R हा परिपथाचा प्रभावी रोध असेल तर

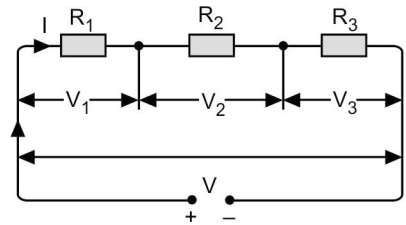
$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

किंवा

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

म्हणजे एकूण रोध = वैयक्तिक रोधांची बेरीज.

हे परीपथ सहसा लग्नासाठी सजावटीच्या उद्देशाने वापरले जाते.



आकृती 1.32: तीन रोधांची एकसर जोडणी

1.14 समांतर परीपथ

आकृती 1.33 प्रमाणे समांतर परिपथात अनेक रोध असे जडलेली असतात कि त्यांच्यातून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा हि भिन्न असते परंतु त्याच्या सापेक्ष असणारे विभवांतर सारखे असते.

रोध R_1 , R_2 आणि R_3 मधून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा अनुक्रमे I_1 , I_2 आणि I_3 आहे, मग; परिपथाद्वारे ओढलेली एकूण विद्युतधारा प्रवाह -

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

(ओहमच्याप्रमेयानुसार)

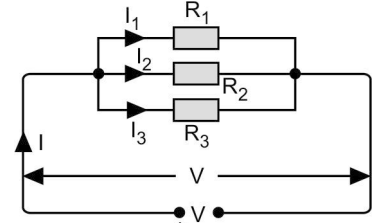
जर R हा परीपथ चा प्रभावी रोध असेल तर

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

या

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

म्हणजे प्रभावी प्रतिकारांचे पारस्परिक = वैयक्तिक प्रतिकारांच्या परस्परांची बेरीज. सर्व घरगुती उपकरणे समांतर जोडलेली आहेत कारण ती एकाच विद्युतदाब वर चालतात आणि स्वतंत्रपणे नियंत्रित असतात.



आकृती 1.33: तीन रोधांची समांतर जोडणी

1.15 एकसर आणि समांतर परीपथ

आकृती 1.34 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, ज्या परीपथामध्ये रोधक एकसर आणि समांतर जोडणीत असतात, त्यास एकसर-समांतर परीपथ असे म्हणतात .

येथे, रोध आर 2 आणि आर 3 समांतर जोडलेले आहेत, परंतु त्यांचे कॉम्ब-बायनेशन आर 1 सह मालिकेत जोडलेले आहे. समजा, R_2 आणि R_3 चे प्रभावी मूल्य R_P आहे , मग

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3}$$

अथवा

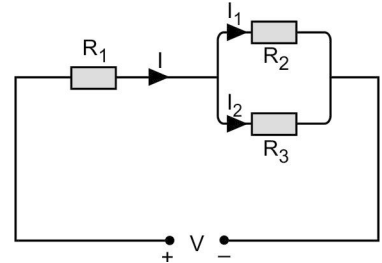
$$R_P = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

परिपथाचा एकूण किंवा प्रभावी प्रतिकार,

$$R = R_i + R_P = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

वैकल्पिकरित्या; परिपथाचा एकूण किंवा प्रभावी प्रतिकार,

$$R = R_1 + (R_2 \parallel R_3) = R_1 + \left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right)$$



आकृती 1.14: एकसर आणि समांतर परीपथ

1.16 समांतर परिपथातील विद्युतधारेची विभागणी

जेव्हा R_1 आणि R_2 रोधक क्षमता असलेले दोन प्रतिरोधक समांतर जोडणीत विद्युतदाब V वोल्ट च्या सापेक्ष जोडलेले असतात, तेव्हा समजा प्रत्येक शाखेतून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा हि अनुक्रमे I_1 आणि I_2 असते -

ओहमच्या कायदानुसार;

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 = IR = V$$

जेथे परिपथाचा एकूण किंवा प्रभावी रोध (R) आहे आणि एकूण विद्युतधारा प्रवाह I आहे

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{or} \quad I_1 = \frac{IR_1}{R_1 + R_2}$$

त्याचप्रमाणे,

$$I_2 = \frac{IR_1}{R_1 + R_2}$$

वरील समीकरण हे दर्शवते कि

एका शाखेतील विद्युतप्रवाह = (इतर शाखेचा रोध / दोन शाखांच्या रोधांची बेरीज) \times एकूण प्रवाह

उदाहरण 1.5: एक रोध आर दोन रेझिस्टर्स असलेल्या समांतर परिपथ सह एकसर जोडलेला असतो आणि त्यांचा अनुक्रमे 6 आणि 4 ओहमचा रोध मूल्य आहे. परिपथ मध्ये संपलेली एकूण शक्ती 48 वॅट आहे, लागू विद्युतदाब 12 V आहे. R च्या मूल्याची गणना करा.

उपाय: एकूण शक्ती नष्ट, $P = 48 \text{ W}$; लागू विद्युतदाब, $V = 12 \text{ V}$

परिपथ आकृती 1.36 मध्ये दर्शविले आहे.

परिपथ ला पुरवलेला विद्युतधारा,

$$I = \frac{P}{V} = \frac{48}{12} = 4 \text{ A}$$

परिपथ चा प्रभावी प्रतिरोध,

$$R_{eff} = \frac{V}{I} = \frac{12}{4} = 3 \Omega$$

आता

$$R_{eff} = R + \left(\frac{6 \times 4}{6 + 4} \right)$$

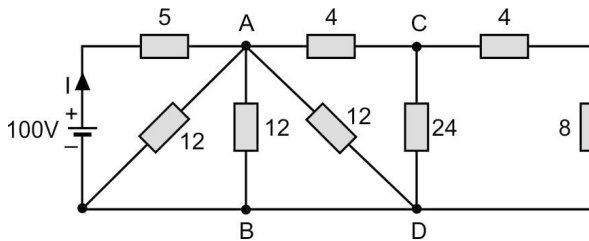
किंवा

$$3 = R + 2.4$$

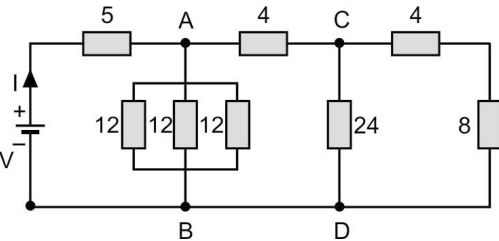
$$R = 3 - 2.4 = 0.6 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 1.6: आकृती 1.37 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथ मध्ये विद्युतधारा I निश्चित करा, सर्व रोधक ओहम मध्ये दिले आहेत.

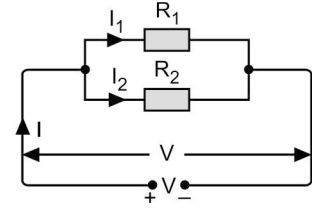
उपाय: परिपथाचे सरलीकृत दृश्य आकृती 1.38 मध्ये दर्शविले आहे.



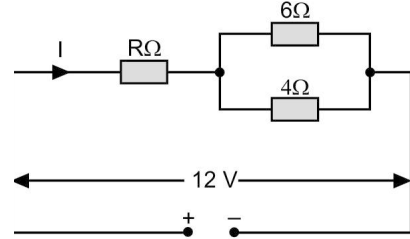
आकृती 1.37: मूळ परिपथ



आकृती 1.38: परिपथाचे सरलीकृत दृश्य



आकृती 1.35: समांतर जोडणीतील दोन रोधांची मांडणी



आकृती 1.36: परिपथ

पुरवठ्यामध्ये प्रभावी प्रतिकार.

$$\begin{aligned}
 R &= [(4 + 8) \parallel 24 + 4] \parallel 12 \parallel 12 \parallel 12 + 5 \\
 &= [(12 \parallel 24) + 4] \parallel 12 \parallel 12 \parallel 12 + 5 \\
 &= \left[\left(\frac{12 \cdot 24}{12 + 24} + 4 \right) \parallel 12 \parallel 12 \parallel 12 \right] + 5 \\
 &= [(8 + 4) \parallel 12 \parallel 12 \parallel 12 + 5] = \left(\frac{12}{4} \right) + 5 = 3 + 5 = 8 \Omega
 \end{aligned}$$

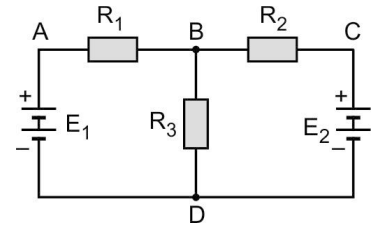
विद्युतधारा,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{8} = 12.5 \text{ A (उत्तर)}$$

1.17 परिपथातील संज्ञा

विद्युत परिपथाचे विश्लेषण करण्यासाठी परिपथ प्रमेये लागू केली जातात. या प्रमेयांवर चर्चा करताना एक खाली चर्चा केलेल्या विविध संज्ञा येतात:

1. **विद्युत परिपथ:** कोणत्याही प्रकारे जोडलेले विविध विद्युत घटकांचे संयोजनास विद्युत परिपथ म्हणतात.
2. **विद्युत परीपथ:** विद्युत परीपथ हे एक बंद प्रवाही मार्ग आहे ज्याद्वारे विद्युत प्रवाह एकतर वाहतो किंवा प्रवाहित करण्याचे प्रायोजित असते.
3. **मापदंड:** विद्युत परिपथाच्या विविध घटकांना त्याचे मापदंड म्हणतात जसे की रोध, प्रेरक, विद्युतघट इ.
4. **सक्रिय परिपथ:** विद्युत परिपथ ज्यामध्ये ईएमएफचे एक किंवा अधिक स्त्रोत असतात त्यास सक्रिय विद्युत परिपथ म्हणतात.
5. **निष्क्रिय परिपथ:** ज्या इलेक्ट्रिक नेटवर्कमध्ये ईएमएफचा कोणताही स्रोत नसतो त्याला निष्क्रिय परिपथ म्हणतात ..
6. **नोड:** नोड नेटवर्कमधील एक बिंदू आहे जिथे दोन किंवा अधिक परीपथ घटक जोडलेले आहेत. आकृती 1.39 मध्ये, A, B, C, आणि D हे नोड्स आहेत.
7. **जंक्शन:** जंक्शन म्हणजे एक बिंदू जेथे तीन किंवा अधिक परीपथ घटक एकत्र सामील झाले आहेत. खरं तर, तो एक बिंदू आहे जिथे प्रवाह विभागलेला आहे. आकृती 1.39 मध्ये, B आणि D जंक्शन आहेत.
8. **शाखा:** दोन जंक्शन बिंदूंच्या दरम्यान असलेल्या परिपथाच्या भागास शाखा म्हणतात. आकृती मध्ये. 1.39. DAB, BCD आणि BD या तीन शाखा आहेत.
9. **लूप:** नेटवर्कच्या बंद मार्गाला लूप म्हणतात. आकृती 1.39 मध्ये, ABDA, BCDB आणि ABCDA हे तीन लूप आहेत.
10. **जाळी:** लूपचे सर्वात प्राथमिक स्वरूप जे पुढे विभागले जाऊ शकत नाही त्याला जाळी म्हणतात. आकृती 1.39 मध्ये, ABDA आणि BCDB ही दोन जाळी आहेत परंतु ABCDA ही पळवाट आहे.



आकृती 1.39: विद्युत परिपथ

1.18 किर्चहॉफचा पहिला नियम

किर्चहॉफचा पहिला नियम: याला किर्चहॉफचा विद्युतप्रवाह नियम: (KCL) असेही म्हणतात. त्यात असे नमूद केले आहे की एका बिंदूवर किंवा जंक्शनवर भेटणाऱ्या सर्व प्रवाहांची बीजगणितीय बेरीज शून्य आहे.

बीजगणित बेरीज साठी, विचार करा;

+ V_e म्हणून येणारे प्रवाह; आणि जाणारे प्रवाह जसे $-ve$. आकृती 1.40 मध्ये किरचॉफचा सध्याचा नियम जंक्शन O ला लागू करून, आम्हाला मिळते,

$$I_1 + I_2 - I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

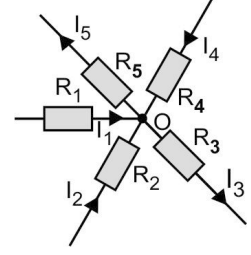
$$I_1 + I_2 + I_4 = I_3 + I_5$$

उदा

येणाऱ्या प्रवाहांची बेरीज = जाणाऱ्या प्रवाहांची बेरीज.

दुसऱ्या शब्दात,

विद्युत परिपथाच्या कोणत्याही जंक्शनवर, येणाऱ्या प्रवाहांची बेरीज बाहेर जाणाऱ्या प्रवाहाच्या बेरजे इतकी असते.



आकृती 1.40: पाच शाखांची एका जंक्शनवर एकत्र जोडणी

किरचॉफचा दुसरा नियम

किरचॉफचा दुसरा नियम: याला किरचॉफ विद्युतदाब नियम (KVL) किंवा किरचॉफची जाळी नियम असेही म्हणतात. नियम असे नमूद केले आहे कि. क्लोज्ड परीपथ किंवा जाळीमध्ये, सर्व इएमएफची बीजगणित बेरीज अधिक सर्व विद्युतदाब क्षयाची बीजगणित बेरीज (म्हणजे विद्युत्प्रवाह आणि रोधांचा गुणाकार) शून्य असते.

म्हणजे बंद परीपथ किंवा जाळीमध्ये,

सर्व इएमएफ ची बीजगणित बेरीज + सर्व विद्युतदाब ड्रॉप यांची बीजगणित बेरीज = 0

बीजगणित बेरीजसाठी, विचार करा

विभवांमधील वाढ हि धन(+ve); आणि विभवांमधील घट हि ऋण ($-ve$)

आकृती 1.41 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे एएमएफ (ई) चा एकच स्रोत असलेली शाखा $A - B$ चा विचार करा. जर ही शाखा A पासून B पर्यंत शोधले जाते, संभाव्यता कमी होते, म्हणून, E नकारात्मक म्हणून घेतले जाते (म्हणजे $-E$).

त्याचप्रमाणे, जर शाखा A ते B मध्ये शोधली गेली

आकृती. 1.41 (ब), संभाव्यता आणि ई इच्छाशक्ती मध्ये वाढ आहे

सकारात्मक (म्हणजे $+E$) म्हणून घेतले पाहिजे, म्हणजे

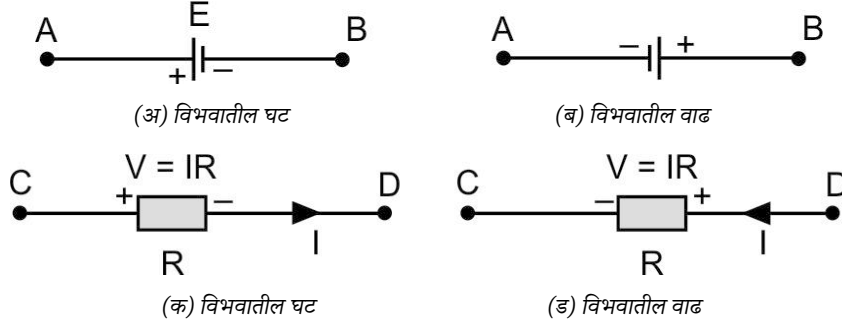
- आकृती 1.41 (ब) मध्ये A ते B , E नकारात्मक आहे ($-E$);
- आकृती 1.41 (ब) मध्ये, A ते B पर्यंत, E सकारात्मक आहे ($+E$).

टीप: विद्युत प्रवाहाची दिशा मानली किंवा चिन्हांकित केलेली नाही.

विद्युतदाब ड्रॉप व्ही (= आयआर) साठी चिन्ह निश्चित करण्यासाठी, प्रतिरोधक आरचा प्रतिरोधक असलेली शाखा विचारात घ्या. आकृती 1.41 (क) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे ओहम ज्यामध्ये I अपिआर C ते D पर्यंत वाहतो. म्हणून, C हा बिंदू D बिंदूच्या सापेक्षात उच्च विभवावर आहे.

अशा प्रकारे, विभव कमी झाल्यामुळे, ट्रेसिंग शाखा सी ते डी, पर्यंत व्ही नकारात्मक आहे (म्हणजे $-V$). जसे आपण विद्युत प्रवाहाच्या दिशेने चाललो आहोत.

त्याचप्रमाणे, आकृती 1.41 (ड) मध्ये शाखा C ते D शोधताना, V सकारात्मक आहे (म्हणजे $+V$) कारण विभव वाढते आणि आपण प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेने जात आहोत.



आकृती 1.41: इएमएफ आणि विद्युत ड्रॉप यासाठीची बीजगणितीय चिन्हे

टीप: केवळ प्रवाहाची दिशा व्ही चे चिन्ह निर्धारित करते.

उदाहरण:

आकृती 1.42 मध्ये दर्शविलेल्या नेटवर्कचा विचार करा. या परीपथ मध्ये, आम्हीक्लोज्ड परीपथ $ABEFA$ साठी kVL लावू शकतो आणि एक खाली दिलेले समीकरण बनवू शकतो.

खाली दिलेले समीकरण बनवू शकतो.

$$-R_1 (I_1 + I_2) - I_2 R_3 + E_1 = 0$$

जेथे

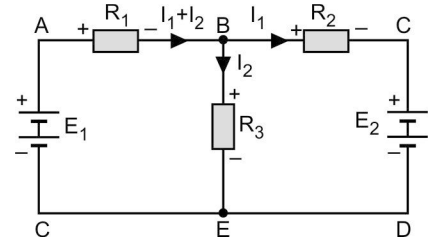
$$R_1 (I_1 + I_2)$$

(विद्युतदाब ड्रॉप) नकारात्मक मानले जाते, कारण आम्ही प्रवाहाच्या दिशेने परीपथ शोधत आहोत $I_2 R_3$ (विद्युतदाब ड्रॉप) नकारात्मक म्हणून घेतले जाते कारण आपण प्रवाहाच्या दिशेने जात आहोत.

E_1 (बॅटरीचे emf) बॅटरीवर $-ve$ वरून $+ve$ टर्मिनलकडे जाताना सकारात्मक म्हणून घेतले जाते आणि तेथे विभव वाढते (टीप: प्रवाहाच्या दिशा विचारात घेतली जाऊ शकत नाही).

त्याचप्रमाणे, केव्हीएल इतर बंद परीपथ $BCDEB$ ला लागू केले जाऊ शकते, आम्हाला मिळते,

$$-I_1 R_2 - E_2 + I_2 R_3 = 0$$



आकृती 1.42: परीपथ

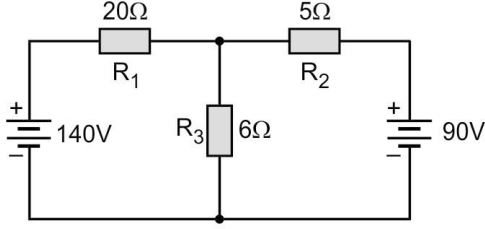
1.19 किर्चहॉफच्या नियमांनी परिपथांचे निरसन

परिपथाच्या निरसनासाठी किर्चाफचे नियम लागू करताना, खालील पावले उचलली जातात:

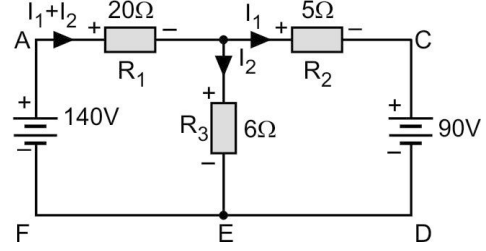
- सर्व नोड्स आणि जंक्शनना A, B, C, D, \dots असे नाव द्या.
- KCL नुसार नेटवर्कच्या सर्व शाखांमध्ये विद्युत प्रवाहाची गृहित दिशा चिन्हांकित करा.
- अज्ञात प्रमाणांची संख्या इतके बंद परीपथ ची संख्या निवडा.
- निवडलेल्या बंद सर्किट्ससाठी KVL लावून समीकरणे तयार करा.
- समीकरणे सोडवा आणि अज्ञात मूल्ये निश्चित करा.

टीप: जर निर्धारित प्रवाहात $-ve$ चिन्ह असेल तर ते दर्शवते की प्रवाहाची वास्तविक दिशादिलेल्या शाखेत विद्युत प्रवाहाच्या गृहित दिशेच्या विरुद्ध आहे.

उदाहरण 1.7. आकृती 1.43 मध्ये दर्शविलेल्या परीपथ मध्ये, 6 ओहम रोधमध्ये विद्युतधारा आणि शक्तीची गणना करा.



आकृती 1.43: परीपथ



आकृती 1.44: परीपथ

उपाय: विविध जंक्शन बिंदू आकृती 1.44 मध्ये चिन्हांकित आहेत. किर्चॉफच्या पहिल्या प्रमेयानुसार, आकृती 1.44 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे विविध विभागांमधून वाहणारा प्रवाह असू द्या. किर्चॉफचा दुसरा प्रमेय $ABEFA$ लागू करून, मिळवा,

$$-20(I_1 + I_2) - 6I_2 + 140 = 0$$

$$\text{or} \quad -20I_1 + 26I_2 = 140$$

$$\text{या} \quad 10I_1 + 13I_2 = 70$$

किर्चॉफचा दुसरा प्रमेय $BCDEB$ ला लागू करून, आम्हाला मिळते,

$$5I_1 - 90 + 6I_2 = 0 \quad \text{or} \quad -5I_1 + 6I_2 = 90$$

$$-10I_1 + 12I_2 = 180$$

समीकरण (i) आणि (ii) ची बेरीज करून, आम्हाला मिळते,

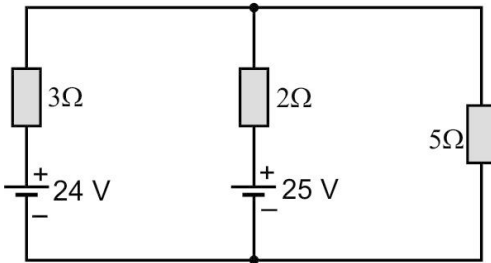
$$25I_2 = 250$$

$$I_2 = 10 \text{ A}$$

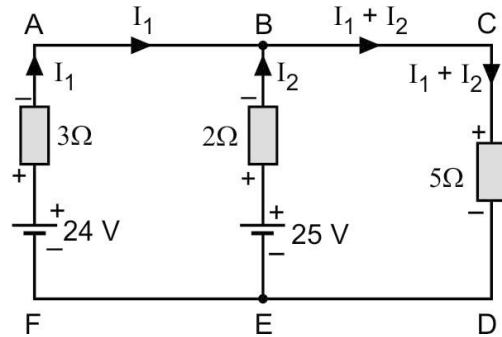
6 ओहम रोधमध्ये शक्ती

$$I_2^2 R_3 = (10)^2 \times 6 = 600 \text{ W}$$

उदाहरण 1.8. आकृती 1.45 समांतर जोडलेल्या दोन बॅटरी दाखवतात ज्यामध्ये प्रत्येक इएमएफ त्याच्या अंतर्गत रोधासह दर्शविले आहे. ओहम चे लोड रोध बॅटरीच्या टोकाशी जोडलेले आहे. प्रत्येक बॅटरी आणि लोडद्वारे विद्युतधारा ची गणना करा.



आकृती 1.45: दिलेले परिपथ



आकृती 1.46: विद्युतप्रवाहासहित परिपथ

उपाय: असे गृहीत धरून की नेटवर्कच्या विविध शाखांमधून वाहणारा प्रवाह हा आकृती 1.46 मध्ये चिन्हांकित आहे.

$ABEFA$ जाळी करण्यासाठी केव्हीएल लागू करून, आम्हाला मिळते,

$$2I_2 - 25 + 24 - 3I_1 = 0$$

$$\text{किंवा } 2I_2 - 3I_1 = 25 - 24$$

$$\text{किंवा } 2I_2 - 3I_1 = 1 \quad \dots(i)$$

जाळी BCDEB वर केव्हीएल लावून, आम्हाला मिळते,

$$-5(I_1 + I_2) + 25 - 2I_2 = 0$$

$$\text{किंवा } 2I_2 + 5(I_1 + I_2) = 25$$

$$\text{किंवा } 7I_2 + 5I_1 = 25 \quad \dots(ii)$$

समीकरण (i) ला 5 ने, समीकरण (ii) 3 ने गुणाकार करून आणि बेरीज करून, आम्हाला मिळते,

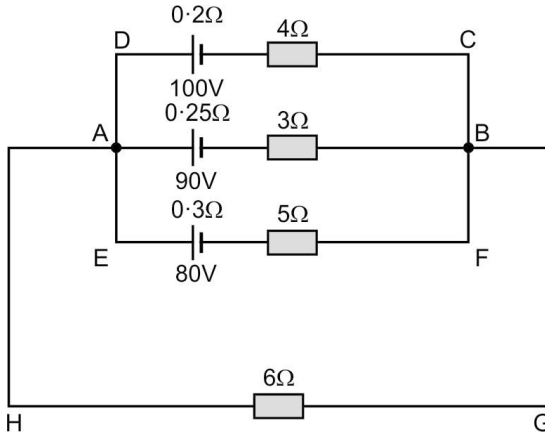
$$I_2 = \frac{80}{31} = 2.58 \text{ A}$$

समीकरण (i) मध्ये I_2 चे मूल्य बदलून,

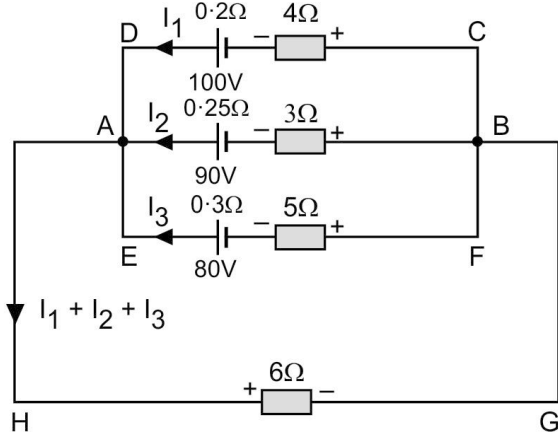
$$I_1 = \frac{43}{31} = 1.387 \text{ A}$$

$$\text{लोड द्वारे विद्युत धारा, } I_L = I_1 + I_2 = \frac{43}{31} + \frac{80}{31} = \frac{123}{31} \text{ A} = 3.697 \text{ A}$$

उदाहरण 1.9. 6 ओहम रोधद्वारे विद्युतप्रवाहासाठी साठी आकृती 1.47 मध्ये दर्शविलेले परिपथ सोडवा.



आकृती 1.47: दिलेले परिपथ



आकृती 1.48: विद्युतप्रवाहासहित परिपथ

उपाय: विविध शाखांमधून वाहणारा प्रवाह आकृती 1.48 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे असू द्या.

खालील बंद परीपथ वर किर्चाफचा दुसरा प्रमेय लागू करणे, CDAHGBC परीपथ

$$-4I_1 - 0.2I_1 + 100 - 6(I_1 + I_2 + I_3) = 0$$

$$\text{किंवा } 10.2I_1 + 6I_2 + 6I_3 = 100 \quad \dots(i)$$

परीपथ BAHGB

$$-3I_2 - 0.25I_2 + 90 - 6(I_1 + I_2 + I_3) = 0$$

$$\text{किंवा } 6I_1 + 9.25I_2 + 6I_3 = 90 \quad \dots(ii)$$

परीपथ $FEAHGBF$

$$-5I_3 - 0.3I_3 + 80 - 6(I_1 + I_2 + I_3) = 0$$

$$\text{किंवा } 6I_1 + 6I_2 + 11.3I_3 = 80 \quad \dots(iii)$$

(i) मधून (ii) वजा केल्यास आम्हाला मिळते,

$$4.2I_1 - 3.25I_2 = 10 \quad \dots(iv)$$

(ii) आणि (iii) सोडवून, आम्हाला मिळते,

$$31.8I_1 + 68.525I_2 = 537 \quad \dots(v)$$

समीकरण (iv) आणि (v) मधून आपल्याला मिळते,

$$391.51I_2 = 137.4$$

$$I_2 = \frac{1937.4}{391.15} = 4.953 \text{ A}$$

समीकरण (v) सोडवून, आम्हाला मिळते,

$$I_1 = 6.21 \text{ A}$$

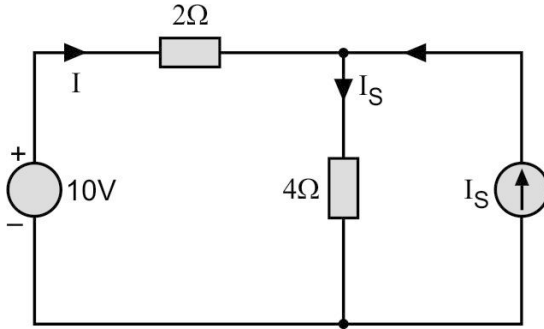
समीकरण (iii) सोडवून, आम्हाला मिळते,

$$I_3 = 1.15 \text{ A}$$

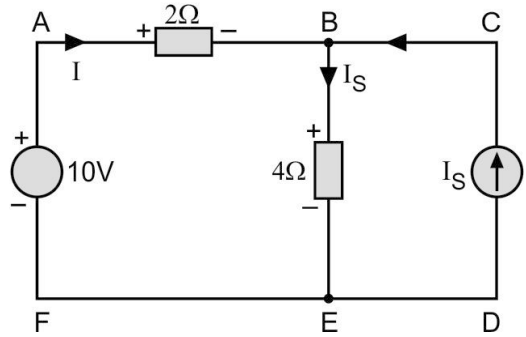
6 ओहम रोधमध्ये विद्युतधारा,

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + I_3 \\ &= 6.21 + 4.953 + 1.15 \\ &= 12.313 \text{ A (उत्तर)} \end{aligned}$$

उदाहरण 1.10. आकृती 1.49 मध्ये दाखवलेल्या परीपथ मध्ये $I = 0$ साठी I_S चे मूल्य शोधा.



आकृती 1.49: मूळ परिपथ



आकृती 1.50: उत्तरासाठीचे परिपथ

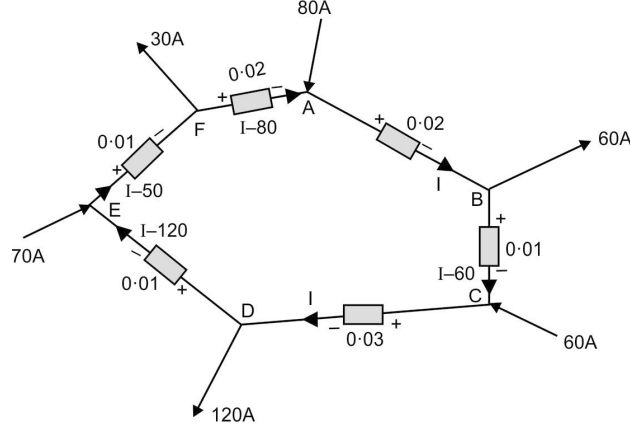
उपाय: आकृती 1.50 मध्ये दाखवलेल्या परिपथाचा विचार करून, जंक्शन B वर KCL लावून, आम्हाला मिळते,

शाखा BE द्वारे विद्युतप्रवाह (म्हणजे 4Ω प्रतिरोधक)

$$= I + I_S = 0 + I_S = I_S \quad (\because I = 0)$$

$ABEFA$ मेश करण्यासाठी केव्हीएल लावून, आम्हाला मिळते,

$$-2I - 4I_S + 10 = 0$$



आकृती 1.53: विद्युतधारा गृहीतकासहित परिपथ

उपाय: किर्चहॉफचा पहिला प्रमेय लागू करून, विविध शाखांमधून वाहणारा प्रवाह आकृती 1.53 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे.

किर्चहॉफचा दुसरा प्रमेय बंद लूप $ABCDEFA$ ला लागू करणे, आम्हाला मिळते,

$$-0.02I - 0.01(I - 60) - 0.03I - 0.01(I - 120) - 0.01(I - 50) - 0.02(I - 80) = 0$$

$$\text{or } 0.02I + 0.01I + 0.03I + 0.01I + 0.01I + 0.02I = 0.6 + 1.2 + 0.5 + 1.6$$

$$\text{किंवा } 0.1I = 3.9 \quad \text{or } I = 3.9A$$

$$I_{AB} = +39A$$

$$I_{BC} = I - 60 = -21A$$

$$I_{CD} = I = 39A$$

$$I_{DE} = I - 120 = -81A$$

$$I_{EF} = I - 50 = -11A$$

$$I_{FA} = I - 80 = -41A$$

उदाहरण 1.13. व्हीटस्टोन ब्रिजमध्ये $AB = 4$ ओहम, $BC = 3$ ओहम, $CD = 6$ ओहम आणि $DA = 5$ ओहम. एक 2 व्होल्ट सेल B आणि D आणि 10 ओहम रोध गॅल्व्हनोमीटर दरम्यान जोडलेला आहे

A आणि C दरम्यान गॅल्व्हनोमीटरद्वारे विद्युतप्रवाहाची मोजणी करा.

उपाय: परीपथ आकृती 1.54 मध्ये दर्शविली आहे. किर्चाफचा पहिला नियम जंक्शन

B , A आणि C येथे लागू केल्याने, विविध शाखांमधील विद्युतधारा चिन्हांकित आहे.

किर्चहॉफचा दुसरा नियम विविध बंद लूपवर लागू करून;

लूप $BACB$ लक्षात घेता, आम्हाला मिळते,

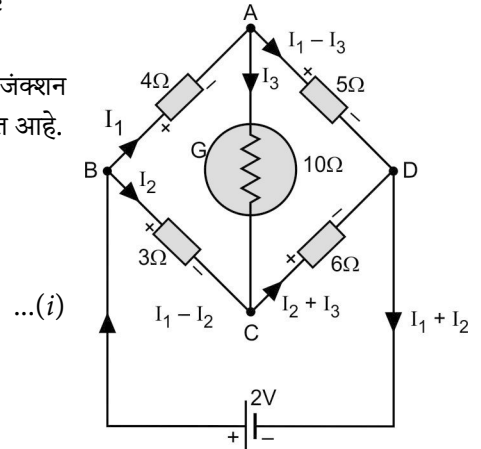
$$-4I_1 - 10I_3 + 3I_2 = 0$$

$$\text{किंवा } 4I_1 - 3I_2 + 10I_3 = 0$$

$ADCA$ लूप लक्षात घेता, आम्हाला मिळते,

$$-5(I_1 - I_3) + 6(I_2 + I_3) + 10I_3 = 0$$

$$\text{किंवा } -5I_1 + 5I_3 + 6I_2 + 6I_3 + 10I_3 = 0$$



आकृती 1.54: परीपथ

$$\text{किंवा} \quad 5I_1 - 6I_2 - 21I_3 = 0 \quad \dots(ii)$$

BADEB वळसा (लूप) लक्षात घेता, आम्हाला मिळते

$$-4I_1 - 5(I_1 - I_3) + 2 = 0$$

$$\text{किंवा} \quad -4I_1 - 5I_1 + 5I_3 = -2$$

$$\text{किंवा} \quad 9I_1 - 5I_3 = 2 \quad \dots(iii)$$

समीकरण (i) 2 ने गुणाकार करून आणि समीकरणातून वजा करून (ii), आपल्याला मिळते,

$$5I_1 - 6I_2 - 21I_3 = 0$$

$$8I_1 - 6I_2 + 20I_3 = 0$$

$$- \quad + \quad -$$

$$-3I_1 \quad -41I_3 = 0$$

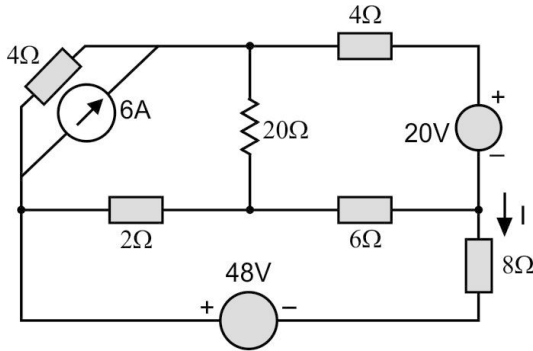
$$I_1 = -\frac{41}{3}I_3$$

समीकरण (iii) मध्ये I चे मूल्य प्रतिस्थापित करून, आम्हाला मिळते,

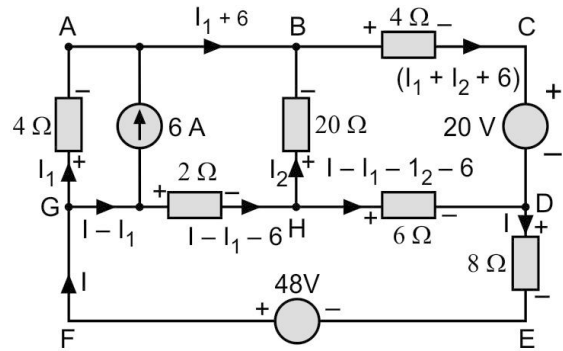
$$9\left(-\frac{41}{3}I_3\right) - 5I_3 = 2 \quad \text{or} \quad -123I_3 - 5I_3 = 2 \quad \text{or} \quad I_3 = \frac{-1}{64}A$$

गॅल्व्हनोमीटरमधून वाहणारा प्रवाह C/A पासून 1/64 ॲंपिअर आहे.

उदाहरण 1.14. आकृती 1.55 मध्ये दर्शविलेल्या परीपथ मध्ये 8 ओहम रोध मध्ये विद्युतप्रवाह I निश्चित करा.



आकृती 1.55: परीपथ



आकृती 1.56: परीपथ

उपाय: एक सरलीकृत परीपथ आकृती 1.56 मध्ये दर्शविले आहे. विविध जंक्शनवर केसीएल लागू करून, भिन्न विविध विभागांमध्ये प्रवाह चिन्हांकित केले जातात.

किर्चहॉफचा विद्युतदाब नियम लागू करून

ABHGA वळवा

$$20I_2 + 2(I - I_1 - 6) - 4I_1 = 0 \quad \text{or} \quad 2I - 6I_1 + 20I_2 = 12$$

$$I - 3I_1 + 10I_2 = 6 \quad \dots(i)$$

लूप BCDHB

$$-4(I_1 + I_2 + 6) - 20 + 6(I - I_1 - I_2 - 6) - 20I_2 = 0$$

$$6I - 10I_1 - 30I_2 = 80 \quad \text{or} \quad 3I - 5I_1 - 15I_2 = 40 \quad \dots(ii)$$

लूप-GHDEFG

$$-2(I - I_1 - 6) - 6(I - I_1 - I_2 - 6) - 8I + 48 = 0$$

$$16I - 8I_1 - 6I_2 = 96 \quad \text{or} \quad 8I - 4I_1 - 3I_2 = 48 \quad \dots(iii)$$

I_1 चे निर्मूलन करून समीकरण (i) आणि (ii) वरून, आम्हाला मिळते,

$$4I - 95I_2 = 90 \quad \dots(iv)$$

I_1 चे निर्मूलन करून, समीकरण (ii) आणि (iii) पासून, आम्हाला मिळते,

$$28I + 45I_2 = 80 \quad \dots(v)$$

I_2 चे निर्मूलन करून समीकरण (iv) आणि (v) वरून, आम्हाला मिळते,

$$568I = 2330 \quad \text{or} \quad I = \frac{2330}{568} \text{ A}$$

Ω वर्तमान 8Ω रोध मध्ये, $I = 4.1 \text{ A}$ (Ans.)

पर्यायाने, तीन समीकरणे आहेत:

$$I - 3I_1 + 10I_2 = 6 \quad 3I - 5I_1 - 15I_2 = 40 \quad 8I - 4I_1 - 3I_2 = 48$$

तीन समीकरणे निर्धारकांच्या पद्धतीद्वारे सोडवले जाऊ शकतात म्हणजेच क्रॅमर नियम लागू करून. च्या वरील समीकरणातून मॅट्रिक्स आहे

$$\begin{pmatrix} 1 & -3 & 10 \\ 3 & -5 & -15 \\ 8 & -4 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I \\ I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 40 \\ 48 \end{pmatrix}$$

$$D_0 = \begin{vmatrix} 1 & -3 & 10 \\ 3 & -5 & -15 \\ 8 & -4 & -3 \end{vmatrix} = 1(15 - 60) + 3(-9 + 120) + 10(-12 + 40) = 568$$

$$D = \begin{vmatrix} 6 & -3 & 10 \\ 40 & -5 & -15 \\ 48 & -4 & -3 \end{vmatrix} = 6(15 - 60) + 3(-120 + 720) + 10(-160 + 240) = 2330$$

$$I = \frac{D}{D_0} = \frac{2330}{568} = 4.1 \text{ A (उत्तर.)}$$

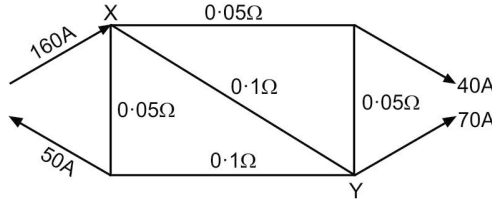
अभ्यास

1. दोन बॅटरी A आणि B समांतर जोडलेल्या आहेत आणि 5Ω भार त्यांच्यामध्ये जोडलेले आहेत टर्मिनल A चे 6 V चे emf आणि 1Ω चे अंतर्गत रोध आहे आणि B चे emf 4 V आणि 0.5Ω चे अंतर्गत प्रतिकार आहे. किर्चॉफचे नियम वापरून प्रत्येक बॅटरीमधील प्रवाह आणि दिशानिर्देश निश्चित करा. तसेच बाह्य रोधाच्या सापेक्ष विभवांतर निश्चित करा.

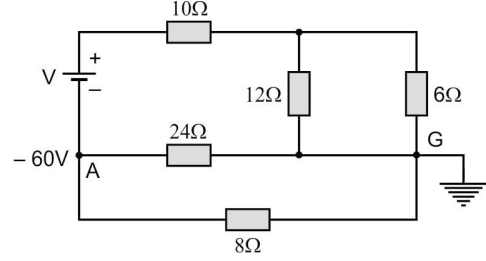
(उत्तर. 1.625 A , -0.75 A , 0.875 A , 8.75 V)

2. किर्चाफे नियम वापरून XY मधील विद्युतधारा आकृती 1.57 मध्ये दाखवलेल्या परिपथात शोधा.

(उत्तर 40 A)



आकृती 1.57: परिपथ

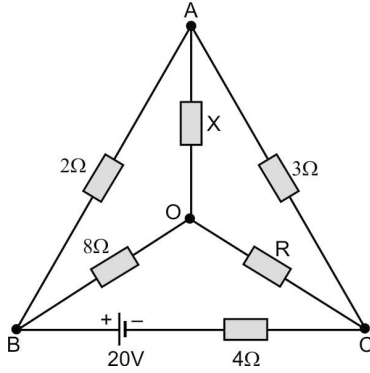


आकृती 1.58: परिपथ

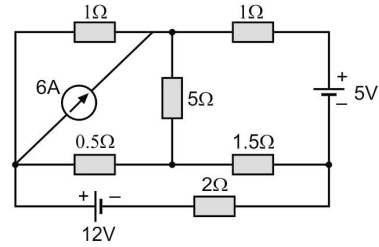
3. आकृती 1.58 मध्ये बिंदू $A = -60V$ किर्चाफे नियम वापरून (अ) V चे मूल्य आणि (ब) 8Ω रोधाने उधळलेली शक्ती.
4. आकृती 1.59 मध्ये दाखवलेल्या परिपथात R चे मूल्य आणि त्याद्वारे विद्युतप्रवाह शोधा, जेव्हा OA शाखेमध्ये विद्युतप्रवाह शून्य आहे.

(उत्तर. 200 V, 450 W)

(उत्तर. 6Ω , 0.5A)



आकृती 1.59: परिपथ

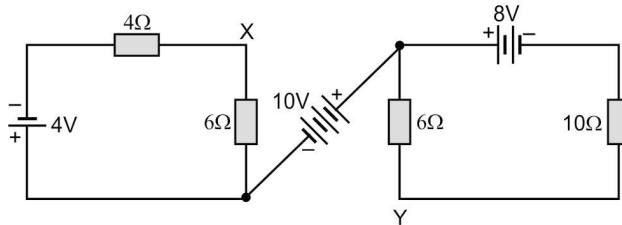


आकृती 1.60: परिपथ

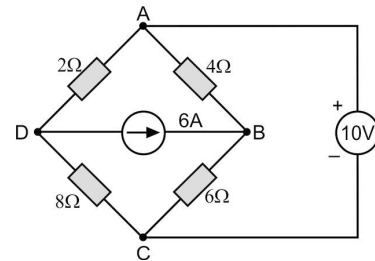
5. आकृती 1.60 मध्ये दाखवलेल्या परिपथात च्या 2Ω रोधात विद्युतप्रवाह निश्चित करा.
6. आकृती 1.61 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथात X आणि Y मधील विभवांमध्ये काय फरक आहे.

(उत्तर. 4.1 A)

(उत्तर. 9.4 V)



आकृती 1.61: परिपथ



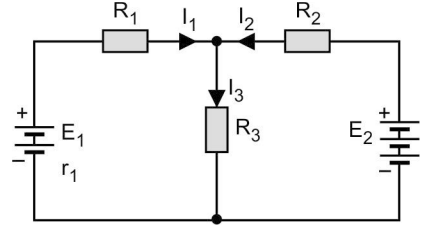
आकृती 1.62: परिपथ

7. आकृती 1.62 मध्ये दोन स्त्रोतांद्वारे परिपथाला वितरित केलेली एकूण शक्ती शोधा.

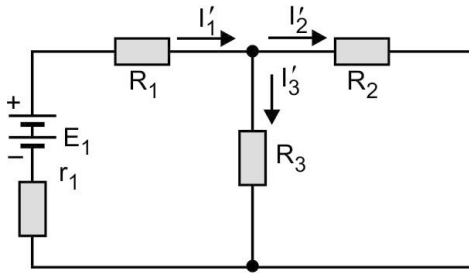
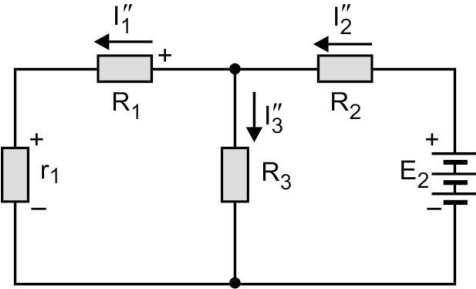
(उत्तर. 164W)

1.20 सुपरपोजिशन प्रमेय

हा प्रमेय दोन रेषीय द्विपक्षीय परिपथ ज्यात दोन किंवा दोन पेक्षा जास्त स्त्रोत असतात, त्यांना लागू आहे या प्रमेयानुसार, कोणत्याही विभागामधून वाहणारा विद्युतप्रवाह हा सर्व प्रवाहांची बीजगणित बेरीज आहे जी प्रत्येक स्त्रोताच्या ईएमएफचा स्वतंत्रपणे विचार करून आणि इतर स्त्रोत त्यांच्या अंतर्गत रोधानि (किंवा प्रतिबाधा) बदलल्यानंतर प्रवाहित होते. झटपट, आकृती 1.63 मध्ये दाखवलेल्या परिपथाचा विचार करा. विविध शाखांमधून वाहणारा विद्युत प्रवाह आकृती 1.63 मध्ये चिन्हांकित असल्याप्रमाणे असा होऊ द्या. सुपरपोजिशन प्रमेयानुसार-



आकृती 1.63: परीपथ

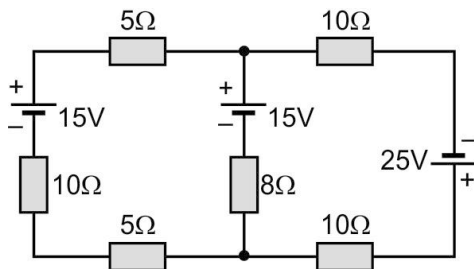
आकृती 1.64: फक्त E_1 स्त्रोताचा विचार करूनआकृती 1.65: फक्त E_2 स्त्रोताचा विचार करून

1. प्रथम, फक्त स्रोत E_1 चा विचार करा आणि इतर स्त्रोत E_2 त्याच्या अंतर्गत रोधाने पुनर्स्थित करा. त्याचा आंतरिक रोध दिला नसल्यामुळे तो शून्य (शॉर्ट परीपथ) गृहीत धरला जातो. आकृती 1.64 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ काढा आणि अनुक्रमे I_1' , I_2' आणि I_3' म्हणून विविध विभागात प्रवाह निश्चित करा
2. नंतर इतर स्त्रोत E_2 चा विचार करा आणि आकृती 1.65 प्रमाणे स्त्रोत E_1 त्याच्या अंतर्गत रोध R_1 ने पुनर्स्थित करा. विविध शाखेतील विद्युतप्रवाह अनुक्रमे I_1'' , I_2'' , I_3'' असा निश्चित करा.

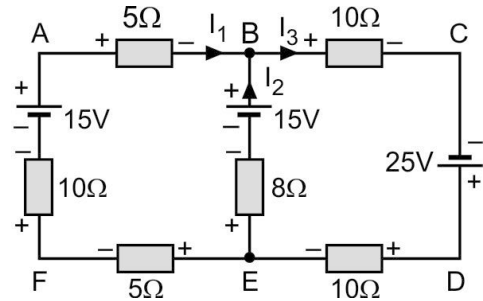
विविध शाखेतील विद्युतप्रवाह-

$$I_1 = I_1' - I_1'' ; I_2 = I_2' - I_2'' ; I_3 = I_3' + I_3''$$

उदाहरण 1.15. आकृती 1.66 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथाच्या विविध शाखांमध्ये विद्युतप्रवाह शोधा.



आकृती 1.66: मूळ परिपथ



आकृती 1.67: उत्तरासाठीचे परिपथ

उपाय: वेगवेगळ्या शाखांमधून वाहणारा प्रवाह आकृती 1.67 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे असू द्या. सुपरपोजिशन प्रमेयानुसार, आकृती 1.68 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ कमी करून -

$$\text{एकूण रोध} = 20 + \frac{8 \times 20}{28} = 25.714 \Omega$$

$$\text{विद्युतप्रवाह पुरवठा, } I_1' = \frac{15}{25.714} = 0.5833 \text{ A}$$

$$\text{शाखेतील विद्युतप्रवाह } I_2' = 0.5833 \times \frac{20}{28} = 0.4167 \text{ A}$$

$$\text{शाखेतील विद्युतप्रवाह } I_3' = 0.5833 \times \frac{8}{28} = 1.666 \text{ A}$$

आता, आकृती 1.69 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ कमी करून -

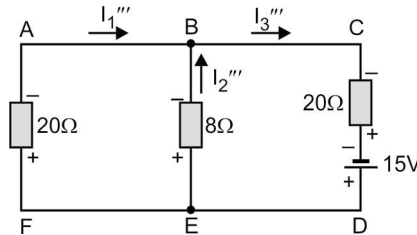
$$\text{एकूण रोध} = 8 + \frac{20 \times 20}{40} = 18 \Omega$$

$$\text{विद्युतप्रवाह पुरवठा, } I_2'' = \frac{15}{18} = 0.8333 \text{ A}$$

$$\text{शाखेतील विद्युतप्रवाह, } I_1'' = 0.8333 \times \frac{20}{40} = 0.4167 \text{ A}$$

$$\text{शाखेतील विद्युतप्रवाह, } I_3'' = 0.8333 \times \frac{20}{40} = 0.4167 \text{ A}$$

पुन्हा, आकृती 1.70 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ कमी करून -



आकृती 1.70: तिसऱ्या स्त्रोताचा विचार करून

$$\text{एकूण रोध} = 20 + \frac{20 \times 8}{28} = 25.714 \Omega$$

$$\text{विद्युतप्रवाह पुरवठा, } I_3''' = \frac{25}{25.714} = 0.9722 \text{ A}$$

$$\text{शाखेतील विद्युतप्रवाह, } I_1''' = 0.9722 \times \frac{8}{28} = 0.2778 \text{ A}$$

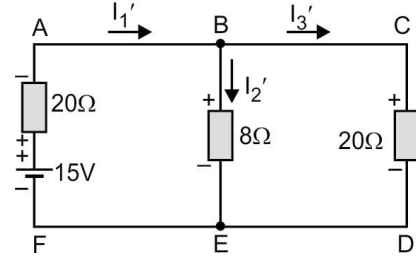
$$\text{शाखेतील विद्युतप्रवाह, } I_2''' = 0.9722 \times \frac{20}{28} = 0.6944 \text{ A}$$

वेगवेगळ्या शाखांमध्ये विद्युतप्रवाह

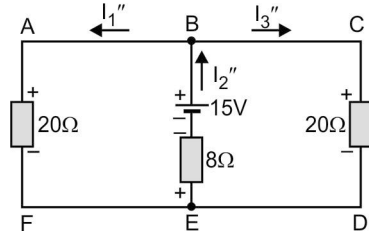
$$I_1 = I_1' - I_1'' + I_1''' = 0.5833 - 0.4167 + 0.2778 = 0.4444 \text{ A (उत्तर)}$$

$$I_2 = -I_2' + I_2'' + I_2''' = -0.4167 + 0.8333 + 0.6944 = 1.1111 \text{ A (उत्तर)}$$

$$I_3 = I_3' + I_3'' + I_3''' = 1.666 + 0.4167 + 0.9722 = 3.0549 \text{ A (उत्तर)}$$

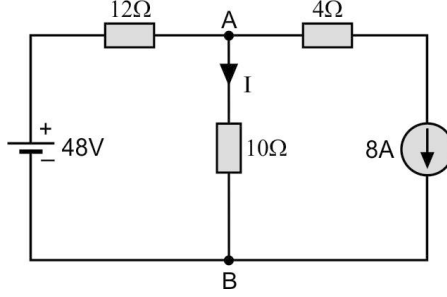


आकृती 1.68: एकाच स्त्रोत गृहीत धरून.

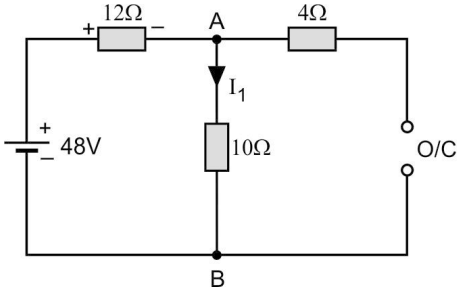


आकृती 1.69: परीपथ

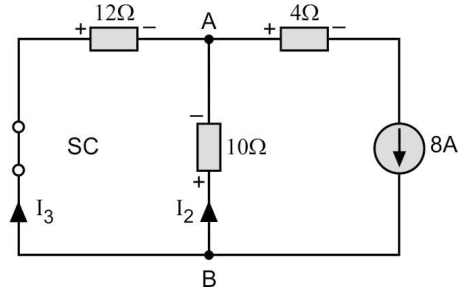
उदाहरण 1.16. आकृती 1.71 मध्ये दिलेल्या परिपथात विद्युतप्रवाह शोधा. (UPTU)



आकृती 1.71: परिपथ



आकृती 1.72: केवळ विद्युतदाब स्त्रोताचा विचार करून



आकृती 1.73: केवळ विद्युतधारा स्त्रोताचा विचार करून

उपाय: सुपरपोजिशन प्रमेय लागू करून

प्रकरण I: केवळ 48 V स्त्रोताचा विचार करून आणि 8 स्त्रोताला त्याच्या अंतर्गत रोधाने म्हणजे खुले दर्शवणे आकृती 1.72 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परिपथात

48 V बॅटरी द्वारे पुरवलेला विद्युतधारा, I

$$I_1 = \frac{48}{12 + 10} = 2.18A \text{ (A ते B पर्यंत)}$$

प्रकरण II: केवळ 8 विद्युतधारा स्त्रोताचा विचार करून आणि 48 V विद्युतदाब बॅटरी त्याच्या अंतर्गतरोधा द्वारे बदलणे, म्हणजेच, आकृती 1.73 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे शॉर्ट परिपथ.

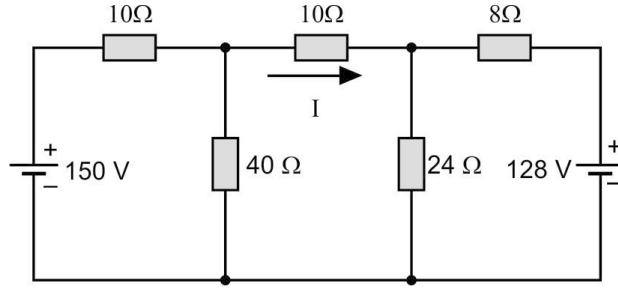
प्रवाह दोन मार्गांमध्ये विभागलेला आहे: 10Ω प्रतिरोधक मध्ये विद्युतधारा,

$$I_2 = \frac{12}{10 + 12} \times 8 = 4.36A \text{ (B ते A पर्यंत)}$$

10Ω रोधमधून वाहनारा परिणामी प्रवाह-

$$I = 2.18 - 4.36 = -2.18A \text{ (उत्तर) (B ते A पर्यंत)}$$

उदाहरण 1.17. आकृती 1.74 च्या परिपथ साठी सुपरपोजिशन प्रमेय वापरून I शोधा.

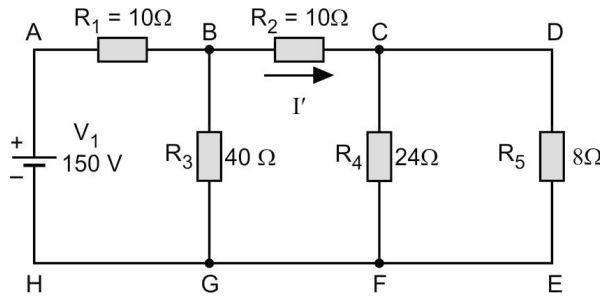


आकृती 1.74: परीपथ

उपाय: 128V स्त्रोत्र त्याच्या अंतर्गतरोधा द्वारे बदलून (म्हणजे शॉर्ट परीपथ), मूळ परीपथ आकृती 1.75 मध्ये दाखवलेल्या परिपथाप्रमाणे कमी केले आहे.

समतुल्य रोध,

$$\begin{aligned}
 R_{eq}' &= [(R_4 \parallel R_5) + R_2] \parallel R_3 + R_1 \\
 &= [(8 \parallel 24) + 10] \parallel 40 + 10 \\
 &= \left[\left\{ \frac{8 \times 24}{8 + 24} + 10 \right\} \parallel 40 \right] + 10 = \left[\frac{16 \times 40}{16 + 40} + 10 \right] = \frac{150}{7} \Omega
 \end{aligned}$$



आकृती 1.75: परीपथ

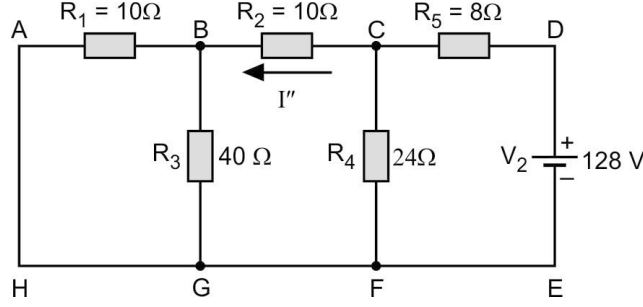
शाखा

AB = द्वारे विद्युतधारा

$$AB = \frac{V_1}{R'_{eq}} = \frac{150}{150/7} = 7A$$

शाखा BC द्वारे विद्युतधारा, $I' =$

$$I' = I_{AB} \times \frac{R_{BG}}{R_{BG} + R_{BF}} = 7 \times \frac{40}{40 + 16} = 5A \text{ (B ते C पर्यंत)}$$



आकृती 1.76: परीपथ

150 V स्त्रोत्र त्याच्या अंतर्गत रोधाने (म्हणजे शॉर्ट परीपथ) बदलून, मूळ परीपथ, आकृती 1.76 प्रमाणे कमी करून, समतुल्य प्रतिकार,

$$R_{eq}'' = [(R_1 \parallel R_3) + R_2] \parallel R_4 + R_5 = [(10 \parallel 40) + 10] \parallel 24 + 8$$

$$\text{शाखा DC द्वारे विद्युतधारा} = \frac{V_2}{R_{eq}''} = \frac{128}{128/7} = 7A$$

शाखा CB द्वारे चालू, I''

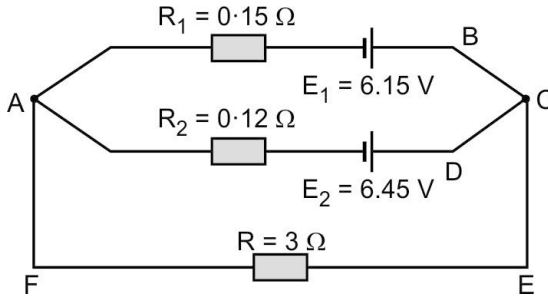
$$I'' = I_{DC} \times \frac{R_{CF}}{R_{CG} + R_{CF}} = 7 \times \frac{24}{18 + 24} = 4A \text{ (C ते B पर्यंत)}$$

विद्युतधारा,

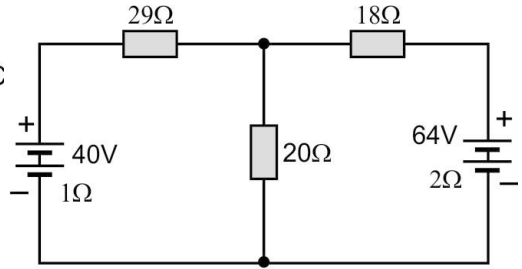
$$I = I' - I'' = 5 - 4 = 1A \text{ (उत्तर)}$$

अभ्यास

- सुपरपोजिशन प्रमेय वापरून, आकृती 1.77 मध्ये दाखवलेल्या रोध मधील विद्युतधारा शोधा. $R_1 = 0.15\Omega$, $R_2 = 0.12\Omega$, $R = 3\Omega$, $E_1 = 6.15V$, $E_2 = 6.45V$. सेल्सचा अंतर्गत रोध नगण्य आहे. (उत्तर 2.06A)

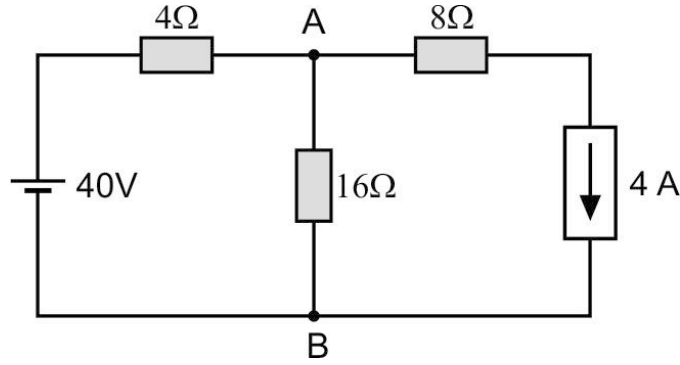


आकृती 1.77: परीपथ



आकृती 1.78: परीपथ

- आकृती 1.78 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथामध्ये सुपरपोजिशन प्रमेयानुसार शाखा प्रवाह निश्चित करा. (उत्तर 0.2A, 1.5A, 1.7A)
- सुपरपोजिशन प्रमेय वापरून खालील परिपथामध्ये (आकृती 1.79) मध्ये 16Ω रोधद्वारे विद्युतधारा निश्चित करा. (उत्तर 1.2A पासून B ते A)



आकृती 1.79: परीपथ

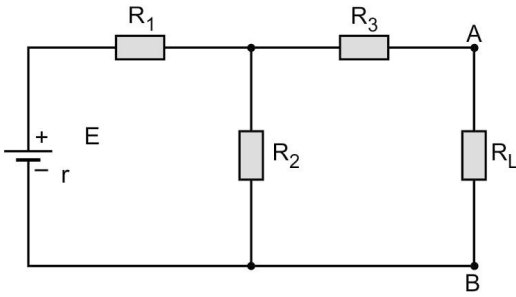
1.21 थेवेनिनचे प्रमेय

थेवेनिनचे प्रमेय व्याख्या: परिपथाच्या कोणत्याही दोन टर्मिनल्समध्ये जोडलेल्या रोधमधून वाहणारा प्रवाह, उर्वरित परिपथाचे, E_{th} ईएमएफचा विद्युतदाब स्त्रोत आणि अंतर्गत रोध R_{th} मध्ये रूपांतरित करून मोजता येतो.

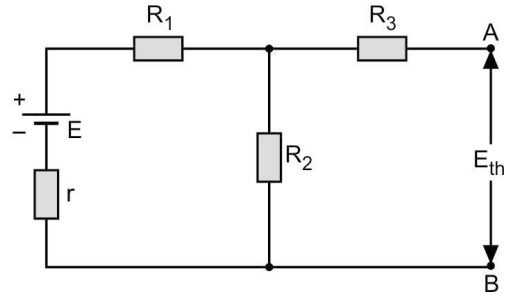
E_{th} = दिलेल्या शाखेच्या दोन टर्मिनल मधील ओपन परीपथ विद्युतदाब, ज्याला थेवेनिन विद्युतदाब म्हणतात.

R_{th} = परिपथाचा समतुल्य रोध, दिलेल्या टर्मिनल्ससापेक्ष, इतर सर्व स्त्रोत त्यांच्या अंतर्गत रोधांनी, ज्याला थेवेनिन रोध म्हणतात.

उदाहरणासाठी, आकृती 1.80 मध्ये दाखवलेल्या विचार करा. लोड रोध द्वारे विद्युतप्रवाह निर्धारित करण्यासाठी खालील चरणांसह पुढे जा:



आकृती 1.80: मूळ परिपथ

आकृती 1.81: E_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ

रोध R_L काढा, ज्यामध्ये विद्युतधारा निश्चित करायचा आहे, अशा प्रकारे ओपन परीपथ तयार करा

आकृती 1.81 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे टर्मिनल A आणि B दरम्यान. ओपन परीपथ विद्युतदाब निर्धारित करा (थेवेनिन विद्युतदाब E_{th}) टर्मिनल A आणि B दरम्यान, विद्युतदाब

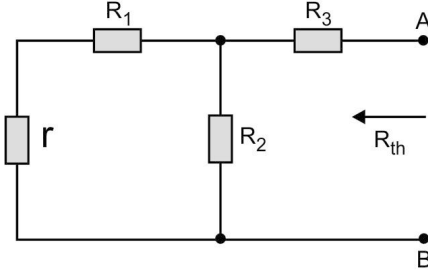
$$R_2 = I_2 R_2$$

$$E_{th} = \left(\frac{E}{r + R_1 + R_2} \right) R_2$$

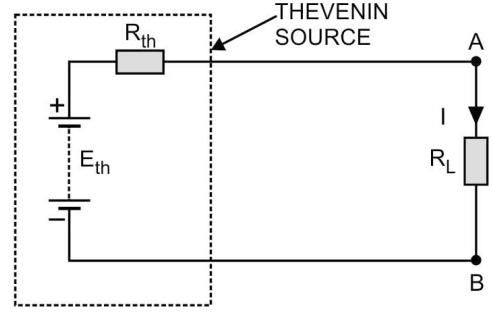
स्त्रोत (बॅटरी) त्याच्या अंतर्गत रोधाने बदला आणि रोध R_{th} निश्चित करा. (आकृती 1.82 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे A आणि B टर्मिनल वरून पाहिल्यानंतर परिपथाचा रोध).

$$R_{th} = \frac{(r + R_1) R_2}{(r + R_1) + R_2} + R_3$$

आकृती 1.83 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, ईएमएफ E_{th} आणि अंतर्गतरोध R_{th} असलेल्या एकाच थेवेनिन विद्युतदाब स्रोताद्वारे संपूर्ण नेटवर्क पुनर्स्थित करून आकृती 1.83 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे.



आकृती 1.82: R_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ



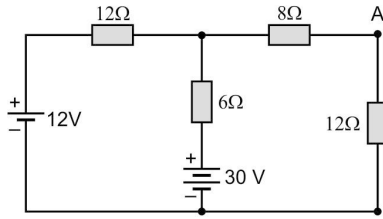
कृती 1.83: थेवेनिन परिपथ

लोड रोध R_L आर कनेक्ट करात्याच्या टर्मिनल A आणि B वर परत जिथून ते काढले गेले.

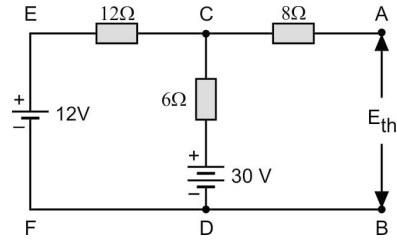
भार रोध R_L मधून वाहणारा प्रवाह ओहमचा प्रमेय वापरून निश्चित करा

$$I = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_L}$$

उदाहरण 1.18. आकृती 1.84 मध्ये दाखवलेल्या विद्युत परिपथात, थेवेनिनच्या प्रमेयाचा वापर करून, AB टर्मिनलवर जोडलेल्या 12Ω रोधद्वारे विद्युतप्रवाह निश्चित करा.



आकृती 1.84: मूळ परिपथ



आकृती 1.85: E_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ

उपाय: E_{th} ठरवण्यासाठी आकृती 1.85 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे A आणि B टर्मिनल उघडा.

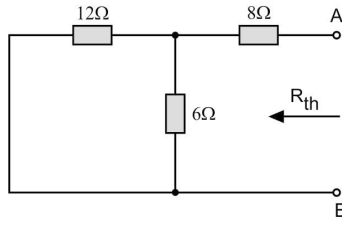
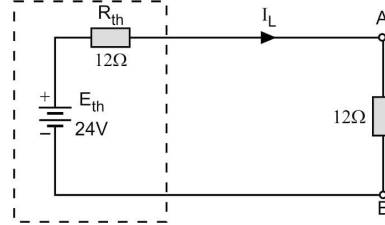
परीपथ $DCEFD$ मध्ये विद्युतधारा,

$$I = \frac{30 - 12}{12 + 6} = \frac{18}{18} = 1A$$

AB टर्मिनल्स ओपन परीपथ विद्युतदाब, म्हणजे

$$E_{th} = 30 - 1 \times 6 = 24V$$

रोध R_{th} टर्मिनल A आणि सर्व अनियमित B माध्यमातून पाहिले तेव्हा नेटवर्क, आकृती 1.86 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे स्त्रोत्र शॉर्ट परीपथ केले जात आहेत.


 आकृती 1.86: R_{th} मोजण्यासाठीचे परिपथ


आकृती 1.87: थेवेनिन परिपथ

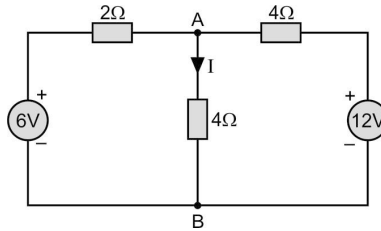
$$R_{th} = 8 + (6 \parallel 12) = 8 + \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 12 \Omega$$

आकृती 1.87 मध्ये थेवेनिन परिपथ दाखवलेले आहे. टर्मिनल AB सापेक्ष जोडलेल्या 12Ω रोधद्वारे होणारा विद्युतप्रवाह-

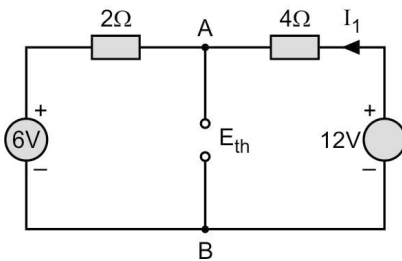
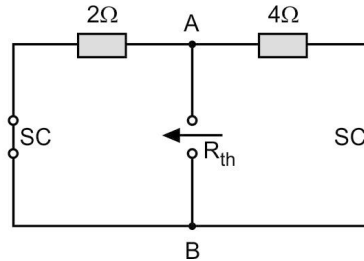
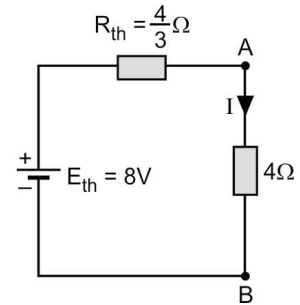
$$I_L = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{24}{12 + 12} = 1A \text{ (Ans.)}$$

उदाहरण 1.19. आकृती 1.88 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथामध्ये थेवेनिनचे प्रमेय वापरून विद्युतप्रवाह शोधा.

उपाय: AB च्या सापेक्ष, थेवेनिन विद्युतदाब किंवा ओपन परिपथ विद्युतदाब निश्चित करण्यासाठी 4Ω चा रोध, आकृती 1.89 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, काढून टाका.



आकृती 1.88: मूळ परिपथ


 आकृती 1.89: E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ

 आकृती 1.90: R_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ


आकृती 1.91: थेवेनिन परिपथ

आकृती 1.89 मध्ये दाखवलेल्या परिपथामध्ये विद्युतधारा.

$$I_1 = \frac{12 - 6}{2 + 4} = \frac{6}{6} = 1A$$

AB ओपन परिपथ विद्युतदाब अर्थात थेवेनिन विद्युतदाब,

$$E_{th} = 12 - 4 \times 1 = 8V$$

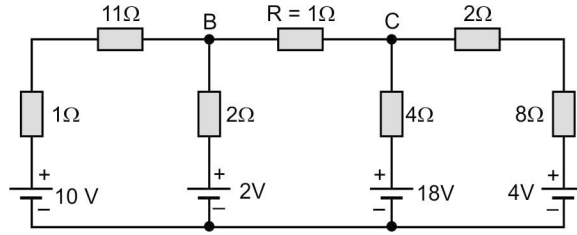
आकृती 1.90 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, टर्मिनल AB मध्ये पहाताना, थेवेनिन रोध निश्चित करण्यासाठी, विद्युतदाब स्त्रोत्र त्यांच्या अंतर्गत रोधाद्वारे बदला, म्हणजेच शॉर्ट परिपथ.

$$R_{th} = 2 \parallel 4 = \frac{2 \times 4}{2 + 4} = \frac{4}{3} \Omega$$

थेवेनिन समतुल्य परीपथ आकृती 1.91 मध्ये दर्शविले आहे. AB मध्ये जोडलेल्या 4Ω रोधमध्ये विद्युतधारा,

$$I_L = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{8}{\frac{4}{3} + 4} = \frac{8}{\frac{16}{3}} = \frac{8}{16} \times 3 = 1.5A \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 1.20. आकृती 1.92 च्या BC टर्मिनलवर थेवेनिनचे समतुल्य परीपथ शोधा. म्हणून, रोध $R = 1\Omega$ द्वारे प्रवाहित होणारी विद्युतधारा ठरावा.

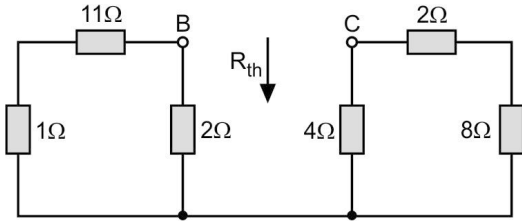


आकृती 1.92: परीपथ

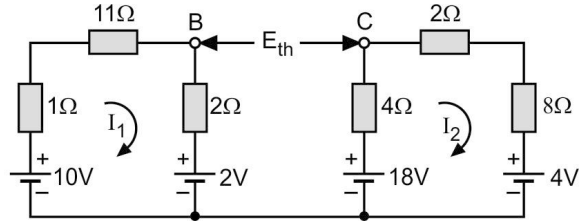
उपाय: आकृती 1.93 प्रमाणे, BC टर्मिनल सापेक्ष थेवेनिन समतुल्य रोध ठरवण्यासाठी, सर्व विद्युतदाब स्त्रोत्र त्यांच्या अंतर्गत रोधाने बदला.

$$R_{th} = [(11 + 1) \parallel 2] \parallel [(2 + 8) \parallel 4]$$

$$= \left[\frac{2 \times 12}{2 + 12} \right] \parallel \left[\frac{10 \times 4}{10 + 4} \right] = \left(\frac{12}{7} \right) \parallel \left(\frac{20}{7} \right) = \frac{15}{14} = 1.0714 \Omega$$



आकृती 1.93: R_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ



आकृती 1.94: E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ

BC टर्मिनल्स ओपन परीपथ विद्युतदाब (म्हणजे थेवेनिन विद्युतदाब) निश्चित करण्यासाठी, आकृती 1.94 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ पुन्हा काढा

टर्मिनल B च्या लूपमध्ये विद्युतधारा,

$$I_1 = \frac{10 - 2}{11 + 1 + 2} = \frac{8}{14} = \frac{4}{7} A$$

बिंदू B वर विद्युतदाब

$$V_B = 10 - \frac{4}{7} (1 + 11) = \frac{22}{7} \text{ V}$$

टर्मिनल C च्या लूपमध्ये विद्युतधारा,

$$I_2 = \frac{18 - 4}{4 + 2 + 8} = \frac{14}{14} = 1 \text{ A}$$

बिंदू C वर विद्युतदाब

$$V_C = 18 - 4 \times 1 = 14 \text{ V}$$

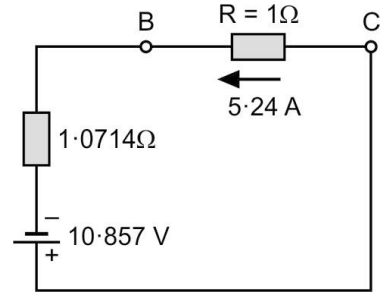
थेवेनिन विद्युतदाब,

$$E_{th} = V_{CB} = V_C - V_B \left(14 - \frac{22}{7} \right) = \frac{76}{7} \\ = 10.857 \text{ V}$$

थेवेनिन चे समतुल्य परीपथ आकृती 1.95 मध्ये दर्शविले आहे.

$R = 1\Omega$ च्या रोधातून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा

$$I = \frac{E_{th}}{R_{th} + R} = \frac{10.857}{1.0714 + 1} \\ = 5.24 \text{ A (उत्तर)}$$



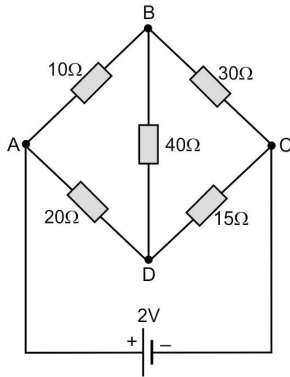
आकृती 1.95: थेवेनिन परिपथ

उदाहरण 1.21. ABCD ब्रिज परिपथ खालीलप्रमाणे जोडले आहे: टर्मिनल A-B; B-C; C-D; D-A आणि B-D दरम्यान रोध अनुक्रमे 10, 30, 15, 20 आणि 40 ओहम आहेत. 2 V नगण्य अंतर्गत रोधाची बॅटरी टर्मिनल A आणि C दरम्यान जोडलेली आहे. थेवेनिन प्रमेय लागू करून 40 ओहम रोधमध्ये विद्युतधारा चे मूल्य आणि दिशा ठरावा.

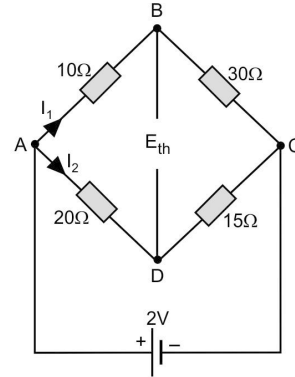
उपाय: ब्रिज परीपथ आकृती 1.96 मध्ये दर्शविले आहे. थेवेनिन विद्युतदाब E_{th} निश्चित करण्यासाठी 40 ओहम रोध काढा. मग आकृती 1.97 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ कमी केले आहे.

$$\text{ABC शाखेतील विद्युतधारा } I_1 = \frac{2}{10 + 30} = 0.05 \text{ A}$$

$$\text{ADC शाखेतील विद्युतधारा } I_2 = \frac{2}{20 + 15} = 0.05714 \text{ A}$$



आकृती 1.96: सांख्यिकीप्रमाणे मूळ परिपथ



आकृती 1.97: E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ

बिंदु B, D, वर विद्युतदाब

$$V_B = 2 - 0.05 \times 10 = 1.5V$$

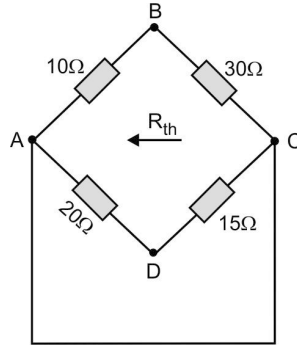
$$V_D = 2 - 0.05714 \times 20 = 0.857V$$

टर्मिनल B आणि D मध्ये विभवांतर म्हणजे

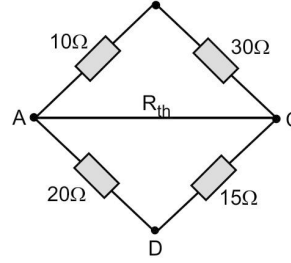
थेवेनिन विद्युतदाब,

$$E_{th} = 1.5 - 0.857 = 0.643V$$

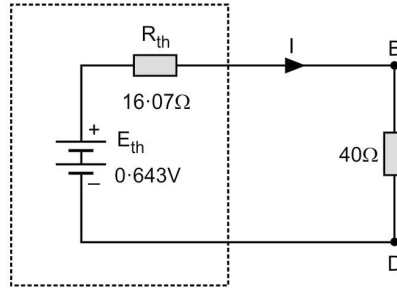
आकृती 1.98 (अ) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे B आणि D टर्मिनलमध्ये पाहताना R_{th} रोध निश्चित करण्यासाठी, स्तोत्र त्याच्या अंतर्गत रोधाद्वारे(या प्रकरणात शून्य) बदलला जातो. आकृती 1.98 (ब) दाखवल्याप्रमाणे परीपथ पुढे सरलीकृत केले आहे.



आकृती 1.98: (अ) स्तोत्र बदल केलेला परिपथ



आकृती 1.98: (ब) सरलीकृत परिपथ



आकृती 1.99: थेवेनिन परीपथ

थोडा विचार केल्यास हे दिसून येईल की टर्मिनल B आणि D मधील रोध म्हणजे थेवेनिन रोध,

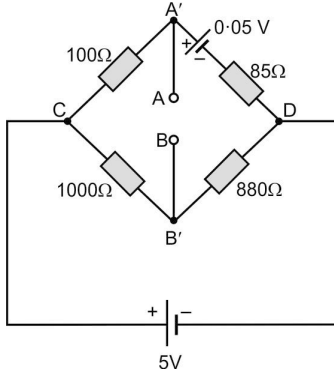
$$R_{th} = \frac{10 \times 30}{10 + 30} + \frac{20 \times 15}{20 + 15} = 7.5 + 8.57 = 16.07\Omega$$

शोधित परीपथ आकृती 1.99 मध्ये दर्शविले आहे. 40 ओहम रोध मध्ये विद्युतधारा-

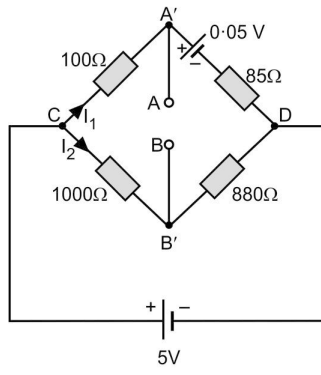
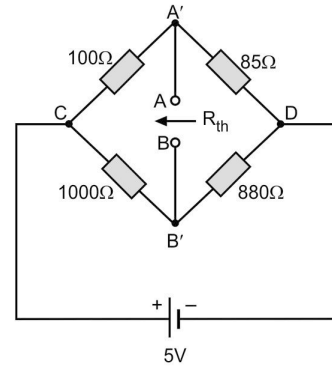
$$I = \frac{0.643}{16.07 + 40} = 11.467 \text{ mA}$$

उदाहरण 1.22. थेवेनिनचे प्रमेयाची व्याख्या द्या आणि आकृती 1.100 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, टर्मिनल A आणि B दरम्यान जोडलेल्या 1000Ω रोधमध्ये विद्युतधारेची गणना करा.

उपाय: AB सापेक्ष ओपन परिपथ विद्युतदाब, म्हणजेच E_{th} , निश्चित करण्यासाठी, आकृती 1.101 चा विचार करा.



आकृती 1.100: मूळ परिपथ


 आकृती 1.101: E_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ

 आकृती 1.102: R_{th} गणना करण्यासाठीचे परिपथ

विद्युतधारा

$$I_1 = \frac{5 - 0.05}{100 + 85} = \frac{4.95}{185} \text{ A}$$

बिंदू A वरील विभव

$$V_A = V_C - I_1 \times 100 = 5 - \frac{4.95}{185} \times 100 = 2.324 \text{ V}$$

विद्युतधारा

$$I_2 = \frac{5}{1000 + 880} = \frac{5}{1880} \text{ A}$$

बिंदू B वरील विभव,

$$V_B = V_C - I_2 \times 1000 = 5 - \frac{5}{1880} \times 1000 = 2.340 \text{ V}$$

टर्मिनल B टर्मिनल A पेक्षा उच्च विभवावर आहे.

 थेवेनिन विद्युतदाब, $E_{th} = V_{BA} = 2.340 - 2.324 = 0.016 \text{ V}$

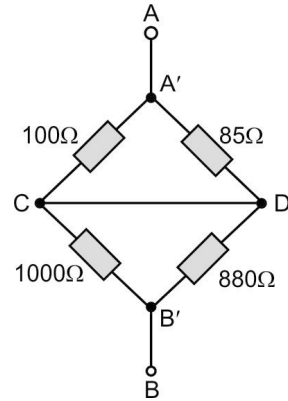
बॅटरींना त्यांच्या अंतर्गत रोधाने बदलून (म्हणजे शून्यप्रतिकार), आकृती 1.102 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परिपथ बनते. आकृती 1.102 (ब) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परिपथ पुढे सरलीकृत केले जाऊ शकते.

$$\begin{aligned} R_{th} &= R_{AB} = 100 \parallel 85 + 1000 \parallel 880 \\ &= \frac{100 \times 85}{100 + 85} + \frac{1000 \times 880}{1000 + 880} \\ &= 45.946 + 468.085 = 514.031 \Omega \end{aligned}$$

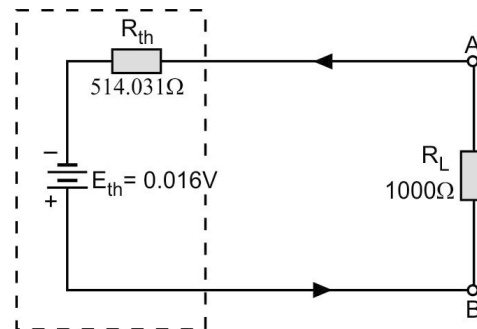
AB च्या सापेक्ष जोडले असताना 1000Ω रोधमध्ये विद्युतधारा,

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{0.016}{514.031 + 1000} \\ &= \frac{0.016}{1514.031} = 10.6344 \mu\text{A} \text{ (उत्तर)} \end{aligned}$$

विद्युत प्रवाह टर्मिनल B ते A पर्यंत वाहतो.

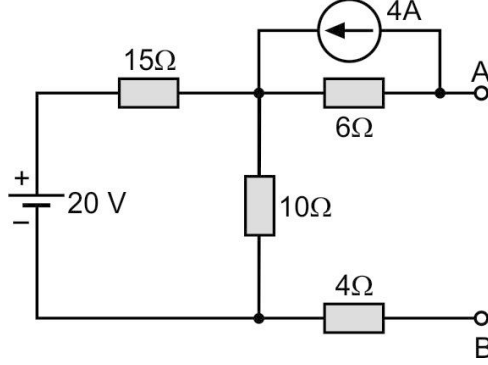


आकृती 1.102: सरलीकृत परिपथ



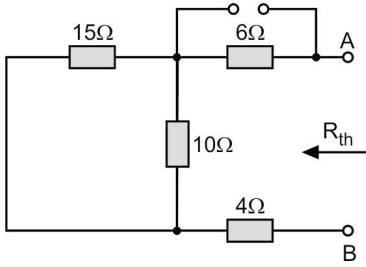
आकृती 1.103: थेवेनिन परिपथ

उदाहरण 1.23. आकृती 1.104 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथ टर्मिनल जोडी AB साठी थेवेनिनचे समतुल्य परीपथ शोधा.

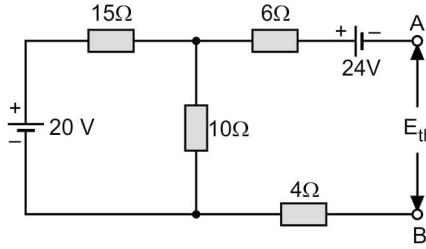


आकृती 1.104: परीपथ

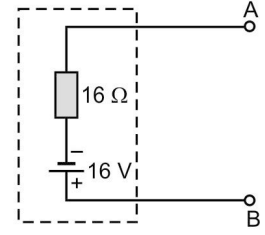
उपाय: आकृती 1.105 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, टर्मिनल AB च्या सापेक्ष, थेवेनिनचे समतुल्य रोध R_{th} निश्चित करण्यासाठी विद्युतदाब परीपथ स्त्रोत शॉर्ट सर्किट आणि विद्युतधारा स्त्रोत ओपन सर्किट आहे.



आकृती 1.105: परीपथ



आकृती 1.106: परीपथ



आकृती 1.107: परीपथ

$$R_{th} = 6 + (15 \parallel 10) + 4 = 6 + \frac{15 \times 10}{15 + 10} + 4 = 16 \Omega$$

6Ω रोध स्त्रोताशी जोडलेला $4A$ चा विद्युतधारा स्त्रोत समतुल्य विद्युतदाब स्त्रोतामध्ये रूपांतरित केल्यानंतर, आकृती 1.106 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ बनते.

टर्मिनल A आणि B ओपन परीपथ चा विचार केल्यास $4A$ आणि 6Ω च्या रोधद्वारे विद्युतधारा प्रवाहित होत नाही (म्हणूनच त्यांच्यामध्ये विद्युतदाब ड्रॉप होत नाही),

$$10\Omega \text{ रोधाच्या सापेक्ष विद्युतदाब} = \frac{20}{15 + 10} \times 10 = 8V$$

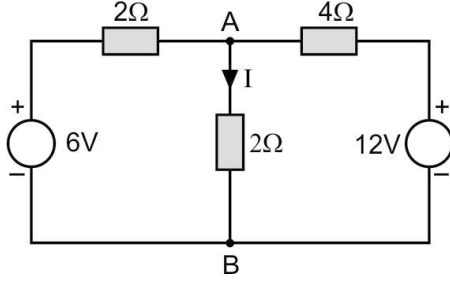
थेवेनिन विद्युतदाब

$$E_{th} = 8 - 24 = -16V$$

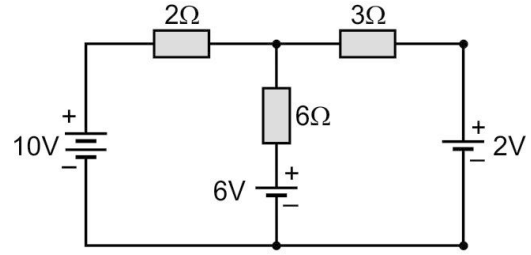
थेवेनिनचे समतुल्य परीपथ आकृती 1.107 मध्ये दर्शविले आहे.

सराव प्रश्न

1. आकृती 1.108 मध्ये दाखवलेल्या परिपथात थेवेनिन प्रमेय वापरून विद्युतप्रवाह शोधा. (उत्तर $2.4A$)

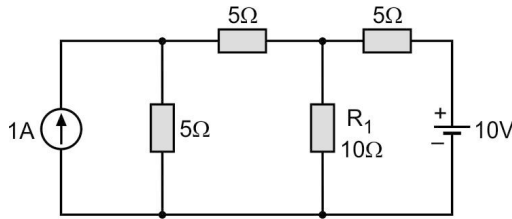


आकृती 1.108: परीपथ

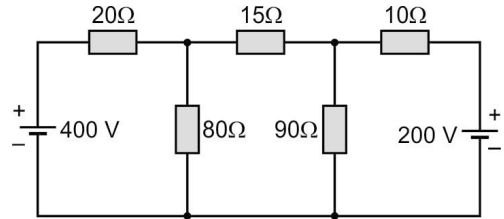


आकृती 1.109: परीपथ

2. थेवेनिन प्रमेय वापरून आकृती 1.109 मधील 3Ω रोधमध्ये विद्युतधारा शोधा. (उत्तर $1.556A$)
3. आकृती. 1.110 मधील परिपथासाठी मेश समीकरण पद्धत वापरून, रोध R_1 (उत्तर $0.625A$)
4. थेवेनिन प्रमेय लागू करून, आकृती 1.111 मध्ये दाखवलेल्या परिपथाच्या 15Ω रोधमध्ये विद्युतधारा शोधा. (उत्तर $3.5A$)

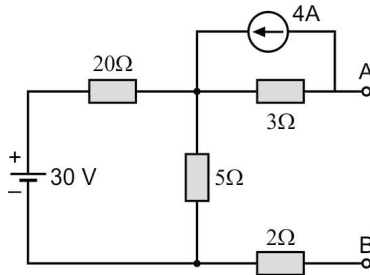


आकृती 1.110: परीपथ

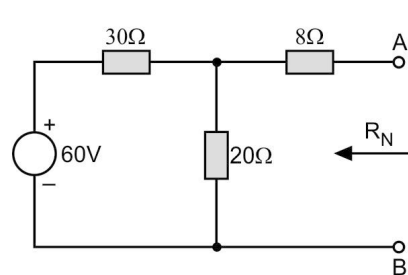


आकृती 1.111: परीपथ

5. आकृती 1.112 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथाच्या टर्मिनल जोडी AB साठी थेवेनिन चे समतुल्य परीपथ शोधा. (उत्तर $E_{th} = -6V, R_{th} = 9\Omega$)



आकृती 1.112: परीपथ



आकृती 1.113: परीपथ

6. AB च्या सापेक्ष थेवेनिन समतुल्य परीपथ काढा आणि आकृती 1.113 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथासाठी $12W$ रोधातून वाहणारा विद्युत प्रवाह निश्चित करा (उत्तर $4.533A$)

1.22 नॉर्टनचे प्रमेय

नॉर्टन प्रमेयाची व्याख्या: परिपथाच्या कोणत्याही दोन टर्मिनल्समध्ये जोडलेल्या रोधमधून वाहणारा प्रवाह, संपूर्ण परिपथाला एक विद्युतधारा स्त्रोत, ज्याची रोध R_N च्या समांतर आउटपुट विद्युतधारा I_N आहे, मध्ये रूपांतरित करून निर्धारित करता येते.

जसे कि-

I_N = स्त्रोताद्वारे पुरवलेली शॉर्ट परीपथ विद्युतधारा, जी दोन निवडक टर्मिनल, जेव्हा ते शॉर्ट परीपथ असतात, दरम्यान वाहते आणि ज्याला सामान्यतः नॉर्टन विद्युतधारा म्हणतात.

R_N = दोन टर्मिनलच्या सापेक्ष परिपथाचा सममूल्य रोध, जेव्हा सर्व इएमफ स्त्रोत त्याच्या अंतर्गत रोधाने आणि सर्व विद्युतधारा स्त्रोत खुल्या परिपथाने बदलली जातात. सामान्यतः यास नॉर्टन रोध असे म्हणतात.

नॉर्टनचे समतुल्य परीपथ निश्चित करण्यासाठी चरण

- लोड रोध जोडलेले टर्मिनल शॉर्ट सर्किट करून त्याद्वारे प्रवाहित होणारी विद्युतधारा मोजा. हा नॉर्टन विद्युतधारा I_N आहे
- प्रत्येक विद्युतदाब स्त्रोताला त्याच्या अंतर्गत रोधासह मालिकेत शॉर्ट परीपथ द्वारे पुनर्स्थित करा. आणि प्रत्येक विद्युतधारा स्त्रोत त्याच्या अंतर्गत रोधाच्या समांतर ओपन सर्किट द्वारे पुनर्स्थित करा.
- परिपथाच्या टर्मिनल्स वरून गणना करून परिपथाचे रोध R_N चे मूल्य निर्धारित करा (त्याचे मूल्य आहे R_{th} प्रमाणेच असते).

1.23 थेवेनिन आणि नॉर्टन समतुल्य परीपथाचे एकमेकात रूपांतरण

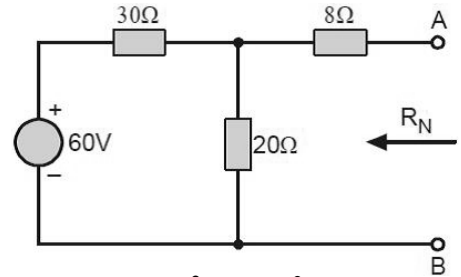
एक थेवेनिन समतुल्य त्याचे नॉर्टनच्या समतुल्य आणि त्याउलट रूपांतरित केले जाऊ शकते. व्याख्येनुसार, नॉर्टनचे विद्युतधारा स्त्रोत हे विद्युतधारा I_{SC} किंवा I_N , जी टर्मिनल A आणि B च्या सापेक्ष शॉर्ट सर्किट असताना, प्रवाहित होते.

$$\text{त्यामुळे} \quad I_{SC} = \frac{E_{th}}{R_{th}}$$

त्याचप्रमाणे, नॉर्टनचे परीपथ त्याचे थेवेनिनच्या समकक्षात रूपांतरित केले जाऊ शकते. थेवेनिनच्या समतुल्य स्त्रोत V_{OC} किंवा E_{th} हे ओपन परीपथ वरील विद्युतदाब आहे आणि म्हणून दिले जाते

$$V_{OC} \text{ or } E_{th} = I_{SC} R_{th}$$

प्रत्येक प्रमेय एकदुसऱ्याचे ड्युएल आहेत.



आकृती 1.114: परीपथ

उदाहरण 1.24. आकृती 1.114 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथासाठी, नॉर्टन विद्युतधारा आणि 'AB' मधून दिसणारा समतुल्य रोध मोजा.

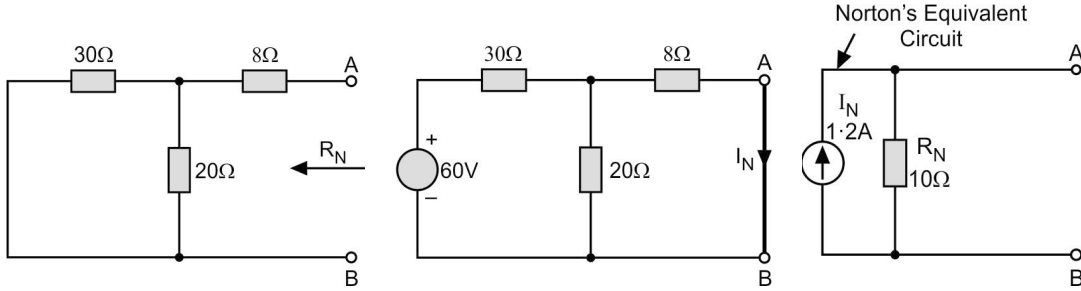
उपाय: टर्मिनल A आणि B च्या संधर्भात परिपथाचा समतुल्य प्रतिकार, आकृती 1.115 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे आहे.

$$\begin{aligned} R_N &= (30 \parallel 20) + 8 \\ &= \frac{30 \times 20}{30 + 20} + 8 \\ &= 12 + 8 = 20\Omega \text{ (उत्तर)} \end{aligned}$$

60V स्त्रोताद्वारे पुरवलेली विद्युतप्रवाह, जेव्हा टर्मिनल A आणि B मध्ये, आकृती 1.116 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे शॉर्ट परीपथ

केले जातात.

$$I = \frac{60}{30 + (8 \parallel 20)} = \frac{60}{30 + \frac{8 \times 20}{8 + 20}} = \frac{42}{25} \text{ A}$$



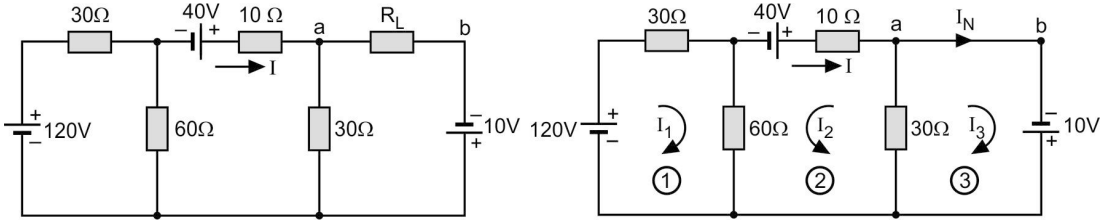
आकृती 1.115: R_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ आकृती 1.116: I_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ आकृती 1.117: नॉर्टन परिपथ

नॉर्टन विद्युतधारा, I_N म्हणजे, आकृती 1.117 प्रमाणे, टर्मिनल A पासून B पर्यंतचा प्रवाह जेव्हा हे शॉर्ट परीपथ केला असतो.

$$I_N = \frac{20}{20+8} \times I = \frac{20}{28} \times \frac{42}{25} = 1.2 \text{ A (उत्तर)}$$

नॉर्टनचे समतुल्य परीपथ आकृती 1.117 मध्ये दर्शविले आहे.

उदाहरण 1.25. आकृती 1.118 मध्ये दाखवलेल्या परीपथ मध्ये R_L द्वारे पाहिल्याप्रमाणे नॉर्टनचे समतुल्य परीपथ शोधा.



आकृती 1.118: परीपथ

आकृती 1.119: I_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ

उपाय: आकृती 1.119 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे नॉर्टनचा प्रवाह I_N असू द्या.

लूप (1) मध्ये केव्हीएल लागू करून, आम्हाला मिळते,

$$30I_1 + 60(I_1 - I_2) = 120$$

$$\text{अथवा } 90I_1 - 60I_2 = 120$$

$$3I_1 - 2I_2 = 4 \quad \dots(i)$$

लूप (2) मध्ये केव्हीएल लावून, आम्हाला मिळते,

$$60(I_2 - I_1) + 10I_2 + 30(I_2 - I_3) = 40$$

$$\text{अथवा } -60I_1 + 100I_2 - 30I_3 = 40$$

$$\text{अथवा } -6I_1 + 10I_2 - 3I_3 = 4 \quad \dots(ii)$$

लूप (3) मध्ये केव्हीएल लावून, आम्हाला मिळते,

$$30(I_3 - I_2) = 10$$

$$\text{अथवा } -30I_2 + 30I_3 = 10 \quad \text{या} \quad -3I_2 + 3I_3 = 1 \quad \dots(iii)$$

समीकरण (ii) आणि (iii) सोडवून, आम्हाला मिळते,

$$-6I_1 + 10I_2 - 1 - 3I_2 = 4 \text{ (since } 3I_3 = 1 + 3I_2\text{)}$$

$$6I_1 + 7I_2 = 5$$

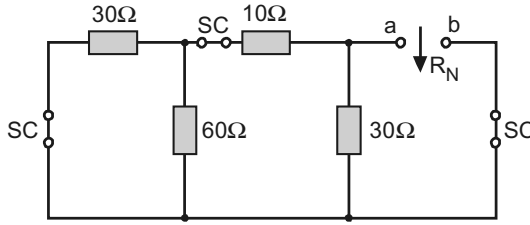
...(iv)

समीकरण (i) ला 2 ने गुणाकार करून आणि समीकरण (iv) सोबत बेरीज करून, आम्हाला मिळते

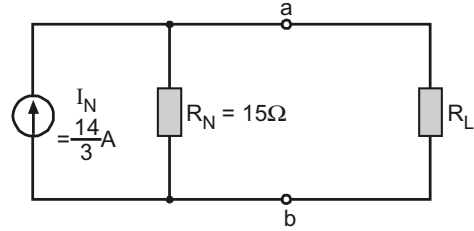
$$I_2 = \frac{13}{3} \text{ A}$$

समीकरण (iii) पासून,

$$I_3 = \frac{1}{3} (1 + 3I_2) = \frac{1}{3} \left(1 + 3 \times \frac{13}{3} \right) = \frac{14}{3} \text{ A}$$



आकृती 1.120: R_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ



आकृती 1.121: नॉर्टन परिपथ

नॉर्टनचे विद्युतधारा

$$I_N = I_3 = \frac{14}{3} \text{ A}$$

आकृती 1. 120 लक्षात घेता.

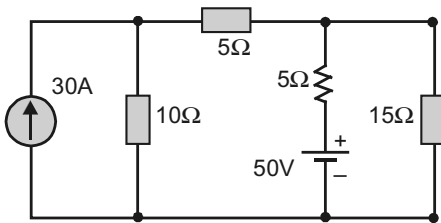
नॉर्टनचा रोध

$$R_N = [(30 \parallel 60) + 10] \parallel 30 = \left(\frac{30 \times 60}{30 + 60} + 10 \right) \parallel 30$$

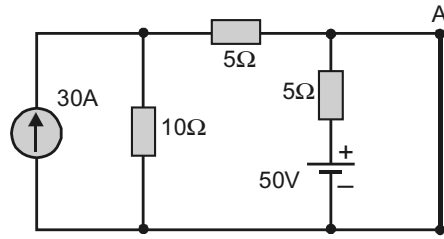
$$= (20 + 10) \parallel 30 = \frac{30 \times 30}{30 + 30} = 15 \Omega$$

नॉर्टनचे समतुल्य परीपथ आकृती 1.121 मध्ये दर्शविले आहे.

उदाहरण 1.26. आकृती 1.122 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथासाठी नॉर्टनचे समतुल्य परीपथ काढा आणि 15Ω रोधमधून वाहणारा प्रवाह निश्चित करा.



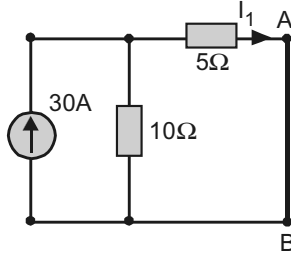
आकृती 1.122: परीपथ



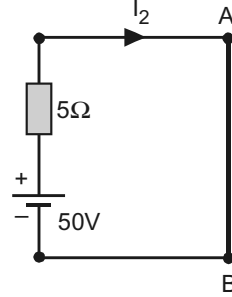
आकृती 1.123: I_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ

उपाय: I_N निश्चित करण्यासाठी, 15Ω रोध काढून टाकला जातो आणि आकृती 1.123 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे टर्मिनल A आणि B शॉर्ट परिपथ आहेत.

$$I_N = I_1 + I_2$$



आकृती 1.124: परीपथ



आकृती 1.125: परीपथ

(i) केवळ विद्युतधारा स्त्रोत लक्षात घेता, आकृती 1.124 प्रमाणे परीपथ कमी होईल

$$I_1 = 30 \times \frac{10}{10 + 5} = 20 \text{ A}$$

(ii) केवळ विद्युतदाब स्त्रोताचा विचार करता, परीपथ आकृती 1.125 प्रमाणे आकृती 1.125 प्रमाणे असेल

$$I_2 = \frac{50}{5} = 10 \text{ A}$$

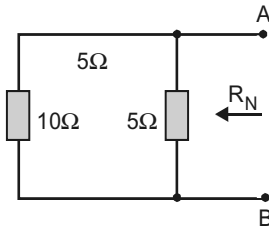
सुपरपोजिशन प्रमेयानुसार:

नॉर्टन विद्युतधारा,

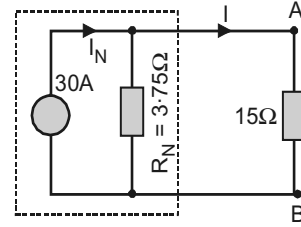
$$I_N = I_1 + I_2 = 20 + 10 = 30 \text{ A (उत्तर)}$$

आता, विद्युतधारा स्त्रोत ओपन सर्किट आणि विद्युतदाब स्त्रोत शॉर्ट सर्किटद्वारे बदलून, परीपथ आकृती 1.126 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे कमी होईल. टर्मिनल A आणि B दरम्यान पाहतांना, नॉर्टन प्रतिरोध,

$$R_N = \frac{5 \times (5 + 10)}{5 + (5 + 10)} = 3.75 \Omega \text{ (उत्तर)}$$



आकृती 1.126: R_N गणना करण्यासाठीचे परिपथ



आकृती 1.127: नॉर्टन परिपथ

नॉर्टनचे समतुल्य परीपथ आकृती 1.127 मध्ये दर्शविले आहे. 15Ω रोधमधून वाहणारा प्रवाह,

$$I = 30 \times \frac{3.75}{3.75 + 15} = 6 \text{ A (उत्तर)}$$

सराव प्रश्न

नॉर्टनच्या प्रमेयाचा वापर करून मागील सराव संचातील नमूद केलेल्या सर्व प्रश्न सोडवा.

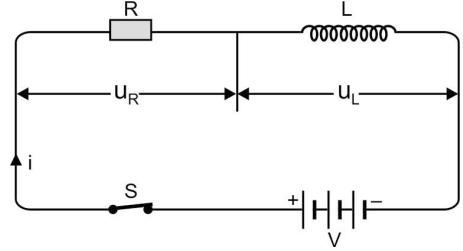
1.24 R_L आणि R_C परीपथ चे वेळेच्या कार्यक्षेत्रात (टाईम डोमेन) विश्लेषण

R_L आणि R_C परिपथाचे वेळेच्या कार्यक्षेत्रात विश्लेषण करण्यासाठी, R_L आणि R_C परीपथ उघडले आणि बंद केले आहेत आणि त्यांच्या परिणामांचे विश्लेषण केले जाते.

1.25 R_L परिपथाचे विश्लेषण (R_L परीपथ बंदकरणे आणि उघडणे)

रोध $R\Omega$ आणि इंडक्शन L हेव्री असलेली कॉइल अंजीरमध्ये दर्शविली आहे. बंद परिपथ स्विच एस द्वारे, प्रवाह हळूहळू वाढतो आणि उच्चतम होण्यास थोडा वेळ लागतो. विलंबाने कारण असे आहे कि जेव्हा विद्युतधारा त्याची उच्चतम मूल्य प्राप्त करण्यासाठी वाढते, तेव्हा कॉइलमध्ये इंड्यूस झालेला इएमएफ (सेल्फ इंड्यूस्ड) विद्युतधारा प्रवाहाच्या वाढीस विरोध करतो.

दिलेली कोणत्याही क्षणी, परिपाठात विद्युतधारा I अँपिअर असेल आणि di/dt . च्या दराने वाढत असेल. तर विद्युतदाब पुरवठा -



आकृती 1.128: RL परिपथाचे क्लोजिंग

$$V = v_R + v_L = iR + L \frac{di}{dt} \left(v_L = e_L = L \frac{di}{dt} \right)$$

काही वेळानंतर, विद्युतधारा (i) ला त्याची उच्चतम मूल्य (I) प्राप्त होते आणि विद्युतधारा बदलाचा दर (di/dt) शून्य होतो. मग -

$$V = IR + 0 \quad \text{या} \quad I = V/R.$$

त्याचप्रमाणे, जेव्हा एक आगमनात्मक परीपथ (किंवा कॉइल) उघडले जाते, तेव्हा प्रवाह त्याचे शून्य मूल्य प्राप्त करत नाही. पण ते हळूहळू कमी होते. अशाप्रकारे, दिष्ट परीपथ मध्ये विद्युतधारेमध्ये बदल (उदय किंवा पतन) विलंब करण्यासाठी इंडक्शनची भूमिका असते. त्याचेवर्तन हे मेकॅनिक्समधील जडत्वाशी साधर्म्य आहे. विद्युतधारा बदलण्यास विलंब, कोणत्याही परिस्थितीत, पुढील लेखांमध्ये स्पष्ट केल्याप्रमाणे R आणि L च्या मूल्यावर अवलंबून आहे.

1.26 इंडक्टिव्ह सर्किट्स मध्ये विद्युतधारेची वाढ

आकृती 1.128 मध्ये दर्शविलेल्या प्रेरक परिपथाचा विचार करा. कोणत्याही क्षणी, वर्तमान मूल्य i अँपिअर असू द्या जे नंतर di/dt च्या दराने बदलत आहे

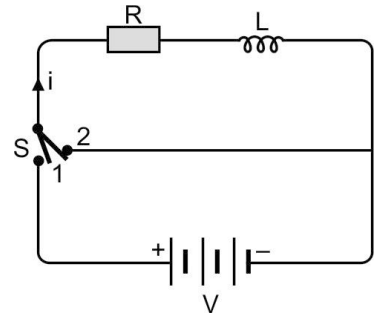
$$V = iR + L \frac{di}{dt}$$

$$(V - iR) = L \frac{di}{dt}$$

$$\text{या} \quad \frac{di}{(V - iR)} = \frac{dt}{L}$$

दोन्ही बाजूंना $-R$ ने गुणाकार करून आणि नंतर एकत्रित करून, आम्हाला मिळते,

$$\int \frac{-R di}{(V - iR)} = -\frac{R}{L} \int dt$$



आकृती 1.129: R-L परिपथाचे ओपनिंग आणि शॉर्ट सर्किटिंग

$$\log_e (V - i R) = -\frac{R}{L}t + K \quad \dots(i)$$

जेथे K इंटीग्रेशन स्थिरांक (कॉन्स्टन्ट) आहे ज्याचे मूल्य सुरुवातीच्या ज्ञात परिस्थितीवरून निश्चित केले जाऊ शकते, म्हणजे $t = 0$ वर; $i = 0$. समीकरण (i) मध्ये ही मूल्ये प्रतिस्थापित करून आम्हाला मिळते,

$$\log_e V = K$$

∴ समीकरण (i) बनते;

$$\begin{aligned} \log_e (V - i R) &= -\frac{R}{L}t + \log_e V \\ \log_e \frac{V - i R}{V} &= -\frac{R}{L}t \\ \frac{V - i R}{V} &= e^{-Rt/L} \quad \text{or} \quad V - i R = V e^{-Rt/L} \\ i &= \frac{V}{R} (1 - e^{-Rt/L}) \end{aligned}$$

आता, व्ही/आर मी परीपथ द्वारे प्राप्त केलेल्या स्थिर प्रवाहाचे अंतिम मूल्य दर्शवते.

$$\begin{aligned} i &= I (1 - e^{-Rt/L}) \\ i &= I (1 - e^{-t/\lambda}) \end{aligned} \quad \dots(ii)$$

जेथे λ ला परिपथाचा वेळ स्थिरांक म्हणतात.

वेळ स्थिरांक

समीकरण (ii) विद्युतधारेचा वेळ (t) सापेक्ष वाढ दर्शविते. E चा घातांक Rt/L आहे. प्रमाणएल/आर मध्ये वेळेचे परिमाण असणे आवश्यक आहे जेणेकरून ई (म्हणजे आरटी/एल) चा घातांक एक संख्या असेल. प्रमाण L/R ला परीपथ चा वेळ स्थिर म्हणतात आणि परीपथ मध्ये वर्तमान वाढीवर परिणाम करते.

ते λ नि सादर केले आहे.

$$\therefore \text{वेळ स्थिरांक, } \lambda = L/R \text{ second}$$

जर वेळ अंतराल $t = \lambda$ (or L/R), then

$$i = I (1 - e^{-1}) = 0.632 I (Rt/L = R \times L/L \times R = 1)$$

म्हणूनच, $R - L$ सर्किट मध्ये विद्युतधारेला वाढताना तिच्या स्थिर मूल्य (I) च्या 0.632 पॅट होण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेस त्या सर्किटचा वेळ स्थिरांक (टाइम कॉन्स्टन्ट) असे म्हणतात.

1.27 प्रेरक (इंडक्टिव्ह) सर्किट मधील विद्युतधारेचे पतन

मालिकेत रोध R आणि इंडक्टन्स L असलेले एक प्रेरक परीपथ आकृती 1.129 मध्ये दर्शविले आहे. जेव्हा कळ (स्विच) स्थिती 1 वर फेकला जातो, परीपथ मधील प्रवाह वाढू लागतो आणि त्याचे अंतिम मूल्य $I (= V/R)$ प्राप्त करते. जर आता, स्विच स्थिती 2 वर फेकला गेला, तर परीपथ मधील विद्युतधारा थांबत नाही. पण हळूहळू शून्यावर कमी होते.

कोणत्याही क्षणी (क्षय दरम्यान), परीपथ मधील प्रवाह i अपिअर असू द्या आणि di/dt च्या दराने कमी होत असताना

$$0 = i R + L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{di}{i} = -\frac{R}{L} dt$$

दोन्ही बाजूंना समाकलित केल्याने आम्हाला मिळते,

$$\log_e i = -\frac{R}{L} t + K \quad \dots(i)$$

जेथे K एकात्मतेचे स्थिरांक आहे ज्याचे मूल्य प्रारंभिक परिस्थितीवरून निश्चित केले जाऊ शकते, म्हणजे टी = 0; $i = I$ ($= V/R$). ही मूल्ये समीकरण (i) मध्ये टाकून, आम्हाला मिळते,

$$\log_e I = 0 + K \quad \text{or} \quad K = \log_e I$$

∴ समीकरण (i) बनते;

$$\log_e i = -\frac{R}{L} t + \log_e I$$

$$\log_e \frac{i}{I} = -\frac{R}{L} t \quad \text{या} \quad \frac{i}{I} = e^{-Rt/L}$$

$$i = I e^{-Rt/L}$$

$$i = I e^{-t/\lambda}$$

...(ii)

जेथे λ ($= L/R$) ला परिपथाचे वेळ स्थिर म्हणतात.

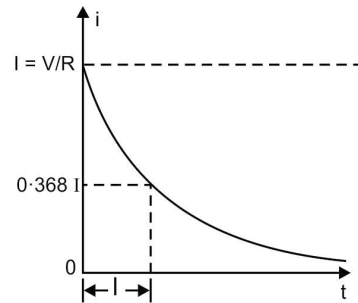
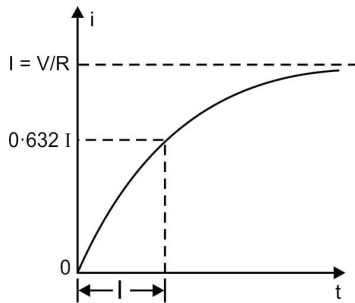
वेळ स्थिरांक (टाइम कॉन्स्टंट)

L/R हे प्रमाण परिपथाचे वेळ स्थिरांक असे म्हटले जाते आणि परिपथामध्ये विद्युतधारेच्या पतनावर परिणाम करते. ते λ द्वारे दर्शविले गेले आहे.

∴ वेळ स्थिर, $\lambda = L/R$ सेकंद

$$i = I e^{-1} = 0.368 I$$

म्हणूनच, $R-L$ परिपथामध्ये, त्याच्या स्थिर मूल्याच्या 0.368 पट गाठण्यासाठी आवश्यक वेळेला (पतन होत असताना) त्या परिपथाचा वेळ स्थिरांक म्हणतात.



आकृती 1.130: विद्युतधारा आणि वेळ या मधील आलेख

आकृती 1.130 (अ) $R-L$ परिपथामध्ये विद्युतधारा आणि वेळ दरम्यान आलेख दर्शविते, जेव्हा ते एका दिष्ट स्रोताच्या सापेक्ष जोडलेले असते. घातांक कायदानुसार परिपथामध्ये विद्युतधारा वाढतो. तर, आकृती 1.130 (ब) दाखवते R_L परीपथ मध्ये विद्युतधारा आकृती 1.130 (ब) $R-L$ परिपथामध्ये विद्युतधारा आणि वेळ दरम्यानचा आलेख, जेव्हा ते शॉर्ट सर्किटनंतर विद्युतधारेचे अंतिम स्थिर मूल्य प्राप्त करते, दाखवते. घातांक नियमानुसार परिपथामध्ये विद्युतधारेचे पतन होते.

उदाहरण 1.27. कॉइलचा रोध आणि प्रेरण अनुक्रमे 4Ω आणि 0.15 m-H आहे. सोलेनॉइडच्या टर्मिनलवर जेव्हा विद्युतधारा $1.5A$ असते, पण $10000A$ प्रति सेकंद दराने वाढत आहे तेव्हा विभवांतर काय असेल?

उपाय: सोलेनॉइड सापेक्ष विद्युतदाब,

$$E = IR + L \frac{di}{dt}$$

कुठे,

$$I = 1.5A ; R = 4\Omega ; L = 0.5 \times 10^{-3} \text{ H}; di/dt = 10000 \text{ A/s};$$

\therefore

$$E = 1.5 \times 4 + 0.15 \times 10^{-3} \times 10000 = 7.5V \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 1.28. 10 ओहम रोध असलेली कॉइल आणि $6H$ चे 100 V स्थिर विद्युतदाबाच्या पुरवठ्यासोबत जोडलेले आहे. शोधा (i) स्विच बंद केल्याच्या क्षणी विद्युत बदलाचा दर; (ii) अंतिम स्थिर मूल्य; (iii) वेळ स्थिरांक (iv) विद्युतधारेला $4A$ च्या मूल्यापर्यंत पोहोचण्यासाठी लागलेला वेळ

उपाय: आम्हाला माहित आहे की

$$V = iR + L \frac{di}{dt}$$

(i) स्विच बंद करताना $i = 0$

$$\therefore 100 = 0 + 6 \frac{di}{dt} \quad \text{or} \quad \frac{di}{dt} = \frac{100}{6} = 16.67 \text{ A/sec (उत्तर)}$$

(ii) अंतिम स्थिर मूल्य, $I = V/R = 100/10 = 10 \text{ A}$ (उत्तर)

(iii) वेळ स्थिरांक, $\lambda = L/R = 12/20 = 0.6$ (उत्तर.)

(iv) आता, $i = I(1 - e^{-t/\lambda})$

$$\text{अथवा} \quad 4 = 10(1 - e^{-t/0.6}) \quad \text{or} \quad 0.4 = 1 - e^{-t/0.6}$$

$$\text{अथवा} \quad e^{-t/0.6} = 0.6 \quad \text{or} \quad e^{t/0.6} = 1/0.6 = 1.67$$

$$\text{अथवा} \quad (t/0.6) \log_e e = \log_e 1.67 \quad \text{or} \quad t/0.6 = \log_e 1.67$$

$$\text{अथवा} \quad t = 0.6 \times 0.5128 = 0.3077 \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 1.29. 5 व्होल्टच्या बॅटरी स्त्रोताशी जोडलेल्या $R - L$ परीपथ चा विचार करा. जर $R = 5$ ओहम आणि $L = 5$ हेन्री, इंडक्टन्सद्वारे विद्युतधारा $i(t)$ शोधा. स्त्रोत चालू करताना आणि चालू केल्यानंतर पुरेसा वेळ निघून गेल्यावर रोध आणि प्रेरकाच्या सापेक्ष स्वतंत्रपणे विद्युतदाब शोधा.

उपाय: परीपथ मधून वाहणारा प्रवाह खालील समीकरणाद्वारे दिला जातो-

$$i(t) = \frac{V}{R}(1 - e^{-Rt/L})$$

$$V = 5V; R = 5\Omega \text{ आणि } L = 5H.$$

$$i(t) = \frac{5}{5}(1 - e^{-t}) = 1 - e^{-t}$$

(i) स्विचिंगच्या वेळी, $t = 0$

$$\therefore i(t) = 1 - e^{-0} = 0$$

$$\text{आता,} \quad V = iR + L \frac{di}{dt}$$

रोध सापेक्ष विद्युतदाब, $iR = 0$ V (उत्तर)

प्रेरकाच्या सापेक्ष विद्युतदाब $= L di/dt = 5$ V (उत्तर)

(ii) जेव्हा पुरेसा वेळ व्यतीत झाला, म्हणजेच $t \rightarrow \infty$

$$i(t) = 1 - e^{-\infty} = 1$$

\therefore रोधाच्या सापेक्ष विद्युतदाब,

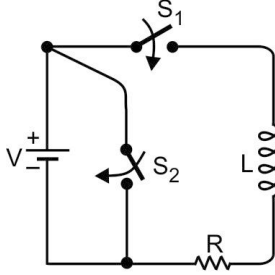
$$iR = 5 \text{ V (उत्तर)}$$

प्रेरकाच्या सापेक्ष विद्युतदाब,

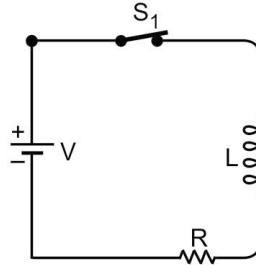
$$L \frac{di}{dt} = 0 \text{ V (उत्तर)}$$

उदाहरण 1.30. आकृती 1.131 मध्ये दर्शविलेल्या एकसर R-L सर्किट बॅटरी आणि एक कळ (स्विच) यांच्याशी जोडलेला आहे. स्विच S_1 $t = 2$ सेकंदाने बंद होते; स्विच S_2 $t = 5$ सेकंदाने बंद होते. (i) रोध R मध्ये विद्युतधारा $i(t)$ शोधा; (ii) विद्युतधारा $i(t)$ $0 \leq t \leq 10$ सेकंदासाठी मोजणीप्रमाणे (स्केल) प्लॉट करा. $R/L = 100$ असे गृहीत धरा.

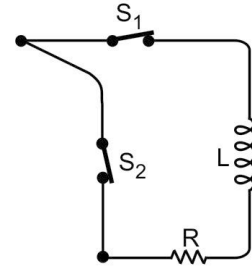
उपाय: S_1 स्विच बंद आहे आणि S_2 स्विच खुले राहते आकृती 1.132 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परीपथ होते. स्विच 2 सेकंदांनंतर बंद होतो, म्हणून 2 सेकंदांपर्यंत कोणतेही विद्युतधारा (OA) परिपथाद्वारे प्रवाहित होत नाही.



आकृती 1.131: मूळ परिपथ



आकृती 1.132: जेव्हा कळ S_1 बंद आणि कळ S_2 खुला असते



आकृती 1.133: जेव्हा कळ S_1 खुला आणि कळ S_2 बंद असते

2 सेकंदांनंतर, जेव्हा S_1 स्विच बंद होते, तेव्हा विद्युतधारा वेगाने (AB) दिलेल्या समीकरणाप्रमाणे वाढू लागते-

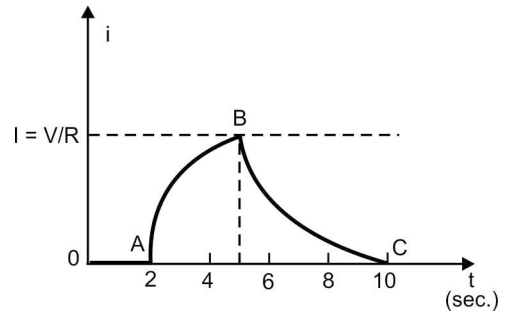
$$i(t) = \frac{V}{R} (1 - e^{-Rt/L})$$

$$= \frac{V}{R} (1 - e^{-100t})$$

$t = 5$ सेकंदांनंतर, स्विच S_2 बंद आहे आणि परीपथ आकृती 1.133 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे बनते. विद्युतधारा चे घातांक कायद्यानुसार (BC) पतन सुरू होते आणि त्याचे समीकरणाने -

$$i(t) = \frac{V}{R} (e^{-Rt/L}) = \frac{V}{R} (e^{-100t})$$

विद्युतधारा आणि वेळ यांच्यातील आलेख आकृती 1.134 मध्ये दाखवला आहे.



आकृती 1.134: i आणि t मधील आलेख

उदाहरण 1.31. $L = 5H$ आणि $R = 10\Omega$ असलेली कॉइल स्थिर $180V$ पुरवठा स्त्रोताशी जोडलेले आहे. रोध सापेक्ष विद्युतदाब $90V$ पर्यंत पोहोचण्यासाठी किती वेळ लागतो?

उपाय:

$$i = \frac{V}{R} (1 - e^{-t/\lambda})$$

$$iR = V (1 - e^{-t/\lambda})$$

जेव्हा,

$$iR = 90V; V = 180V;$$

$$\lambda = L/R = 5/10 = 0.5$$

$$\therefore 90 = 180 (1 - e^{-t/0.5})$$

$$0.5 = 1 - e^{-t/0.5} \quad \text{or} \quad e^{-t/0.5} = 0.5$$

$$e^{t/0.5} = 1/0.5 \quad \text{or} \quad (t/0.5) \log_e e = \log_e 2$$

$$t = 0.5 \times 0.6931 = 0.3466 \text{ (उत्तर)}$$

सराव प्रश्न

- कॉइलचा रोध आणि इन्डक्टन्स अनुक्रमे 3Ω आणि $0.1mH$ आहे. सोलेनॉइडच्या टर्मिनल्सवर जेव्हा विद्युतधारा $1A$ असते, परंतु $10000A$ प्रति सेकंद दराने वाढत असते तेव्हा किती विभवांतर असेल?
- 20 ओहम रोध असलेली कॉइल आणि $12H$ चे इन्डक्टन्स $100V$ च्या स्थिर विद्युतदाब स्त्रोतासोबत जोडलेले आहे. शोधा: (i) कळ बंद होण्याच्या क्षणी प्रवाह बदलण्याचा दर; (ii) अंतिम स्थिर मूल्य; (iii) परिपथाचा वेळ स्थिरांक आणि (iv) विद्युतधारा $4A$ च्या मूल्यापर्यंत पोहोचण्यासाठी घेतले वेळ. (उत्तर: $8.33 A/s$, $5A$, 0.6 , $0.9656 s$)
- 1 व्होल्टच्या बॅटरी स्त्रोताशी जोडलेल्या $R - L$ परिपथ चा विचार करा. जर $R = 1$ ओहम आणि $L = 1$ हेन्री, इंडक्टन्सद्वारे विद्युतधारा $i(t)$ शोधा. रोध आणि इन्डक्टन्स सापेक्ष, कळ चालू केल्यानंतर, पुरेसा वेळ व्यतीत झाल्यानंतर, विद्युतदाब स्वतंत्रपणे मोजा. (उत्तर: $0V$, $1V$, $1V$, $0V$)
- आकृती 1.131 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे $R - L$ परिपथ चा बॅटरीशी जोडलेला स्विच आणि स्विचचा विचार करा. स्विच S_1 ; $t = 1$ सेकंदाने बंद होते; स्विच S_2 , $t = 2.5$ सेकंदाने बंद होते. (i) रोध आर मध्ये विद्युतधारा $i(t)$ शोधा; (ii) विद्युतधारा $i(t)$ $0 \leq t \leq 5$ सेकंदासाठी प्लॉट करा. स्केल R/L बरोबर 100 असे गृहीत धरा.
- $L = 6.4H$ आणि $R = 8$ ओहम असलेली कॉइल स्थिर $200V$ पुरवठा स्त्रोताशी जोडलेली असते. $100V$ पर्यंत विद्युतदाब पोहोचण्यासाठी रोध सापेक्ष किती वेळ लागतो? (उत्तर: $0.5545s$)

1.28 RC परिपथ चे विश्लेषण (RC परिपथ बंद करणे)

RC परिपथ मध्ये, जेव्हा परिपथ बंद होते, कॅपेसिटर दिष्ट पुरवठ्याच्या निश्चित मूल्यापासून चार्ज होते. चार्जिंगचा दर कॅपेसिटरसह मालिकेत जोडलेल्या रोधद्वारे नियंत्रित केला जातो. कॅपेसिटन्स C फॅराडच्या कॅपेसिटरचा विचार करा, जो R ओहमच्या रोधसह एकसर जोडला जातो, V व्होल्टच्या दिष्ट स्त्रोतापासून चार्ज केला जातो. आकृती 1.13 2 मध्ये दर्शविल्या प्रमाणे. जेव्हा स्विच एस उघडतो तेव्हा कॅपेसिटर सापेक्ष विद्युतदाब शून्य असते. तथापि, जेव्हा स्विच बंद होते, तेव्हा कॅपेसिटरवरील चार्ज वाढू लागतो आणि त्यामुळे त्याच्या विभवांमध्ये.

स्विचिंगच्या वेळेस: स्विच बंद झाल्यावर, कॅपेसिटरमध्ये शून्य विद्युतदाब तयार होते. म्हणून, संपूर्ण विद्युतदाब V , रोध R च्या सापेक्ष ड्रॉप होते आणि चार्जिंग विद्युतधारा हि उच्चतम असते (म्हणजे I_m)

स्विचिंगच्या वेळेस विद्युतधारा -

$$I_m = \frac{V}{R}$$

चार्जिंग दरम्यान कोणत्याही क्षणी: स्विच बंद केल्यानंतर, कॅपेसिटर सुरू होते. चार्जिंग आणि त्यावरील विद्युतदाब हळूहळू वाढते. यामुळे चार्जिंग विद्युतधारा कमी होते. चार्जिंग दरम्यान कोणत्याही क्षणी द्या,

v = कॅपेसिटर सापेक्ष विभव

i = चार्जिंग विद्युतधारा

q = कॅपेसिटरवर चार्ज = C_v

किर्चॉफच्या दुसऱ्या नियमानुसार,

लागू विद्युतदाब = कॅपेसिटर सापेक्ष विद्युतदाब + रोधमध्ये विद्युतदाब

$$V = v + iR$$

...(ii)

$$V = v + C \frac{dv}{dt} R$$

$$V = v + C R \frac{dv}{dt}$$

$$-\frac{dv}{V-v} = -\frac{dt}{RC}$$

दोन्ही बाजूंना (t) सापेक्ष एकत्रित करून

$$\int -\frac{dv}{V-v} = \int -\frac{dt}{RC}$$

$$\log_e (V - v) = -\frac{t}{RC} + K$$

जेथे K इंटीग्रेशनचा स्थिरांक आहे ज्याचे मूल्य सुरुवातीच्या परिस्थितीवरून निश्चित केले जाऊ शकते. कळ बंद करण्याच्या वेळेस- $t = 0$; $v = 0$

ही मूल्ये समीकरण (iii) मध्ये बदलून, आम्हाला मिळते,

$$\log_e V = K$$

$K = \log_e V$ चे मूल्य समीकरण (iii) मध्ये टाकून आम्हाला मिळते,

$$\log_e (V - v) = -\frac{t}{RC} + \log_e V$$

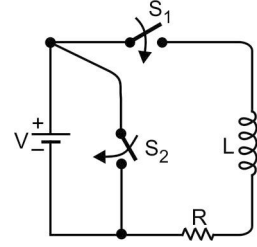
$$\log_e \frac{V - v}{V} = e^{-t/RC}$$

किंवा

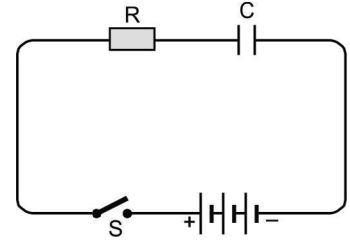
$$v = V(1 - e^{-t/RC})$$

वरील समीकरण कॅपेसिटरच्या सापेक्ष, वेळ (t) सद्रुश्य विद्युतदाबातील (v) बदल दर्शवते. हे आकृती 1.137 मध्ये आलेखाद्वारे दर्शविले आहे.

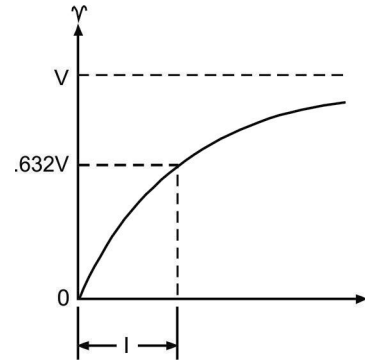
कॅपेसिटरमधील विद्युतदाब घातांक कायद्यानुसार वाढत आहे. इतर घटक खालीलप्रमाणे बदलतात -



आकृती 1.135



आकृती 1.136: RC परिपथाचे बंद होणे



आकृती 1.137: परिपथ बंद स्थितीत, V आणि I च्या दरम्यानचा आलेख

- (i) काळानुसार कॅपेसिटरमध्ये साठवलेल्या चार्जची तफावत-आम्हाला माहित आहे की $v = q/C$ आणि $V = Q/C$;

$$\frac{q}{C} = \frac{Q}{C} (1 - e^{-t/RC})$$

$$q = Q (1 - e^{-t/RC}) \quad \dots(v)$$

जिथे q कोणत्याही क्षणी t वर चार्ज आहे आणि Q कॅपेसिटरचा पूर्ण चार्ज आहे

- (ii) वेळेनुसार चार्जिंगची तफावत

समीकरण (ii) पासून, आपल्याकडे, $V - v = iR$ आहे

समीकरण (iv) पासून, आपल्याकडे, $V - v = V e^{-t/RC}$ आहे

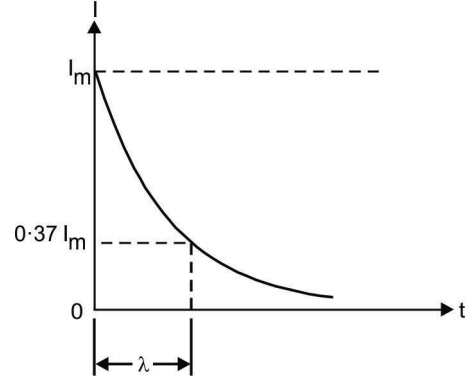
$$iR = V e^{-t/RC}$$

$$i = \frac{V}{R} e^{-t/RC}$$

वरील समीकरण (i) वरून,

$$I_m = \frac{V}{R}$$

$$i = I_m e^{-t/RC} \quad \dots(iv)$$



आकृती 1.138:

जिथे $I_m (= V/R)$ प्रारंभिक चार्जिंग विद्युतधारा आहे. चार्जिंग विद्युतधारा ही घातांकाच्या नियमानुसार कमी होते आणि आकृती 1.138 मध्ये आलेखाद्वारे प्रस्तुत केले आहे.

1.29 वेळ स्थिरांक

कॅपेसिटर सापेक्ष विभवांमधील वाढ खालील समीकरणाद्वारे दिली जाते -

$$v = V (1 - e^{-t/RC})$$

या समीकरणात, e चा घातांक t/RC आहे. E चा घातांक संख्या असणे आवश्यक आहे, म्हणून, प्रमाण RC ला वेळेचे ** परिमाण असावे. म्हणून, RC ला परिपथाचा वेळ स्थिरांक म्हणतात आणि ते चार्जिंग (किंवा डिसचार्जिंग) ला लागणाऱ्या वेळेला बाधित करते

हे साधारणपणे λ (किंवा T किंवा t) द्वारे दर्शविले जाते.

\therefore वेळ स्थिर, $\lambda = RC$ सेकंद.

R आणि C अनुक्रमे ओहम आणि फराडमध्ये असल्यास वेळ स्थिरांक सेकंदात असेल. वेळ स्थिरांक λ कॅपेसिटरच्या चार्जिंग प्रक्रियेचा कालावधी प्रभावित करते. वेळ जितका मोठा असेल तितका जास्त चार्जिंग (किंवा डिसचार्जिंग) कालावधी आणि उलट.

खरं तर, वेळ स्थिरांक कॅपेसिटर चार्जिंग चा दर दर्शवतो. ते खालील प्रमाणे परिभाषित केले जाऊ शकते-

- (i) आपण मागील लेखात खालील समीकरणे पहिली आहेत

$$V = v + CR \frac{dv}{dt}$$

* * दिलेले घटक हे घातांकाच्या नियमानुसार बदलतात असल्यामुळे, ते त्याच्या अर्धक्षमतेस t सेकंदात बदलते आणि पुढील t सेकंदात नवीन मूल्याच्या अर्धक्षमतेस बदलत जाणार. असे पुढे चालत जाणार -

स्विच S, बंद करण्याच्या क्षणी $v = 0$

$$V = CR \frac{dv}{dt} \quad \text{or} \quad \frac{dv}{dt} = \frac{V}{CR}$$

$$\text{विद्युतदाब वाढीचा दर} = \frac{V}{CR}$$

जर विद्युतदाब वाढण्याचा दर हा सतत स्थिर राहिला तर कॅपेसिटर विद्युतदाब हा त्याच्या अंतिम मूल्य V पर्यंत, खाली दिल्याप्रमाणे वेळेत, पोहोचेल $= V \div V/RC = RC$ सेकंद म्हणजे वेळ स्थिरांक λ . म्हणूनच, कॅपेसिटर विद्युतदाबाला त्याच्या अंतिम स्थिर मूल्यात (व्ही व्होल्ट) वाढण्यासाठी आवश्यक वेळ, त्याच्या प्रारंभिक दराने (म्हणजे व्ही/आरसी) सतत वाढत असल्यास, याला परिपथाचा वेळ स्थिरांक म्हणतात.

(ii) जर अंतर्गत वेळ $t = RC$ (म्हणजे λ),

नंतर

$$\begin{aligned} v &= V(1 - e^{-t/\lambda}) = V(1 - e^{-1}) \\ &= V \left(1 - \frac{1}{e}\right) = V \left(1 - \frac{1}{2.718}\right) = 0.632 V \end{aligned}$$

म्हणून, कॅपेसिटर लागणाऱ्या वेळेस परिपथाचा वेळ स्थिरांक असे म्हणतात त्याच्या अंतिम स्थिर मूल्याच्या 0.632 पर्यंत वाढण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेस परिपथाचा वेळ स्थिरांक असे म्हणतात. आकृती 1.137 पहा.

(iii) जर वेळ मध्यांतर $t = RC$ (म्हणजे λ))

नंतर

$$i = I_m e^{-t/\lambda} = I_m e^{-1} = I_m \times \frac{1}{e} = \frac{I_m}{2.718} = 0.37 I_m$$

म्हणूनच, चार्जिंग विद्युतधारेस त्याच्या प्रारंभिक कमाल मूल्याच्या मूल्य $I_m (= V/R)$ च्या 0.37 पर्यंत कमी होण्यासाठी लागणारा वेळ $I_m (= V/R)$ याला परीपथ ची वेळ स्थिर म्हणतात. आकृती 1.138 पहा.

1.30 कॅपेसिटर डिस्चार्जिंग

R ओहम च्या रोध आणि स्विच S सह एकसर जोडलेल्या C फराडच्या कॅपेसिटरचा विचार करा. स्विच उघडा आहे, कॅपेसिटर व्ही व्होल्टवर चार्ज केला जातो आणि परीपथ मधील विद्युतधारा दाखवल्याप्रमाणे शून्य आहे.

जेव्हा स्विच एस बंद होतो, तेव्हा कॅपेसिटरवरील चार्ज कमी होण्यास सुरुवात होते आणि त्यामुळे विद्युतदाब ही वाढते.

डिस्चार्जिंग दरम्यान कोणत्याही क्षणी होऊ द्या;

v = कॅपेसिटर सापेक्ष विभव

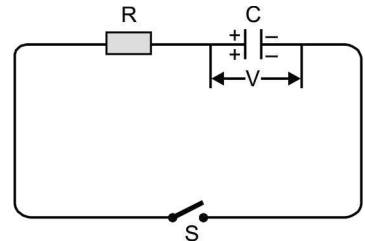
i = डिस्चार्जिंग विद्युतधारा

q = कॅपेसिटरवर चार्ज $= CV$

किर्चाफच्या दुसऱ्या नियमानुसार, $0 = v + iR$

$$0 = v + CR \frac{dv}{dt}$$

$$v = -CR \frac{dv}{dt}$$



आकृती 1.139: विना स्तोलांचा, कळ खुला असताना कॅपेसिटर चार्जिंग

$$\frac{dv}{v} = -\frac{dt}{RC}$$

दोन्ही बाजूंना समाकलित केल्याने आपल्याला मिळते

$$\int \frac{dv}{v} = -\frac{1}{RC} \int dt \quad \therefore \log_e v = -\frac{t}{RC} + K \quad \dots(i)$$

जेथे K समाकलित स्थिरांक आहे ज्याचे मूल्य सुरुवातीच्या परिस्थितीवरून निश्चित केले जाऊ शकते. येथे

स्विच S , बंद करण्याच्या वेळेस $t = 0$; $v = V$.

ही मूल्ये समीकरण (i) मध्ये बदलून, आम्हाला मिळते,

$$\log_e V = K$$

$$K = \log_e \text{चे मूल्य टाकणे ई}$$

V समीकरण (i) मध्ये, आम्हाला मिळते,

$$\log_e v = -\frac{t}{RC} + \log_e V$$

$$\log_e \frac{v}{V} = -\frac{t}{RC}$$

$$\frac{v}{V} = e^{-t/RC}$$

$$v = V e^{-t/RC}$$

...(ii)

वरील समीकरण, वेळेच्या सदृश्य, डिसचार्जिंगच्या दरम्यान, कॅपेसिटरच्या सापेक्ष विद्युतदाबातील बदल दर्शवितो. हे आकृती 1.140 मध्ये आलेखाद्वारे द्वारे मांडले आहे.

इतर प्रमाण खालीलप्रमाणे बदलतात:

(i) वेळेसापेक्ष कॅपेसिटरवरील चार्जमधील तफावत-

$$v = \frac{q}{C} \text{ तथा } V = \frac{Q}{C}$$

ही मूल्ये समीकरण (ii) मध्ये बदलून, आम्हाला मिळते,

$$\frac{q}{C} = \frac{Q}{C} e^{-t/RC}$$

$$q = Q e^{-t/RC}$$

(ii) वेळेसापेक्ष डिसचार्जिंग विद्युतधारेतील बदल

आम्हाला माहित आहे

$$0 = v + i R$$

किंवा

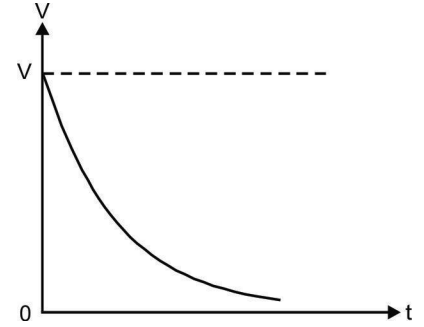
$$iR = -v$$

$$i = -\frac{V}{R} e^{-t/RC} = -I_m e^{-t/RC}$$

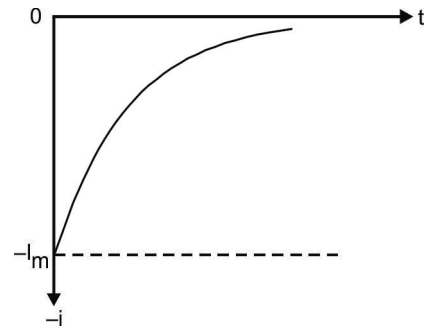
कुठे

$$I_m = \frac{V}{R} = \text{initial current}$$

आकृती 1.141 मध्ये डिसचार्जिंग विद्युत प्रवाहातील बदल आलेखाद्वारे दाखविला आहे.



आकृती 1.140: कॅपेसिटर डिसचार्जिंगच्या वेळेस V आणि t दरम्यानचा आलेख



आकृती 1.141: कॅपेसिटर डिसचार्जिंगच्या वेळेस t आणि i दरम्यानचा आलेख

उदाहरण 1.32. एका 2 मेगा ओहमच्या रोधाच्या सापेक्ष, दिष्ट स्त्रोताद्वारे कॅपेसिटर चार्ज केला जातो. जर एका सेकंदात कॅपेसिटर सापेक्ष विभव त्याच्या अंतिम मूल्याच्या 75% पर्यंत पोहोचला, तर कॅपेसिटरची क्षमता मोजा?

उपाय: एकसर प्रतिकार, $R = 1.2 \text{ M}\Omega = 1.2 \times 10^6 \Omega$; वेळ, $t = 1$ सेकंद

कॅपेसिटरसापेक्ष विभव

$$v = \frac{75}{100} V = 0.75 V$$

चार्ज करताना, कॅपेसिटर सापेक्ष विभवांतर खालील, समीकरणाने दिले जाते-

$$v = V(1 - e^{-t/RC})$$

$$0.75 V = V(1 - e^{-t/RC}) \quad \text{or} \quad 0.75 = (1 - e^{-t/RC})$$

$$\log_e 0.25 = \frac{-t}{RC} \log_e e$$

$$-1.3863 = \frac{-1}{1.2 \times 10^6 C} \times 1 \quad \text{or} \quad C = \frac{1}{1.3863 \times 1.2 \times 10^{-6}} = 0.6011 \mu\text{F} \quad (\text{उत्तर})$$

उदाहरण 1.33. जेव्हा कॅपेसिटरच्या दोन प्लेट्स अज्ञात रोधाने जोडल्या जातात तेव्हा $2 \mu\text{F}$ कॅपेसिटन्सच्या परिपूर्ण कॅपेसिटरवरील चार्ज त्याच्या मूल्याच्या 60% पर्यंत 4 मिनिटात कमी होते. अज्ञात रोधाचे मूल्य काय असेल.

उपाय: कॅपेसिटरची क्षमता, $C = 2 \mu\text{F} = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$

जेव्हा कॅपेसिटर पूर्णपणे चार्ज होतो तेव्हा Q कूलम्ब असू द्या. हे चार्ज 4 मिनिटांनंतर q कूलम्ब वर येते

$$q/Q = 60\% = 0.6$$

आणि

$$t = 4 \times 60 = 240 \text{ सेकंद}$$

R ओहमच्या रोधातून डिस्चार्ज करताना,

$$q = Q e^{-t/RC}$$

$$0.6 = e^{-240/R \times 2 \times 10^{-6}}$$

$$\log_e 0.6 = \frac{240}{R \times 2 \times 10^{-6}}$$

$$R = \frac{240}{0.5108 \times 10^{-6}} = 234.9 \times 10^6 \Omega = 234.9 \text{ M}\Omega \quad (\text{उत्तर})$$

उदाहरण 1.34. $16 \mu\text{F}$ कॅपेसिटर 240 V दिष्ट पुरवठामध्ये $1 \text{ M}\Omega$ रोधसह एकसर जोडलेले आहे. गणना करा (i) वेळ स्थिरांक, (ii) प्रारंभिक चार्जिंग विद्युतधारा (iii) कॅपेसिटर सापेक्ष विभवांतर 168 V पर्यंत वाढण्यासाठी लागणार वेळ आणि (iv) पुरवठाशी जोडल्यानंतर 4 सेकंदांनंतर कॅपेसिटर सापेक्ष विद्युतधारा आणि विभवांतर.

उपाय: वेळ स्थिरांक, $\lambda = RC = 1 \times 10^6 \times 16 \times 10^{-6} = 16$ सेकंद (उत्तर)

प्रारंभिक चार्जिंग विद्युतधारा, I

$$I_m = V/R = 240/1 \times 10^6 = 240 \mu\text{A} \quad (\text{उत्तर})$$

$$v = V(1 - e^{-t/RC})$$

$$168 = 240(1 - e^{-t/16})$$

किंवा

$$e^{-t/16} = 0.3 \quad \text{किंवा} \quad e^{t/16} = 1/0.3 \quad \text{किंवा} \quad e^{t/16} = 3.33$$

किंवा $(t/16) \log_e e = \log_e 3.33$

$$t = 16 \log_e 3.33 = 16 \times 1.203 = 19.247 \text{ sec. (उत्तर)}$$

$$i = I_m e^{-t/RC} = 240 \times 10^{-6} e^{-4/16} = 308.17 \mu\text{A (उत्तर)}$$

$$v = 240 (1 - e^{-4/16}) = 53.1 \text{ V (उत्तर)}$$

सराव प्रश्न

- कॅपेसिटर दिष्ट स्त्रोताद्वारे एका मेगा ओहमच्या रोधद्वारे चार्ज केला जातो. जर एका सेकंदात कॅपेसिटर सापेक्ष विभवांतर त्याच्या अंतिम मूल्याच्या 80% पर्यंत पोहोले, तर कॅपेसिटरची क्षमता मोजा. (उत्तर: $0.6213 \mu\text{F}$)
- जेव्हा कॅपेसिटरच्या दोन प्लेट्स अज्ञात राधाने जोडल्या जातात तेव्हा $1 \mu\text{F}$ च्या परिपूर्ण कॅपेसिटरवरील चार्ज 5 मिनिटात त्याच्या मूल्याच्या 50% पर्यंत येते. अज्ञात रोधाचे मूल्य काय असेल. (उत्तर: $432.9 \text{ M}\Omega$)
- एक $8 \mu\text{F}$ कॅपेसिटर 200 V दिष्ट पुरवठ्यामध्ये $0.5 \text{ M}\Omega$ रोधसह एकसर जोडलेले आहे. गणना करा (i) वेळ स्थिरांक, (ii) प्रारंभिक चार्जिंग विद्युतधारा (iii) कॅपेसिटर सापेक्ष विभवांतर 168 V पर्यंत वाढण्यासाठी लागणार वेळ आणि (iv) पुरवठ्याशी जोडल्यानंतर 4 सेकंदानंतर कॅपेसिटर सापेक्ष विद्युतधारा आणि विभवांतर. (उत्तर: 4 सेकंद, $400 \mu\text{A}$, 6.43 V , $147.15 \mu\text{A}$, 126.424 V)

प्रकल्प

कृपया खाली दिलेल्या व्हिडिओ लिंकनुसार सूचनांचे अनुसरण करा:

<https://www.youtube.com/watch?v=6WReFkfrUIk&t=7s>

प्रकल्प-1: 9 V बॅटरी वापरून एलईडी प्रकाशित करण्यासाठी परिपथाची रचना करा आणि तयार करा.

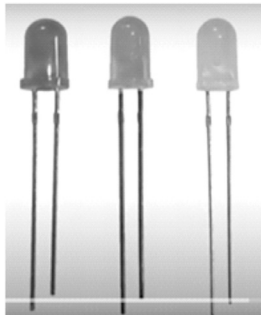
पायरी-1: आवश्यक घटक



1. ब्रिड बोर्ड



2. 9V बॅटरी



3. कोणत्याही रंगाचा एक एलईडी



4. -----ओहम आणि -----वॅट चा रोध



Design and build a circuit to illuminate an LED using a 9V battery.

एक एलईडी 2 व्होल्टवर चालतो आणि 20 mA काढतो, मोठा पाय एनोड आणि लहान पाय कॅथोड असतो.

रंग कोड: काळा, तपकिरी, लाल, नारंगी, पिवळा, हिरवा, निळा, व्हायलेट, राखाडी, पांढरा; हे रंग

अंक मूल्य दर्शवतात - अनुक्रमे 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 आणि 9.

रोधच्या डाव्या टोकापासून, पहिला कलर बँड अंक दर्शवतो, दुसरा कलर बँड अंक दर्शवतो

अंक तर तिसरा रंग बँड 10 च्या पटीत शक्ती गुणक दर्शवतो.

चौथा बँड सहनशीलतेचे प्रतिनिधित्व करतो - 10% साठी चांदीचा बँड आणि 5% सहनशीलतेसाठी सोनेरी बँड. 5% सहिष्णुतेसह 470 ओहम रोधाची रंगसंगती पिवळा, जांभळा, काळा आणि सोनेरी असेल.

पायरी-2: रोधाची निवड

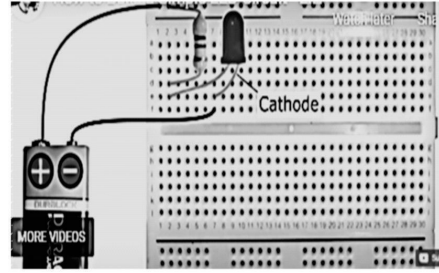
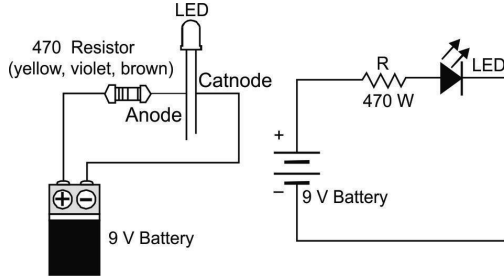
प्रतिरोधक ओलांडून विद्युतदाब, $VR = V - V_{LED} = 9 - 2 = 7V$

रोधाच्या सापेक्ष विद्युतधारा, $I = VR/R$

रोधाचा प्रतिरोध, $R = VR/I = 7V/20 mA = 7/0.02 = 350 \text{ ohm}$

एलईडीची सुरक्षा लक्षात घेता, 470 ओहम, 0.5 डब्ल्यूचा एक रोध निवडावा.

पायरी-3: परीपथ आकृती



प्रोजेक्ट-2: 9V बॅटरीचा वापर करून, एकसर जोडणीत असलेल्या चार एलईडी प्रकाशित करण्यासाठी परिपथाची रचना करा आणि तयार करा.

प्रोजेक्ट-3: 9V बॅटरीचा वापर करून समांतर जोडलेल्या चार एलईडी प्रकाशित करण्यासाठी परीपथ ची रचना करा आणि तयार करा.

सारांश

- परीपथ घटक:** सर्वसाधारणपणे, परीपथ घटकांचे खालीलप्रमाणे वर्गीकरण केले जाऊ शकते:
 - सक्रिय आणि निष्क्रिय घटक.
 - एकतर्फी आणि द्विपक्षीय घटक.
 - रेखीय आणि अ-रेखीय घटक.
 - लंपड आणि वितरित घटक.
- रोध:** रोध हा एक घटक आहे, ज्याचा वापर विद्युतधारेचे प्रमाण मर्यादित करण्यासाठी किंवा विभाजित करण्यासाठी केला जातो. इलेक्ट्रॉनिक परीपथ मध्ये विद्युतदाब, विद्युत् प्रवाहाला विरोध करण्याच्या क्षमतेला रोधकक्षमता म्हणतात.
- रोधकांचे वर्गीकरण:** रोधकांना स्थिर आणि चल रोधक म्हणून वर्गीकृत केले जाऊ शकते.
- इंडक्टर्स:** परिपथामध्ये विद्युतधारेच्या बदलाला विरोध करणाऱ्या घटकाला इंडक्टर म्हणतात. इंडक्टर किंवा कॉइलची क्षमता ज्यामुळे मुळे विद्युत प्रवाह बदलण्यास विरोध होतो त्याद्वारे त्याचे इंडक्टन्स म्हणतात.

5. **वर्गीकरण इंडक्टर्स:** इंडक्टर्सचे वर्गीकरण स्थिर आणि चल इंडक्टर्स म्हणून करता येते.
6. **कॅपेसिटर:** इन्सुलेटिंग मटेरियल (किंवा डायलेक्ट्रिक) द्वारे विभक्त केलेल्या दोन कंडक्टिंग प्लेट्स कॅपेसिटर बनवते. कॅपेसिटरमध्ये इलेक्ट्रिक चार्ज साठवण्याची क्षमता असते. कॅपेसिटरच्या प्रति युनिट विभवांतर चार्ज संचयित करण्याच्या क्षमतेस त्याचे कॅपेसिटन्स म्हणतात..
7. **कॅपेसिटरचे वर्गीकरण:** कॅपेसिटरचे वर्गीकरण स्थिरमूल्य आणि चल कॅपेसिटर म्हणून केले जाऊ शकते.
8. **विद्युतदाब आणि विद्युतधारा स्त्रोत:** इलेक्ट्रिकल/इलेक्ट्रॉनिक सर्किट्समध्ये विद्युत ऊर्जा वितरीत करण्यासाठी, एक स्रोत आवश्यक आहे. स्त्रोत एकतर दिष्ट स्रोत किंवा अदिष्ट स्त्रोत असू शकतो.
9. **स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत:** लोडला त्याच्या मूल्याची पर्वा न करता जवळजवळ स्थिर विद्युतदाब वर शक्ती पुरवते अशा विद्युत स्त्रोताला स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत म्हटले जाते.
10. **स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत:** लोडला त्याच्या मूल्याची पर्वा न करता जवळजवळ स्थिर विद्युतधारेवर शक्ती पुरवते अशा विद्युत स्त्रोताला स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत म्हटले जाते.
11. **स्त्रोत परिवर्तन (विद्युतदाब व विद्युतधारा स्त्रोतांचे एकमेकात रूपांतरण):** असे दिसून आले आहे की, एकच विद्युत स्त्रोत स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत आणि स्थिर विद्युतधारा स्रोत म्हणून कार्य करू शकतात.
12. **ओहमचा नियम:** हा नियम असे सांगतो की जेव्हा भौतिक परिस्थिती (म्हणजे तापमान इ.) सामान्य असते, तेव्हा वाहकाच्या (किंवा परीपथ) कोणत्याही दोन बिंदूंमधील विद्युतधारा प्रवाह त्यांच्यातील विभवांतराशी थेट प्रमाणित असते.
13. **दिष्ट परीपथ:** थेट प्रवाहाच्या प्रवाहासाठी बंद मार्गाला दिष्ट परीपथ म्हणतात.
14. **रोध प्रभावी मूल्य (आर)**
 - (i) एकसर परिपथामध्ये; $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
 - (ii) समांतर परिपथामध्ये; $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
15. **किरचॉफचा नियम:** KCL सांगते की एका जंक्शनवर $\sum I = 0$. केव्हीएल सांगते की एका लूपमध्ये $\sum E + \sum IR = 0$. केसीएल लागू करताना, येणारे प्रवाह + व्ही आणि जाणारे प्रवाह $-ve$ म्हणून घेतले जातात.
16. **सुपरपोजिशन प्रमेय:** या पद्धतीमध्ये, दोनपेक्षा जास्त स्त्रोत असल्यास, आवश्यक शाखेतिल वियुतधारा प्रत्येक स्त्रोताचा स्वतंत्रपणे विचार करून निश्चित केले जाते आणि परिणामी मूल्य त्यांना सुपरइम्पोज करून निर्धारित केले जाते.
17. **थेवेनिनचे प्रमेय:** परिपथाच्या कोणत्याही दोन टर्मिनल्समध्ये जोडलेल्या रोधमधून वाहणारा प्रवाह, उर्वरित परिपथाचे, E_{th} ईएमएफचा विद्युतदाब स्त्रोत आणि अंतर्गत रोध R_{th} मध्ये रूपांतरित करून मोजता येतो .
अंतर्गत प्रतिकार, $I = E_{th}/(R_{th} + R_L)$
18. **नॉर्टनचे प्रमेय:** ते थेवेनिनच्या प्रमेयासारखेच आहे परंतु या प्रकरणात, आहे. I_N विद्युतधारा आउटपुट असलेल्या स्त्रोतापर्यंत कमी केले. जेव्हा दिलेले टर्मिनल रोध आर सह समांतर मध्ये शॉर्ट असतात.
 $I = I_N R_N/(R_N + R_L)$
19. **एक इंडक्टिव्ह परीपथ बंद करणे आणि उघडणे:**

$$V = iR + L \frac{di}{dt}$$

- (i) परीपथ बंद असताना विद्युतधारेच कोणत्याही क्षणी उदय:
 $i = I (1 - e^{-Rt/L})$ जेथे $I = V/R$
- (ii) परीपथ उघडल्यावर विद्युतधारेच कोणत्याही क्षणी क्षय:
 $i = I e^{-Rt/L}$ जेथे $I = V/R$
20. वेळ स्थिरांक: $\lambda = L/R$ सेकंद
21. कॅपेसिटर चार्जिंग
- (i) स्विचिंग झटपट चालू, $I_m = V/R$
- (ii) कोणत्याही क्षणी कॅपेसिटरवर विद्युतदाब, $v = V (1 - e^{-t/RC})$
- (iii) कोणत्याही क्षणी कॅपेसिटरमध्ये साठवलेले चार्ज, $q = Q (1 - e^{-t/RC})$
- (iv) कोणत्याही क्षणी विद्युतधारा चार्ज करणे, $i = I_m (1 - e^{-t/RC})$
22. कॅपेसिटरचा डिस्चार्ज
- (i) कोणत्याही क्षणी कॅपेसिटरवर विद्युतदाब, $v = V e^{-t/RC}$.
- (ii) कॅपेसिटरवर कोणत्याही क्षणी चार्ज करा, $q = Q e^{-t/RC}$.
- (iii) कोणत्याही क्षणी डिस्चार्ज विद्युतधारा, $i = -I_m e^{-t/RC}$.

लहान प्रश्नांची उत्तरे

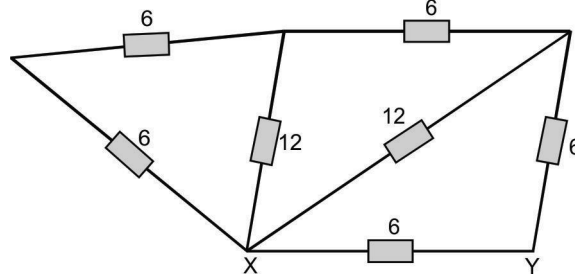
- इलेक्ट्रिक परिपथाच्या घटकांचा अर्थ काय आहे?
- आपण सक्रिय आणि निष्क्रिय घटकांमध्ये फरक कसा कराल?
- आपण एकतर्फी आणि द्विपक्षीय घटकांमध्ये फरक कसा कराल?
- आपण रेखीय आणि अ-रेखीय घटकांमध्ये फरक कसा कराल?
- आपण लॅम्पड आणि वितरित घटकांमध्ये फरक कसा कराल?
- प्रतिरोधक म्हणजे काय? तुम्ही त्यांचे वर्गीकरण कसे कराल?
- इंडक्टर्स म्हणजे काय? तुम्ही त्यांचे वर्गीकरण कसे कराल?
- कॅपेसिटर म्हणजे काय? तुम्ही त्यांचे वर्गीकरण कसे कराल?
- स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत म्हणजे काय?
- आपण आदर्श आणि वास्तविक स्थिर विद्युतदाब स्त्रोत मध्ये फरक कसा कराल?
- सतत चालू स्त्रोताचा अर्थ काय आहे?
- आपण आदर्श आणि वास्तविक स्थिर विद्युतधारा स्त्रोत मध्ये फरक कसा कराल?
- ओहमचा कायदा सांगा आणि त्याच्या मर्यादा द्या.
- एकसर परीपथ मध्ये, दर्शवा की प्रभावी रोध वैयक्तिक प्रतिकारांची बेरीज आहे.
- समांतर परीपथ मध्ये ते दर्शवते.
- विद्युत परिपथाच्या नोड आणि जंक्शनमध्ये तुम्ही फरक कसा कराल?

17. विद्युत परिपथातील लूप आणि जाळीमध्ये तुम्ही कसा फरक कराल?
18. किरचॉफचा विद्युतधारा आणि विद्युतदाब नियम परिभाषित करा
19. सुपरपोजिशन प्रमेय परिभाषित करा.
20. थेवेनिनचे प्रमेय परिभाषित करा.
21. नॉर्टन चे प्रमेय परिभाषित करा.
22. L/R चे एकक सेकंद आहे हे तुम्ही कसे ठरवाल?
23. RC चे एकक सेकंद आहे हे तुम्ही कसे ठरवाल?

एस नं.	प्रश्न (पॅरा मध्ये)	गुण	CO	BL	PO
1	इलेक्ट्रिक परिपथाच्या घटकांचा अर्थ काय आहे?	2	CO1	BL1	PO1
2	आपण सक्रिय आणि निष्क्रिय मध्ये फरक कसा कराल घटक?	2	CO1	BL2	PO1
3	आपण एकतर्फी आणि द्विपक्षीय मध्ये फरक कसा कराल घटक?	2	CO1	BL2	PO1
4	आपण रेखीय आणि नॉन-रेखीय मध्ये फरक कसा कराल घटक?	2	CO1	BL2	PO1
5	आपण लॅपड आणि वितरित मध्ये फरक कसा कराल घटक?	2	CO1	BL2	PO1
6	रोध म्हणजे काय? तुम्ही त्यांचे वर्गीकरण कसे कराल?	2	CO1	BL3	PO2
7	इंडक्टर्स म्हणजे काय? तुम्ही त्यांचे वर्गीकरण कसे कराल?	2	CO1	BL3	PO2
8	कॅपेसिटर्स म्हणजे काय? तुम्ही त्यांचे वर्गीकरण कसे कराल?	2	CO1	BL3	PO2
9	सतत विद्युतदाब स्त्रोत म्हणजे काय?	2	CO1	BL2	PO1
10	आपण आदर्श आणि वास्तविक स्थिरता मध्ये फरक कसा कराल? विद्युतदाब स्त्रोत ?	2	CO1	BL2	PO1
11	सतत विद्युतधारा स्त्रोताचा अर्थ काय आहे?	2	CO1	BL2	PO1
12	आपण आदर्श आणि वास्तविक स्थिरता मध्ये फरक कसा कराल? विद्युतधारा स्त्रोत ?	2	CO1	BL2	PO1
13	ओहमचा कायदा सांगा आणि त्याच्या मर्यादा द्या.	2	CO1	BL2	PO1
14	एकसर परीपथ मध्ये, दर्शवा की प्रभावी रोध म्हणजे बेरीज वैयक्तिक प्रतिकार.	2	CO1	BL3	PO2
15	समांतर परीपथ मध्ये काय दर्शवते	2	CO1	BL3	PO2
16	आपण नोड आणि कार्य मध्ये फरक कसा कराल?	2	CO1	BL3	PO2
17	तुम्ही लूप आणि जाळी मध्ये फरक कसा कराल?	2	CO1	BL3	PO2
18	राज्य किर्चाफचे वर्तमान आणि विद्युतदाब कायदे.	2	CO1	BL1	PO1
19	स्टेट सुपरपोजिशन प्रमेय.	2	CO1	BL1	PO1
20	स्टेट थेवेनिनचे प्रमेय.	2	CO1	BL1	PO1
21	स्टेट नॉर्टन चे प्रमेय.	2	CO1	BL1	PO1
22	L/R चे एकक दुसरे आहे हे तुम्ही कसे ठरवाल?	2	CO1	BL4	PO1
23	RC चे एकक दुसरे आहे हे तुम्ही कसे ठरवाल?	2	CO1	BL4	PO3

सरावासाठीप्रश्न

- एकाच साहित्याच्या दोन तारा A आणि B आहेत. A हे B पेक्षा 10 पट लांब आहे आणि आहे. B च्या दुप्पट क्रॉस-सेक्शन जर A चा रोध एक ओहम असेल तर B चा प्रतिकार? (उत्तर: 1/5 ओहम)
- आकृती 1.142 मध्ये दाखवलेल्या नेटवर्क मध्ये X आणि Y बिंदूंमधील प्रतिकाराची गणना करा. सर्व प्रतिरोधक ओहममध्ये दिले जातात. (उत्तर: 4 ओहम)



आकृती 1.142

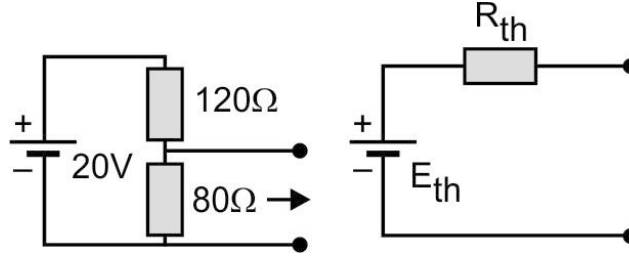
- दोन समांतर 30 ओहम रोधकाच्या सोबत एकसर जोडणीत 15 ओहम चा रोध जोडला आहे. या समांतर जोडणीच्या सापेक्ष, 75V पुरवठा करून 3A विद्युतधारा मिळविण्यासाठी, किती मूल्याचा रोध जोडला गेला पाहिजे? (उत्तर: 30 ओहम)
- अक्षर A हे 3 ओहम प्रति सेंमी रोध असलेल्या एकसमान ताराने तयार केलेले आहे. अक्षराच्या बाजू 20 सेंमी लांब आहे आणि क्रॉस पीस 10 सेंमी लांब आहे तर सर्वोच्च कोन 60 आहे. अक्षराच्या पायांच्या दोन टोकांमधील रोध शोधा. (उत्तर: 80)
- दोन बॅटरी A आणि B समांतर जोडल्या आहेत आणि 5Ω चे लोड त्यांच्यामध्ये जोडलेले आहे. टर्मिनल A मध्ये 6V चे emf आणि 1Ω चे अंतर्गत रोध आहे; B मध्ये 4V चे emf आहे आणि 0.5Ω अंतर्गत प्रतिकार. किर्चॉफचे नियम वापरून प्रत्येक बॅटरीमध्ये आणि बाह्य रोधात, विद्युतप्रवाहाची मूल्य आणि दिशा ठरवा. तसेच बाह्य रोधातील विभवांतर निश्चित करा. (उत्तर: 1.625 ए चार्जिंग; 0.75 ए डिस्चार्जिंग; 0.875 ए; 4.375 वी)
- एक व्हिटस्टोन ब्रिज ABCD खालील प्रमाणे जोडलेले आहे- $A - B$, $B - C$, $C - D$, $D - A$ आणि $B - D$ मधील रोध अनुक्रमे 20, 4, 16, 8 आणि 10 ओहम आहे. टर्मिनल A आणि C मध्ये 200V पुरवठा जोडलेला आहे. परीपथाच्या AB आणि AD शाखांमध्ये आणि पुरवठ्यातून घेतलेले एकूण प्रवाह निश्चित करा. (उत्तर: 7.44 अ; 11.905 अ; 19.345 अ)
- आकृती 1.43 मध्ये दर्शविलेल्या परीपथामध्ये, 280V च्या दिष्ट जनिताद्वारे पुरवलेला विद्युतधारा निश्चित करा. (उत्तर: 4A)
- किर्चॉफच्या नियमांचा वापर करून, आकृती 1.144 मध्ये दाखवलेल्या परीपथ XY मध्ये विद्युतधारा निश्चित करा. (उत्तर: 40A)
- सुपरपोजिशन प्रमेय वापरून, आकृती 1.145 मध्ये दाखवलेल्या परिपथाच्या सर्व शाखांमध्ये विद्युतधारा शोधा. (उत्तर: 4.4915 अ, 2.2881 अ, 2.2084 अ)
- सुपरपोजिशन प्रमेय वापरून, आकृती 1.146 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथामध्ये 60Ω रोधमध्ये विभवांतर निश्चित करा. (उत्तर: 87.3V)

11. थेवेनिनच्या प्रमेयाचा वापर करून, आकृती 1.147 मध्ये दर्शवलेल्या परिपथातील 20 ओहम रोधा द्वारे विद्युतधारा निश्चित करा
(उत्तर: 0.433A)
12. थेवेनिनच्या प्रमेयाचा वापर करून, आकृती 1.148 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथामधील 3 ओहम रोधमध्ये विद्युतधारा निश्चित करा जर हे रोध 15 ओहम रोधने बदलले तर विद्युतधारेचे मूल्य काय असेल?
(उत्तर: 2A, 1A)
13. नॉर्टनच्या प्रमेयाचा वापर करून, आकृती 1.146 दाखवलेल्या परिपथाच्या 60Ω रोधमध्ये विद्युतधारा निश्चित करा.
(उत्तर: 0.433A)
14. नॉर्टनच्या प्रमेयाचा वापर करून, आकृती 1.148 मध्ये दाखवलेल्या परिपथाच्या 3Ω रोधमध्ये विद्युतधारा निश्चित करा.
(उत्तर: 2A)
15. कॉइलचा रोध आणि इन्डक्टन्स अनुक्रमे 5Ω आणि 0.15 मी H आहे. सोलेनॉइडच्या टर्मिनलवर जेव्हा 3 A विद्युतधारा 105 A/s च्या दराने वाढत असते तेव्हा विभवांतर किती असेल?
(उत्तर: 30V)
16. इंडक्टिव्ह कॉइलचा रोध आणि इन्डक्टन्स अनुक्रमे 5Ω आणि $20H$ आहे. विद्युत पुरवठा बंद केल्यावर, विद्युतधारा 4 A/s च्या दराने वाढते. गणना करा-
(i) लागू विद्युतदाब
(ii) विद्युतधारा $5A$ असताना विद्युतधारा वाढीचा दर
(iii) परीपथ बंद केल्यानंतर $10A$ पर्यंत पोहोचण्यास लागणारा वेळ
(iv) उच्चतम मूल्य प्राप्त केल्यानंतर घट होताना $10A$ पर्यंत पोहोचण्यास लागणारा वेळ
जास्तीत जास्त मूल्य. (उत्तर: 80 V; 2.75 A/s; 3.923 s; 1.88 s)
17. स्विच बंद करून, एक $2 \mu F$ कॅपेसिटर $1M$ ओहम एकसर रोधाद्वारे $100V$ च्या पुरवठ्याशी जोडले आहे. गणना करा
(i) वेळ स्थिरांक
(ii) प्रारंभिक चार्जिंग विद्युतधारा,
(iii) कॅपेसिटर सापेक्ष विभवांतराच्या वाढीचा प्रारंभिक दर,
(iv) कॅपेसिटर सापेक्ष, स्विच झाल्यानंतर 6 सेकंदांनी असलेला विद्युतदाब
(v) कॅपेसिटर पूर्ण चार्ज होण्यासाठी लागणारा वेळ. (उत्तर: 25; 100 μA ; 50 V/s; 95.1 V; 10s)
18. एक कॅपेसिटर दिष्ट स्त्रोताकडून 2 मेगा-ओहमच्या रोधाद्वारे चार्ज केला जातो. जर त्याच्या प्रारंभिक मूल्याच्या 75% पर्यंत पोहोचण्यासाठी 0.5 सेकंद लागत असेल तर, कॅपेसिटरची क्षमता किती आहे.
(उत्तर: $18 \times 10^{-4} F$)
19. एक रोध R आणि $2 \Omega F$ कॅपेसिटर 200 व्ही दिष्ट पुरवठ्यामध्ये मालिकेत जोडलेले आहेत. कॅपेसिटर सापेक्ष एक 120V वर चालणारा निऑन दिवा जोडलेला आहे. स्विच बंद झाल्यानंतर 5 सेकंदांनी दिवा चालण्यासाठी लागणाऱ्या रोधाची गणना करा.
(उत्तर: 2.73 $M\Omega$)

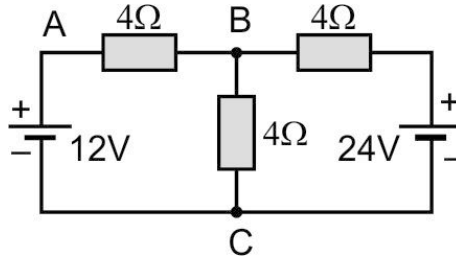
बहुपर्यायी प्रश्न

1. जर कंडक्टर किंवा वायरची लांबी दुप्पट आणि त्याचा व्यास देखील दुप्पट असेल तर त्याची प्रतिकारशक्ती
(अ) चार पटीने वाढेल (ब) अर्ध्यापेक्षा कमी (क) दोन वेळा वाढेल (ड) समान राहील
2. एका माणसाजवळ प्रत्येकी $1/3$ ओहम मूल्याचे तीन रोध असतात. तिन्ही रोधांना एकत्र करून किती किमान मूल्य मिळवू शकतो?
(अ) 1 ओहम (ब) 3 ओहम (क) $1/3$ ओहम (ड) $1/9$ ओहम

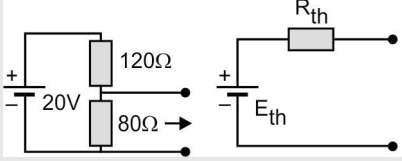
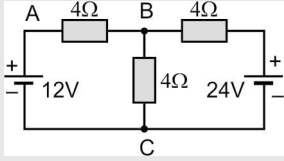
3. किर्चाफचा पहिला नियम सांगतो की विद्युत परिपथातील जंक्शनवर
 (अ) सर्व प्रवाहांची बीजगणितीय बेरीज शून्य आहे.
 (ब) सर्व emfs ची बीजगणित बेरीज शून्य आहे.
 (क) सर्व विद्युतदाब ड्रॉपची बीजगणित बेरीज शून्य आहे
 (ड) सर्व शक्तींची बीजगणितीय बेरीज शून्य आहे.
4. जर n एकसारखे रोधक एकसर जोडलेले असतील तर त्यांचे एकूण मूल्य K ओहम आहे. जर ते आता समांतर जोडलेले असतील तर त्यांचे प्रभावी मूल्य काय असेल.
 (अ) K/n (ब) k^2/n (क) K/n^2 (ड) n^2/k
5. 3 ओहम आणि 6 ओहम रोधची समांतर व्यवस्था 8 ओहम असलेल्या रोधासोबत एकसर ठेवली आहे. जर 60V चे विभवांतर संपूर्ण परिपथाच्या सापेक्ष जोडलेले असेल, तर तीन-ओहम रोधामधील विद्युतधारा आहे
 (अ) 6A (ब) 4A (क) 2A (ड) 5A
6. विद्युतदाब स्रोतांना त्याचे आंतरिक रोध असल्यास आदर्श मानले जाते
 (अ) शून्याच्या जवळजवळ (ब) 100 ते 1000 ओहम दरम्यान
 (क) 1000 ते 9000 ओहम दरम्यान (ड) अनंत च्या जवळजवळ समान
7. इंडक्टिव्ह कॉइलमध्ये, प्रवाह बदलण्यास विलंब त्याच्या मूल्यावर अवलंबून असतो
 (अ) प्रतिरोध (ब) इन्डक्टन्स (क) कॅपॅसिटन्स (ड) अर्थ
8. एक विद्युतदाब विभाजक आणि त्याचे थेवेनिनचे समतुल्य परिपथ आकृती मध्ये दर्शविले आहे. काय असेल E_{th} आणि R_{th} चे मूल्य काय असेल?



- (अ) 8V, 48 (ब) 4V, 48 (क) 4V, 24 (ड) 8V, 24
9. आकृती मध्ये दाखवलेल्या परिपथ मध्ये A-B च्या सापेक्ष जोडलेल्या रोधाद्वारे शोषलेली शक्ती



- (अ) 32 w (ब) 0 w (क) 16 w (ड) 64 w

एस नं.	प्रश्न (पॅरा मध्ये)	गुण	CO	BL	PO
1	जर कंडक्टर किंवा वायरची लांबी दुप्पट आणि त्याचा व्यास देखील दुप्पट असेल तर त्याची प्रतिकारशक्ती (अ) चार पटीने वाढवा (ब) अर्ध्यापेक्षा कमी (क) दोन वेळा वाढवा (ड) समान राहील	1	CO1	BL3	PO1
2	तीन रोध असतात, प्रत्येकाचे मूल्य $3/1$ ओहम असते. किमान मूल्य काय आहे. रोध जो तो त्यांना एकत्र करून मिळवू शकतो? (अ) 1 ओहम (ब) 3 ओहम (क) $3/1$ ओहम (ड) $9/1$ ओहम	1	CO1	BL3	PO1
3	किर्चॉफचा पहिला कायदा सांगतो की इलेक्ट्रिक नेटवर्कमधील जंक्शनवर (अ) सर्व प्रवाहांची बीजगणितीय बेरीज शून्य आहे. (ब) सर्व emfs ची बीजगणित बेरीज शून्य आहे. (क) सर्व विद्युतदाब थेंबांची बीजगणित बेरीज शून्य आहे. (ड) सर्व शक्तींची बीजगणितीय बेरीज शून्य आहे.	1	CO1	BL1	PO1
4	जर n एकसारखे प्रतिरोधक मालिकेत जोडलेले असतील तर त्यांचे एकूण मूल्य K ओहम आहे. त्यांचे काय असेल जर ते आता समांतर जोडलेले असतील तर प्रभावी मूल्य? (अ) K/n (ब) k^2/n (क) K/n^2 (ड) n^2/k	1	CO1	BL1	PO1
5	3 ओहम आणि 6 ओहम रोधची समांतर व्यवस्था 8 ओहम असलेल्या मालिकेत ठेवली आहे प्रतिरोधक जर $60V$ चे pd संपूर्ण परीपथ मध्ये जोडलेले असेल, तर तीन-ओहममधील विद्युतधारा प्रतिरोधक $6A$ आहे (अ) $6A$ (ब) $4A$ (क) $2A$ (ड) $5A$	1	CO1	BL5	PO1
6	विद्युतदाब स्त्रोतांना त्याचे आंतरिक रोध असल्यास आदर्श मानले जाते (अ) शून्याच्या जवळजवळ (ब) 100 ते 1000 ओहम दरम्यान (क) 1000 ते 9000 ओहम दरम्यान (ड) अनंत च्या जवळजवळ समान	1	CO1	BL2	PO2
7	आगमनात्मक कॉइलमध्ये, प्रवाह बदलण्यास विलंब त्याच्या मूल्यावर अवलंबून असतो (अ) प्रतिकार (ब) प्रेरणा (क) क्षमता (ड) पृथ्वी	1	CO1	BL2	PO3
8	एक विद्युतदाब विभाजक आणि त्याचे थेवेनिनचे समतुल्य परीपथ आकृती मध्ये दर्शविले आहे. काय असेल E_{th} आणि R_{th} चे मूल्य 	1	CO1	BL6	PO4
9	आकृती मध्ये दाखवलेल्या परीपथ मध्ये $A - B$ आहे 	1	CO1	BL6	PO4
	(अ) 32 w (ब) 0 w (क) 16 w (ड) 64 w				

मल्टी-चॉईस प्रश्न:													
1.	(ब)	2.	(ड)	3.	(अ)	4.	(क)	5.	(ब)	6.	(अ)	7.	(ब)
8.	(अ)	9.	(क)										

चाचणी प्रश्न

- विविध विद्युत परीपथ घटक काय आहेत? तुम्ही कसं भेद कराल.
 - रेषीय आणि अरेखीय घटक
 - सक्रिय आणि निष्क्रिय घटक
- उदाहरणे देत, तुम्हाला काय म्हणायचे आहे ते स्पष्ट करा
 - स्थिर आणि चल रोध
 - स्थिर आणि चल कॅपेसिटर
- वास्तविक विद्युतदाब आणि विद्युतधारा स्त्रोतांचा अर्थ काय आहे ते स्पष्ट करा ?
- ओहमचा नियम परिभाषित करून स्पष्ट करा. त्याच्या मर्यादा द्या.
- दर्शवा कि -
 - एकसर परिपथामध्ये, रोधाचे प्रभावी मूल्य; $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
 - समांतर परिपथामध्ये, रोधाच्या प्रभावी मूल्याचे व्यस्त हे वैयक्तिक रोधांच्या व्यस्तांच्या बेरजेएवढे असते.
- दोन्हीमधील फरक
 - नोड आणि जंक्शन;
 - लूप आणि जाळी
- किर्चाफचा विद्युतधारा आणि विद्युतदाब नियम परिभाषित करून स्पष्ट करा.
- किर्चाफचा विद्युतदाब कायदा लूपवर लागू करताना, ईएमएफ आणि विद्युतदाब ड्रॉप वर चिन्हे कशी लागू केली?
- सुपरपोजिशन प्रमेय परिभाषित करून परिपथ सोडवण्यासाठी ते कसे लागू केले जाते?
- थेवेनिनचे प्रमेय परिभाषित करून , योग्य विद्युत परिपथाच्या संदर्भात प्रमेयाचा वापर स्पष्ट करा.
- नॉर्टनचे प्रमेय परिभाषित करून स्पष्ट करा. हा प्रमेय थेवेनिनचे प्रमेयाचा उलट आहे हे दाखवा
- जेव्हा दिष्ट पुरवठा एका इंडक्टिव्ह परीपथाशी जोडला जातो आणि परीपथ बंद असतो, तेव्हा सिद्ध करा कि कोणत्याही क्षणी परीपथ मधील प्रवाह खालील संबंधाने दिला जातो- $I = V/R (1 - e^{-Rt/L})$
- एक दिष्ट विद्युतदाब V एका परीपथाच्या सापेक्ष , ज्यात रोध R ओहमस कॅपेसिटन्स C फॅराड्सच्या एकसर जोडणीत आहे. C च्या सापेक्ष विद्युतदाबासाठीचे समीकरण तयार करा.
- एक कंडेन्सर आणि रोध एका दिष्ट स्त्रोतासोबत एकसर जोडणीत आहेत. वेळ 't' सापेक्ष कंडेन्सरवरील चार्ज मोजा व म्हणून चार्ज वाढीचा दर मोजा.
- एक कंडेन्सर आणि रोध एका V वोल्टच्या दिष्ट स्त्रोतासोबत एकसर जोडणीत आहेत. वेळ 't' सापेक्ष कंडेन्सर डिस्चार्ज होताना विद्युतदाब मोजण्यासाठी समीकरण लिहा.

एस नं.	प्रश्न (पॅरा मध्ये)	गुण	CO	BL	PO
1	विविध इलेक्ट्रिक परीपथ घटक काय आहेत? तुम्ही कसं भेद कराल. (i) रेषीय आणि अरेखीय घटक (ii) सक्रिय आणि निष्क्रिय घटक.	5	CO1	BL1	

एस नं.	प्रश्न (पॅरा मध्ये)	गुण	CO	BL	PO
2	उदाहरणे देत, तुम्हाला काय म्हणायचे आहे ते स्पष्ट करा (i) स्थिर आणि चल प्रतिरोधक (ii) स्थिर आणि चल कॅपेसिटर	5	CO1	BL1	
3	स्पष्ट करा, तुम्हाला वास्तविक विद्युतदाब आणि वर्तमान स्रोतांचा अर्थ काय आहे.	5	CO1	BL1	
4	ओह्मचा नियम सांगा आणि स्पष्ट करा. त्याच्या मर्यादा द्या.	5	CO1	BL1	
5	ते दाखवा: (i) सिरिज परीपथ मध्ये, प्रतिकाराचे प्रभावी मूल्य; $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$. (ii) समांतर परीपथ मध्ये, प्रतिकाराच्या प्रभावी मूल्याचे परस्पर, बेरीजच्या बरोबरीचे असते वैयक्तिक प्रतिकारांचे परस्पर.	8	CO1	BL1	
6	दोन्हीमधील फरक (i) नोड आणि जंक्शन; (ii) पळवाट आणि जाळी	5	CO1	BL1	
7	किर्चाफचा विद्युतधारा आणि विद्युतदाब कायदा सांगा आणि स्पष्ट करा.	8	CO1	BL1	
8	किर्चाफचा विद्युतदाब कायदा लूपवर लागू करताना, ईएमएफवर चिन्हे कशी लागू केली जातात आणि विद्युतदाब ड्रॉप?	8	CO1	BL1	
9	सुपरपोजिशन प्रमेय नेटवर्क सोडवण्यासाठी ते कसे लागू केले जाते?	10	CO1	BL1	
10	स्टेट थेवेनिनचे प्रमेय, योग्य विद्युत परिपथाच्या संदर्भात या प्रमेयाचा वापर स्पष्ट करा.	10	CO1	BL1	
11	नॉर्टन चे प्रमेय सांगा आणि स्पष्ट करा. दाखवा की हे प्रमेय थेवेनिन प्रमेयाच्या फक्त उलट आहे.	10	CO1	BL1	
12	जेव्हा दिष्ट पुरवठा एका प्रेरक परीपथ शी जोडला जातो आणि परीपथ बंद असतो, तेव्हा सिद्ध करा कोणत्याही क्षणी परीपथ मधील प्रवाह संबंधाने दिला जातो $I = V/R (1 - e^{-Rt/L})$	10	CO1	BL1	
13	दिष्ट विद्युतदाब व्ही एका परीपथ मध्ये लागू होते ज्यात रेझिस्टन्स आर ओह्मस असतात ज्यामध्ये मालिकेत असतात. कॅपेसिटन्स सी फॅराड्स. वेळेनुसार सी ओलांडून विद्युतदाब च्या भिन्नतेसाठी व्युत्पन्न अभिव्यक्ती.	10	CO1	BL1	
14	कंडेनसर आणि रोध दिष्ट स्रोतासह मालिकेत जोडलेले असतात. शुल्क शोधा. परीपथ स्विच केल्यावर एका वेळी 't' कंडेनसर आणि म्हणून दर निर्धारित करा शुल्काची वाढ?	10	CO1	BL1	
15	कंडेनसर आणि रोध V व्होल्टच्या दिष्ट स्रोतासह मालिकेत जोडलेले असतात. व्युत्पन्न कॅपेसिटर असताना 't' सेकंदांनंतर कॅपेसिटर ओलांडलेल्या विद्युतदाब साठी एक अभिव्यक्ती डिस्चार्ज.	10	CO1	BL1	

देखरेख आणि अंतर विश्लेषण

गॅप विश्लेषण करण्यासाठी कार्यक्रमाच्या परिणामांची प्राप्ती खालील सारणीमध्ये संकलित केली जाईल आणि उपाययोजना करा:

[illegible]

प्रयोगशाळा कार्य

महत्व

सिद्धांत आणि प्रात्यक्षिक यांच्यातील अंतर करण्यासाठी, प्रयोगशाळेत विविध प्रयोग पार पाडणे अत्यंत महत्वाचे आहे. खालील मुद्दे प्रयोगशाळा कार्यच महत्व दर्शवितात-

1. प्रयोगशाळेत विविध प्रयोग करून विद्यार्थी दिलेला विषय अधिक प्रभावीपणे समजून घेऊ शकतात.
2. विद्यार्थ्यांच्या विकसनशील बुद्धिमत्तेवर प्रयोगशाळेतील प्रयोग खोलवर परिणाम करू शकते .
3. विविध प्रात्यक्षिके करून, विद्यार्थ्यांत विविध साधने आणि उपकरणे हाताळण्याचा आत्मविश्वास वृद्धिंगत होतो.
4. प्रयोगशाळेत विद्यार्थी विविध यंत्रे आणि उपकरणांचे वास्तविक भाग पाहू शकतात. या मुळे त्यांचे कार्यकारी ज्ञान सुधारते.
5. सरतेशेवटी, प्रयोगशाळेतील अनुभव विद्यार्थ्यांमध्ये विविध उद्योग/आस्थापना /विभागात कार्य करण्याचा आत्मविश्वास विकसित करते .

आवश्यक साधने

खालील काही आवश्यक साधने आहेत जी प्रत्येक विद्यार्थ्याने विद्युत प्रयोगशाळेत काम करताना ठेवली पाहिजेत- (i) चाचणी पिन (ii) स्क्रू चालक (7.5 सेमी आणि 20 सेमी) (iii) कटर (वेष्टणासहित) (iv) प्लियर (वेष्टणासहित) इ.

महत्वाचे मुद्दे

प्रयोगशाळेत प्रयोग करताना खालील महत्वाचे मुद्दे नेहमी लक्षात ठेवले पाहिजे -

1. सर्वात प्रथम विद्यार्थ्यांनी प्रयोगशाळेच्या संरचनेचा अभ्यास केला पाहिजे.
2. प्रयोगांची सुरवात करण्यापूर्वी प्रत्येकाने अनुषंगिक यंत्रे/उपकरणे याच्या सुरक्षा आणि संचालनाची तपासणी केली पाहिजे.
3. सुयोग्य आकाराचे अग्र जोडण्या वापरल्या पाहिजेत .
4. प्रत्येक उपकरण चालू करण्यापूर्वी, सर्व जोडण्या उपस्थित शिक्षकाने तपासल्या पाहिजेत.
5. अचूक निकालांसाठी सुयोग्य श्रेणीचे गणना यंत्रे वापरली पाहिजेत.
6. कुठलेही अपघात टाळण्यासाठी उपकरणे आणि साधने अत्यंत काळजी पूर्वक वापरली पाहिजेत.
7. प्रत्येक विद्यार्थ्यांना तीन मूलभूत उपकरणांचा , जसे कि व्होल्टमीटर, अँमीटर आणि वॉटमीटर , वापर माहित पाहिजे.

व्होल्टमीटर: हे उपकरण ज्या टर्मिनल्सच्या सापेक्ष विद्युतदाब मोजणी करावयाची असते, त्याच्या समांतर जोडणीत असते.

अँमीटर: हे उपकरण ज्या परिपथामध्ये विद्युतधारा मोजणी करावयाची असते, त्याच्या एकसर जोडणीत असते.

वॉटमीटर : ह्या उपकरणात दोन गुंडाळ्या असतात: पहिली विद्युतधारा गुंडाळी, M-L, एकसर जोडणीत असते. दुसरी विभव गुंडाळी V1 -V2 दर्शवलेली असून ती समांतर जोडणीत असते.

सावधगिरी बाळगण्याचे मुद्दे:

प्रयोगशाळेत प्रयोग करताना खालील दर्शविलेल्या महत्वाच्या मुद्द्यांप्रमाणे सावधगिरी बाळगावी-

1. विद्युत पुरवठा बंद केल्याशिवाय वाहकांना अथवा टर्मिनल्सला हात लावू नये.
2. प्रात्यक्षिक करताना नेहमी रबर सोल असलेले पायताण वापरावे .
3. विद्युत ठिणगी टाळण्यासाठी जोडण्या पुरेश्या घट्ट आहेत का हे तपासणे.

प्रयोग:

मूलभूत सुरक्षा काळज्या, गणना यंत्रांची ओळख आणि वापर- जसे कि - व्होल्टमीटर, अमीटर, वॉटमीटर ओसिलोस्कोप, वास्तविक जीवनातील रोध, प्रेरण आणि कॅपॅसिटर

उद्देश: विद्यार्थ्यांमध्ये खालील बाबतीत जागरूक करणे -

1. मूलभूत सुरक्षा मानके
2. गणना यंत्रांचा वापर- जसे कि - व्होल्टमीटर, अमीटर, वॉटमीटर, मल्टिमीटर ओसिलोस्कोप
3. वास्तविक जीवनातील रोध, प्रेरण आणि कॅपॅसिटर

1. मूलभूत सुरक्षा सावधगिरी

1. कार्यक्षेत्रातील विद्युत परिमंडळाची रचना माहित करून घेणे जेणे करून आगजन्य किंवा विद्युत दुर्घटनेच्या वेळी विद्युत पुरवठा तातडीने बंद करता येईल.
2. उपकरणांच्या सुरक्षित संचालन आणि देखभालीसाठी विद्युत पटलाभोवती नेहमी 1 मीटर्सचे सुरक्षित अंतर ठेवणे.
3. परिपथ किंवा वायर्सना कधीच अतिरिक्त भारित करू नये. अतिरिक्त भारितपणामुळे वायर्स गरम होऊन आग लागण्याची शक्यता असते.
4. विद्युत उपकरणे प्रथम वापरण्यापूर्वी, ते सुयोग्य स्थितीत आहेत किंवा कसे हे तपासावे -जसे कि कॉर्ड्स आणि प्लग खराब झालेली नाहीत, दुमडलेले नाहीत, ओरखडे नाहीत किंवा पृथ्वी बिंदू सुयोग्य आहेत किंवा नाहीत हे तपासणे.
5. सर्व विद्युत जोडण्या 3-आयामी प्लग ने ग्राउंडिंग केल्याची खात्री करणे. सर्व विद्युत उपकरणांना 3-आयामी ग्राउंडिंग प्लग असले पाहिजे.
6. विद्युत उपकरणावर काम करतांना, विद्युत पुरवठा बंद असल्याची खात्री करणे.
7. विद्युत उपकरणावर काम करण्यापूर्वी, वापरात असलेल्या सर्व विस्तार कॉर्ड ह्या काळजीपूर्वक ठेऊन व्यवस्थित दृश्यमान असल्याची खात्री करणे (कुठल्याही प्रकारच्या धोक्याविना).
8. सर्व विस्तार कॉर्ड विद्युतप्रवाह वाहून करण्यासाठी पुरेश्या आकारमानाच्या आहेत हे सुनिश्चित करणे. ह्यातील निष्काळजीपणा विद्युत अग्निजन्य अपघाताला निमंत्रण देऊ शकतो.
9. ज्वलनशील वस्तूंना विद्युत उपकरणापासून नेहमी दूर ठेवणे.
10. नेहमी सर्व विद्युत उपकरणे ओलसर जागांपासून दूर ठेवणे. हात, पाय किंवा शरीर ओले असताना कुठलेही विद्युत उपकरणे हाताळू नये.
11. विद्युतजन्य अपघात घडल्यास, ती जागा ताबडतोब सोडून जवळची आगीची सूचना देणारी प्रणाली कार्यान्वित करणे. तसेच, अशा प्रकारच्या आग नियंत्रणासाठी/ विझवण्यासाठी पाणी ओतू नये. जर सुरक्षितरित्या विद्युतप्रणाली पर्यंत पोहोचता येत असेल तर मुख्य विद्युत पुरवठा बंद करावा.
12. जर एखाद्या व्यक्तीला विद्युत झटका बसला तर त्या व्यक्तीस, कॉर्डला किंवा उपकरणास मुळीच हात लावू नये. परिस्थितीचे आकलन करून , सुरक्षित असेल तर मुख्य विद्युत पुरवठा बंद करावा आणि अग्निशमन दलास बोलावून जखमी व्यक्तीस उपचार करावा.

2. गणन यंत्रांचा उपयोग- व्होल्टमीटर, अँमीटर, मल्टि-मीटर, ऑसिलोस्कोप

व्होल्टमीटर

व्होल्टमीटर हे उपकरण दिलेल्या भाराच्या सापेक्ष किंवा परिपथाच्या कुठल्याही दोन बिंदूंदरम्यान असलेले विभवांतर मोजण्यासाठी वापर जाते. व्होल्टमीटर नेहमी भाराच्या सापेक्ष (समांतर जोडणीत) किंवा परिपथाच्या सापेक्ष जोडलेले असते. परिपथाच्या जोडणीनुसार हे काही प्रमाणात विद्युतधारेचे वाहन करते. जर अश्या विद्युतधारेचे प्रमाण जास्त असले तर ते परिपथाची मांडणी विस्कळीत करू शकते.

परिपथाच्या मांडणीचा व्होल्टमीटरवरचा प्रभाव कमी करण्यासाठी, व्होल्टमीटरचा रोध खूप मोठा ठेवला जातो जेणे करून खूप कमी क्षमतेची विद्युदधारा त्या द्वारे प्रवाहित होईल. म्हणूनच वोलमेटरचा रोध हा नेहमी खूप मोठ्या मूल्याचा ठेवला जातो. आकृती P 1.1(अ) आणि (ब) अनुक्रमे, दिष्ट आणि अदिष्ट व्होल्टमीटरचे संचित दृश्य दर्शविते.



आकृती P 1.1 (अ) दिष्ट व्होल्टमीटर



आकृती P 1.1 (ब) अदिष्ट व्होल्टमीटर

अँमीटर

अँमीटर हे उपकरण भारातून किंवा परिपथातून किंवा परिपथाच्या एका शाखेतून प्रवाहित होणारी विद्युतधारेची मोजणी करते. अँमीटर हे भाराच्या किंवा परिपथाच्या किंवा परिपथाची शाखा ज्यातून विद्युतधारा मोजायची आहे त्याच्या एकसर जोडणीत जोडलेले असते. त्यामुळे हे उपकरण भाराच्या किंवा परिपथाच्या इतकी विद्युतधारा वाहन करते. उच्च रोधामुळे उपकरणाच्या सापेक्ष जास्त विद्युत ड्रॉप होतो आणि त्यामुळे परिपथाची रचना नक्कीच बाधित होते.



आकृती P 1.2: (अ) दिष्ट अँमीटर



आकृती P 1.2: (ब) अदिष्ट अँमीटर

परिपथाच्या मांडणीचा अमीटरवरचा प्रभाव कमी करण्यासाठी, अमीटरचा रोध खूप नगण्य ठेवला जातो जेणे करून त्याच्या सापेक्ष विद्युतदाब ड्रॉप हा कमी असेल. म्हणूनच अमीटरचा रोध हा नेहमी खूप नगण्य मूल्याचा ठेवला जातो. आकृती P 1.2(अ) आणि (ब) अनुक्रमे, दिष्ट आणि अदिष्ट अमीटरचे सचित्त दृश्य दर्शविते.

मल्टि-मीटर



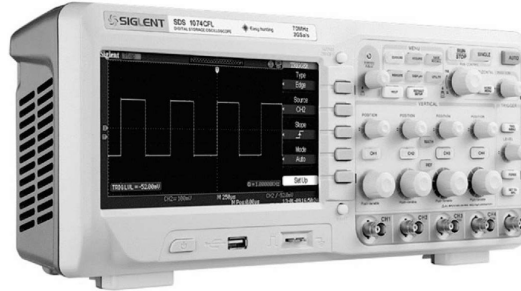
आकृती P1.3: (अ) अनालॉग मल्टि-मीटर



आकृती P1.3: (ब) डिजिटल मल्टि-मीटर

मल्टि-मीटर हे उपकरण रोधकांचा रोध, दोन टर्मिनल्सच्या दरम्यानचा विभवांतर (दिष्ट आणि अदिष्ट दोन्ही) आणि कुठल्याही परिपथातून किंवा त्याच्या शाखेतून प्रवाहित होणारी विद्युतधारा (दिष्ट आणि अदिष्ट दोन्ही) मोजण्यासाठी वापरतात. आकृती P1.3 (अ) आणि (ब) अनुक्रमे, अनालॉग आणि डिजिटल मल्टि-मीटरचे सचित्त दृश्य दर्शविते.

ऑसिलोस्कोप



आकृती P 1.4: सीआरओ (कॅथोड रे ऑसिलोस्कोप)

कॅथोड रे ऑसिलोस्कोप (सीआरओ) हे उपकरण विद्युतदाब आणि वेळ या घटकादरम्यानचा आलेख, वेगाने आणि सहजतेने, काढण्यासाठी वापरला जातो. त्यामुळे हे उपकरण, ज्या परिपथामध्ये विद्युतदाब आणि विद्युतधारा हे वेळ या घटकासापेक्ष बदलतात, अशा परिपथांची रचना आणि देखभाल करण्यासाठी वापरले जाते. कॅथोड रे नलिका (CRT) हि ऑसिलोस्कोपचा गाभा असते. आकृती P 1.4 हे सीआरओ चे सचित्त दृश्य दर्शविते.

प्रेरक

प्रेरक हे एक नालकुंतल असते म्हणजेच पुरेशी लांबीची वायरची गुंडाळी तयार करून मूलभूत प्रेरकाचे गुणधर्म प्राप्त करणे. हा परिपथाचा घटक असतो जो विद्युतधारेच्या प्रवाहास अवरोध निर्माण करतो. गुंडाळीच्या विद्युतधारेच्या (अदिष्ट विद्युतधारा)

प्रवाहास अवरोध निर्माण करण्याच्या गुणधर्मास इन्डक्टन्स असे म्हणतात. हेनरी (H) हे इन्डक्टन्स मोजण्याचे एकक आहे. आकृती P 1.5(अ) आणि (ब) अनुक्रमे, सर्वसाधारण प्रेरक आणि प्रेरक चिन्हांचे सचित दृश्य दर्शविते.



आकृती P 1.5: (अ) सर्वसाधारण प्रेरक

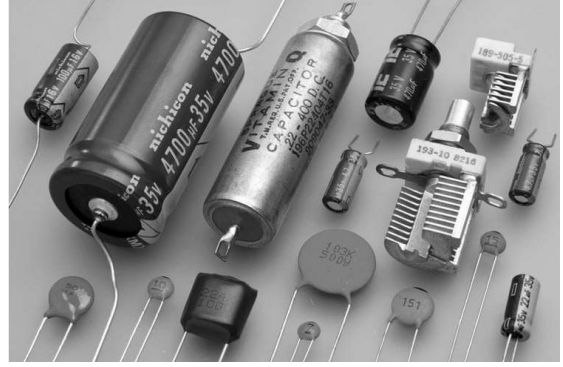


आकृती P 1.5: (ब) प्रेरक चिन्हांचे सचित दृश्य

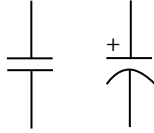
कॅपेसिटर

दोन वहन करणारे पृष्ठभाग जेव्हा डायलेक्ट्रिक माध्यम अथवा विद्युतरोधकाद्वारे विलग केलेली असते तेव्हा कॅपेसिटर तयार होतो. कॅपेसिटरचे वर्गीकरण हे त्याच्या ठेवणीवरून किंवा डायलेक्ट्रिक माध्यमावरून केले जाते. ह्या मध्ये विद्युत प्रभार धारण करण्याची क्षमता असते. कॅपेसिटर चे कॅपेसिटन्स हे फॅरड(F) या एककाद्वारे मोजल्या जाते.

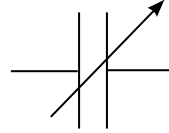
आकृती P1.6(अ) विविध प्रकारच्या कॅपेसिटरचे सचित दृश्य दर्शविते. तसेच आकृती P1.6 (ब आणि क) अनुक्रमे, स्थिर आणि चल कॅपेसिटर चिन्हांचे सचित दृश्य दर्शविते.



आकृती P1.6: (अ) विविध प्रकारच्या कॅपेसिटरचे सचित दृश्य



आकृती P1.6: (ब) स्थिर कॅपेसिटरचे चिन्ह



आकृती P1.6: (क) चल कॅपेसिटरचे चिन्ह

रोध

रोध हा परिपथाचा एक घटक असतो जो विद्युतप्रवाहास अवरोध निर्माण करतो. परिपथातून अथवा परिपथाच्या कुठल्याही शाखेमधून विद्युतप्रवाह नियंत्रित करण्याचे कार्य रोध करते. रोध परिपथाच्या विविध भागातील विद्युतदाब नियंत्रित करण्याचे कार्य सुद्धा करते. रोध हे "R किंवा r" या चिन्हाद्वारे दर्शविले जाते. रोधक क्षमता ओहम या एककाद्वारे मोजली जाते. विद्युत परिपथात वापरल्याजाणाऱ्या लहान रोधावर, त्याचे मूल्य दर्शविण्यासाठी, विविध रंगांचे पट्टे असतात. आकृती P 1.7 (अ) आणि P 1.7 (ब) हे स्थिर रोधांचे चिन्ह दर्शवितात. तसेच आकृती P 1.7 (क) चल रोधाचे चिन्ह दर्शविते.



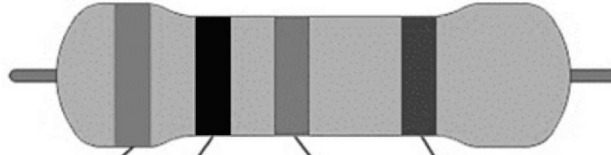
आकृती P 1.7: (अ) रोध



आकृती P 1.7: (ब) स्थिर रोधाचे चिन्ह



आकृती P 1.7: (क) चल रोधाचे चिन्ह



	1 st digit	2 nd digit	3 rd digit	multiply	tolerance	TCR (ppm/K)
Black	0	0	0	1	1% (F)	100
Brown	1	1	1	10	2% (G)	50
Red	2	2	2	100		15
Orange	3	3	3	1K		25
Yellow	4	4	4	10K		
Green	5	5	5	100K	0.5% (D)	
Blue	6	6	6	1M	0.25% (C)	10
Violet	7	7	7	10M	0.1% (B)	5
Gray	8	8	8	100M	0.05% (A)	
White	9	9	9	1G		
Gold				0.1	5% (J)	
Silver				0.01	10% (K)	
None					20% (M)	

आकृती P 1.7: (ड) रोध मूल्य निश्चितीसाठी रंगसंगती

2

अदिष्ट विद्युतधारा (ए.सी.) परिपथ

शिकण्याचे उद्दिष्ट:

- उद्दिष्ट क्रं 1: अदिष्ट विद्युतधारा आणि अदिष्ट विद्युत दाब बदल मूलभूत कल्पना. दिष्ट विद्युतधारा पेक्षा वेगळे कसे आहे?
- उद्दिष्ट क्रं 2: साइनसॉइडल अदिष्ट विद्युत दाब आणि विद्युतधारा तरंगांचे महत्त्व
- उद्दिष्ट क्रं 3: अदिष्ट विद्युतधारा मध्ये वापरले जाणाऱ्या संज्ञा जसे की वारंवारता, कालावधी, चक्र, तरंग तात्कालिक, सरासरी, आरएमएस आणि शिखर मूल्ये.
- उद्दिष्ट क्रं 4: अदिष्ट विद्युतधारा प्रमाणांचे वेक्टर प्रतिनिधित्व, फेज आणि फेज फरक.
- उद्दिष्ट क्रं 5: आयताकृती आणि ध्रुवीय प्रमाण, बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार आणि वेक्टरचे विभाजन प्रमाण.
- उद्दिष्ट क्रं 6: अदिष्ट विद्युतधारा सप्लायमध्ये जोडलेले असताना रेझिस्टर, इंडक्टर आणि कॅपेसिटरचे वर्तन.
- उद्दिष्ट क्रं 7: LC एकसर आणि समांतर परिपथ.
- उद्दिष्ट क्रं 8: पॉवर फॅक्टरचे महत्त्व आणि वीज प्रणालीवर त्याचे परिणाम?
- उद्दिष्ट क्रं 9: एकसर आणि समांतर अनुनाद परिपथ आणि त्यांचे अनुप्रयोग,
- उद्दिष्ट क्रं 10: श्री-फेज प्रणाली आणि त्याचे फायदे.
- उद्दिष्ट क्रं 11: स्टार आणि डेल्टा जोडणी आणि लाइन आणि फेज विद्युत दाब कसे संबंधित आहेत?

प्रस्तावना

दिष्ट विद्युतधारा (डी.सी.) चा वापर काही अनुप्रयोगांपुरता मर्यादित आहे उदा. इलेक्ट्रोप्लेटिंग, बॅटरी चार्जिंग, विद्युत ट्रॅक्शन, अणूविद्युत परिपथ इ. मोठ्या प्रमाणावर वीजनिर्मिती, प्रसारण, वितरण आणि वापरासाठी, अदिष्ट विद्युतधारा प्रणाली नेहमी स्वीकारली जाते. अदिष्ट विद्युतधारा प्रणालीमध्ये, परिपथामध्ये कार्यरत विद्युत दाब ध्रुवीयता आणि वेळेच्या नियमित अंतराने परिमाण बदलते आणि म्हणून. घरगुती आणि औद्योगिक अनुप्रयोगांसाठी अदिष्ट पुरवठा नेहमीच वापरला जातो. अदिष्ट विद्युतधारेच्या मार्गला अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ म्हणतात. दिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये, विद्युत प्रवाहाला फक्त रोध असतो, तर, अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये विद्युत प्रवाहाला विरोध (R), आगमनात्मक प्रतिक्रिया ($X_L = 2 \pi fL$) आणि कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया ($X_C = 1/2 \pi fC$) असतो. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये वारंवारता महत्वाची भूमिका बजावते.

सिंगल-फेज सिस्टम जवळजवळ सर्व घरगुती आणि व्यावसायिक आस्थापनात वापरले जाते, उदा : दिवे, पंखे, विद्युत इस्त्री, शीत कपाट, दूरचित्रवाणी संच, धुलाई यंत्र, एक्झॉस्ट फॅन्स, संगणक इ. परंतु, त्यांच्या निर्मिती, वितरण, पारेषण आणि औद्योगिक अनुप्रयोगासाठी उपयोगांमध्ये मर्यादा आहेत. यामुळे त्याची जागा पॉलीफेज प्रणालीने घेतली आहे.

या अध्यायात, आम्ही आमचे लक्ष अदिष्ट विद्युतधारा पुरवठा प्रणाली, अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ आणि त्यांच्या अभियांत्रिकी क्षेत्रात व्यावहारिक उपयोगितांवर मर्यादित करू.

घटकवार परिणाम

U2-O1 : घटक -1 शिक्षण परिणाम -1

अदिष्ट विद्युतधारा प्रणाली, या प्रणालीमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या संज्ञा आणि अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये वापरल्या जाणाऱ्या घटकांबद्दल जाणून घेणे.

U2-O2 : घटक -2 शिक्षण परिणाम -2

परिपथ घटकांच्या विविध संयोजनांसह अदिष्ट परिमाणांचे फेझर प्रतिनिधित्व.

U2-O3 : घटक -2 शिक्षण परिणाम -3

विविध एकसर आणि समांतर संयोजन, अदिष्ट विद्युतधारा विद्युत संरचना चे विश्लेषण करणे.

U2-O4 : घटक -2 शिक्षण परिणाम -4

पॉलीफेज सिस्टम आणि परीपथांचे विश्लेषण करण्यासाठी.

घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन

घटक क्र.-2 चे उद्दिष्टे	अभ्यासक्रम उद्दिष्टांसोबतचे अपेक्षित संयोजन		
	01- निम्न स्तर परस्परसंबंध; 02- मध्यम स्तर परस्परसंबंध; 03- उच्च स्तर परस्परसंबंध		
	CO-1	CO-2	CO-3
U2 -O1	3	–	–
U2 -O2	3	–	–
U2 -O3	3	–	–
U2 -O4	3	–	–

काही मनोरंजक तथ्ये

- वीज शक्ति प्रकल्प (पॉवर प्लांट) 1882 मध्ये थॉमस एडिसनने बांधला होता. त्याने आपले पर्ल स्ट्रीट पॉवर स्टेशन बांधले जे 85 इमारतींना वीज पुरवत होते. सुरुवातीला लोकांना विजेची इतकी भीती वाटत होती कि ते मुलांना दिव्यांच्या जवळ जाऊ देत नसत.
- भारतात, पहिला जलविद्युत प्रकल्प, सिद्रापोंग जलविद्युत प्रकल्प, पश्चिम बंगालच्या दार्जिलिंग जिल्ह्या येथे स्थित आहे. 130 kW (65 kW प्रत्येकी 2 युनिट) च्या क्षमतेसह 10 नोव्हेंबर 1897 मध्ये त्याची स्थापना झाली.
- आपण उच्च विद्युत दाब विद्युत वायरवर बसलेले पक्षी पाहून आश्चर्यचकित होत असाल. त्यांना विजेचा धक्का का बरे लागत नसेल. कारण त्यांचे दोन्ही पाय एकाच वाहकावर असतात आणि त्यामुळे परिपथ अपूर्ण राहते. जर त्यांच्या शरीराच्या इतर कोणत्याही भागाला टॉवर/खांबाच्या दुसऱ्या रेषेला किंवा लोखंडी चौकटीला स्पर्श झाला तर तो धक्का जाणवेल (विजेचा धक्का ज्यामुळे मृत्यू होऊ शकतो).

चलचित्र संपर्क दुवे

परिपाथासाठीचे चलचित्र दुवे



Generation
of AC



AC and DC



Difference
between
DC and AC



How does inductor
works



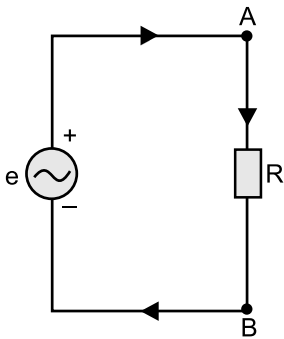
AC Circuits



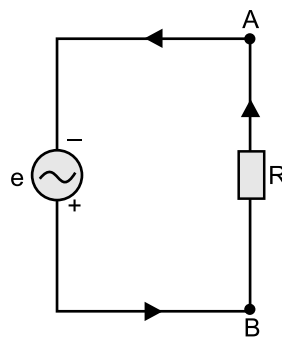
Generation of
3-phase emfs

2.1 अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारा

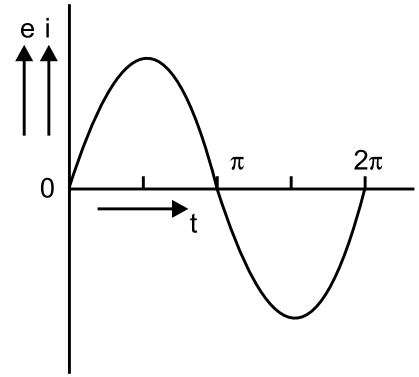
विद्युत दाब जो त्याच्या ध्रुवीयता आणि परिमाण नियमित वेळेत बदलतो त्याला अदिष्ट विद्युत दाब म्हणतात. आकृती 2.1 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, एक अदिष्ट विद्युतदाब स्त्रोत भार रोधला (लोड रेझिस्टर- R) जोडला जातो तेव्हा ध्रुवीयता बदलल्यानंतर विद्युत प्रवाह एका दिशेने आणि नंतर उलट दिशेने वाहतो.



(अ) विद्युत धारेचा पहिल्या अर्ध्या चक्रादरम्यान मार्ग



(ब) विद्युत धारेचा दुसऱ्या अर्ध्या चक्रादरम्यान मार्ग

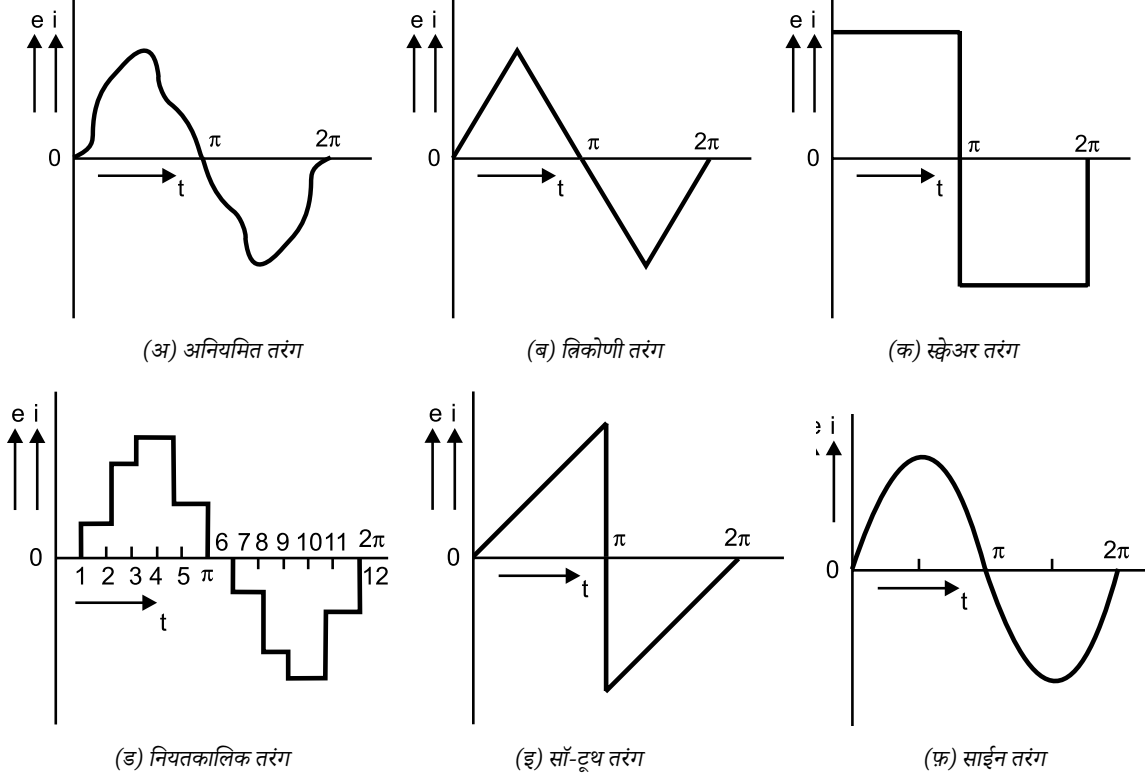


(क) तरंगांचा आकार आकार

आकृती 2.1: अदिष्टविद्युत दाब आणि विद्युत धारा

अकृती क्र. 2.1 (क) स्त्रोत विद्युत दाबाच्या तरंगांचा आकार (विद्युत दाबाच्या वेळे नुसार भिन्न मूल्याचे प्रतिनिधित्व करते) आणि परिपथातून वाहणारा प्रवाह (म्हणजे भार रोध- R) दर्शवते.

तरंग (वेव्हफॉर्म): अदिष्ट विद्युत दाब किंवा विद्युत धारेच्या “वेळ” या घटकानुसार होणाऱ्या बदलास दर्शवणाऱ्या आलेखास तरंग असे म्हणता. आलेख आखताना, सहसा तात्काळ अदिष्ट परिमाणांची मूल्ये y -अक्ष आणि वेळ x -अक्ष सोबत घेतली जातात. अदिष्ट विद्युतदाब किंवा विद्युत धारा अकृती क्रं. 2.2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे वेगवेगळ्या प्रकारे बदलू शकतो, त्यानुसार त्यांच्या तरंग आकारांना नाव देण्यात आले आहे. जसेकी - अनियमित तरंग; लिकोणी तरंग; चौरस तरंग; नियतकालिक तरंग; सॉ-टूथ तरंग; साईन तरंग इ.



आकृती 2.2: विद्युत तरंगांचा आकार

2.2 अदिष्ट प्रणालीचा दिष्ट प्रणाली पेक्षा फायदा

- रोहिताच्या सहाय्याने अदिष्ट विद्युत दाब वाढवता आणि घटवता येते. लांब अंतरावर प्रचंड शक्ती प्रसारित करण्यासाठी, उत्पादन केंद्रांवर आर्थिक कारणांमुळे विद्युत दाब वाढवले जाते (400 केव्ही पर्यंत) आणि सुरक्षेच्या दृष्टीकोनातून विद्युत ऊर्जेच्या वापरासाठी दाब कमी केला जातो (400/230 V).
- अदिष्ट विद्युतधारा मोटर्स (म्हणजे इंडक्शन मोटर्स) स्वस्त, जोडणीत साधे आणि, दिष्ट विद्युतधारा मोटर्सच्या तुलनेत कार्यक्षम आणि मजबूत असतात.
- अदिष्ट विद्युतधारा प्रणालीसाठी स्विचगियर (उदा. स्विचेस, परिपथ ब्रेकर्स इ.) दिष्ट विद्युतधारा प्रणालीपेक्षा सोपे आहे. अशाप्रकारे, अदिष्ट विद्युतधारा प्रणाली निर्मिती, पारेषण, वितरण आणि वापरासाठी सार्वजनिकपणे स्वीकारली जाते.

2.3 अदिष्ट आणि दिष्ट विद्युतधारेतील फरक

अदिष्ट विद्युत धारा	दिष्ट विद्युत धारा
1. अदिष्ट विद्युतधारा वेळोवेळी बदलते आणि त्याचा आकार बदलते.	1. दिष्ट विद्युतधारा फक्त एकाच दिशेने वाहते आणि न बदललेले राहते.
2. अम्प्लिट्यूड आणि ध्रुवीयता सतत बदलत असतात.	2. अम्प्लिट्यूड आणि ध्रुवीयता निश्चित आहेत.
3. त्याची विशिष्ट वारंवारता असते.	3. हे वारंवारतेपासून स्वतंत्र आहे.
4. उच्च दाबावर दिष्ट विद्युत धारा निर्मिती करता येते.	4. उच्च दाबावर अदिष्ट विद्युत धारा निर्मिती करता येत नाही.
5. अदिष्ट विद्युतधारा बाबतीत, निर्मितीचा खर्च कमी आहे.	5. निर्माण करण्यासाठी चा खच खूप जास्त आहे.
6. हे ट्रान्सफॉर्मरच्या साहाय्याने कमी किंवा जास्त करता येऊ शकते.	6. हे कमी जास्त करत येत नाही.
7. अदिष्ट विद्युतधारा यंत्रे आणि जनित्रे कमी किमतीला मजबूत आणि टिकाऊ असतात.	7. दिष्ट विद्युतधारा यंत्रे आणि जनित्रे महागा असतात.
8. अदिष्ट विद्युतधारा उपकरणे आणि साधनांचा देखभाल खर्च कमी येतो.	8. दिष्ट विद्युतधारा उपकरणे आणि साधनांचा देखभाल खर्च जास्त येतो.
9. अदिष्ट विद्युतधारा इलेक्ट्रोप्लेटिंगसाठी थेट वापरता येत नाही.	9. दिष्ट विद्युतधारा इलेक्ट्रोप्लेटिंगसाठी थेट वापरता येतो.
10. अदिष्ट विद्युतधारा मोटर्सची गती सहजरित्या नियंत्रित करता येत नाही.	10. दिष्ट विद्युतधारा मोटर्सची गती सहजरित्या नियंत्रित करता येते.

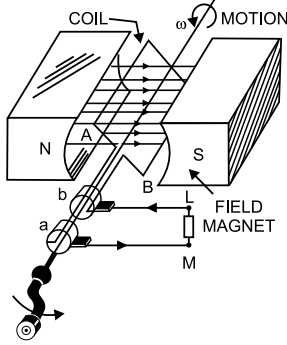
2.4 सायनोसाइड अदिष्ट परीमाण

एक अदिष्ट परीमाण (म्हणजे विद्युत दाब किंवा विद्युत धारा) जे साइन कोणाप्रमाणे बदलते θ ($\theta = \omega t$) त्याला सायनोसाइड अदिष्ट परीमाण म्हणून ओळखले जाते. त्याचा तरंग प्रतिकृती आकृती 2.2 (फ) मध्ये दर्शविली आहे. विद्युत शक्ती निर्मितीसाठी साइनसॉइडल विद्युत दाब आणि प्रवाह खालील कारणांमुळे जगभर निवडले जातात-

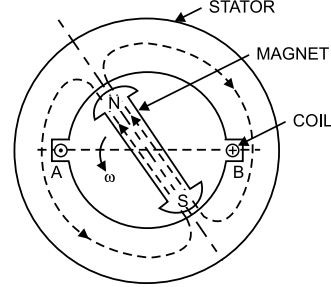
- साइनसॉइडल विद्युत दाब आणि प्रवाहांमुळे यंत्रे आणि रोहितामधील लोह आणि तांबे घट (लॉसेस) कमी होतात. यामुळे अदिष्ट विद्युतधारा यंत्रांची कार्यक्षमता सुधारते.
- साइनसॉइडल विद्युत दाब आणि विद्युत प्रवाह जवळच्या संप्रेषण प्रणालीमध्ये कमी हस्तक्षेप करतात. (टेलिफोन लाईन्स इ.)
- ते विद्युत परीपथांमध्ये कमीतकमी अडथळा निर्माण करतात.
- जेव्हा जेव्हा या मजकूरात 'अदिष्ट विद्युत दाब किंवा विद्युत धारा' हा शब्द वापरला जातो, तेव्हा त्याचा अर्थ साइनसॉइडल अदिष्ट असतो.

2.5 अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारेची निर्मिती

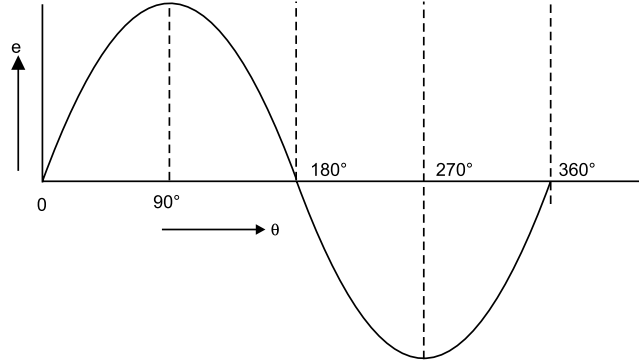
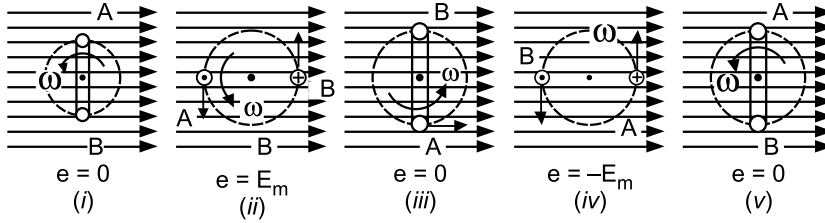
एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात कॉइल फिरवून (i) आकृती 2.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे अदिष्ट विद्युत दाब तयार केले जाऊ शकते किंवा (ii) आकृती 2.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे स्थिर गतीमध्ये स्थिर कॉइलमध्ये एकसमान चुंबकीय क्षेत्र फिरवून. अदिष्ट विद्युत दाब तयार केले जाऊ शकत पहिली पद्धत साधारणपणे लहान अदिष्ट जनित्रांमध्ये वापरली जाते, तर दुसरी पद्धत मोठ्या अदिष्ट जनित्रांमध्ये आर्थिक कारणांमुळे वापरली जाते. दोन्ही प्रकरणांमध्ये, वाहकाद्वारे चुंबकीय क्षेत्र बाधित केले जाते (किंवा गुंडाळी बाजू) आणि एक ईएमएफ (इ.एम.एफ.) त्यांच्यामध्ये प्रेरित होते. प्रेरित ईएमएफची दिशा आणि विशालता खाली स्पष्ट केल्याप्रमाणे वाहकाच्या स्थितीवर अवलंबून असतात:



आकृती 2.3: एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात कॉइल फिरवून



आकृती 2.4: स्थिर गतीमध्ये स्थिर कॉइलमध्ये एकसमान चुंबकीय क्षेत्र फिरवून

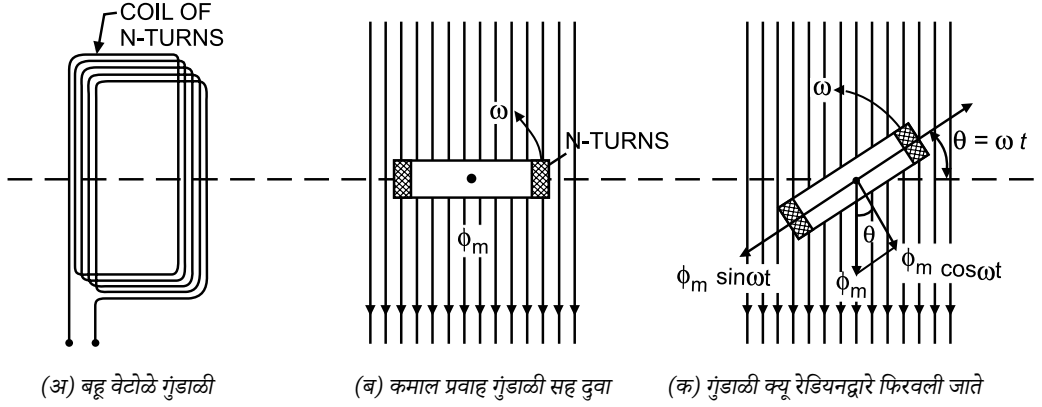


आकृती 2.5: कॉइल मधील वेगवेगळ्या कोनांमुळे प्रेरित ई.एम.एफ.

साधेपणासाठी, एकसमान चुंबकीय क्षेत्रामध्ये ठेवलेल्या कॉइलचा विचार करा ज्यात लोड (LM) आकृती 2.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे ब्रश आणि स्लिप रिंग द्वारे जोडलेला आहे. जेव्हा ते घड्याळीउलट्या दिशेने फिरवले जाते तेव्हा प्रति सेकंद ω रेडियन्सचा स्थिर कोनीय वेगाने, कॉइलच्या बाजूने एक ई.एम.एफ. प्रेरित होतो. क्रॉस-कॉइलचे विभागीय दृश्य आणि वेगवेगळ्या प्रसंगात त्याची वेगवेगळी स्थिती आकृती 2.5 मध्ये दर्शविली आहे. प्रेरित ईएमएफची परिमाण वाहकाद्वारे फ्लक्स ज्या दराने बाधित होते त्यावर अवलंबून असते. येथे (i), (iii) आणि (v) प्रसंगात, वाहक A आणि B मध्ये प्रेरित ई.एम.एफ. शून्य आहे कारण ते समांतर जात आहेत. शक्तीच्या चुंबकीय रेषा आणि फ्लक्स बाधित होण्याचा तसेच, वाहक A आणि B ईएमएफ चे मूल्य हे (ii) आणि (iv) मधील प्रसंगात उच्चतम असते कारण वाचकांचे परिचलन हे चुंबकीय शक्तिरेखांच्या काटकोनात असते आणि फ्लक्स बाधित होण्याचा दर जास्तीत जास्त आहे. फ्लेमिंगच्या उजव्या हाताचा नियम लागू करून कंडक्टरमध्ये प्रेरित ईएमएफची दिशा निश्चित केली जाते. (ii) मधील प्रसंगात कंडक्टर A मध्ये प्रेरित ई.एम.एफ. ची दिशा बाह्य असते तर (iv) मधील प्रसंगात, कंडक्टर A मध्ये प्रेरित ईएमएफची दिशा अंतर्मुख आहे (म्हणजे येथे प्रेरित ईएमएफची दिशा (ii) प्रेरित ईएमएफच्या दिशेच्या विरुद्ध आहे. कॉइलमध्ये प्रेरित ईएमएफची तरंग आकार देखील आकृती 2.5 मध्ये दर्शविली आहे.

2.6 अदिष्ट ईएमएफ आणि विद्युतधारेचे समीकरण

आकृती 2.6 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, एक N वेटोळे असणारी कॉईल B Wb/m² घनतेच्या एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात घड्याळी उलटया दिशेने ω रेडिअन्स प्रति सेकंद कोनीय वेगाने फिरत आहे असे गृहीत धारा आकृती 2.6(ब) मधील प्रसंगात, कॉईलसोबत उच्चतम फ्लक्स ϕ_m असतो. 't' सेकंदांनंतर कॉईल $\theta = \omega t$ कोनातून फिरवली जाते. या प्रसंगात कॉईलसोबत $\phi_m \cos \omega t$ एवढा फ्लक्स समन्वीत असतो. तसेच, दुसरा घटक $\phi_m \sin \omega t$ हा कॉईलसोबत समांतर असतो. फॅराडेच्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनच्या नियमांनुसार, या प्रसंगात कॉईलमधील असेलल्या एएमएफचे मूल्य म्हणजेच कॉईलमधील इंड्यूज्ड एएमएफचे इंस्टंटेनियस मूल्य-



आकृती 2.6: रेडियनद्वारे फिरवली जाणारया कॉईलमध्ये प्रेरित ईएमएफ

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} \quad -ve \text{ चिन्ह सूचित करते की प्रभावीपणे प्रेरित ईएमएफ विरुद्ध आहे}$$

$$\text{किंवा} \quad e = -N \frac{d\phi}{dt} \phi_m \cos \omega t \quad (\because \phi = \phi_m \cos \omega t)$$

$$\text{किंवा} \quad e = -N \phi_m (-\omega \sin \omega t)$$

$$\text{किंवा} \quad e = \omega N \phi_m (\sin \omega t) \quad \dots(i)$$

इंड्यूज्ड एएमएफचे मूल्य जेव्हा कोन θ किंवा $\omega t = 90^\circ$ (म्हणजेच $\sin \omega t = 1$) असते तेव्हा उच्चतम असते.

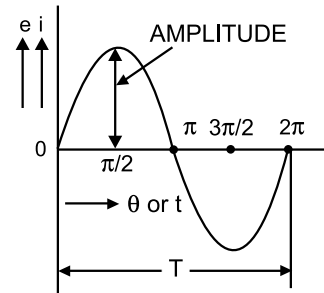
$$\therefore E_m = \omega N \phi_m \quad \dots(ii)$$

वरील मूल्ये समीकरण 1 मध्ये बदलून आपणास मिळते-

$$e = E_m \sin \omega t = E_m \sin \theta$$

वरील समीकरणावरून हे स्पष्ट आहे की प्रेरित ईएमएफची परिमाण साइन कोन (θ) नुसार बदलते. प्रेरित ईएमएफची तरंगाकृती आकृती 2.7 मध्ये दर्शविली आहे. या तरंग किंवा आकृतीला साइनसॉइडल म्हणतात. जर हे विद्युत दाबरोधावर लागू केले गेले, तर एक सायनोसाईडली बदलणारा अदिष्ट प्रवाह त्यातून प्रवाहित होईल म्हणजे साईन नियमांचे अनुसरण करणे आणि त्याच्या लहरीचा आकार आकृती 2.7 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे असेल. हे अदिष्ट प्रवाह समीकरणाने दिले आहे:

$$i = I_m \sin \omega t = I_m \sin \theta$$



आकृती 2.7: प्रेरित ईएमएफची तरंगाकृती

2.7 महत्वाच्या व्याख्या

एक अदिष्ट विद्युत दाब किंवा विद्युतधारा वेळेच्या अंतराने त्याचे परिमाण आणि दिशा बदलते. साइनसॉइडल विद्युत दाब किंवा विद्युत धारा 't' किंवा अँगल $\theta (= \omega t)$ च्या साईन फंक्शन म्हणून बदलते. खालील महत्वाच्या संज्ञा सामान्यतः अदिष्ट प्रमाणात वापरल्या जातात:

- तरंग:** अदिष्टाच्या तात्कालिक मूल्यांचा आलेख, y-अक्षावर विद्युत दाब किंवा विद्युत धारा आणि x-अक्षावर वेळ किंवा कोन ($\theta = \omega t$), करून मिळवलेल्या वक्राचा आकाराला तरंग असे म्हणतात. सायनोसिडली बदलणाऱ्या अदिष्ट घटकांचा आलेख आकृती 2.7 मध्ये दर्शविली आहे. अदिष्ट प्रमाणाचे तरंगाकृती वक्राला त्याचे तरंग स्वरूप म्हणतात.
- तात्कालिक मूल्य:** अदिष्ट प्रमाणाचे मूल्य म्हणजेच कोणत्याही विद्युत दाब किंवा विद्युत धारेचे मूल्य इन्स्टंटला त्याचे तात्कालिक मूल्य म्हणतात आणि अनुक्रमे ई किंवा आय द्वारे दर्शविले जाते.
- चक्र:** जेव्हा अदिष्ट प्रमाण +ve आणि -ve मूल्यांच्या संपूर्ण संचामधून जाते किंवा 360 विद्युत अंशांमधून जातो, असे म्हटले जाते की त्याने एक चक्र पूर्ण केले आहे.
- अल्टरनेशन:** एका अर्ध्या चक्राला ऑल्टरनेशन म्हणतात. एक अल्टरनेशन 180 विद्युत अंशांवर पसरलेला आहे.
- कालावधी:** अदिष्ट प्रमाणाने एक चक्र पूर्ण करण्यासाठी सेकंदात लागणाऱ्या वेळेस कालावधी म्हणतात. हे सहसा T द्वारे दर्शविले जाते.
- वारंवारता:** अदिष्ट प्रमाणाने प्रति सेकंद केलेल्या चक्रांची संख्या म्हणजे वारंवारता हे चक्र प्रति सेकंद (c/s) किंवा हर्ट्झ (Hz) मध्ये मोजले जाते आणि f द्वारे दर्शविले जाते.
- अम्प्लिटुड:** एक चक्रामध्ये अदिष्ट घटकांनी प्राप्त केलेल्या उच्चतम मूल्याला (सकारात्मक किंवा नकारात्मक) अम्प्लिटुड किंवा शिखर मूल्य किंवा उच्चतम मूल्य असे म्हणतात. विद्युतदाबाच्या किंवा विद्युतधारेच्या उच्चतम मूल्य साधारणपणे E_m (or V_m) आणि I_m ने अनुक्रमे दर्शविली जाते.

2.8 काही महत्वाचे संबंध (रिलेशन्स)

- वारंवारता आणि कालावधी दरम्यानचा संबंध:** एक अदिष्ट प्रमाण ज्याची वारंवारता f c/s आहे, गृहीत धारा. मग -
 f चक्र पूर्ण करण्यासाठी लागणार कालावधी = 1s
 1 चक्र पूर्ण करण्यासाठी लागणार कालावधी = $1/f$ सेकंद
 म्हणून, कालावधी, T = $1/f$ सेकंद किंवा $f = 1/T$ c/s
- वारंवारता आणि कोनीय वेग यांच्यातील संबंध:** एक अदिष्ट प्रमाण ज्याची वारंवारता f c/s आहे, गृहीत धारा. मग -
 एका चक्रात कापलेले कोनीय अंतर = 2π रेडियन
 f चक्रात प्रति सेकंदात कापलेले कोनीय अंतर = 2π रेडियन
 म्हणून, $\omega = 2\pi$ रेडियन/सेकंद

2.9 अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारा यांचे मूल्य

दिष्ट विद्युतधारा प्रणालीतील विद्युतदाब आणि विद्युतधारा स्थिर असतात जेणेकरून त्यांचे आकारमान निर्दिष्ट करण्यात कोणतीही समस्या येत नाही. परंतु, अदिष्ट विद्युतधारा प्रणालीमध्ये, अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारा तात्कालिक पद्धतीने बदलत असते. तर अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारेची आकारमान कशी व्यक्त करावी हा प्रश्न उद्भवतो. खालील तीन मार्ग आकारमान व्यक्त करण्यासाठी स्वीकारले जातात:

- (i) शिखर मूल्य.
- (ii) सरासरी मूल्य किंवा सरासरी मूल्य.
- (iii) प्रभावी मूल्य किंवा आरएमएस मूल्य.

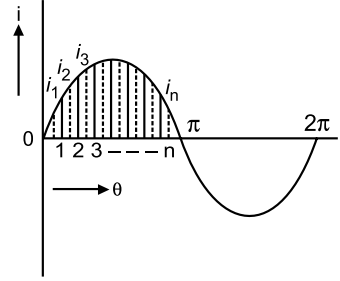
अदिष्ट प्रमाणाचे आरएमएस मूल्य (विद्युत दाब किंवा वर्तमान) वास्तविक विशालता दर्शवते. तर, काही अभियांत्रिकी अनुप्रयोगांमध्ये शिखर आणि सरासरी मूल्ये महत्वाची असतात.

2.10 शिखर मूल्य

एका चक्राच्या दरम्यान अदिष्ट प्रमाणाद्वारे मिळवलेल्या कमाल मूल्याला शिखर मूल्य म्हणतात. ह्याला जास्तीत जास्त मूल्य किंवा क्रेस्ट मूल्य किंवा ऑप्लिट्यूड असेही म्हणतात. आकृती 2.7 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे एक साइनसॉइडल अदिष्ट मात्ता 90 अंशावर त्याचे कमाल मूल्य प्राप्त करते. अदिष्ट विद्युतदाब आणि विद्युतधारेचे शिखर मूल्य E_m आणि I_m नी दर्शविले जाते. इन्सुलेटची डायलेक्ट्रिक ताकद तपासण्याच्या बाबतीत शिखर मूल्याचे ज्ञान महत्वाचे आहे.

2.11 सरासरी मूल्य

एका चक्रावर अदिष्ट मालांच्या (विद्युतदाब किंवा विद्युतधारा) सर्व तात्कालिक मूल्यांच्या बीजगणितीय सरासरीस सरासरी मूल्य असे म्हणतात सममित लहरीच्या बाबतीत (जसे साइनसॉइडल विद्युतधारा किंवा विद्युतदाब तरंग) +ve अर्ध तरंग हा -ve अर्ध तरंगा बरोबर असतो. म्हणूनच, पूर्ण चक्राचे सरासरी मूल्य शून्य आहे. +ve तसेच -ve अर्ध्या चक्रात कार्य केले जाते, त्यामुळे, सरासरी मूल्य हे चिन्हांच्या मुल्यांची पर्वा न करता निर्धारित केले जाते. म्हणूनच, सममित अदिष्ट मालांची सरासरी मूल्य ठरवताना फक्त +ve अर्ध चक्र विचारात घेतले जाते. आकृती 2.8 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे +ve अर्ध्या चक्राला n समान भागांच्या संख्येत विभाजित



आकृती 2.8: सममित तरंगांची एका अदिष्ट मात्तेसाठी त्याचे अर्ध चक्र गृहितधरून

जर $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ मध्य क्रम असतील तर-

विद्युतधारेचे सरासरी मूल्य $I_{avg} =$ मध्यक्रमांची वारंवारता

$$= \frac{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n}{n}$$

$$= \frac{\text{बदलाचा क्षेत्र}}{\text{आधार}}$$

2.12 सायनोसाइडल तरंगांचे सरसरी मूल्य

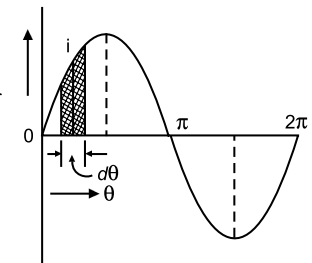
आकृती 2.9 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे अदिष्ट प्रवाह सायनोसाइडली बदलतो हे खालील समीकरणाने दिले आहे :

$$i = I_m \sin \theta$$

धन अर्ध्या चक्रात जाडीच्या प्राथमिक पट्टीचा विचार करा, मग

$$\text{पट्टीचे क्षेत्रफळ} = i d\theta$$

$$\text{अर्ध चक्राचे क्षेत्रफळ} = \int_0^{\pi} i d\theta = \int_0^{\pi} I_m \sin \theta d\theta$$



आकृती 2.9: सायनोसाइडल अदिष्ट विद्युतधारा

$$= I_m (-\cos\theta)_0^\pi = I_m (-\cos\pi - \cos 0))$$

$$= I_m [-(-1 - 1)] = 2 I_m$$

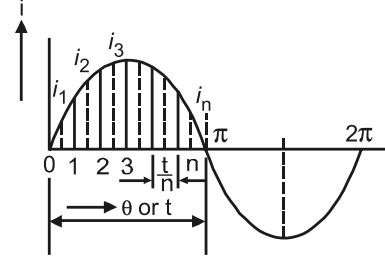
$$\text{आधार} = 0 \text{ to } \pi = \pi - 0 = \pi$$

$$\therefore \text{ सरासरी मूल्य, } I_{av} = \frac{\text{बदलाचे क्षेत्रफल}}{\text{आधार}}$$

$$= \frac{2 I_m}{\pi} = \frac{I_m}{\pi/2} = 0.637 I_m$$

2.13 प्रभावी किंवा आरएमएस मूल्य

ज्या स्थिर विद्युत प्रवाहाच्या मूल्यामुळे, दिलेल्या वेळेत, ज्ञात रोधातून प्रवाहित होताना तयार झालेली उष्णता हि त्याच रोधातून त्याच वेळेत अदिष्ट विद्युतधारा प्रवाहित होताना सारखीच असेल तर त्यास प्रभावी अथवा आर. एम. एस. मूल्य म्हणतात समजा i प्रवाह t सेकंदांपर्यंत प्रतिकार R च्या रोधातून वाहताना जेव्हा स्थिर प्रवाह द्वारे उत्पादित केल्याइतकीच उष्णता ऊर्जा निर्माण करते. आकृति 2.10 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे एका अर्धचक्राचे n समान भागांमध्ये विभाजन करा म्हणजे मध्यांतर आहे $1/n$. $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ हे मध्यस्थ आहेत.



आकृति 2.10: अदिष्ट विद्युतधारेची तरंगाकृती

पहिल्या मध्यंतरात निर्माण झालेली उष्णता $= i_1^2 Rt/n$ joules

दुसऱ्या मध्यंतरात निर्माण झालेली उष्णता $= i_2^2 Rt/n$ joules

तिसऱ्या मध्यंतरात निर्माण झालेली उष्णता $= i_3^2 Rt/n$ joules

n^{th} मध्यंतरात निर्माण झालेली उष्णता $= i_n^2 Rt/n$ joules

एकूण उष्णता निर्माण होते $= Rt (i_1^2 + i_2^2 + i_3^2 + \dots + i_n^2)/n$

कारण, I_{eff} ला ह्या विद्युतधारेचा प्रभावी मूल्य गृहीत धरले आहे

मग, ह्या विद्युतधारेमुळे निर्मित झालेली एकूण उष्णता $= I_{eff}^2 Rt$ joule

...(ii)

समीकरण (i) आणि (ii) सोडवून आपणास मिळते,

$$I_{eff}^2 Rt = Rt \left(\frac{i_1^2 + i_2^2 + i_3^2 + \dots + i_n^2}{n} \right)$$

$$\text{or } I_{eff} = \sqrt{\frac{i_1^2 + i_2^2 + i_3^2 + \dots + i_n^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\text{तात्कालिक मूल्यांच्या मध्यांचा वर्ग}}$$

$$\text{or } I_{eff} = \text{तात्कालिक मूल्यांच्या मध्यांचा वर्गाचा वर्गमूल}$$

$$= \text{रूट मीन स्क्वेअर (आर.एम. एस.) मूल्य}$$

हे अदिष्ट प्रमाणाचे वास्तविक मूल्य आहे जे आम्हाला अदिष्ट विद्युतधारेची ऊर्जा हस्तांतरण क्षमता सांगते. स्रोत उदाहरणार्थ, जर आपण असे म्हणतो की 5 A चा अदिष्ट विद्युतधारा परिपथातून वाहतो, तर याचा अर्थ परिपथ मधून वाहणाऱ्या अदिष्ट प्रवाहाचे आरएमएस मूल्य 5 A आहे. ते 5 A दिष्ट प्रवाहाने उत्सर्जित केलेल्या उर्जे एवढीच ऊर्जा हस्तांतरित करते. ऑमीटर आणि

व्होल्टमीटर हे अनुक्रमे अदिष्ट विद्युतधारा आणि विद्युतदाबाचे आरएमएस मूल्यांची नोंदी करतात. घरगुती सिंगल-फेज अदिष्ट विद्युत पुरवठा मूल्य 230 V, 50 Hz आहे. जेथे 230 V हे अदिष्ट विद्युतदाबाचे आर.एम.एस. मूल्य आहे

2.14 सायनोसायडल विद्युतधारेचे आर.एम.एस. मूल्य

एक सायनोसाइडली बदलणाऱ्या अदिष्ट विद्युतधारा खालील समीकरणाने दिली जाते-

$$i = I_m \sin \theta$$

आरएमएस मूल्य निर्धारित करण्यासाठी आकृती 2.11. मध्ये दाखवल्याप्रमाणे अदिष्ट प्रवाहाची चौरस तरंगाकृती काढली जाते. चौरस तरंगाच्या पहिल्या सहामाहीत जाडी $d\theta$ ची प्राथमिक पट्टी लक्षात घेता, i^2 त्याचे मध्यस्थ असू द्या मग

$$\text{पट्टीचे क्षेत्रफळ} = i^2 d\theta$$

चौरस तरंगाच्या प्रथम अर्ध चक्राचे क्षेत्रफळ

$$\begin{aligned} &= \int_0^{\pi} i^2 d\theta = \int_0^{\pi} (I_m \sin \theta)^2 d\theta \\ &= I_m^2 \int_0^{\pi} \sin^2 \theta d\theta = I_m^2 \int_0^{\pi} \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta \\ &= \frac{I_m^2}{2} \int_0^{\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta = \frac{I_m^2}{2} \left(\theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right)_0^{\pi} \\ &= \frac{I_m^2}{2} \left((\pi - 0) - \frac{\sin 2\pi - \sin 0}{2} \right) \\ &= \frac{I_m^2}{2} [(\pi - 0) - (0 - 0)] = \frac{\pi I_m^2}{2} \end{aligned}$$

आधार = 0 to $\pi = \pi - 0 = \pi$

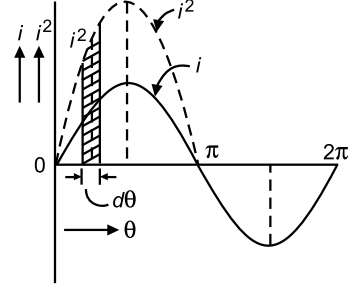
प्रभावी किंवा आर.एम.एस. मूल्य

$$\begin{aligned} I_{rms} &= \sqrt{\frac{\text{चौरस तरंगाच्या प्रथम अर्ध चक्राचे क्षेत्रफळ}}{\text{आधार}}} \\ &= \sqrt{\frac{\pi I_m^2}{2\pi}} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m \end{aligned}$$

सामान्यतः अदिष्ट विद्युतधारेचे आरएमएस मूल्य फक्त i ऐवजी I द्वारे दर्शविले जाते. त्याचप्रमाणे, आरएमएस अदिष्ट विद्युतदाबाचे मूल्य E किंवा V द्वारे दर्शविले जाते.

2.15 फॉर्म घटक आणि शिखर घटक

सरासरी मूल्य, आरएमएस मूल्य आणि अदिष्टाचे शिखर मूल्य यांच्यात एक निश्चित संबंध आहे फॉर्म घटक आणि शिखर घटक या दोन घटकांद्वारे संबंध व्यक्त केले जातात.



आकृती 2.11: साइनोसाइडल अदिष्ट विद्युतधारेचा स्क्वेअर तरंग

- (i) **फॉर्म घटक:** एका अदिष्ट प्रमाणाच्या आर.एम.एस. आणि सरासरी मूल्यांच्या गुणोत्तराला फॉर्म घटक (फॅक्टर) म्हणतात

$$\text{गणितीय पद्धतीने, फॉर्म घटक (फॅक्टर)} = \frac{I_{rms}}{I_{av}} \text{ or } \frac{E_{rms}}{E_{av}}$$

सायनोसाइडली बदलणाऱ्या विद्युतधारेसाठी-

$$\text{फॉर्म घटक (फॅक्टर)} = \frac{I_{rms}}{I_{av}} = \frac{I_m / \sqrt{2}}{2I_m / \pi} = \frac{\pi I_m}{2\sqrt{2} I_m} = 1.11$$

- (ii) **शिखर घटक:** एका अदिष्ट प्रमाणाच्या उच्चतम मूल्य आणि आर.एम.एस. मूल्यांच्या गुणोत्तराला शिखर घटक (फॅक्टर) म्हणतात.

$$\text{गणितीय पद्धतीने, शिखर घटक} = \frac{I_m}{I_{rms}} \text{ or } \frac{E_m}{E_{rms}}$$

सायनोसाइडली बदलणाऱ्या विद्युतधारेसाठी

$$\text{शिखर घटक} = \frac{I_m}{I_{rms}} = \frac{I_m}{I_m / \sqrt{2}} = \sqrt{2} = 1.4142$$

उदाहरण 2.1. एक अदिष्ट विद्युत दाब $v = 282.8 \sin 377t$ द्वारे दिले जाते. शोधा-

- वारंवारता
- आर.एम.एस. मूल्य
- सरासरी मूल्य
- व्होल्टेजचे 't'=3 सेकंद असताना विद्युतदाबाचे तात्कालिक मूल्य
- शून्य मुल्यानंतर विद्युत दाब 200 V पर्यंत पोहोचण्यास लागलेला वेळ मूल्य.

उपाय:

- (i) दिलेले समीकरण खालील समीकरणासोबत तुलना करून -

$$v = V_{in} \sin \omega t$$

$$\omega = 377 \text{ rad/sec.}$$

$$\therefore \text{Frequency, } f = \frac{377}{2\pi} = \frac{377}{2 \times 3.14} = 60 \text{ Hz (उत्तर)}$$

- (ii) विद्युदाबाचे आर.एम.एस. मूल्य,

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{282.8}{\sqrt{2}} = 200 \text{ V (उत्तर)}$$

- (iii) सरासरी मूल्य,

$$V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2 \times 282.8}{\pi} = 180 \text{ V (उत्तर)}$$

- (iv)

$$v = 282.8 \sin 377 t.$$

$$t = 3 \text{ m s} = 3 \times 10^{-3} \text{ s}$$

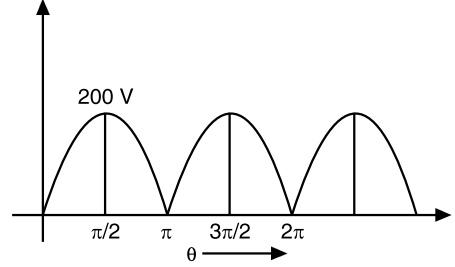
$$v = 282.8 \sin 377 \times 3 \times 10^{-3} = 255.9 \text{ V (उत्तर)}$$

$$\begin{aligned}
 (v) \quad & v = 282.8 \sin 377 t \\
 \text{किंवा} \quad & 200 = 282.8 \sin 377 t \\
 \text{किंवा} \quad & t = \frac{1}{377} \sin^{-1} \left(\frac{200}{282.8} \right) \\
 & = 2.08 \times 10^{-3} \text{ s} = \mathbf{2.08 \text{ ms}} \text{ (उत्तर)}
 \end{aligned}$$

उदाहरण 2.2. आकृती मध्ये 2.12. मध्ये दर्शविलेल्या विद्युतदाब तरंगाचे आरएमएस मूल्य, सरासरी मूल्य आणि फॉर्म फॅक्टर शोधा
उपाय:

एका पूर्ण चक्रावर विद्युतदाबाचे सरासरी मूल्य

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2 \int_0^{\pi} V_m \sin \theta d\theta}{2\pi} = \frac{V_m}{\pi} \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta \\
 &= \frac{2 V_m}{\pi} = \frac{2}{\pi} \times 200 = \mathbf{127.32 \text{ V}} \text{ (उत्तर)}
 \end{aligned}$$



आकृती 2.12: संपूर्ण रेक्टिफाइड तरंग

एका पूर्ण चक्रावर विद्युतदाबाचे आर.एम.एस. मूल्य

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{2 \int_0^{\pi} V_m^2 \sin^2 \theta d\theta}{2\pi}} = \sqrt{\frac{V_m^2}{2\pi} \int_0^{\pi} 2 \sin^2 \theta d\theta} \\
 &= \sqrt{\frac{V_m^2}{2\pi} \int_0^{\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta} = \sqrt{\frac{V_m^2}{2\pi} \times \pi} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{200}{\sqrt{2}} \\
 &= \mathbf{141.42 \text{ V}} \text{ (उत्तर)}
 \end{aligned}$$

$$\text{फॉर्म घटक} = \frac{\text{आर.एम.एस. मूल्य}}{\text{सरासरी मूल्य}} = \frac{141.72}{127.32} = \mathbf{1.11} \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.3. विद्युतधारा, $I(t) = 10 + 10 \sin 314 t$ ची सरासरी आणि आर.एम.एस. मूल्ये शोधा.

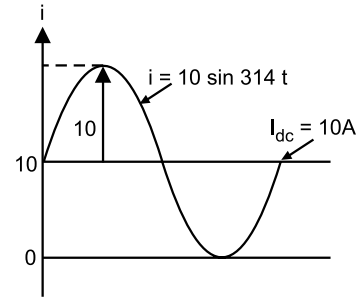
उपाय: दिलेल्या विद्युतधारा $i(t) = 10 + 10 \sin 314 t$ चे तरंग आकृती 2.13 मध्ये दाखवले आहे.

दिलेल्या प्रवाहाचे सरासरी मूल्य

$$\begin{aligned}
 I_{Av} &= I_{dc} + I_{Av} \text{ अदिष्ट घटकाचा } I_{rms} \\
 &= -10 + \frac{2 I_m}{\pi} = 10 + \frac{2 \times 10}{\pi} \\
 &= 10 + 6.366 = \mathbf{16.366 \text{ A}}
 \end{aligned}$$

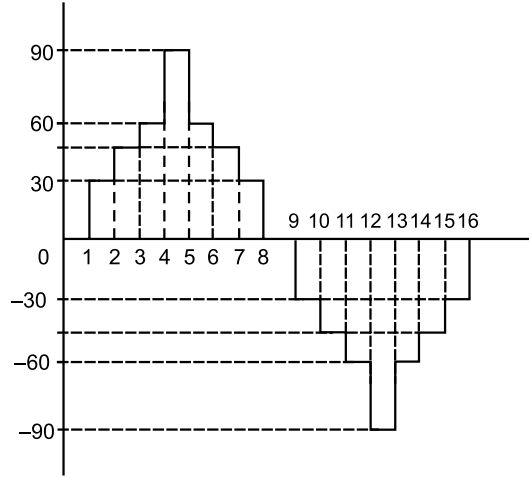
दिलेल्या विद्युतधारेचे आर.एम.एस. मूल्य

$$\begin{aligned}
 I_{rms} &= I_{dc} + I_{rms} \text{ का एसी घटक} \\
 &= 10 + \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 10 + \frac{10}{\sqrt{2}} \\
 &= 10 + 7.071 = \mathbf{17.071 \text{ A}}
 \end{aligned}$$



आकृती 2.13: तरंगाकृती

उदाहरण 2.4. एका नियतकालिक विद्युतधारा जिचे मूल्ये अचानकपणे सामान अंतराळाने बदलतात जसे कि: 0, 30, 45, 60, 90, 60, 45, 30, 0, -30, -45, -60 इ. अँपिअर साठी, सरासरी मूल्य, आर.एम.एस.मूल्य, फॉर्म घटक आणि शिखर घटकांची गणना करा. समान शिखर मूल्य असलेल्या साईन तरंगाचे आर.एम.एस. मूल्य आणि सरासरी मूल्ये काय असतील ?



आकृती 2.14: नियतकालिक विद्युतधारेचा तरंगाकृती

उपाय: अदिष्ट विद्युतधारेचे नियतकालिक तरंग आकृती 2.14 मध्ये दाखविले आहे.

$$I_{av} = \frac{i_1 + i_2 + \dots + i_n}{n} \quad (\text{जेव्हा } n = 8)$$

$$= \frac{0 + 30 + 45 + 60 + 90 + 60 + 45 + 30}{8} = 45 \text{ A (उत्तर)}$$

विद्युतधारेचे आर.एम.एस.मूल्य

$$I_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{i_1^2 + i_2^2 + \dots + i_n^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{0^2 + (30)^2 + (45)^2 + (60)^2 + (90)^2 + (60)^2 + (45)^2 + (30)^2}{8}}$$

$$= \sqrt{\frac{21150}{8}} = 51.42 \text{ A (उत्तर)}$$

फॉर्म घटक

$$= \frac{I_{r.m.s.}}{I_{av}} = \frac{51.42}{45} = 1.1427 \text{ (उत्तर)}$$

शिखर घटक

$$= \frac{I_m}{I_{r.m.s.}} = \frac{90}{51.42} = 1.75 \text{ (उत्तर)}$$

90 A शिखर मूल्य असलेल्या सायनोसाइडल अदिष्ट विद्युतधारेचे सरासरी मूल्य-

$$I_{av} = 0.637 I_m = 0.637 \times 90 = 57.33 \text{ A (उत्तर)}$$

आर.एम.एस.मूल्य,

$$I_{r.m.s.} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{90}{\sqrt{2}} = 63.64 \text{ A (उत्तर)}$$

सराव प्रश्न

- एक अदिष्ट विद्युत दाब $v = 1.414 \sin 314 t$ द्वारे दिले जाते. शोधा-
 - वारंवारता
 - आर.एम.एस. मूल्य
 - सरासरी मूल्य
 - व्होल्टेज 't'=3 सेकंद असताना विद्युतदाबाचे तात्कालिक मूल्य
 - शून्य मुल्यानंतर विद्युत दाब 200 V पर्यंत पोहोचण्यास लागलेला वेळ.

(उत्तर: 50 Hz, 100 V, 90 V, 114.4 V, 2.5 ms)

- कमाल 100 V मूल्य असलेल्या रेक्टिफाइड सायनोसाइडल अदिष्ट विद्युतदाबाचे आर.एम.एस.मूल्य, सरासरी मूल्य आणि फॉर्म घटक शोधा

(उत्तर: 63.66 V, 70.71 V, 1.11)

- विद्युतधारा, $I(t) = 15 + 15 \sin 314 t$ ची सरासरी आणि आर.एम.एस. मूल्ये शोधा.

(उत्तर: 24.55 A, 25.6 A)

- एका नियतकालिक विद्युतधारा जिचे मूल्ये अचानकपणे सामान अंतराळाने बदलतात जसे कि: 0, 20, 45, 50, 80, 60, 45, 50, 20, 0, -20, -45, -50 इ. ऑपिअर साठी, सरासरी मूल्य, आर.एम.एस.मूल्य, फॉर्म घटक आणि शिखर घटकांची गणना करा सामान शिखर मूल्य असलेल्या साईन तरंगाचे आर.एम.एस. मूल्य आणि सरासरी मूल्ये काय असतील ?

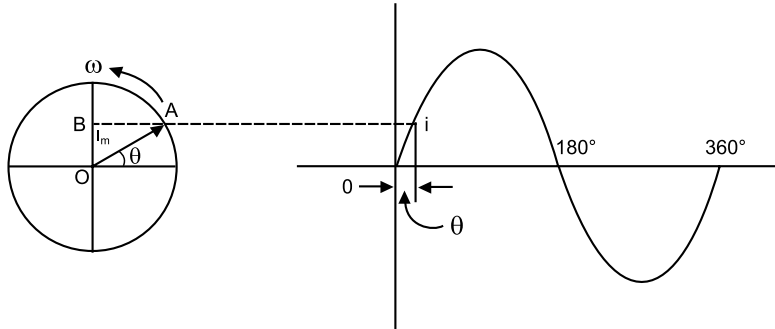
(उत्तर: 38.75 A, 45.07 A, 1.163, 1.775, 50.96 A, 56.56 A)

2.16 साइनसॉइडल घटकांची फेझर प्रतिकृती

तीच अदिष्ट घटक घड्याळाच्या उलट दिशेने सतत वेगाने फिरणाऱ्या (ω रेडियन/सेकंद) निश्चित लांबीच्या रेषेद्वारे, देखील दर्शविले जाऊ शकते (त्याच्या जास्तीत जास्त मूल्याचे प्रतिनिधित्व करते). अशा फिरणाऱ्या रेषेला फेझर म्हणतात.

अशाप्रकारे, फेसर ने दर्शविलेला एक अदिष्ट घटक त्याचे तात्कालिक आकार आणि दिशा दर्शवितो.

एक अदिष्ट प्रमाण (विद्युतधारा), समीकरण $i = I_m \sin \omega t$ ने दर्शविलेली गृहीत धरा. विद्युतधारा i च्या कमाल मूल्याचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी एक ओळ OA गृहीत धरा. कल्पना करा की ही ओळ बिंदू O च्या भोवती घड्याळाच्या उलट दिशेने, ω रेडियन/सेकंद च्या कोनीय वेगाने फिरत आहे. आकृती 2.15 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे प्रमाणे, t सेकंदांनंतर, हि ओळ तिच्या आडव्या स्थितीतून $\theta(\theta = \omega t)$ कोनातून फिरवली जाते. Y-अक्षावर OA रेषेचा प्रक्षेपण OB आहे.



आकृती 2.15: साइन तरंग चित्र

$$OB = OA \sin \theta = I_m \sin \omega t$$

$$= i \text{ (त्या क्षणी विद्युतधारेचे मूल्य)}$$

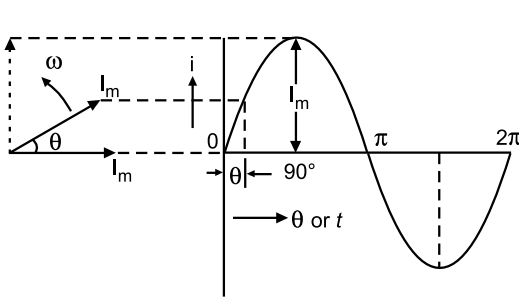
म्हणून, कोणत्याही क्षणी Y -axis (म्हणजे OB) वर फेजर OA चे प्रक्षेपण, त्या क्षणीचे विद्युतधारेचे मूल्य देते.

अशा प्रकारे, साइनसॉइडल दिष्ट प्रमाण लांबीच्या फेजर (वेक्टर) द्वारे दर्शविले जाते. त्याच्या जास्तीत जास्त मूल्य θ कोनातून संदर्भ अक्षा भोवती (म्हणजे X अक्ष) फिरवले जाते.

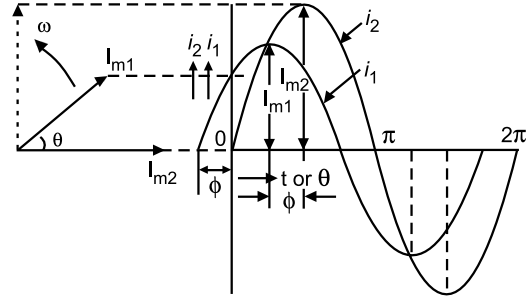
अदिष्ट प्रमाणाचे फेज प्रतिनिधित्व आम्हाला त्याचे परिमाण आणि अक्षावर स्थिती फेजर (वेक्टर) द्वारे दर्शविले जाते. अदिष्ट परिमाण सहजतेने वेक्टरिअली प्रतिनिधित्व करून, योग्य प्रमाणात जोडले आणि वजा केले जाऊ शकतात.

2.17 फेज आणि फेज डिफरेन्स

अदिष्ट परिमाणाचा (विद्युतधारा किंवा विद्युतदाब) टप्पा (फेज) तात्कालिकपणे, ज्या चक्राद्वारे निवडलेल्या मूळपासून वाढत जाते (आकृती 2.16 पहा) त्याचा अपूर्णाक भाग म्हणून परिभाषित केला जातो. प्रत्यक्ष व्यवहारात, आपण दोन अदिष्ट परिमाणांच्या निरपेक्ष टप्प्यापेक्षा त्यांच्यातील फरक फरकाशी अधिक संबंधित आहोत.



आकृती 2.16: फेजर आणि तरंग आकृती (एक परिमाण)



आकृती 2.17: फेजर आणि तरंग आकृती (दोन परिमाण)

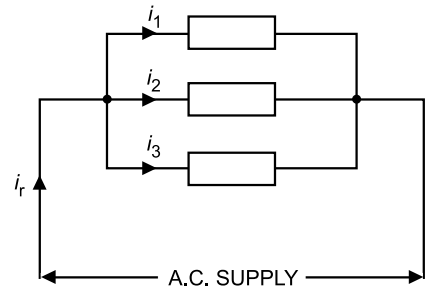
समान वारंवारता असलेले दोन अदिष्ट परिमाण जेव्हा वेगवेगळ्या क्षणी त्यांचे शून्य मूल्य प्राप्त करते, तेव्हा परिमाणांमध्ये टप्पा (फेज) फरक असल्याचे म्हटले जाते. शून्य बिंदूमधील ह्या कोनाला (आणि धन मूल्य होत असताना) दोन अदिष्ट परिमाणांना टप्प्याच्या फरकाचा कोन म्हणतात.

आकृती 2.17 मध्ये, दोन अदिष्ट प्रवाहांचा आकार, I_{m1} आणि I_{m2} , सदिश परिणामांनी दर्शविले आहेत. दोन्ही सदिश घटक सामान कोनीय गती ω रेडिअन्स प्रति सेकंदाने फिरत आहेत. दोन्ही विद्युतधारा वेगवेगळ्या वेळेत त्यांचे शून्य मूल्य प्राप्त करतात. त्यामुळे, त्यांच्या टप्प्यादरम्यान ϕ -कोनाचा फरक असतो. दुसऱ्या शब्दात, फेज फरक, सामान वारंवारता असलेल्या दोन दोन अदिष्ट परिमाणांच्या दरम्यानच्या जास्तीत जास्त धन कोनीय विस्थापन म्हणून परिभाषित केला जाऊ शकतो.

जे प्रमाण इतरांपूर्वी त्याचे $+ve$ कमाल मूल्य प्राप्त करते त्याला अग्रगण्य माला म्हणतात, तर, जे प्रमाण दुसऱ्या नंतर त्याचे $+ve$ कमाल मूल्य प्राप्त करते त्याला लॅगिंग म्हणतात या उदाहरणात विद्युतधारा I_{m1} हि I_{m2} सापेक्ष अग्रगण्य आहे किंवा दुसऱ्या शब्दात, विद्युतधारा I_{m1} हि I_{m2} सापेक्ष मागे आहे.

2.18 अदिष्ट विद्युतधारेची बेरीज आणि वजाबाकी

अदिष्ट विद्युतधारा परीपथांमध्ये, कधीकधी अदिष्ट परिमाण जोडणे किंवा वजा करणे आवश्यक असते. अश्या प्रकरणांत, आम्ही खालीलप्रमाणे पुढे जाऊ: दिलेले अदिष्ट प्रमाण फेजर म्हणून दर्शविले जातात आणि नंतर ते त्याच पद्धतीने जोडले जातात.



आकृती 2.18: परिपथ आकृती

अदिष्ट घटकांची बेरीज:

दिलेले अदिष्ट घटक हे फेजर म्हणून दर्शवून, ज्या प्रमाणे शक्तींची बेरीज केली जाते, त्याचप्रमाणे यांची हि बेरीज केली जाते. फक्त समान घटकांचे फेजर्स जोडले जातात म्हणजे एकतर सर्व विद्युतधारा किंवा सर्व विद्युत दाब जोडले जातात. विद्युत दाब आणि विद्युतधारा एकमेकांशी कधीही जोडले जात नाहीत. बेरजेसाठी, खालील पद्धत सर्वात योग्य आणि सोपी आहे:

घटकांची पद्धत: या पद्धतीमध्ये प्रत्येक फेजर क्षैतिज आणि अनुलंब घटकांमध्ये सोडवले जाते. क्षैतिज घटक हे बीजगणित पद्धतीने बेरीज करून क्षैतिज परिणामीय घटक I_{XX} मिळविला जातो. त्याच प्रमाणे, अनुलंब घटक बीजगणित पद्धतीने बेरीज करून अनुलंब घटक I_{YY} मिळतो. आकृती 2.18 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे तीन शाखा असलेल्या एक समांतर परिपथाचा विचार करा. प्रत्येक शाखा अनुक्रमे i_1, i_2, i_3 विद्युतधारा प्रवाहित करते. तीन प्रवाहांचे प्रतिनिधित्व खालील प्रमाणे असू द्या-

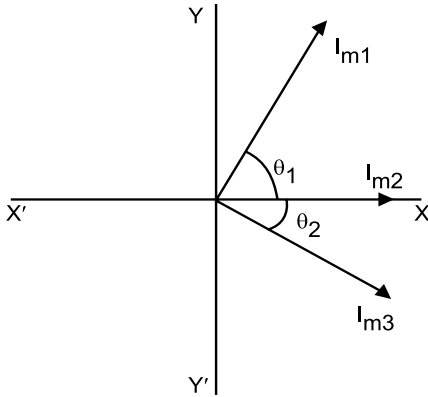
I_{YY} . तीन शाखा असलेल्या एक समांतर परिपथ चा विचार करा प्रत्येक i चा प्रवाह वाहून नेतो. i_1, i_2, i_3 दाखवल्याप्रमाणे अनुक्रमे आकृती मध्ये 2.18. तीन प्रवाहांचे प्रतिनिधित्व करू द्या;

$$i_1 = I_{m1} \sin(\omega t + \theta_1)$$

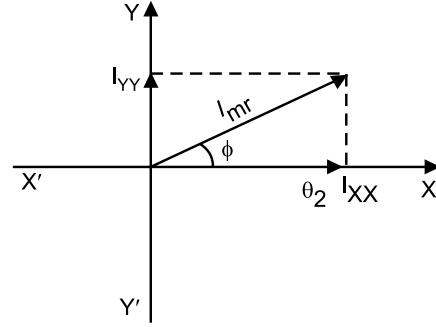
$$i_2 = I_{m2} \sin(\omega t)$$

$$i_3 = I_{m3} \sin(\omega t - \theta_2)$$

तीन प्रवाहांची कमाल मूल्ये I_{m1}, I_{m2} , आणि I_{m3}



(अ) तीन प्रवाहांची फेजर स्थिती



(ब) परिणामी फेजर आकृती

आकृती 2.19: फेजर आकृती

विद्युतधारा I_{m1}, I_{m2} आणि I_{m3} ची महत्तम मूल्य आकृती 2.19 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे फेजर्स द्वारे दर्शविले जातात. घटकांचे क्षैतिज आणि अनुलंब निराकरण करून -

$$I_{xx} = I_{m1} \cos \theta_1 + I_{m2} + I_{m3} \cos \theta_2$$

$$I_{yy} = I_{m1} \sin \theta_1 + 0 + I_{m3} \sin \theta_2$$

परिणामी घटकांचे जास्तीत जास्त मूल्य;

$$I_{mr} = \sqrt{(I_{XX})^2 + (I_{YY})^2}$$

आकृती 2. 19(ब) प्रमाणे जर विद्युतधारा आणि क्षैतिज अक्षामधील टप्प्यातील फरक (अग्रगण्य) ϕ असेल तर-

$$\phi = \tan^{-1} \frac{I_{YY}}{I_{XX}}$$

परिणामी प्रवाहाचे तात्कालिक मूल्य संबंधाद्वारे दिले जाते;

$$i_r = I_{mr} \sin (\omega t + \phi)$$

तथापि, IYY ऋण असल्यास, टप्प्यातील कोन हा विद्युतधारेच्या मागे पडेल (लॅगिंग म्हणजेच- ϕ). मग, तात्कालिक परिणामी विद्युतधारेचे मूल्य खालील समीकरणाद्वारे दिले जाते-

$$i_r = I_{mr} \sin (\omega t - \phi)$$

अदिष्ट घटकांची वजाबाकी:

वर स्पष्ट केलेल्या पद्धती (म्हणजे समांतरभुज पद्धती आणि घटकांची पद्धत) अदिष्ट प्रमाणाच्या वजाबाकीसाठी देखील लागू केल्या जातात. फरक एवढाच आहे की या प्रकरणात, चे फेजर अदिष्ट प्रमाण जे वजा करायचे आहे ते उलट केले जाते किंवा 1800 टप्प्याबाहेर दर्शविले जाते. मग हे नेहमीप्रमाणे इतर अदिष्ट प्रमाणासोबत जोडले जातात.

उदाहरण 2.5. खालील विद्युत दाब दाखवणारे एक फेजर आकृती काढा.

$$v_1 = 100 \sin 500 t;$$

$$v_2 = 200 \sin 500 t + \pi/3)$$

$$v_3 = -50 \cos 500 t;$$

$$v_4 = 150 \sin (500 t - \pi/4)$$

परिणामी विद्युतदाबाचे आरएमएस मूल्य शोधा.

उपाय:

$$v_1 = 100 \sin 500 t$$

$$v_2 = 200 \sin \left(500 t + \frac{\pi}{3} \right)$$

$$v_3 = -50 \cos 500 t$$

$$= -50 \sin \left(\frac{\pi}{2} - 500 t \right)$$

$$= 50 \sin (500 t - \pi/2)$$

$$v_4 = 150 \sin (500 t - \pi/4)$$

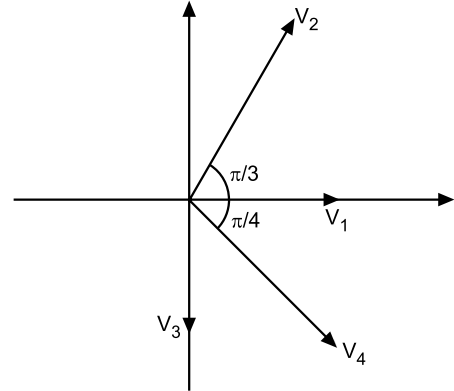
सर्व चार विद्युतदाब सदीशपणे आकृती 2.20 मध्ये दर्शविले आहेत.

क्षैतिज अक्ष मध्ये फेजर्सचे निराकरण;

$$\begin{aligned} V_{xx} &= V_1 \cos 0 + V_2 \cos \frac{\pi}{3} + V_3 \cos \frac{\pi}{2} + V_4 \cos \frac{\pi}{4} \\ &= 100 \times 1 + 200 \times 0.5 + 50 \times 0 + 150 \times 0.707 = 306.5 \text{ v} \end{aligned}$$

उभ्या अक्षांमध्ये फेजर्सचे निराकरण;

$$\begin{aligned} V_{yy} &= V_1 \sin 0 + V_2 \sin \frac{\pi}{3} - V_3 \sin \frac{\pi}{2} + V_4 \sin \frac{\pi}{4} \\ &= 100 \times 0 + 200 \times 0.866 - 50 \times 1 - 150 \times 0.707 \\ &= 17.15 \text{ v} \end{aligned}$$



आकृती 2.20: तीन व्होल्टेजचे फेजर चित्रण

परिणामी विद्युतदाबाचे जास्तीत जास्त मूल्य;

$$V_{mr} = \sqrt{V_{xx}^2 + V_{yy}^2} = \sqrt{(306 \cdot 05)^2 + (17 \cdot 15)^2}$$

$$= 306.53 \text{ V}$$

परिणामी व्होल्टेजचे आरएमएस मूल्य,

$$V_{rms(r)} = \frac{V_{mr}}{\sqrt{2}} = \frac{306 \cdot 53}{\sqrt{2}} = 216.75 \text{ V (उत्तर)}$$

2.19 फक्त रोध असलेले अदिष्ट परिपथ

शुद्ध प्रतिरोध (R) ओहम असलेले परिपथ आकृती 2.21 मध्ये दर्शविले आहे.

संपूर्ण परिपथामध्ये लागू केलेले अदिष्ट विद्युतदाब खालील समीकरणाद्वारे दिले आहे-

$$V = V_m \sin \omega t \quad \dots(i)$$

रोधातून वाहणाऱ्या प्रवाहाचे तात्कालिक मूल्य -

$$i = \frac{v}{R} = \frac{V_m}{R} \sin \omega t \quad \dots(ii)$$

विद्युतधारेचे मूल्य उच्चतम असेल जेव्हा-

$$\omega t = 90^\circ \text{ किंवा } \sin \omega t = 1$$

$$I_m = V_m / R$$

हे मूल्य समीकरण (ii) मध्ये बदलून, आम्हाला मिळते,

$$i = \left[\frac{I_m}{R} \right] \sin \omega t \quad \dots(iii)$$

फेज कोन: समीकरण (i) आणि (iii), स्पष्टपणे दर्शवते की लागू केलेल्या विद्युतदाब आणि परिपथातील विद्युतधारा दरम्यान कोणताही फेज फरक नसतो म्हणजेच विद्युतदाब आणि विद्युतधारा मधील फेज अँगल शून्य आहे. फेसर आकृती आणि तरंग आकृती.

2.22 (अ) आणि 2.22 (ब) मध्ये अनुक्रमे दर्शविले आहे. म्हणून, शुद्ध रोध असलेल्या अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये विद्युतधारा विद्युतदाबासोबत टप्प्यात (फेज) आहे..

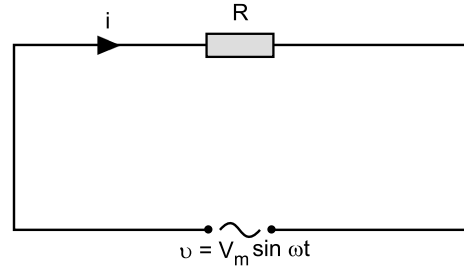
शक्ती

तात्कालिक शक्ती-

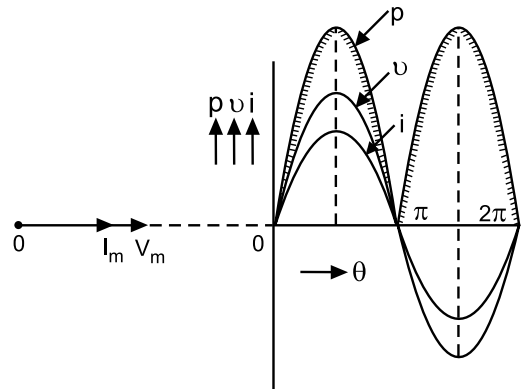
$$P = vi = (V_m \sin \omega t) (I_m \sin \omega t)$$

$$= \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin^2 \omega t$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} (1 - \cos 2\omega t)$$



आकृती 2.21: परिपथ ज्यामध्ये फक्त रोध असतो



(अ) फेसर आकृती आणि

(ब) तरंग आकृती आहे

आकृती 2.22

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos 2 \omega t$$

एका चक्रात परिपथात ग्रहण केलेली सरासरी शक्ती -

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos 2 \omega t$$

or $P = V_{rms} I_{rms} - \text{zero}$

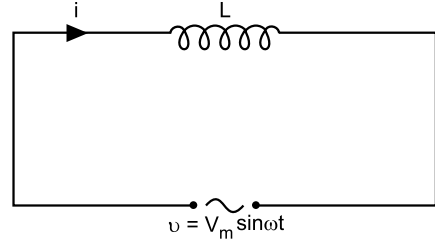
or $P = VI$

पूर्ण चक्रात परिपथामध्ये वापरलेली सरासरी वीज.

उर्जा वक्र

आकृती 2.22. (ब) शुद्ध रोधक परिपथासाठी शक्ती वक्र दर्शवते. शक्तीवक्रावरील बिंदू विद्युतदाब आणि विद्युतधारांच्या तात्कालिक मूल्यांच्या गुणाकारातून प्राप्त होते. परिपथामध्ये लागू केलेले अदिष्ट विद्युत दाब समीकरणाद्वारे दिले जाते;

$$V = V_m \sin \omega t \quad \dots(i)$$



2.20 शुद्ध प्रेरक(L) असलेले अदिष्ट परिपथ

L हेन्रीचे शुद्ध अधिष्ठान असलेले परिपथ आकृती 2.23 मध्ये दर्शविले आहे.

परिणामी, एक अदिष्ट प्रवाह मी प्रेरणातून वाहतो जो त्याद्वारे ईएमएफला प्रेरित करतो संबंध;

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

हे प्रेरित ईएमएफ लागू विद्युतदाबाच्या समान आणि उलट आहे.

$$\therefore v = -e = - \left(-L \frac{di}{dt} \right)$$

\therefore दोन्ही बाजूंना एकलित करून,

$$V_m \sin \omega t = L \frac{di}{dt} \quad \text{किंवा} \quad di = \frac{V_m}{L} \sin \omega t dt$$

दोन्ही बाजूंना एकलित करून,

$$\text{or} \quad i = \frac{V_m}{\omega L} \sin (\omega t - \pi/2) = \frac{V_m}{X_L} \sin (\omega t - \pi/2) \quad \dots(ii)$$

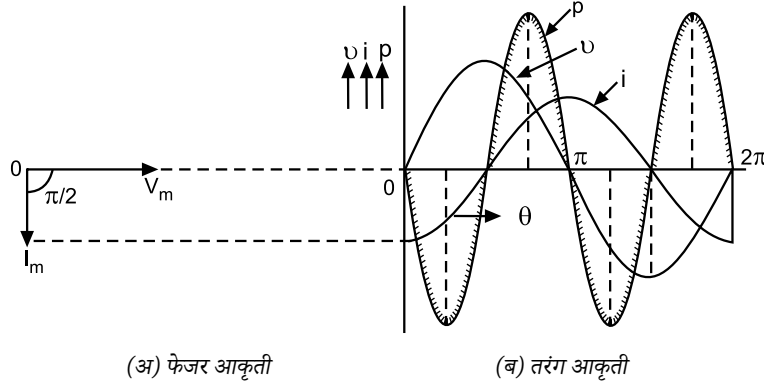
जेथे $X_L = \omega L$

म्हणजे अदिष्ट विद्युतधारेच्या प्रवाहाला एका शुद्ध प्रेरकाने दिलेला विरोध आहे आणि त्यास प्रेरक प्रतिक्रिया म्हणतात.

$$\sin (\omega t - \pi/2) = 1 \quad \text{म्हणजे } I \text{ तेव्हा विद्युत धारेचे मूल्य जास्तीत जास्त असेल} \quad \dots(iii)$$

$$\sin (\omega t - \pi/2) = 1 \quad \text{i.e.} \quad I_m = \frac{V_m}{X_L}$$

$$i = I_m \sin (\omega t - \pi/2)$$



आकृती 2.24: फेजर आणि तरंग आकृती

फेज कोन: समीकरण (i) आणि (iii) स्पष्टपणे दर्शवितो कि शुद्ध प्रेरकातून वाहणारा विद्युत प्रवाह हा विद्युतदाब V च्या 90° मागे आहे. आकृती 2.24. (अ) आणि 2.24 (ब) अनुक्रमे फेजर चित्रण दाखविले आहे.

म्हणून, शुद्ध इन्डक्टन्स असलेल्या अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये, विद्युतधारा विद्युतदाबाच्या 90° मागे पडतो.

शक्ती: तात्कालिक शक्ती-

$$\begin{aligned}
 P &= vi = V_m \sin \omega t \times I_m \sin (\omega t - \pi/2) \\
 &= V_m I_m \sin \omega t \times \cos \omega t = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin \omega t \cos \omega t \\
 &= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2 \omega t
 \end{aligned}$$

एका संपूर्ण चक्राने परिपथात ग्रहण केलेली सरासरी शक्ती-

$$P = \text{average} \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2\omega t = \text{zero}$$

म्हणून, शुद्ध प्रेरक परिपथामध्ये वापरलेली सरासरी शक्ती शून्य आहे.

शक्ती वक्र

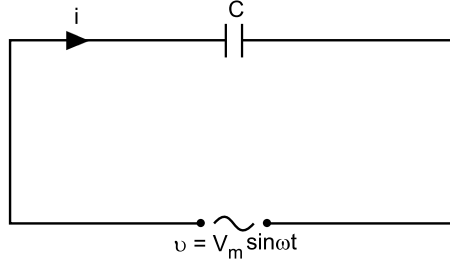
शुद्ध प्रेरक परिपथासाठी उर्जा वक्र आकृती मध्ये दर्शविले आहे. हे अगदी स्पष्ट आहे अर्ध्या चक्रामध्ये सरासरी शक्ती (एक बदल) शून्य आहे, कारण नकारात्मक आणि सकारात्मक लूप क्षेत्र शक्ती वक्रात समान आहे.

हे लक्षात घेणे मनोरंजक आहे की पहिल्या तिमाहीच्या चक्रादरम्यान, स्त्रोताद्वारे इंडक्टन्सला (किंवा कॉइल) पुरवलेली आतापर्यंतची शक्ती (किंवा ऊर्जा) काहीही असली तरी, त्याच्या सभोवतालच्या चुंबकीय क्षेत्राच्या रचनेत साठवली जाते. तथापि, पट्टील तिमाहीच्या चक्रात, चुंबकीय क्षेत्र कोसळते आणि चुंबकीय क्षेत्रात साठवलेली शक्ती (किंवा ऊर्जा) स्त्रोताकडे परत केले जाते. या प्रक्रियेची प्रत्येक चक्र बदलत पुनरावृत्ती होते. म्हणून, या परिपथामध्ये वीज किंवा ऊर्जा वापरली जात नाही.

2.21 शुद्ध कॅपॅसिटन्स असलेले अदिष्ट परिपथ

प्युअर कॅपॅसिटन्स असलेले परिपथ आकृती 2.25 मध्ये दर्शविले आहे. परिपथामध्ये लागू केलेले अदिष्ट विद्युत दाब समीकरणाद्वारे दिले जाते;

$$V = V_m \sin \omega t \quad \dots(i)$$



आकृती 2.25: प्युअर कॅपेसिटन्स असलेले परिपथ

कोणत्याही क्षणी कॅपेसिटरवर चार्ज करा-

$$q = Cv$$

परिपथातून वाहणारा प्रवाह,

$$i = \frac{d}{dt}q = \frac{d}{dt}(Cv)$$

or

$$i = \frac{d}{dt}C V_m \sin \omega t = C V_m \frac{d}{dt} \sin \omega t$$

or

$$i = \omega C V_m \cos \omega t = \frac{V_m}{1/\omega C} \sin (\omega t + \pi/2)$$

$$= \frac{V_m}{X_C} \sin (\omega t + \pi/2) \quad \dots(ii)$$

$X_C = 1/\omega C$ म्हणजे शुद्ध कॅपेसिटरद्वारे अदिष्ट प्रवाहाच्या प्रवाहाला दिलेला विरोध आणि त्याला कॅपेसिटिव्ह रिअॅक्टन्स म्हणतात. जेव्हा $\sin (\omega t + \pi/2) = 1$ असेल तेव्हा विद्युतधारेचे मूल्य जास्तीत जास्त असेल

उदा

$$I_m = V_m/X_C$$

हे मूल्य समीकरण (ii) मध्ये बदलून, आम्हाला मिळते,

$$i = I_m \sin (\omega t + \pi/2) \quad \dots(iii)$$

फेज कोन: समीकरण (i) आणि (iii) स्पष्टपणे दर्शवते की शुद्ध शुद्ध कॅपेसिटिव्ह परिपथातून वाहणारा विद्युत्प्रवाह लागू विद्युदाबापेक्षा 90° नि अग्रेसित असतो. फेजर आकृती आणि तरंग आकृती अनुक्रमे आकृती 2.26 (अ) आणि 2.26 (ब) मध्ये दर्शविली आहे.

म्हणून, शुद्ध कॅपेसिटन्स विद्युतधारा असलेल्या अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये विद्युत दाब 90° ने पुढे जाते.

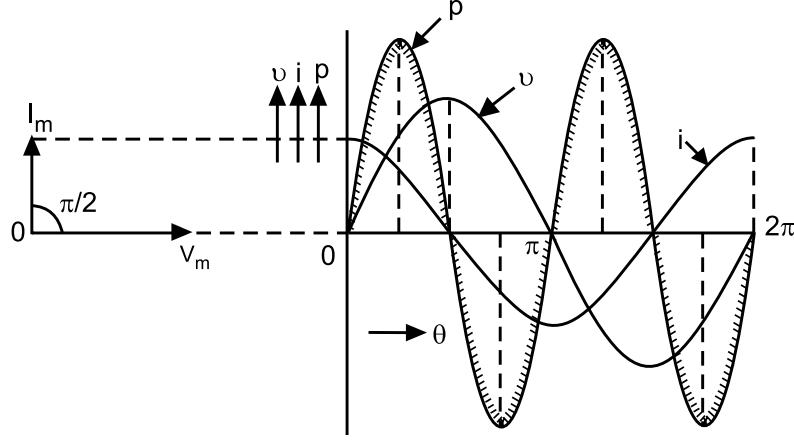
$$p = v_i = V_m \sin \omega t \times I_m \sin (\omega t + \pi/2)$$

शक्ती: तात्कालिक शक्ती,

$$= V_m I_m \sin \omega t \cos \omega t = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2\omega t$$

किंवा पूर्ण चक्रावर सरासरी शक्ती, $p = 0$

म्हणून, शुद्ध कॅपेसिटिव्ह परिपथामध्ये वापरलेली सरासरी वीज शून्य आहे.



आकृती 2.26: फेजर आणि तरंग

शक्ती वक्र: शुद्ध कॅपेसिटिव्ह परिपथासाठी शक्ती वक्र आकृती 2.26 (ब) मध्ये दर्शविले आहे. वक्रातून स्पष्ट होते की अर्ध्या चक्रामध्ये सरासरी शक्ती (एक अदिष्ट) सकारात्मक असल्याने शून्य आहे आणि पॉवर वक्र अंतर्गत नकारात्मक लूप क्षेत्र समान आहे.

हे लक्षात घेणे मनोरंजक आहे की पहिल्या तिमाहीच्या चक्रादरम्यान, स्त्रोताद्वारे कॅपेसिटरला पुरवलेली आतापर्यंतची शक्ती (किंवा ऊर्जा) काहीही असली तरी, त्याच्या सभोवतालच्या विद्युत क्षेत्राच्या रचनेत साठवली जाते. तथापि, पड्डील तिमाहीच्या चक्रात, विद्युत क्षेत्र कोसळते आणि विद्युत क्षेत्रात साठवलेली शक्ती (किंवा ऊर्जा) स्त्रोताकडे परत केली जाते. या प्रक्रियेची प्रत्येक चक्र बदलत पुनरावृत्ती होते. म्हणून, या परिपथामध्ये कुठल्याच प्रकारे ऊर्जा वापरली जात नाही.

उदाहरण 2.6. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये 8 ओहमचे शुद्ध रोध आहे आणि ते 240 V, 50 Hz अदिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्याच्या सापेक्ष जोडलेले असते. गणना करा (i) विद्युतधारा ; (ii) वापरलेली शक्ती आणि (iii) विद्युतदाब आणि विद्युतधारा या साठी समीकरण लिहा

उपाय:

(i) परिपथामध्ये विद्युत धारा $I = \frac{V}{R} = \frac{240}{8} = 30 \text{ A}$ (उत्तर)

(ii) वापरलेली शक्ती, $P = VI = 240 \times 30 = 7200 \text{ W}$ (उत्तर)

(iii) लागू विद्युतदाबाचे जास्तीत जास्त मूल्य, $V_m = \sqrt{2}V = \sqrt{2} \times 240 = 339.4 \text{ V}$

विद्युतधारेचे जास्तीत जास्त मूल्य, $I_m = \sqrt{2} \times 30 = 42.42 \text{ A}$

कोणीय वेग, $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 314.16 \text{ rad/s}$ लागू विद्युतदाबासाठीचे समीकरण;

$$v = V_m \sin \omega t = 339.4 \sin 314.16 t \text{ (उत्तर)}$$

शुद्ध प्रतिरोधक परिपथ प्रमाणे, विद्युत दाब आणि विद्युत धारा एकमेकांच्या टप्प्यात असतात, म्हणून, खालील समीकरणानुसार विद्युतधारा दिली जाते-

$$i = I_m \sin \omega t = 42.42 \sin 314.16 t \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.7. नगण्य प्रतिकार आणि 0.1 हेन्री इंडक्टन्स असलेली एक प्रेरक कॉइल 230 V, 50 Hz पुरवठ्यास जोडलेली आहे. शोधा (i) प्रेरक प्रतिक्रिया (ii) विद्युतधारेचे आरएमएस मूल्य (iii) शक्ती आणि (iv) विद्युतदाब आणि विद्युतधारा या साठी समीकरण

उपाय: आगमनात्मक प्रतिक्रिया,

प्रेरक प्रतिक्रिया, $X_L = 2 \pi L = 2 \pi \times 50 \times 0.1 = 31.416 \Omega$ (उत्तर)

विद्युतधारा, $I = 230/X_L = 200/31.416 = 7.32 A$ (उत्तर)

शक्ती, $P = \text{Zero}$ (उत्तर)

आता, $V_m = \sqrt{2} V = \sqrt{2} \times 230 = 325.27 V$;

$I_m = \sqrt{2} I = \sqrt{2} \times 7.32 = 10.35 A$

आणि $\omega = 2 \pi f = 314 \text{ rad/s}$

$\therefore v = V_m \sin \omega t = 325.27 \sin 314 t$ (उत्तर)

शुद्ध प्रेरक परिपथात विद्युतधारा विद्युतदाबापेक्षा $\pi/2$ रेडिअन्सने मागे असते

$\therefore i = I_m \sin (\omega t - \pi/2) = 10.35 \sin (314 t - \pi/2)$ (उत्तर)

उदाहरण 2.8. एका कॅपेसिटरची क्षमता 50 मायक्रोफॅरड असते. 25 आणि 50 Hz वारंवारतेसाठी त्याची कॅपेसिटिव्ह प्रतिरोध शोधा. उपरोक्त प्रत्येक बाबतीत, विद्युतदाब पुरवठा 440 V असल्यास, विद्युतधारा शोधा.

उपाय: कॅपेसिटरची क्षमता, $C = 50 \times 10^{-6} F$

विद्युतदाब पुरवठा, $V = 400 V$

जेव्हा स्तोलाची वारंवारता, $f_1 = 25 \text{ Hz}$

कॅपेसिटिव्ह प्रतिरोध, $X_{C1} = \frac{1}{\omega_1 C} = \frac{1}{2\pi f_1 C} = \frac{1}{2\pi \times 25 \times 50 \times 10^{-6}} = 127.32 \Omega$ (उत्तर)

परिपथातील विद्युतधारा, $I_1 = \frac{V}{X_{C1}} = \frac{400}{127.32} = 3.14 A$ (उत्तर)

जेव्हा स्तोलाची वारंवारता, $f_2 = 50 \text{ Hz}$

कॅपेसिटिव्ह प्रतिरोध, $X_{C2} = \frac{1}{\omega_2 C} = \frac{1}{2\pi f_2 C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 50 \times 10^{-6}} = 63.66 \Omega$ (उत्तर)

परिपथातील विद्युतधारा, $I_2 = \frac{V}{X_{C2}} = \frac{400}{63.66} = 6.28 A$ (उत्तर)

सराव प्रश्नसंच

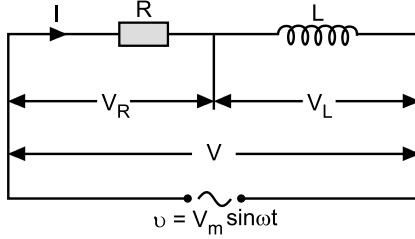
- अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये 16 ओहमचे शुद्ध रोध आहे आणि ते 240 V, 50 Hz अदिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्याच्या सापेक्ष जोडलेले असते. गणना करा (i) विद्युतधारा; (ii) वापरलेली शक्ती आणि (iii) विद्युतदाब आणि विद्युतधारा या साठी समीकरण लिहा (उत्तर: 23 ए, 5290 डब्ल्यू; $325.27 \sin 314.16 t$; $32.53 \sin 314.16 t$)
- नगण्य प्रतिकार आणि 0.1 हेन्री इंडक्टन्स असलेली एक प्रेरक कॉइल 200 V, 50 Hz पुरवठ्यास जोडलेली आहे. शोधा (i) प्रेरक प्रतिक्रिया (ii) विद्युतधारेचे आरएमएस मूल्य (iii) शक्ती आणि (iv) विद्युतदाब आणि विद्युतधारा या साठी समीकरण (उत्तर: 31.416Ω ; 6.366 ए; 0 डब्ल्यू; $282.84 \sin 314 t$, $9 \sin (314 t - \pi/2)$)
- एका कॅपेसिटरची क्षमता 30 मायक्रोफॅरड असते. 25 आणि 50 Hz वारंवारतेसाठी त्याची कॅपेसिटिव्ह प्रतिरोध शोधा. उपरोक्त प्रत्येक बाबतीत, विद्युतदाब पुरवठा 440 V असल्यास, विद्युतधारा शोधा. (उत्तर: 212.2Ω , 2.073 अ; 106.1Ω ; 4.461 अ)

2.22 अदिष्ट विद्युतधारा एकसर परिपथ

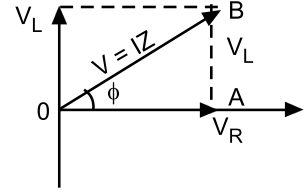
अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये रोध, इंडक्टन्स आणि कॅपेसिटन्सचे संयोजन असू शकते. प्रत्यक्ष व्यवहारात, अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये अशा दोन किंवा दोनपेक्षा जास्त घटक असतात जे एकसर किंवा समांतर जोडलेले असतात. एकसर परिपथ एक परिपथ आहे ज्यामध्ये प्रत्येक घटक समान प्रवाह धारण करतो. अदिष्ट विद्युतधारा एकसर परिपथ खालील प्रमाणे असू शकते;

- (i) $R - L$ एकसर परिपथ
- (ii) $R - C$ एकसर परिपथ
- (iii) $R - L - C$ एकसर परिपथ

$R-L$ एकसर परिपथामध्ये रोध (R) आणि इंडक्टन्स आकृती 2.27 मध्ये (L) दाखवल्याप्रमाणे एकसर जोडलेले असतात



आकृती 2.27: $R-L$ एकसर परिपथ



आकृती 2.28: फेजर आकृती

त्याचे फेजर आकृती 2.28 मध्ये दर्शविले आहे. फेजर आकृती काढण्यासाठी, विद्युतधारेचे I (आर.एम.एस. मूल्य) घेतले जाते. रोध $V_R (= IR)$ मध्ये विद्युतदाब ड्रॉप हा विद्युतधारा सदिशासह टप्प्यात घेतले जाते, तर, आगमनात्मक प्रतिक्रिया $V_L (= IXL)$ मध्ये विद्युतदाब ड्रॉप विद्युतधारा सदिशाच्या 90° पुढे घेतले जाते (कारण, शुद्ध प्रेरक परिपथामध्ये विद्युतधारा विद्युतदाबाच्या 90° ने मागे असते). या दोन्ही विद्युतदाब ड्रॉपची सदिश बेरीज विद्युतदाब पुरवठा मूल्याच्या (आर.एम.एस. मूल्य) इतके असते.

$$V_R = IR$$

$$V_L = IXL$$

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2} = I \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{V}{Z}$$

जेव्हा

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

हे $R - L$ एकसर परिपथाने अदिष्ट प्रवाहाच्या प्रवाहाला दिलेला एकूण रोध आहे आणि त्याला परिपथाची प्रतिबाधा म्हणतात. हे ओहम मध्ये मोजले जाते.

फेज कोन: आकृती 2.28 मध्ये दाखवलेल्या फेजर आकृतीवरून, हे स्पष्ट आहे की या परिपथामध्ये, विद्युतधारा हि विद्युतदाब पुरवठ्याच्या ϕ कोनातून मागे पडते आणि त्याला टप्पा (फेज) कोन म्हणतात.

$$\tan \phi = -\frac{V_L}{V_R} = -\frac{IX_L}{IR} = -\frac{X_L}{R}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L}{R} \right)$$

शक्ती: जर संपूर्ण परिपथामध्ये लागू केलेले अदिष्ट विद्युतदाबाचे समीकरण-

$$V = V_m \sin \omega t$$

$$i = I_m \sin (\omega t - \phi)$$

∴ तात्कालिक शक्ती,

$$p = vi$$

$$= V_m \sin \omega t \cdot I_m \sin (\omega t - \phi) = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin \omega t \sin (\omega t - \phi)$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} [\cos \phi - \cos (2\omega t - \phi)]$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos (2\omega t - \phi)$$

पूर्ण चक्रात परिपथामध्ये वापरलेली सरासरी वीज,

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos (2\omega t - \phi)$$

किंवा

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{zero} = V_{r.m.s.} I_{r.m.s.} \cos \phi = VI \cos \phi$$

जेथे $\cos \phi$ ला परिपथाचा शक्ती घटक म्हणतात.

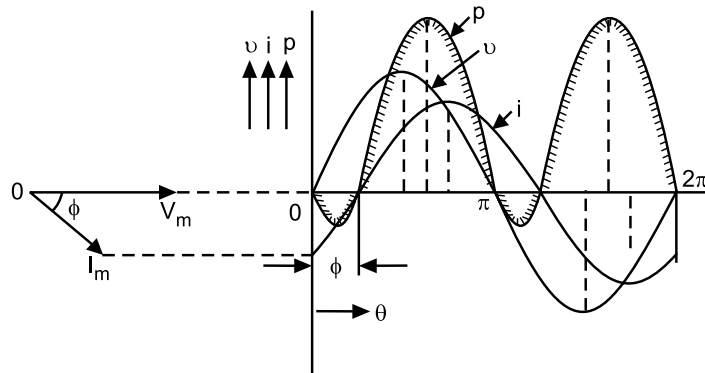
$$\text{फेसर आकृती पासून; } \cos \phi = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z}$$

शक्ती घटक: शक्ती घटक अदिष्ट विद्युतधारा मध्ये विद्युत दाब आणि विद्युत धारा दरम्यानच्या कोनाचे कोसाइन म्हणून परिभाषित केले जाते. परिपथ हे अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाचा प्रतिबाधाच्या प्रतिकाराचे प्रमाण म्हणून देखील परिभाषित केले जाऊ शकते.

$$\text{वैकल्पिकरित्या: शक्ती, } P = VI \cos \phi = IZI \frac{R}{Z}$$

$$p = I^2 R$$

हे दर्शवते की शक्तीचा वापर प्रत्यक्षात प्रतिकारातच होतो; इन्डक्टन्स कोणतेही शक्ती वापरत नाही शक्ती



(अ) फेजर आकृती

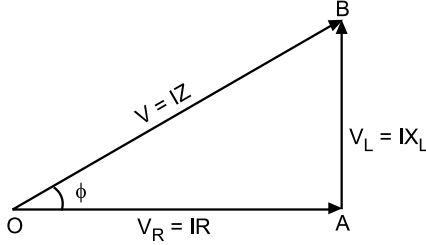
(ब) तरंग आकृती

आकृति 2.29: फेजर आणि तरंग आकृती

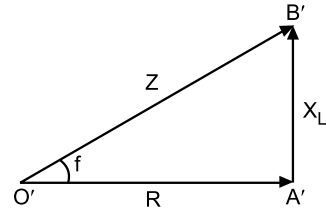
शक्ती वक्र: विद्युत दाब आणि विद्युत धारा साठी फेजर आकृती आणि तरंग आकृती अनुक्रमे 2.29 (अ), 2.29 (ब) मध्ये दर्शविली आहे आणि जेथे लागू विद्युत दाब ($v = V_m \sin wt$) संदर्भ प्रमाण म्हणून घेतले जाते. R-L एकसर परिपथासाठी पॉवर वक्र देखील आकृती 2.29 (ब) मध्ये दर्शविले आहे. विद्युत दाब आणि विद्युत धारा च्या संबंधित तात्कालिक मूल्यांच्या उत्पादनातून पॉवर वक्र तयार केले जाते. हे स्पष्ट आहे की शक्ती कोन 0 आणि ϕ आणि 180° आणि $(180 + \phi)$ दरम्यान नकारात्मक आहे. उर्वरित सायकल दरम्यान शक्ती सकारात्मक आहे. सकारात्मक लूपचे क्षेत्र नकारात्मक क्षेत्रापेक्षा जास्त असल्याने लूप, पूर्ण चक्रावरील निव्वळ शक्ती सकारात्मक आहे. म्हणून, निश्चित प्रमाणात शक्ती वापरली जाते किंवा या परिपथ द्वारे सेवन केले जाते.

2.24 प्रतिबाधा लिकोण

R-L एकसर परिपथाचे सरलीकृत फेझर आकृती 2.30 द्वारे दर्शविले आहे. जेव्हा याची प्रत्येक बाजू फेजर आकृती एक सामान्य घटक I द्वारे विभागली गेली आहे, आपल्याला दाखवल्याप्रमाणे दुसरा उजवा कोन लिकोण मिळतो. आकृती 2.31, ज्याच्या बाजू R , X_L आणि Z दर्शवतात अशा लिकोणाला प्रतिबाधा लिकोण म्हणून ओळखले जाते.



आकृती 2.30: R-L एकसर परिपथासाठी विद्युतदाब लिकोण आकृती



आकृती 2.31: प्रतिबाधा लिकोण

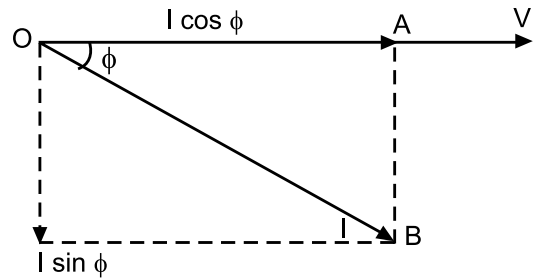
अशा प्रकारे, एक काटकोन लिकोण ज्याचा आधार परिपथ प्रतिरोध दर्शवितो, लंब परिपथ दर्शवते प्रतिक्रिया आणि कर्ण परिपथ प्रतिबाधा दर्शवतात त्याला प्रतिबाधा लिकोण म्हणतात.

प्रतिबाधा लिकोणाची संकल्पना उपयुक्त आहे कारण ती आम्हाला गणना करण्यास सक्षम करते:

- (i) परिपथाची प्रतिबाधा, $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$
- (ii) परिपथाचा पॉवर फॅक्टर, $\cos \phi = R/Z$
- (iii) फेज अँगल $\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L}{R} \right)$

2.25 खरी शक्ती व प्रतिक्रियाशील (रि०क्टिव्ह) शक्ती

अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये जी शक्ती प्रत्यक्षात वापरली जाते त्याला खरी शक्ती किंवा सक्रिय शक्ती म्हणतात. आपण पाहिले आहे की शक्ती केवळ प्रतिकारात वापरली जाते. एक शुद्ध प्रेरक आणि एक शुद्ध कॅपेसिटर कोणतीही शक्ती वापरत नाही, कारण अर्ध्या चक्रामध्ये आतापर्यंत या घटकांद्वारे जी शक्ती प्राप्त होते ती स्त्रोताकडे परत केली जाते. ही शक्ती जी पुढे आणि मागे वाहते (म्हणजे परिपथामध्ये दोन्ही दिशानिर्देशांमध्ये) किंवा स्वतः वर प्रतिक्रिया देते त्याला प्रतिक्रियाशील शक्ती म्हणतात. हे परिपथामध्ये काही उपयुक्त काम करत नाही. असे



आकृती 2.32: विद्युतधारेचा सक्रिय आणि प्रतिक्रियाशील घटक

दिसून आले आहे की शुद्ध प्रतिरोधक परिपथामध्ये विद्युतधारा लागू असलेल्या विद्युतदाबाच्या टप्प्यात आहे., तर, शुद्ध प्रेरक आणि कॅपेसिटिव्ह परिपथामध्ये, प्रवाह 90° टप्प्याबाहेर आहे. अशा प्रकारे, निष्कर्ष काढला की विद्युतदाबासहित टप्प्यात असलेली विद्युतधारा सत्य किंवा सक्रिय शक्ती निर्माण करतो, तर, विद्युतदाबासहित 90° टप्प्यात नसलेली विद्युतधारा प्रतिक्रियाशील शक्तीमध्ये योगदान देते. म्हणून,

खरी शक्ती = विद्युत दाब \times वर्तमान I व्होल्टेजसह टप्प्यात

प्रतिक्रियाशील शक्ती = विद्युत दाब \times वर्तमान I व्होल्टेजसह 90° टप्प्याबाहेर.

इंडक्टिव्ह परिपथासाठी फेझर आकृती 2.32 मध्ये दर्शविली आहे, जेथे विद्युतधारा I , (ϕ°) कोनातून V च्या मागे आहे. विद्युतधारा I हे दोन आयताकृती घटकांमध्ये सोडवता येते म्हणजे (i) $I \cos \phi$, विद्युतदाब V सोबत टप्प्यात आणि (ii) $I_m \sin (\text{wt}-90)$ हे विद्युतदाब V सोबत 90° टप्प्याबाहेर आहे .

\therefore खरी शक्ती, $P = V \times I \cos \phi = VI \cos \phi$ watt

प्रतिक्रियाशील शक्ती, $P_r = V \times I \sin \phi = VI \sin \phi$ VAR

स्पष्ट शक्ती, $P_a = V \times I = VI$ VA

खरी शक्ती, प्रतिक्रियाशील शक्ती आणि स्पष्ट शक्ती यांचे मोठे एकक अनुक्रमे kW (किंवा MW), kVAR (किंवा MVAR)

आणि kVA (किंवा MVA) आहे. विद्युतधारेचा सक्रिय घटक: विद्युतधारा घटक जे परिपथ विद्युतदाबाच्या टप्प्यात आहे (म्हणजे $I \cos \phi$) आणि

परिपथच्या सक्रिय किंवा वास्तविक शक्तीमध्ये योगदान देते त्याला सक्रिय

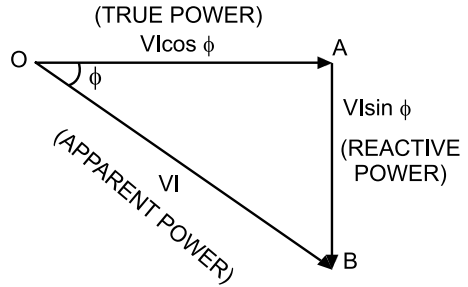
घटक किंवा वॅटफुल घटक किंवा विद्युतधारेचा टप्प्यातील घटक म्हणतात.

विद्युतधारेचा प्रतिक्रियात्मक घटक: विद्युतधारेचा घटक जो परिपथाच्या विद्युतदाबाच्या चतुर्भुज (किंवा 90° टप्प्याबाहेर) मध्ये आहे (म्हणजे $I \sin \phi$) आणि परिपथाच्या प्रतिक्रियात्मक शक्तीमध्ये योगदान देते त्याला प्रतिक्रियाशील घटक म्हणतात.

उर्जा लिकोण: जेव्हा आकृती 2.32 मधील विद्युतधारेचा प्रत्येक घटक, विद्युतदाब V द्वारे गुणाकार केला जातो, त्यातून आकृती 2.33 मध्ये दर्शविलेप्रमाणे एक शक्ती लिकोण प्राप्त होतो .. हा काटकोन त्रिकोण खरी शक्ती, प्रतिक्रियाशील शक्ती आणि उघड शक्ती यांच्यातील संबंध दर्शवतो वरील चर्चेत खालील मुद्दे मोलाचे आहेत लक्षात घेणे:

- जेव्हा विद्युतधारेच्या सक्रिय घटकाला परिपथाच्या विद्युतदाबाने गुणले जाते, परिणामी सक्रिय किंवा खरी शक्ती तयार होते. ही शक्ती यंत्रामध्ये टॉर्क, हीटरमध्ये उष्णता, दिव्यांमधला प्रकाश इत्यादी तयार करते. ही शक्ती वॅटमीटर ने दर्शवतात
- जेव्हा विद्युतधारेच्या प्रतिक्रियात्मक घटकाला परिपथाच्या विद्युतदाबाने गुणले जाते, परिणामी प्रतिक्रियात्मक शक्ती तयार होते. ही शक्ती अशी आहे जी कोणतेही काम न करता फक्त पुढे आणि मागे वाहते. हे शक्ती परिपथाचा उर्जा घटक ठरवते.
- जेव्हा परिपथातील विद्युतधारा परिपथाच्या विद्युतदाबाने गुणले जाते, परिणामी स्पष्ट शक्ती तयार होते. कारण असे दिसते की विद्युत दाब आणि विद्युत धारेचे उत्पादन शक्ती आहे.

पण अदिष्ट विद्युतधारा परिपथात (शुद्ध प्रतिरोधक परिपथ वगळता) सहसा विद्युतदाब आणि विद्युतधारेमध्ये फेज फरक असतो. त्यामुळे VI वास्तविक शक्ती देत नाही. गोंधळ टाळण्यासाठी, ते व्होल्ट-अँपिअरमध्ये मोजले जाते.



आकृती 2.33: शक्ती लिकोण

- (iv) आकृती 2.33, मध्ये दाखवलेल्या शक्ती त्रिकोणात दर्शिलेल्याप्रमाणे, शक्ती घटक सत्य शक्ती आणि स्पष्ट शक्तीचे गुणोत्तर घेऊन देखील निर्धारित केले जाऊ शकते, म्हणजेच शक्ती घटक, $\cos \phi = \text{खरी शक्ती/स्पष्ट शक्ती}$.

2.26 शक्ती घटक आणि त्याचे महत्त्व

अदिष्ट विद्युतधारा परीपथांमध्ये, पॉवर फॅक्टर खालीलप्रमाणे व्यक्त केले जाऊ शकते:

$$pf = \cos \phi = R/Z = \text{खरी शक्ती/ स्पष्ट शक्ती}$$

शुद्ध प्रतिरोधक परिपथाच्या बाबतीत, विद्युत प्रवाह परिपथ व्होल्टेजसह टप्प्यात आहे *i.e.* $\phi = 0$. म्हणून, शक्ती परिपथ चा घटक, $\cos \phi = 1$. शुद्ध प्रेरक किंवा कॅपेसिटिव्ह परिपथ च्या बाबतीत, विद्युतधारा, परिपथाच्या विद्युतदाबासह फेजच्या बाहेर म्हणजे $= 90^\circ$ असतो

म्हणून, परिपथाचा शक्ती घटक $\cos \phi = 0$. म्हणून परिपथ ज्यात रोध -इन्डक्टन्स; रोध-कॅपेसिटन्स किंवा रोध -इंडक्शन आणि कॅपेसिटन्स असते, त्यांचा शक्ती घटक 0 आणि 1 च्या दरम्यान असतो. हे लक्षात घेतले जाऊ शकते की शक्ती घटकाचे मूल्य कधीही एकपेक्षा जास्त असू शकत नाही. सहसा, लॅगिंग किंवा लीडिंग हा शब्द शक्ती घटकाच्या अंकीय मूल्यासह जोडला जातो विद्युत धारा लॅग किंवा विद्युत दाब पुढे नेतो की नाही हे दर्शविण्यासाठी इंडक्टिव्ह परिपथामध्ये, विद्युत धारा नेहमी विद्युतदाबाच्या मागे असतो आणि शक्ती घटक लॅगिंग म्हणून नमूद केले जाते, तर कॅपेसिटिव्ह परिपथासाठी लीडिंग अग्रगण्य शक्ती घटक म्हणून नमूद केले आहे. कारण या प्रकरणांमध्ये विद्युत प्रवाह नेहमी विद्युत दाब सदिशाच्या पुढे असतो.

शक्ती घटकाचे महत्त्व

अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाचा पॉवर शक्ती घटक सिस्टममध्ये महत्वाची भूमिका बजावतो. अदिष्ट परिपथाची शक्ती खालील समीकरणाने दिली जाते-

$$P = VI \cos \phi = \text{किंवा } I = P/V \cos \phi$$

वरील अनुबंधावरून हे स्पष्ट होते कि, स्थिर विद्युतदाब आणि विद्युतशक्ती साठी, परिपथाद्वारे वापरली जाणारी विद्युतधारा हि वर्ध्निष्णू होते आणि त्याचा शक्ती घटक कमी होत जातो. अशा प्रकारे कमी शक्ती घटकावर, अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ त्यांच्या मेन्स मधून अधिक विद्युतधारा काढतात आणि त्यामुळे खालील तोटे होतात -

1. **मोठ्या आकाराचा वाहक:** कमी शक्ती घटकावर वाहक त्याचसाठी अधिक विद्युत धारा वाहून नेतात म्हणून, त्यांना क्रॉस-सेक्शनचे मोठे क्षेत्र आवश्यक आहे.
2. **कमकुवत कार्यक्षमता:** कमी उर्जा घटकांवर, कंडक्टरला मोठा प्रवाह वाहून घ्यावा लागतो त्यामुळे तांब्याचे नुकसान वाढवते (I^2R) आणि परिणामस्वरूप खराब कार्यक्षमता दिसून येते.
3. **मोठा विद्युत दाब ड्रॉप:** निम्हू शक्ती घटकांवर, वाहकाला मोठा विद्युत प्रवाह वाहून नेणे आवश्यक असते ज्यामुळे सिस्टीममध्ये विद्युतदाब ड्रॉप (IR) वाढते आणि परिणामी खराब नियमन होते.
4. **उपकरणाचे मोठे केव्हीए मानके:** शक्ती प्रणालींमध्ये जोडलेले विद्युत यंत्रे आणि उपकरणांचे, जसे कि अल्टरनेटर्स, रोहिते, स्विच गिअर्स इ., kVA मानके कमी शक्ती घटकांवर जास्त असते कारण ते शक्ती घटकांसोबत व्यस्त प्रमाणात समंभित असतात. (म्हणजे $kVA = kW/\cos \phi$). अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाचे शक्ती घटक सुधारण्यासाठी एक कॅपेसिटर संपूर्ण परिपथाच्या सापेक्ष जोडलेले असते म्हणजेच परिपथाशी समांतर.

2.27 गुंडाळीचा गुणवत्ता घटक

गुंडाळीच्या शक्ती घटकाचा व्युत्क्रम त्याच्या क्यू-घटक म्हणून ओळखला जातो. याला गुणवत्ता घटक किंवा गुणवत्तेचा आकडा (फिगर ऑफ मेरिट) असे म्हणतात.

गुंडाळीची योग्यता $Q \text{ factor} = \frac{1}{pf} = \frac{1}{\cos \phi} = \frac{Z}{R}$

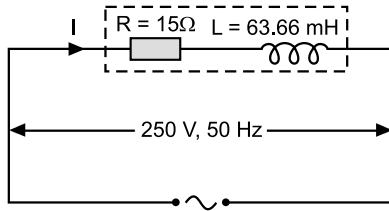
R चे मूल्य त्याच्या इंडक्टिव्ह प्रतिबाधा X_L च्या तुलनेत खूप लहान असल्यास

$$Q\text{-factor} = \frac{X_L}{R} = \frac{w_L}{R}$$

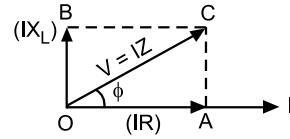
तसेच, $Q = 2\pi \times \frac{\text{जास्तीतजास्त साठवलेली ऊर्जा}}{\text{प्रतिचक्र उत्सर्जित ऊर्जा}}$

उदाहरण 2.9. 15Ω प्रतिकार असलेली कॉइल आणि 63.66 mH इंडक्टन्स 250 V , 50 Hz पुरवठ्या सापेक्ष जोडलेली आहे. गणना करा (i) गुंडाळीची प्रतिक्रिया(रिअक्टन्स) आणि प्रतिबाधा (ii) विद्युतधारा (iii) विद्युतधारा आणि लागू विद्युतदाब यातील टप्पा तफावत आणि (iv) शक्ती घटकातील टप्पा (फेज) फरक. विद्युतदाब आणि विद्युतधारा दर्शविणारा फेझर आकृती देखील काढा

उपाय: परिपथ आकृती 2.34 मध्ये दर्शविली आहे.



आकृती 2.34: परिपथ आकृती



आकृती 2.35: फेजर आकृती

(i) प्रतिक्रिया, $X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 63.66 \times 10^{-3} = 20 \Omega$ (उत्तर)

प्रतिबाधा, $Z = X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 63.66 \times 10^{-3} = 20 \Omega$ (उत्तर)

(ii) विद्युतधारा, $I = \frac{V}{Z} = \frac{250}{20} = 10 \text{ A}$ (उत्तर)

(iii) टप्पा (फेज) फरक, $\phi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R} = \tan^{-1} \frac{20}{15}$

$= \tan^{-1} 1.33 = 53.13^\circ$ (उत्तर)

(iv) शक्ती घटक, $\cos \phi = 0.6 \text{ lag}$ (उत्तर)

उदाहरण 2.10. 50 V दिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्याशी जोडलेली गुंडाळी 5 A विद्युतधारा ओढते. तीच गुंडाळी 50 V , 50 Hz वारंवारता असलेल्या अदिष्ट विद्युतदाबास 2.5 A विद्युतधारा ओढते. गुंडाळी आणि शक्ती प्रमाणकांची (पॅरामीटर्सची) गणना करा.

घटक उपाय: कॉइलचा प्रतिकार आणि इंडक्टन्स अनुक्रमे R ओहम आणि L हेन्री असू द्या. जेव्हा गुंडाळी दिष्ट विद्युत पुरवठ्याशी जोडलेले असते, तेव्हा फक्त गुंडाळीच्या रोधाचा प्रतिकार असतो,

गुंडाळीचा रोध, $R = \frac{V_{d.c.}}{I_{d.c.}} = \frac{50}{5} = 10 \Omega$ (उत्तर)

जेव्हा 50 V , 50 Hz च्या अदिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्याच्या सापेक्ष गुंडाळी जोडली जाते, तेव्हा गुंडाळीच्या प्रतिबाधेचा प्रतिकार असतो,

∴ गुंडाळीची प्रतिबाधा,

$$Z = \frac{V_{ac}}{I_{ac}} = \frac{50}{2.5} = 20 \Omega$$

आता,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \text{or} \quad Z^2 = R^2 + X_L^2$$

किंवा

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(20)^2 + (10)^2} = \sqrt{300}$$

आणि

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{\sqrt{300}}{2\pi \times 50} = 55.13 \text{ mH}$$

∴ प्रमाणके:

$$R = 10 \Omega \text{ और } L = 55.13 \text{ mH}$$

शक्ती घटक,

$$\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ lagging (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.11. 230V दिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्यासोबत जोडलेली गुंडाळी 2645 वॅटची शक्ती प्रसारित करते. जेव्हा वारंवारता 50 हर्ट्झ च्या 230 V अदिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्यासोबत जोडलेली असते तेव्हा गुंडाळी 1058 वॅटची शक्ती प्रसारित करते. गुंडाळीच्या रोध आणि इन्डक्टन्स चे मूल्य गणना करा

उपाय: जेव्हा गुंडाळीच्या सापेक्ष दिष्ट विद्युत पुरवठा जोडलेला असतो, तेव्हा फक्त गुंडाळीच्या रोधाचा प्रतिकार असतो,

$$R = \frac{V_{dc}^2}{P_{dc}} = \frac{(230)^2}{2645} = 20 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

जेव्हा गुंडाळीच्या सापेक्ष अदिष्ट विद्युत पुरवठा जोडलेला असतो-

$$P_{ac} = I_{ac}^2 R \quad \text{or} \quad I_{ac} = \sqrt{P_{ac}/R} = \sqrt{1058/20} = 7.273 \text{ A}$$

प्रतिबाधा,

$$Z = \frac{V_{ac}}{I_{ac}} = \frac{230}{7.273} = 31.623 \Omega$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(31.623)^2 - (20)^2} = 24.495 \Omega$$

इन्डक्टन्स,

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{24.495}{2\pi \times 50} = 0.078 \text{ H (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.12. परिपथ घटकाद्वारे विद्युतदाब आणि विद्युतधारा- $v = 100 \sin(314t + 55^\circ)$ व्होल्ट, $i = 10 \sin(314t + 325^\circ)$ अँपिअर आहेत, घटकाने वापरलेल्या शक्तीचे मूल्य शोधा.

उपाय: आहे -

$$v = 100 \sin(314t + 55^\circ) \text{ V}$$

$$i = 10 \sin(314t + 325^\circ) \text{ A}$$

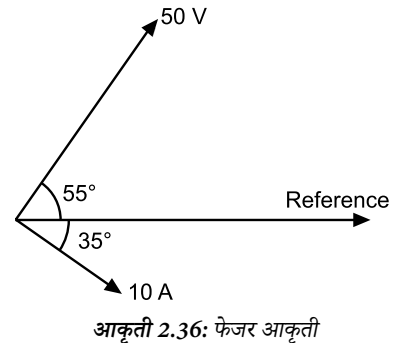
किंवा

$$i = 10 \sin(314t - 35^\circ) \text{ A}$$

आता त्यांचे फेजर प्रतिनिधित्व आकृती मध्ये दर्शविले आहे. आकृती 2.36 मध्ये विद्युतदाब आणि विद्युतधारा मधील फेज फरक 90° आहे.

आता शक्ती परिपथ यांनी काढलेल्या,

$$P = VI \cos \phi$$

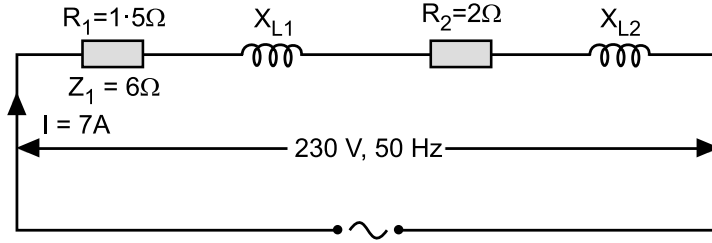


$$= \frac{100}{\sqrt{2}} \times \frac{10}{\sqrt{2}} \times \cos 90^\circ$$

$$= \frac{1000}{2} \times 0^\circ = 0 \text{ W (उत्तर)}$$

जे सूचित करते की घटक शुद्ध इंडक्टिव्ह आहे.

उदाहरण 2.13. 1.5 ओहम रोध आणि 6 ओहम प्रतिबाधाची गुंडाळी एकसर पद्धतीने 2 ओहम रोध असलेल्या दुसऱ्या गुंडाळीशी जोडली आहे. जेव्हा 230 V, 50 Hz चा विद्युतदाब परिपाठावर लागू केल्यानंतर 7 A ची विद्युतधारा प्रवाहित होते. दुसऱ्या गुंडाळीचे इंडक्टस शोधा.



आकृती 2.37: परिपथ आकृती

उपाय: परिपथ आकृती 2.37 मध्ये दर्शविले आहे.

संपूर्ण परिपथाची प्रतिबाधा,

$$Z = V/I = 230/7 = 32.86 \Omega$$

संपूर्ण परिपथाचा रोध,

$$R = R_1 + R_2 = 1.5 + 2 = 3.5 \Omega$$

इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया,

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(32.86)^2 - (3.5)^2} = 32.67 \Omega$$

पहिल्या गुंडाळीची इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया,

$$X_{L1} = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2} = \sqrt{(6)^2 - (1.5)^2} = 5.81 \Omega$$

दुसऱ्या गुंडाळीची इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया,

$$X_{L2} = X_L - X_{L1} = 32.67 - 5.81 = 26.86 \Omega$$

∴ इंडक्टस,

$$L_2 = X_{L2}/2\pi f = 26.86/2\pi \times 50 = 85.5 \text{ mH (उत्तर)}$$

सराव प्रश्न

- 12Ω प्रतिकार आणि 0.1 H इंडक्टस असलेली गुंडाळी 100 V, 50 Hz पुरवठ्या सापेक्ष जोडलेली आहे. गणना करा-
 - (i) गुंडाळीची प्रतिक्रिया(रिअक्टन्स) आणि प्रतिबाधा,
 - (ii) विद्युतधारा,

(iii) विद्युतधारा आणि लागू विद्युतदाब यातील टप्पा तफावत आणि,

(iv) शक्ती घटकातील टप्पा (फेज) फरक. विद्युतदाब आणि विद्युतधारा दर्शविणारा फेझर आकृती देखील काढा

(उत्तर: 31.416Ω ; 33.63Ω ; 2.97 अ; 69.1° ; 0.3568 अंतर)

2. 100 V दिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्याशी जोडलेली गुंडाळी 10 A विद्युतधारा ओढते. तीच गुंडाळी 100 V , 50 Hz वारंवारता असलेल्या अदिष्ट विद्युतदाबास जोडली असते 5 A विद्युतधारा ओढते. गुंडाळी आणि शक्ती प्रमाणकांची (पॅरामीटर्सची) गणना करा. (उत्तर: 10Ω ; 55.13 mH ; 0.5 मागे पडणे)

3. 230 V दिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्यासोबत जोडलेली गुंडाळी 2000 वॅटची शक्ती प्रसारित करते. जेव्हा वारंवारता 50 हर्ट्झ च्या 230 V अदिष्ट विद्युतधारा पुरवठ्यासोबत जोडलेली असते तेव्हा गुंडाळी 800 वॅटची शक्ती प्रसारित करते. गुंडाळीच्या रोध आणि इन्डक्टन्स चे मूल्य गणना करा (उत्तर: 20Ω , 0.078 H)

4. परिपथ घटकाद्वारे विद्युत दाब आणि विद्युत धारा आहेत-

$$v = 50 \sin (314 \text{ टी} + 70^\circ) \text{ व्होल्ट}$$

$$i = 10 \sin (314 \text{ टी} + 340^\circ) \text{ अँपिअर}$$

घटकाने वापरलेल्या शक्तीचे मूल्य शोधा.

(उत्तर: 0 W .)

5. $R = 200 \Omega$ आणि $L = 638 \text{ mH}$ असलेल्या गुंडाळीवर विद्युत दाब $e = 200 \sin 100 \pi t$ लावले विद्युतधारेचे समीकरण लिहा आणि गुंडाळीने वापरलेली शक्ती सुध्दा निर्धारित करा.

(उत्तर: $0.706 \sin (100 \pi t - 45.06^\circ)$, 50 W)

6. 10 ओहमचा नॉन-इंडक्टिव्ह रोध 200 V , 50 Hz इंडक्टिव्ह गुंडाळीसह एकसर जोडला जातो. एकसर संयोगाने वापरलेली विद्युतधारा 10 A आहे. गुंडाळीचा रोध 2Ω आहे. निर्धारित करा-

(i) गुंडाळीचा इन्डक्टन्स (ii) शक्ती घटक

(iii) गुंडाळीसापेक्ष विद्युतदाब

(उत्तर: 50.93 mH ; 0.6 lag , 161.24 V)

7. 8 ओहमच्या नॉन-इंडक्टिव्ह रोधासह एक इंडक्टिव्ह भार एकसर जोडला जातो. हे संयोजन एका 100 V , 50 Hz अदिष्ट पुरवठ्याच्या सापेक्ष जोडलेले आहे. एक व्होल्टमीटर नॉन-इंडक्टिव्ह रोधाच्या सापेक्ष जोडला असून ते इंडक्टिव्ह भाराच्या सापेक्ष अनुक्रमे 64 V आणि 48 V चे वाचन देते. खालील गोष्टींची गणना करा:

(i) लोडची प्रतिबाधा;

(ii) संयोजनाची प्रतिबाधा;

(iii) भाराने शोषलेली शक्ती;

(iv) रोधकाद्वारे शोषलेली शक्ती;

(v) पुरवठ्यातून घेतलेली एकूण वीज;

(vi) लोडचे शक्ती घटक;

(vii) संपूर्ण परिपथाचा शक्ती घटक

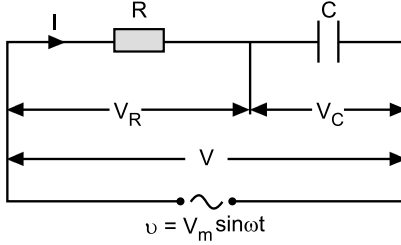
(उत्तर: 6Ω ; 12.5Ω ; 0.586 लॅग; 225 W ; 512 W ; 737 W ; 0.586 लॅग; 0.92 लॅग)

8. एक चाप दिवा (ज्याला नॉन-इंडक्टिव्ह मानले जाऊ शकते) 50 V वर 10 A घेते. त्याच्या एकसर जोडणीत 1Ω चोकच्या रोधाची गणना, 200 V , 50 Hz पुरवठ्यावर वापरण्यासाठी, करा. तसेच, वापरलेली संपूर्ण शक्ती आणि शक्ती घटक मोजा. (उत्तर: 19.105Ω ; 0.3 lag ; 600 W)

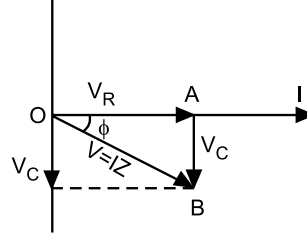
2.28 आर-सी एकसर परिपथ

एक परिपथ ज्यामध्ये शुद्ध रोधक R ओहम आहे जो C फराड कॅपेसिटन्सच्या शुद्ध कॅपेसिटरसह एकसर जोडलेला आहे. याला R - C एकसर परिपथ म्हणून ओळखले जाते.

एक आर - सी एकसर परिपथ आणि त्याचे फेझर आकृती अनुक्रमे आकृती 2.38 आणि 2.39 मध्ये दर्शविली आहे. फेझर आकृती, काढण्यासाठी, विद्युतधारा I (आरएमएस मूल्य) संदर्भ सदिश म्हणून घेतले जाते.



आकृती 2.38: आर - सी एकसर परिपथ



आकृती 2.39: फेझर आकृती

रोध $V_R (= IR)$ मधील विद्युतदाब ड्रॉप हे विद्युत सदिशासोबत टप्प्यात असते; तसेच कॅपॅसिटिव्ह प्रतिक्रिया $V_C (= IX_C)$ मधील विद्युतदाब ड्रॉप हे विद्युतधारा सदिशाच्या 90° मागे असते (कारण शुद्ध कॅपॅसिटिव्ह परिपथात विद्युतधारा ही विद्युतदाबापेक्षा 90° ने अग्रेसित असते). या दोन्ही विद्युतदाब ड्रॉपची बेरीज ही पुरवठा विद्युतदाब V च्या बरोबर असते (आरएमएस मूल्य).

आता $V_R = IR$ and $V_C = IX_C$ (जेव्हा $X_C = 1/2 \pi fC$)

काटकोन त्रिकोण OAB मध्ये

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_C)^2} = I \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\therefore I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{V}{Z}$$

जेथे $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ आर - सी मालिकेद्वारे अदिष्ट प्रवाहाच्या प्रवाहाला दिलेला एकूण रोध आहे. याला विभागीय व परिपथ प्रतिबाधा म्हणतात. हे विद्युत्तविरोधाचे माप ओहम मध्ये मोजली जाते.

टप्प्याचा कोन (फेज अँगल): फेझर आकृतीवरून हे स्पष्ट आहे की या परिपथातील विद्युतधारा लागू विद्युतदाबापेक्षा ϕ कोनाने अग्रेसित असते; या कोनाला टप्प्याचा कोन (फेज अँगल) म्हणतात..

आकृती 2.38 मध्ये दर्शविलेल्या फेझर आकृतीवरून;

$$\tan \phi = \frac{V_C}{V_R} = \frac{IX_C}{IR} = \frac{X_C}{R} \quad \text{or} \quad \phi = \tan^{-1} X_C/R$$

शक्ती : जर संपूर्ण परिपथामध्ये लागू केलेले अदिष्ट विद्युतदाब खालील समीकरणाने दिले असेल:

$$v = V_m \sin \omega t \quad \dots(i)$$

$$i = I_m \sin (\omega t + \phi) \quad \dots(ii)$$

\therefore तात्कालिक शक्ती,

$$p = vi = V_m \sin \omega t I_m \sin (\omega t + \phi) = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin (\omega t + \phi) \sin \omega t$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} [\cos \phi - \cos(2\omega t + \phi)]$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi + \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi)$$

एका संपूर्ण चक्रावर परिपथाने वापरलेली सरासरी शक्ती -

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi)$$

किंवा

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{zero} = V_{\text{r.m.s.}} I_{\text{r.m.s.}} \cos \phi = VI \cos \phi$$

जेथे $\cos \phi$ हे परिपथाचा शक्ती घटक आहे

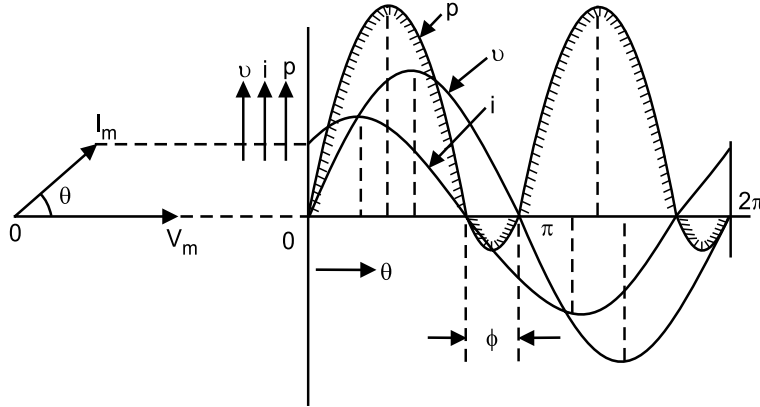
फेसर आकृतीवरून

$$\cos \phi = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z} \quad R - L \text{ एकसर परिपथासारखेच.}$$

पर्यायाने, शक्ती -

$$P = VI \cos \phi = IZ \cdot I \cdot \frac{R}{Z} = I^2 R$$

हे दर्शवते की शक्तीचा वापर प्रत्यक्षात रोधातच होतो; कॅपेसिटर कोणतीही शक्ती वापरत नाही.



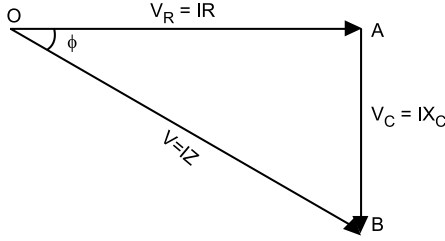
(अ) फेजर आकृति

(ब) तरंग आकृति

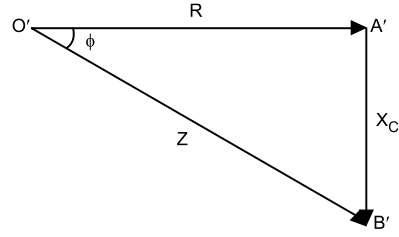
आकृति 2.40

शक्ती वक्र: विद्युतदाब आणि विद्युतधारेसाठी फेजर आकृती आणि तरंग आकृती अनुक्रमे 2.40 (अ) आणि 2.40 (ब) मध्ये दर्शविली आहे., जेथे लागू विद्युत दाब ($v = V_m \sin \omega t$) संदर्भ प्रमाण म्हणून घेतले जाते. आर - सी परिपथासाठी पॉवर वक्र देखील 2.40 (ब) मध्ये दर्शविले आहे. हे स्पष्ट आहे कि कोन $(180^\circ - \phi)$ आणि 180° आणि $(360^\circ - \phi)$ आणि 360° दरम्यान पॉवर नकारात्मक आहे. उर्वरित चक्र दरम्यान शक्ती सकारात्मक आहे. धन मूल्य असलेल्या लूपचे क्षेत्रफळ ऋण मुल्यांकित क्षेत्रफळापेक्षा जास्त असल्याने, संपूर्ण चक्रावरील निव्वळ शक्ती सकारात्मक आहे. म्हणून, शक्तीचे निश्चित प्रमाण परिपथाद्वारे वापरलेले आहे.

प्रतिबाधा त्रिकोण



आकृति 2.41: विद्युतदाब त्रिकोण

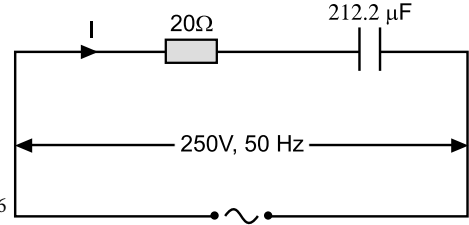


आकृति 2.42: प्रतिबाधा त्रिकोण

जेव्हा आकृति 2.41 मध्ये दाखवलेल्या सरलीकृत फेजर आकृतीची प्रत्येक बाजू हे एक सामान्य घटक I द्वारे विभागले गेले आहे तेव्हा आपल्याला एक दुसरा काटकोन त्रिकोण मिळतो (आकृती 2.42 मध्ये दर्शविले आहे). याला प्रतिबाधा त्रिकोण म्हणून ओळखले जाते.

उदाहरण 2.14. 20 ओहमचा प्रतिकार आणि $212.2 \mu F$ कॅपेसिटन्सचे कॅपेसिटर 250 व्ही, 50 हर्ट्झ पुरवठ्यासापेक्ष एकसर पद्धतीने जोडलेले आहेत. गणना करा- (i) परिपथाची प्रतिबाधा; (ii) विद्युतधारा; (iii) शक्ती घटक आणि फेज कोन; (iv) परिपथामध्ये वापरलेली शक्ती.

उपाय: परिपथ आकृती 2.43 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 2.43: परिपथ आकृती.

प्रतिबाधा, $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

जेव्हा, $X_C = 1/2 \pi f c$
 $= 1/2 \pi \times 50 \times 212.2 \times 10^{-6}$
 $= 15 \Omega$

$R = 20 \Omega$

(i) $\therefore Z = \sqrt{(20)^2 + (15)^2} = 25 \Omega$ (उत्तर)

(ii) विद्युतधारा, $I = \frac{V}{Z} = \frac{250}{25} = 10 \text{ A}$ (उत्तर)

(iii) शक्ती घटक, $\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{20}{25} = 0.8$ अग्रेसित (उत्तर)

फेज कोन, $\phi = \cos^{-1} 0.8 = 36.87^\circ$ (उत्तर)

(iv) शक्ती, $P = VI \cos \phi = 250 \times 10 \times 0.8 = 2000 \text{ W}$

उदाहरण 2.15. 220 V, 50 हर्ट्झ सप्लाय मेनवर 110 V, 100 W दिवा लावला जाणार आहे. दिवा सुयोग्यप्रमाणे चालण्यासाठी, गणना करा-

(i) गैर इंडक्टिव्ह रोध

(ii) शुद्ध इन्डक्टन्स

(iii) शुद्ध क्षमता

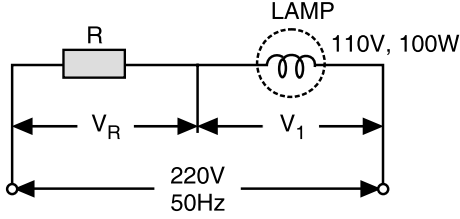
दिव्यची मानके : 110 V, 100 W

विद्युतदाब पुरवठा, $V_S = 220 \text{ V}$ आणि वारंवारता, $f = 50 \text{ Hz}$

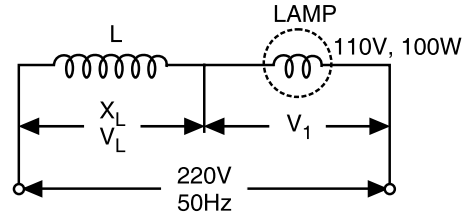
दिव्याचा रोध-

$$R_L = \frac{(110)^2}{100} = 121 \Omega$$

उत्तर कार्यरत विद्युतधारा, $I = \frac{100}{110} = 0.9091 A$



आकृती 2.44: एकसर मांडणीतील रोध



आकृती 2.45: एकसर मांडणीतील इंडक्टर

- (i) आकृती 2.44. मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, नॉन-इंडक्टिव्ह रेझिस्टन्स वापरून दिवा चालवण्यासाठी. रोधाचे मूल्य R असू द्या.

$$\therefore I(R + R_L) = V$$

किंवा $R + R_L = \frac{220}{0.9091} = 242 \Omega$

किंवा $R = 242 - R_L = 242 - 121 = 121 \Omega$ (उत्तर)

- (ii) आकृती 2.45 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे शुद्ध अधिष्ठापन वापरून दिवा चालवण्यासाठी. अधिष्ठानाचे मूल्य L हेन्री आणि $X_L = 2 \pi fL$ असू द्या,

$$\therefore IZ = V \quad \text{or} \quad \frac{V}{I} = \frac{220}{0.9091} = 242 \Omega$$

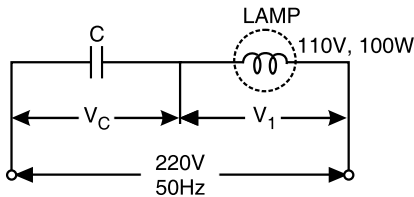
किंवा $\sqrt{R_L^2 + X_L^2} = 242$

$$R_L^2 + X_L^2 = (242)^2 \quad \text{or} \quad X_L^2 = 242^2 - 121^2$$

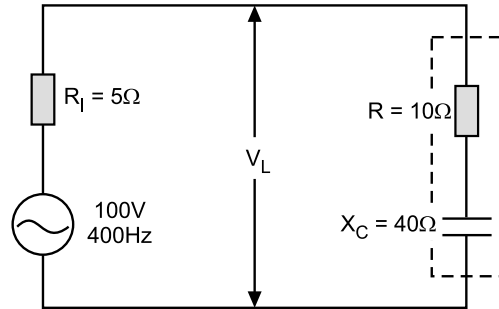
$$X_L = \sqrt{(242)^2 - (121)^2} = 209.58 \Omega$$

किंवा $2 \pi fL = 209.58 \quad \text{or} \quad L = \frac{209.58}{2 \pi \times 50} = 0.667 H$ (उत्तर)

- (iii) आकृती 2.46 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे शुद्ध कॅपेसिटर वापरून दिवा चालवण्यासाठी. C हे कॅपेसिटरचे कॅपेसिटन्स असू द्या.



आकृती 2.46: एकसर मांडणीतील शुद्ध कॅपेसिटर



आकृती 2.47: परिपथाकृती

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

आणि $IZ = V$ or $Z = \frac{V}{I} = \frac{220}{0.9091} = 242 \Omega$

$$\sqrt{R_L^2 + X_C^2} = Z \text{ or } R_L^2 + X_C^2 = Z^2$$

किंवा $X_C = \sqrt{Z^2 - R_L^2} = \sqrt{(242)^2 + (121)^2} = 209.58 \Omega$

किंवा $\frac{1}{2\pi fC} = X_C$ or $C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 209.58} = 15.188 \mu F$ (उत्तर)

उदाहरण 2.16. 400Hz जनित्रामध्ये 100 V प्रेरित इ.एम.एफ. आणि अंतर्गत प्रतिबाधा $(5 + j0)$ ओहम आहे. जर ती 40 ओहम कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया असलेली प्रतिबाधा, 10 ओहम रोधाच्या एकसर जोडणीत पुरवत असेल तर त्यामधून प्रवाहित होणाऱ्या विद्युतधारेची विशालता काय असेल. तसेच जनित्राच्या टर्मिनलवरील विद्युतदाब निर्धारित करा.

उपाय: परिपथ आकृती 2.47 मध्ये दाखवली आहे.

परिपथ ची एकूण प्रतिबाधा.

$$\begin{aligned} Z_T &= \sqrt{(R_i + R)^2 + (X_C)^2} \\ &= \sqrt{(5 + 10)^2 + (40)^2} = 42.72 \Omega \end{aligned}$$

परिपथातील विद्युतधारा, $I = V/Z = 100/42.72 = 2.341 \text{ A}$ (उत्तर)

भार प्रतिबाधा, $Z_L = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{(10)^2 + (40)^2} = 41.231 \Omega$

टर्मिनल विद्युतदाब, $V_L = IZ_L = 2.341 \times 41.231 = 96.52 \text{ V}$ (उत्तर)

सराव प्रश्न संघ

- 15 ओहमचा प्रतिकार आणि $150 \mu F$ कॅपेसिटन्सचा कॅपेसिटर 230 V, 50 Hz पुरवठ्याच्या सापेक्ष एकसर पद्धतीने जोडले आहे. गणना करा -
 - (i) परिपथाची प्रतिबाधा;
 - (ii) विद्युतधारा;
 - (iii) पॉवर फॅक्टर आणि फेज कोन;
 - (iv) परिपथामध्ये वापरलेली वीज.

(उत्तर: 25.987Ω ; 8.85 A ; 0.577 अग्रगण्य, 54.75° ; 1174.9 W)
- 120 V, 50 Hz सप्लाय मेनवर 220 V, 100 W दिवा लावला जाणार आहे. दिवा सुयोग्यप्रमाणे चालण्यासाठी, गणना करा-
 - (i) नॉन इंडक्टिव्ह प्रतिकार,
 - (ii) शुद्ध इंडक्टन्स,
 - (iii) शुद्ध कॅपेसिटन्स

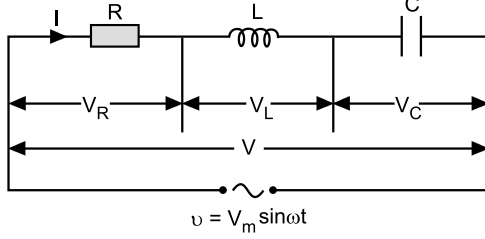
(उत्तर: 200Ω ; 1.174 H ; $8.63 \mu F$)
- 50 हर्ट्झ वर 125 V चा विद्युतदाब एका नॉन इंडक्टिव्ह रोधासापेक्ष, एकसर जोडलेल्या कंडेन्सर वर, लागू केला जातो. परिपथातील विद्युतधारा 2.2 A आहे. रोधाद्वारे विजेचे नुकसान 96.8 W आहे आणि ते कंडेन्सरमध्ये नगण्य आहे. रोध आणि कॅपेसिटन्सची गणना करा.

(उत्तर: 20Ω ; 53.18Ω ; $59.85 \mu F$)

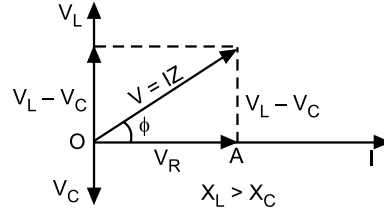
4. एक रोध R कॅपेसिटर C सह एकसर जोडणीत 50 Hz, 240 V पुरवठाशी जोडलेला असतो. C चे मूल्य शोधा जेणेकरून R 300 W वर 100 V शोषून घेईल. (उत्तर: 43.77 μ F)

2.29 R-L-C एकसर परिपथ

एक परिपथ ज्यामध्ये R ओहमचा शुद्ध रोध असतो, L हेन्रीचा शुद्ध इंडक्टन्स आणि शुद्ध कॅपेसिटन्स C सर्व एकसर जोडणीत असतात, अशा परिपथास R-L-C एकसर परिपथ म्हणतात एक R-L-C एकसर परिपथ आकृती 2.48 मध्ये दर्शविली आहे.



आकृती 2.48: परिपथ आकृती



आकृती 2.49: फेसर आकृती

येथे $X_L = 2\pi fL$ and $X_C = 1/2\pi fC$

जेव्हा परिणामी विद्युतधारा I (आर.एम.एस. मूल्य) परिपथ मधून वाहते, तेव्हा प्रत्येक घटकामधील विद्युतदाब-

फेसर आकृती 2.49 मध्ये दर्शविली आहे जेथे विद्युतप्रवाह संदर्भ फेसर म्हणून घेतला जातो. जेव्हा इंडक्टन्स V_L सापेक्ष विद्युतदाब विद्युतधारा सदिश I ला 90° ने अग्रेसित आणि कॅपेसिटन्स सापेक्ष विद्युतदाब V_C विद्युतधारा सदिश I ला, 90° ने मागे पडतो तेव्हा ते एकमेकांच्या विरुद्ध कार्य करतात. जर $V_L > V_C$, प्रत्यक्षात, परिपथ एक इंडक्टिव्ह परिपथ म्हणून वागते. परंतु जेव्हा $V_L < V_C$, परिपथ कॅपेसिटिव्ह परिपथ म्हणून वागते. येथे एका इंडक्टिव्ह परिपथासाठी फेजर आकृती काढली आहे (म्हणजेच, जेव्हा $V_L > V_C$).

$V_R =$ म्हणजेच, R सापेक्ष विद्युतदाब I सोबत टप्प्यामध्ये

$V_L = IX_L$ म्हणजेच, L सापेक्ष विद्युतदाब म्हणजेच, L सापेक्ष विद्युतदाब

$V_C = IX_C$ म्हणजेच, C सापेक्ष विद्युतदाब 90° ने मागे;

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2}$$

or
$$V = I \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

or
$$I = \frac{V}{\sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{V}{Z}$$

जेव्हा $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ हा एका R-L-C एकसर परिपथाने अदिष्ट विद्युतप्रवाहास केलेला एकूण रोध आहे आणि त्यास परिपथाची प्रतिबाधा असे म्हणतात.

टप्पाचा कोन (फेज अँगल): फेझर आकृतीवरून:

$$\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R}$$

शक्ती: सरासरी शक्ती $P = VI \cos \phi = I^2 R$

शक्ती, गुणक, $\cos \phi = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{Z}$

जर संपूर्ण परिपथामध्ये लागू केलेले अदिष्ट विद्युत दाब समीकरणाने दिले असेल-

$$v = V_m \sin \omega t$$

परिपथ प्रवाह खालील स्पष्टीकरण केलेल्या स्थिरांक किंवा मापदंडांनुसार समीकरण द्वारे दर्शविले जाते: R-L-C एकसर परिपथाचे तीन प्रकारे खालील प्रमाणे असतात-

(i) जेव्हा $X_L > X_C$ टप्प्यात कोन ϕ सकारात्मक आहे. प्रत्यक्षात, परिपथ R-L एकसर म्हणून वागते. परिपथ विद्युत धारा लागू केलेल्या व्होल्टेजच्या मागे आहे आणि पीएफ लॅगिंग आहे. वर्तमान विद्युत धारा समीकरणाने दिले.

$$i = I_m \sin (\omega t - \phi)$$

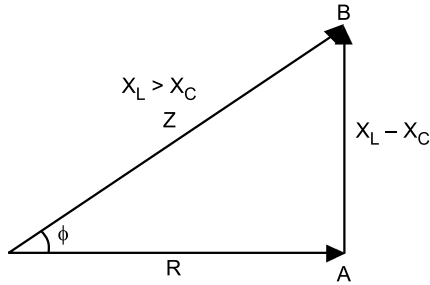
(ii) जेव्हा $X_C > X_L$ टप्प्याचा कोन ϕ नकारात्मक आहे. प्रत्यक्षात, परिपथ R-C एकसर परिपथ म्हणून वागते. परिपथ विद्युतधारा लागू केलेल्या विद्युतदाबाच्या अग्रेसित आहे आणि शक्ती घटक अग्रगण्य आहे. विद्युतधारा खालील समीकरणाने दिले आहे -

$$i = I_m \sin (\omega t - \phi)$$

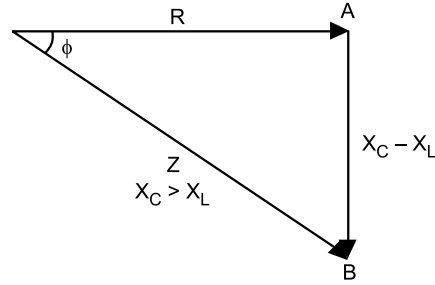
(iii) जेव्हा $X_C = X_L$ टप्प्याचा कोन ϕ शून्य आहे. प्रत्यक्षात, परिपथ शुद्ध रोधक परिपथासारखे वागते. परिपथ प्रवाह लागू विद्युतदाबासह टप्प्यात आहे आणि शक्ती घटक एक आहे. विद्युतधारा खालील समीकरणाने दिले जाते-

$$i = I_m \sin \omega t$$

प्रतिबाधा त्रिकोण



आकृती 2.50: परिपथाचे प्रतिबाधा त्रिकोण $X_L > X_C$

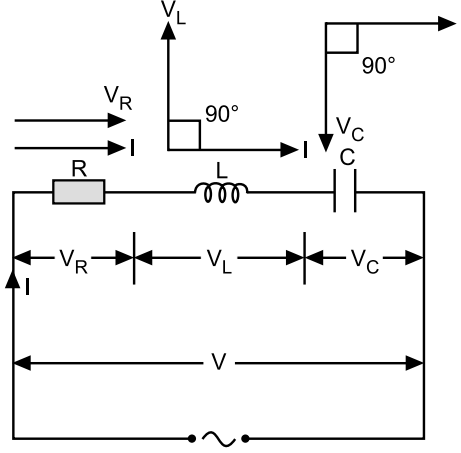


आकृती 2.51: प्रतिबाधा त्रिकोण $X_C > X_L$

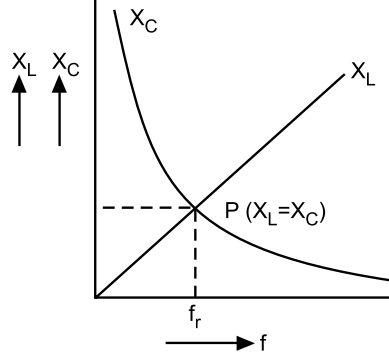
2.30 एकसर अनुनाद (रेजोनन्स)

R-L-C मालिकेच्या परिपथामध्ये, जेव्हा परिपथ प्रवाह लागू व्होल्टेजसह टप्प्यात असतो, तेव्हा परिपथ एकसर अनुनाद मध्ये आहे म्हटले जाते.

R-L-C परिपथामध्ये अनुनाद प्राप्त झाली आहे,



आकृती 2.52: R-L-C परिपथामध्ये अनुनाद

आकृती 2.53: $X_C = X_L$ चा आलेख

जेव्हा $X_L = X_C$ (or $X_L - X_C = 0$)

अनुनादावर- $X_L - X_C = 0$ or $X_L = X_C$

प्रतिबाधा , $Z_r = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$

विद्युतधारा, $I_r = \frac{V}{Z_r} = \frac{V}{R}$

कारण, अनुनादात, विद्युतधारा प्रवाहाला विरोध हा केवळ परिपथाचा रोध (R) असतो. या परिस्थितीत परिपथ जास्तीत जास्त विद्युतधारा प्रवाह ओढतो.

अनुनाद वारंवारता: $X_L (= 2 \pi fL)$ आणि $X_C (= 1/2 \pi fC)$ चे मूल्य पुरवठ्याची वारंवारता बदलून बदलले जाऊ शकते.

जेव्हा वारंवारता वाढते तेव्हा X_L चे मूल्य, वाढते, तर, X_C चे मूल्य कमी होते आणि उलट. अशा प्रकारे एकसर अनुनाद प्राप्त करण्यासाठी, वारंवारता f_r मध्ये समायोजित केली जाते. जेणेकरून $X_L = X_C$, बिंदू P मधील स्थिती आकृती 2.53 मध्ये दर्शविली आहे.

एकसर अनुनादात,

$$X_L = X_C$$

$$2 \pi f_r L = \frac{1}{2 \pi f_r C} \quad \text{or} \quad f_r = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

जेथे R_L आणि C अनुक्रमे हेनरी आणि फॅरॅडे मध्ये मोजले जातात तेव्हा हर्ट्झ (Hz) मध्ये अनुनाद वारंवारता असते. एकसर अनुनादांचे मुख्य परिणाम खालीलप्रमाणे आहेत:

(i) अनुनादाच्या वेळी $X_L = X_C$ म्हणून, परिपथाची प्रतिबाधा किमान आहे आणि कमी केली आहे. केवळ परिपथाचा प्रतिकार, म्हणजे

$$Z = R$$

(ii) प्रतिबाधा कमी असल्याने, परिपथ प्रवाह अनुनादात जास्तीत जास्त आहे, म्हणजे

$$I_r = V/Z_r = V/R$$

(iii) परिपथ द्वारे घेतलेली शक्ती जास्तीत जास्त आहे, जसे I_r जास्तीत जास्त आहे, म्हणजे

$$P_r = I_r^2 R$$

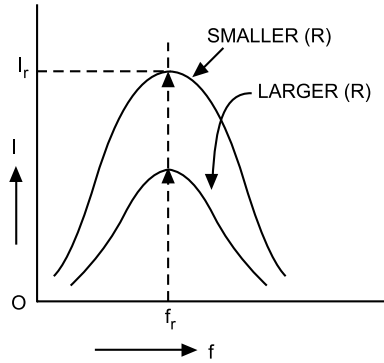
(iv) अनुनादात परिपथाद्वारे वापरलेला प्रवाह खूप मोठा (कमाल) असतो आणि त्याच वेळी L (म्हणजेच, $V_L = IX_L = I \times 2 \pi f_r L$) सापेक्ष विद्युतदाब ड्रॉप आणि C (म्हणजेच, $V_C = IX_C = I \times 1/2 \pi f_r C$) सुद्धा खूप मोठे आहेत.

शक्ती प्रणालींमध्ये (पॉवर सिस्टीममध्ये), अनुनादात, इंडक्टिव्ह आणि कॅपेसिटिव्ह घटकांमध्ये (जसे की परिपथ ब्रेकर,

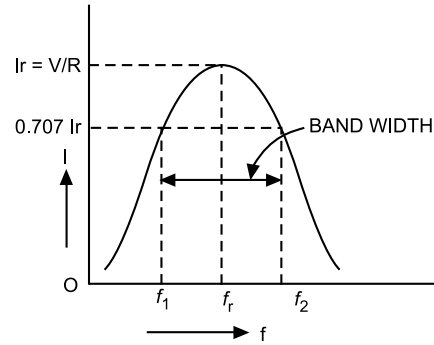
अणुभट्ट्या इ.) मध्ये जास्त विद्युतदाब तयार होऊन नुकसान होऊ शकते. म्हणून, शक्ती प्रणालींमध्ये एकसर अनुनाद टाळले पाहिजे. तथापि, काही अणुविद्युत उपकरणांमध्ये (जसे की रेडिओचे अँटेना परिपथ आणि टीव्ही रिसीव्हर, ट्यूनिंग परिपथ इ.), एकसर अनुनाद तत्त्व इच्छित वारंवारतेवर (f_r) तरंग विद्युतदाब आणि विद्युतधारा वाढवण्यासाठी वापरले जाते. एकसर अनुनाद परिपथामध्ये मुख्य प्रवाहातून जास्त प्रवाह आणि शक्ती काढण्याची क्षमता असल्याने, ते सहसा स्वीकारकर्ता परिपथ म्हणून मानले जाते.

2.31 अनुनाद वक्र

विद्युतधारा आणि वारंवारता दरम्यान आलेख प्लॉट करून प्राप्त वक्र वारंवारता अनुनाद वक्र म्हणून ओळखली जाते. एका ठराविक R-L-C एकसर परिपथाचे अनुनाद वक्र आकृती 2.54 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 2.54: अनुनाद वक्र



आकृती 2.55: बँडविड्थ दर्शविणारा अनुनाद वक्र

हे लक्षात घेतले जाऊ शकते की अनुनाद वारंवारता (f_r) वर विद्युतधारा त्याच्या जास्तीत जास्त मूल्यावर पोहोचते आणि त्या बिंदूपासून दोन्ही बाजूंस वेगाने खाली पडते. याचे कारण वारंवारता मुल्य अनुनाद वारंवारतेपेक्षा कमी असणे, $X_C > X_L$ आणि जेव्हा वारंवारतेचे मूल्य f_r पेक्षा जास्त असणे, $X_C < X_L$. दोन्ही प्रकरणांमध्ये, परिपथाची प्रतिबाधा वाढते ($Z > Z_r$) आणि विद्युतधारेचे मूल्य कमी होते. परिपथाचा रोध सुद्धा त्याची स्वतःची भूमिका बजावतो. कमी रोध मूल्यासाठी अनुनादावर जास्त विद्युतधारा असते.

बँडविड्थ: वारंवारतेची श्रेणी ज्यावर परिपथ प्रवाह 70.7% च्या बरोबरीने किंवा त्यापेक्षा जास्त आहे (म्हणजे I_r , अनुनादावर विद्युतधारा) त्यास एकसर अनुनाद परिपथाची बँडविड्थ म्हणून ओळखली जाते. आकृती 2.55 ठराविक आर-एल-सी परिपथाचे अनुनाद वक्र दर्शविते जेथे परिपथ प्रवाह f_1 ते f_2 दरम्यान उच्चतम विद्युतप्रवाहाच्या 70.7% च्या समान किंवा जास्त (म्हणजे $I_r = V/R$) असते.

येथे, वारंवारता f_1 ला लोअर कट-ऑफ वारंवारता म्हणतात आणि वारंवारता f_2 ला म्हणतात उच्च कट-ऑफ म्हणतात. बँडविड्थ परिपथाची वारंवारता श्रेणी, ज्यावर परिपथ विद्युतधारेला कमी प्रतिबाधा देते, दर्शविते. खालील मुद्दे येथे लक्षात घेता येतील:

(i) जर अनुनाद वारंवारता वरच्या आणि खालच्या कर-ऑफ वारंवारतेच्या मध्यभागी स्थित नसेल, तर -

$$f_r = \sqrt{f_1 f_2}$$

(ii) जेव्हा अनुनाद वारंवारता दोन कटऑफच्या मध्यभागी पुरेसे जवळ अंतरावर स्थित असते आणि परिपथाचा $Q \geq 10$ आहे, तेव्हा-

$$f_1 = f_r - \frac{BW}{2} \quad \text{और} \quad f_2 = f_r + \frac{BW}{2}$$

निवडकता: अनुनाद वक्रापासून, हे स्पष्ट आहे कि लहान प्रतिकारासाठी अनुनाद वक्र तीक्ष्ण आहे आणि मोठ्या प्रतिकारासाठी सपाट असतो. एक तीव्र अनुनाद वक्र वाजवी प्रतिसाद देण्यासाठी वारंवारतेचे लहान बँड प्रदान करते आणि म्हणूनच उत्तम निवडकता प्रदान करते. निवडकता आणि बँडविड्थ परस्पर व्यस्त संबंध दर्शवते आहे.

2.32 एकसर अनुनादक परिपथाचा Q-घटक

आम्ही पाहिले आहे की एकसर अनुनादात, परिपथ मधून सर्वात मोठा विद्युतप्रवाह उत्पन्न होतो, परिवेक्षात सर्वात जास्त विद्युतदाब निर्मित होतो. ज्या घटकांमुळे L किंवा C च्या परिवेक्षात विभवांतर पुरवठा विद्युतदाबाच्या सापेक्ष वाढते त्याला एकसर अनुनादक परिपथाचा गुणवत्ता (Q) घटक असे म्हणतात

$$\therefore Q\text{-घटक} = \frac{\text{विद्युतदाबा सापेक्ष } L \text{ आणि } C}{\text{पुरवठा विद्युतदाब}} = \frac{I_r X_L}{I_r R} = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega_r L}{R}$$

$$\text{जेथे,} \quad \omega_r = 2\pi fr = 2\pi \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\therefore Q\text{-घटक} = \frac{L}{R} \times \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

क्यू-फॅक्टरचे मूल्य पूर्णपणे कॉइलच्या डिझाइनवर अवलंबून असते (म्हणजे आर – एल जे आर – एल – सी परिपथाचा एक भाग आहे).

उदाहरण 2.17. कॉइल रेझिस्टन्स 10Ω आणि इंडक्शन 111.4 mH कॅपेसिटर $159.16 \mu\text{F}$ सह 200 V , 50 Hz पुरवठ्याच्या सापेक्ष एकसर जोडलेले आहे.. गणना करा (अ) इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया (ब) कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया (क) प्रतिबाधा (ड) विद्युतधारा (e) गुंडाळी आणि कॅपेसिटर मधील विद्युतदाब.

उपाय: परिपथ आकृती 2.56 मध्ये दर्शविली आहे.

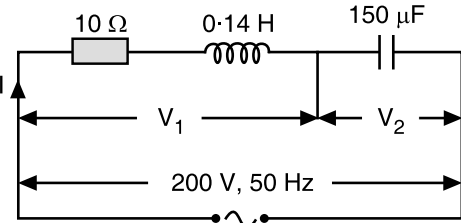
जेव्हा, $R = 10$; $L = 111.4 \text{ mH}$; $C = 159.16 \mu\text{F} = 159.16 \times 10^{-6} \text{ F}$; $V = 200 \text{ V}$; $f = 50 \text{ Hz}$

(a) इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया, $X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 111.4 \times 10^{-3} = 35 \Omega$ (उत्तर)

(b) कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

$$= \frac{1}{2\pi \times 50 \times 159.16 \times 10^{-6}} = 20 \Omega$$

(c) प्रतिबाधा, $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{10^2 + (35 - 20)^2} = 25 \Omega$



आकृती 2.56: परिपथ

(d) विद्युतधारा, $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{25} = 8 \text{ A}$ (उत्तर)

(e) गुंडाळीचा विद्युतदाब $V_1 = I Z_{\text{COIL}} = I \sqrt{R^2 + X_L^2} = 8 \sqrt{10^2 + 35^2} = 291.2 \text{ V}$ (उत्तर)

कॅपेसिटरचा विद्युतदाब, $V_2 = I X_C = 8 \times 20 = 160 \text{ V}$ (उत्तर)

उदाहरण 2.18. आकृती 2.57 मध्ये दाखवलेल्या परिपथमध्ये लागू विद्युत दाब आणि शक्तीचे नुकसान शोधा.

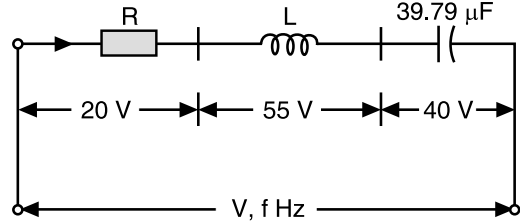
उपाय: येथे, $C = 39.79 \mu\text{F}$;

$$\begin{aligned} X_C &= \frac{1}{2\pi f C} \\ &= \frac{1}{2\pi \times 50 \times 39.79 \times 10^{-6}} \\ &= 80 \Omega \end{aligned}$$

लागू विद्युतदाब, $V = \sqrt{20^2 + (55 - 40)^2} = 25 \text{ V}$

विद्युतधारा, $I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{40}{80} = 0.5 \text{ A}$

शक्तीचे नुकसान, $P = V_R \times I = 20 \times 0.5 = 10 \text{ watt}$ (उत्तर)



आकृती 2.57: परिपथ

उदाहरण 2.19. एक 12Ω रोध आणि 0.051 H इंडक्टन्स, नॉन-इंडक्टिव्ह रोध 20Ω आणि तोटा-मुक्त $212.2 \mu\text{F}$ कॅपेसिटर 240 V , 50 Hz साइनसॉइडल पुरवठ्याच्या सापेक्ष जोडलेले आहेत, गणना करा- (i) विद्युतधारा आणि (ii) परिपथाचे पॉवर फॅक्टर.

उपाय:

आकृती 2. 58 मध्ये परिपथ दर्शविले आहे.

इथे, $R_1 = 12 \Omega$; $L = 0.051 \text{ H}$; $R_2 = 20 \Omega$;

$C = 212.2 \mu\text{F} = 212.2 \times 10^{-6} \text{ F}$; $V = 240 \text{ V}$; $f = 50 \text{ Hz}$

संपूर्ण परिपथाचा रोध, $R = R_1 + R_2 = 12 + 20 = 32 \Omega$

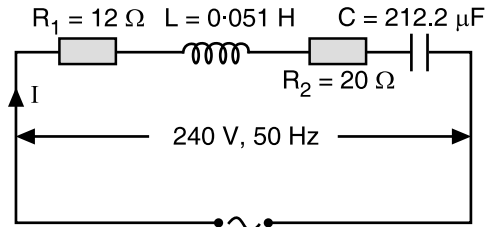
इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया, $X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 50 \times 0.051 = 16 \Omega$

कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया, $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 212.2 \times 10^{-6}} = 15 \Omega$

प्रतीबाधा, $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{32^2 + (16 - 15)^2} = 32.016 \Omega$

परिपथ विद्युतधारा, $I = \frac{V}{Z} = \frac{240}{32.016} = 7.496 \text{ A}$ (उत्तर)

परिपथाचा शक्ती घटक, $\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{32}{32.016} = 0.9995 \text{ (lagging)}$ (उत्तर)



आकृती 2.58: परिपथ

उदाहरण 2.20. एक 20Ω रोध, 0.2 H इंडक्टन्स आणि $150\text{ }\mu\text{F}$ क्षमता असलेला कॅपेसिटर असलेला, एकसर R-L-C परिपथ 230 V , 50 Hz स्त्रोताच्या सापेक्ष जोडलेली आहे.. गणना करा (i) प्रतिबाधा (ii) विद्युतधारा (iii) पॉवर फॅक्टरचे विशालता आणि स्वरूप (iv) पुरवठ्याची वारंवारता पॉवर फॅक्टर एक करण्यासाठी लागणारे समायोजन

उपाय: परिपथ आकृती 2.5 मध्ये दाखवली आहे

येथे,

$$R = 20\text{ }\Omega; L = 0.2\text{ H};$$

$$C = 150\text{ }\mu\text{F}$$

$$= 150 \times 10^{-6}\text{ F}$$

इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया,

$$X_L = 2\pi fL$$

$$= 2\pi \times 50 \times 0.2$$

$$= 62.83\text{ }\Omega$$

कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया,

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 150 \times 10^{-6}} = 21.22\text{ }\Omega$$

(i) प्रतिबाधा

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + (62.83 - 21.22)^2} = 46.17\text{ }\Omega$$

(ii) परिपथ विद्युतधारा,

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{230}{46.17} = 4.98\text{ A (उत्तर)}$$

(iii) शक्ती घटक

$$= \cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{20}{46.17} = 0.433\text{ (उत्तर)}$$

पॉवर फॅक्टर, मागे पडत आहे कारण इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया जास्त आहे. परिपथ एक प्रेरक परिपथ म्हणून वागते.

पॉवर फॅक्टर 1 असेल तर

$$X_L = X_C$$

or

$$2\pi f_r L = \frac{1}{2\pi f_r C}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{0.2 \times 150 \times 10^{-6}}} = 29.06\text{ Hz (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.21. एक इंडक्टिव्ह कॉइल 10 A घेते आणि 250 W , 25 Hz पुरवठ्याला जोडल्यावर 1500 W नष्ट करते. खालील गणना करा, (i) प्रतिबाधा; (ii) प्रभावी प्रतिकार; (iii) प्रतिक्रिया; (iv) परिपथाचा शक्ती घटक एक बनवण्यासाठी गुंडाळीच्या सापेक्ष एकसर जोडण्यासाठी आवश्यक कॅपेसिटन्सचे मूल्य; आणि (v) गुंडाळीने वापरलेली विद्युतधारा काय असेल? तसेच, दोन्ही प्रकरणांसाठी फेजर आकृती काढा..

उपाय: परिपथ आकृती 2.60 मध्ये दर्शविले आहे.

गुंडाळीने शोषलेली शक्ती,

$$I^2 R = 1500\text{ W}$$

\therefore गुंडाळीचा रोध,

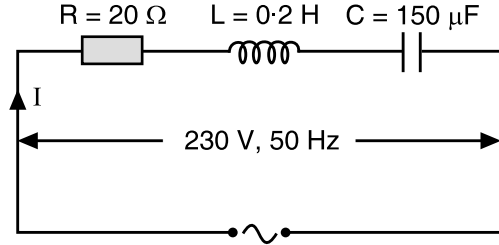
$$R = 1500/(10)^2$$

$$= 15\text{ }\Omega\text{ (उत्तर)}$$

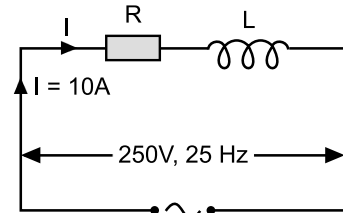
गुंडाळीची प्रतिबाधा,

$$Z = V/I = 250/10$$

$$= 25\text{ }\Omega\text{ (उत्तर)}$$



आकृती 2.59: परिपथ



आकृती 2.60: परिपथ

गुंडाळीची इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया, $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(25)^2 - (15)^2} = 20 \Omega$ (उत्तर)

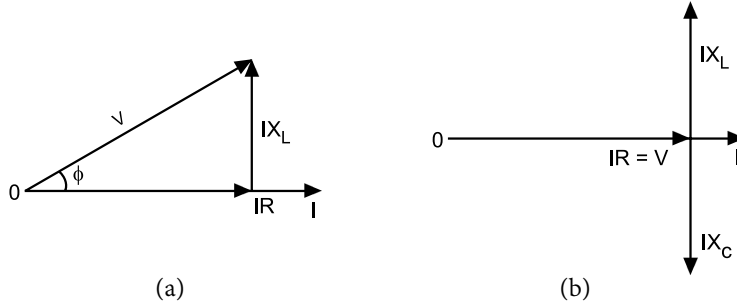
शक्ती घटक, $\cos \phi = R/Z = 15/25 = 0.6 \text{ lag}$ (उत्तर)

परिपथाचा शक्ती घटक एक असतो जेव्हा $X_C = X_L$

किंवा $1/2 \pi f C = 20 \Omega$

किंवा $C = \frac{1}{2\pi \times 25 \times 20} = 159.2 \mu F$ (उत्तर)

आता विद्युतधारा - $I = V/R = 250/15 = 16.67 A$



आकृती 2.61: फेजर आकृती

दोन प्रकरणांसाठी फेजर आकृती अनुक्रमे 2.61 (अ) आणि (ब) मध्ये काढली आहे.

उदाहरण 2.22: चोक कॉइल $100 \mu F$ कॅपेसिटरसह एकसर जोडलेली आहे. $250 V$ $100 Hz$ वारंवारतेच्या सतत पुरवठ्यासह असे आढळले आहे की परिपथ $50 A$ चा कमाल प्रवाह घेते. निर्धारित करा- (i) चोक कॉइलचा रोध आणि इंडक्टन्स (ii) कॅपेसिटर सापेक्ष विद्युतदाब आणि (iii) परिपथाचा क्यू-फॅक्टर

उपाय: अनुनाद वेळी; विद्युतधारा, $I_r = V/R$

$$R = V/I_r = 250/50 = 5 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

तसेच, $2 \pi f_r L = 1/2 \pi f_r C$

$$\text{किंवा } L = \frac{1}{(2\pi f_r)^2 C} = \frac{1}{(2\pi \times 100)^2 \times 100 \times 10^{-6}} = 25.33 \text{ mH (उत्तर)}$$

कॅपेसिटरच्या सापेक्ष विद्युतदाब,

$$V_C = I_r X_C = 50 \times 1/2 \pi \times 100 \times 100 \times 10^{-6} = 795.8 V \text{ (उत्तर)}$$

$$Q\text{-घटक} = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f_r L}{R} = \frac{2\pi \times 100 \times 25.33 \times 10^{-3}}{5} = 3.183 \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.23. एकसर अनुनाद परिपथामध्ये क्यू-फॅक्टर 150 ; $0.1 H$ इंडक्टन्स आणि $0.1 \mu F$ च्या कॅपेसिटरचा समावेश आहे. परिपथाच्या बँड रुंदीची गणना करा.

उपाय: अनुनाद, वारंवारता

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{0.1 \times 0.1 \times 10^{-6}}} = \frac{10^4}{2\pi} \text{ Hz}$$

आता $Q = \frac{f_r}{BW}$

∴ बॅण्ड रुंदी, $BW = \frac{f_r}{Q} = \frac{10^4}{2\pi \times 150} = 10.61 \text{ Hz (उत्तर)}$

Q -घटक $= V_C/V = 397.88/250 = 1.59$ (उत्तर)

उदाहरण 2.24. 40Ω रोध आणि 0.75 H इंडक्टन्सची गुंडाळी कॅपेसिटर C सह एकसर परिपथामध्ये आहे. अनुनाद वारंवारता 60 Hz आहे. जर पुरवठा 250 V असेल तर 50 Hz तर शोधा (i) लाईन विद्युतधारा, (ii) शक्ती घटक, (iii) शक्तीचा वापर.

उपाय: येथे, $R = 40 \Omega$; $L = 0.75 \text{ H}$; $f_r = 60 \text{ Hz}$; $V = 250 \text{ V}$; $f = 50 \text{ Hz}$.

अनुनादावर, $X_L = X_C$ or $2\pi f_r L = \frac{1}{2\pi f_r C}$

किंवा $C = \frac{1}{(2\pi f_r)^2 L} = \frac{1}{(2\pi \times 60)^2 \times 0.75} = 9.38 \mu\text{F}$

50 Hz वारंवारतेवर, $X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 0.75 = 235.6 \Omega$

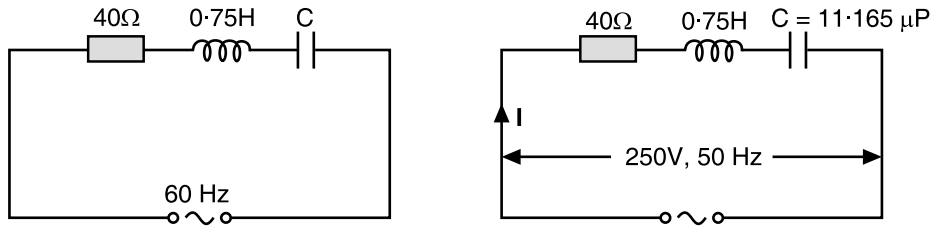
$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 9.38 \times 10^{-6}} = 339.35 \Omega$

प्रतीबाधा, $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(40)^2 + (235.6 - 339.35)^2} = 111.2 \Omega$

(i) लाईन विद्युतधारा $I = \frac{V}{Z} = \frac{250}{111.2} = 2.248 \text{ A (उत्तर)}$

(ii) शक्ती घटक, $\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{40}{111.2} = 0.36$ लीडिंग (उत्तर)

(iii) वापरलेली शक्ती, $P = VI \cos \phi = 250 \times 2.248 \times 0.36 = 202.32 \text{ W (उत्तर)}$



आकृती 2.62: परिपथ

सराव प्रश्न

1. 40Ω रोध आणि 0.75 H इंडक्टन्सची गुंडाळी कॅपेसिटर C सह एकसर परिपथामध्ये आहे. अनुनाद वारंवारता 60 Hz आहे. जर पुरवठा 250 V असेल तर 50 Hz तर शोधा (i) लाईन विद्युतधारा, (ii) शक्ती घटक, (iii) शक्तीचा वापर.
(उत्तर: 17Ω ; 13.53 A ; 0.471 (मागे पडणे); 307.7 V)

2. 10 ओहम रोध आणि 0.1 H इंडक्शनची गुंडाळी एका 150 मायक्रो-फॅराड कंडेनसरसह 200 V, 50 Hz पुरवठ्याच्या एकसर जोडलेली आहे. निर्धारित करा (i) प्रतिबाधा; (ii) विद्युतधारा; (iii) शक्ती घटक; (iv) गुंडाळीसापेक्ष विद्युतदाब; (v) कंडेन्सर सापेक्ष विद्युतदाब (उत्तर: 14.28 Ω ; 14 A; 0.7 अंतराल; 461.57 V; 297.08 V)
3. $R = 10$ ओहम, $L = 0.02$ H, $C = 2$ F असलेला एक एकसर R-L-C परिपथ, 100 V च्या चल वारंवारता पुरवठ्या सोबत जोडला आहे. विद्युतधारा उच्चतम असलेली वारंवारता निश्चित करा. (उत्तर: 795.77 हर्ट्झ)
4. R-L-C एकसर परिपथाचे मापदंड निश्चित करा जे 1000 हर्ट्झवर प्रतिध्वनी करेल, A 100 Hz ची बँडविड्थ आणि परिपथाच्या अनुनाद वारंवारतेवर चालणाऱ्या 200 V जनितातून 16 W शक्ती वापरते. (उत्तर: 2500 Ω ; 3.98 H, 6.3×10^{-6} F)
5. 10 mH ची गुंडाळी एका 20 V च्या चल वारंवारता स्रोताशी नुकसान मुक्त कॅपेसिटरसह एकसर जोडलेले आहे. परिपथातील विद्युतधारेचे 100 kHz वारंवारतेनुसार उच्चतम मूल्य 0.2 A आहे. गणना करा - (i) कॅपेसिटन्सचे मूल्य; (ii) गुंडाळीचा Q फॅक्टर; (iii) अर्ध शक्ती वारंवारता. (उत्तर: 253.3 pF; 62.8; 99.204 kHz; 100.796 kHz)

2.33 अदिष्ट विद्युतधारा समांतर परिपथ

ज्या अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये शाखांची संख्या अशा प्रकारे जोडलेली असते कि जेणेकरून प्रत्येक शाखा सापेक्ष समान विद्युतदाब असेल, परंतु त्यांच्यामधून भिन्न विद्युतप्रवाह प्रवाहित होतो, त्यांना अदिष्ट विद्युतधारा समांतर परिपथ म्हणतात.

खालील कारणांमुळे अदिष्ट विद्युतधारा प्रणालीमध्ये समांतर परिपथ अधिक वेळा वापरले जातात:

- (i) वेगवेगळ्या मानकांची जवळजवळ सर्व विद्युत साधने (किंवा उपकरणे) एकाच वेळी चालवली जातात आणि ती समांतर जोडलेले असतात.
- (ii) प्रत्येक उपकरण दुसऱ्या उपकरणांचे संचालन बाधित न होता आणि स्वतंत्रपणे (स्विचसह) करणे आवश्यक आहे. म्हणून, समांतर जोडलेले असतात.

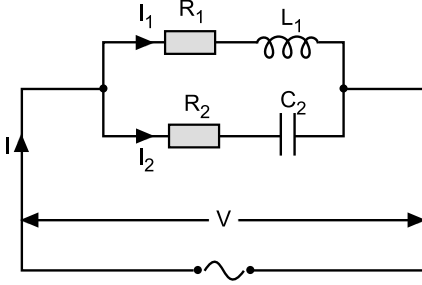
2.34 अदिष्ट समांतर परिपथ सोडवण्याच्या पद्धती

समांतर परिपथामध्ये, शाखांची संख्या समांतर जोडलेली असते. प्रत्येक शाखेत रोध, इंडक्टर आणि कॅपेसिटन्स सारख्या घटकांची संख्या एकसर परिपथ होण्याइतकी असते. म्हणून प्रत्येक शाखेचे स्वतंत्रपणे एकसर परिपथ म्हणून विश्लेषण केले जाते आणि नंतर स्वतंत्र शाखांचे परिणाम एकत्र केले जातात. परिपथाचे मूल्यमापन करताना, विद्युतदाबाचे विशालता आणि टप्प्याचे कोन आणि विद्युत प्रवाह विचारात घेतले जातात. अदिष्ट विद्युतधारा समांतर परिपथ सोडवण्यासाठी खालील पद्धती लागू केल्या जाऊ शकतात.

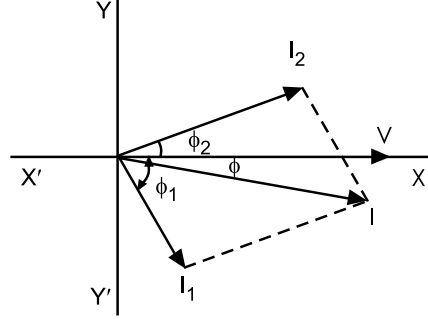
- (i) फेजर (किंवा सदिश) पद्धत.
- (ii) अडमिटन्स पद्धत.
- (iii) फेजर बीजगणित (किंवा प्रतीकात्मक पद्धत किंवा जे-पद्धत) ची पद्धत.

परिपथ सोडवण्याच्या पद्धती, समस्येच्या अटींवर अवलंबून असते. तथापि, सामान्यपणे, द्रुत परिणाम देणारी पद्धत लागू केली जाते.

2.35 फेसर (किंवा वेक्टर) पद्धत



आकृती 2.63. समांतर अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ



आकृती 2.64: फेसर आकृती

पायरी 1: आकृती 2.63 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे दिलेल्या समस्येनुसार परिपथ काढा. (येथे, उदाहरणासाठी, आम्ही समांतर जोडलेल्या दोन शाखा मानल्या आहेत. एका शाखेत प्रतिकार असतो आणि एकसर इन्डक्टर, तर दुसऱ्या शाखेत एकसर रोध आणि कॅपेसिटर आहे. पुरवठा विद्युत दाब V व्होल्ट आहे).

पायरी 2: परिपथ च्या प्रत्येक शाखेची स्वतंत्रपणे प्रतिबाधा शोधा, म्हणजे

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_{L1}^2} \quad \text{where} \quad X_{L1} = 2\pi f L_1$$

$$Z = \sqrt{(R_2^2 + X_{C2}^2)} \quad \text{where} \quad X_{C2} = 1/(2\pi f c_2)$$

तिसरी पायरी: प्रत्येक शाखेतील विद्युतदाबासहित विद्युत धारा आणि फेज अँगलची विशालता निश्चित करा.

$$I_1 = \frac{V}{Z_1}; \phi_1 = \tan^{-1} \frac{X_{L1}}{R_1} \quad (\text{लॅगिंग}) \quad [\text{इंडक्टिव्ह शाखेसाठी}]$$

$$I_2 = \frac{V}{Z_2}; \phi_2 = \tan^{-1} \frac{X_{C2}}{R_2} \quad (\text{लॅगिंग}) \quad [\text{कॅपेसिटिव्ह शाखेसाठी}]$$

चौथी पायरी: संदर्भ फेजर म्हणून विद्युत दाब घेऊन फेसर आकृती काढा. शाखेचे आकृती 2.64 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे विद्युतधारांचे प्रतिनिधित्व करा आकृती 2.64.

पाचवी पायरी: घटकांच्या पद्धतीनुसार शाखांच्या प्रवाहांची फेझर बेरीज शोधा.

$$I_{XX} = I_1 \cos \phi_1 + I_2 \cos \phi_2$$

$$I_{YY} = -I_1 \sin \phi_1 + I_2 \sin \phi_2 \quad (\text{ऋण})$$

$$I = -\sqrt{(I_{XX})^2 + (I_{YY})^2}$$

सहावी पायरी: एकूण विद्युतधारा I आणि परिपथ विद्युतदाब V दरम्यानचा टप्पा कोन ϕ शोधा

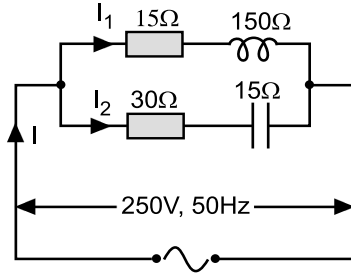
$$\phi = \tan^{-1} \frac{I_{XX}}{I_{YY}} \text{ lagging (since, } I_{YY} \text{ is negative)}$$

$$\text{परिपथाचा शक्ती घटक} = \cos \phi \quad (\text{lagging})$$

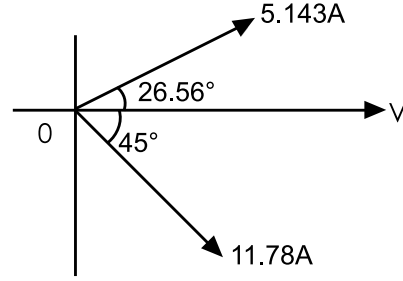
$$\text{किंवा} \quad \text{शक्ती घटक} = \frac{I_{XX}}{1} \quad (\text{lagging})$$

उदाहरण 2.25. परिपथ A मध्ये 15 ओहमचा रोध 15 ओहमच्या इंडक्टिव्ह प्रतिक्रियेसह एकसर जोडले आहे आणि परिपथ B मध्ये 15 ओहमच्या कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रियांसह 30 ओहम रोध एकसर जोडलेला आहे. निर्धारित करा - (i) प्रत्येक परिपथाद्वारे वापरलेली विद्युतधारा ; (ii) मुख्य प्रवाहातून काढलेला एकूण प्रवाह.

उपाय: परिपथ आकृती 2.65 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 2.65: परिपथ



आकृती 2.66: फेसर आकृती

प्रतीबाधा, $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{(15)^2 + (15)^2} = 21.21 \Omega$

प्रतीबाधा, $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_{C2}^2} = \sqrt{(30)^2 + (15)^2} = 33.54 \Omega$

विद्युतधारा, $I_1 = \frac{V}{Z_1} = \frac{250}{21.21} = 11.78 \text{ A (उत्तर)}$

विद्युतधारा, $I_2 = \frac{V}{Z_2} = \frac{250}{33.54} = 7.45 \text{ A (उत्तर)}$

टप्पा कोन, $\phi_1 = \tan^{-1} \frac{X_{L1}}{R_1} = \tan^{-1} \frac{15}{15} = 45^\circ$ मागे

टप्पा कोन, $\phi_2 = \tan^{-1} \frac{X_{C2}}{R_2} = \tan^{-1} \frac{15}{30} = 26.56^\circ$ अग्रेषित

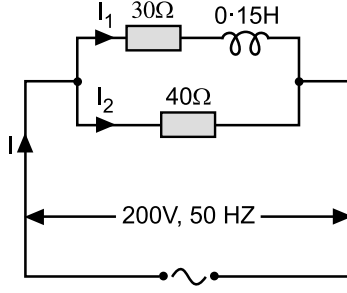
संदर्भ फेजर म्हणून विद्युतदाबाचे प्रतिनिधित्व करणारा फेसर आकृती 2.66 मध्ये दर्शविली आहे.. क्षैतिज आणि अनुलंब विद्युत प्रवाहांचे निराकरण करून, आम्हाला मिळते,

$$I_{XX} = I_1 \cos \phi_1 + I_2 \cos \phi_2 = 11.78 \cos 45^\circ + 7.45 \times \cos 26.56^\circ = 15 \text{ A}$$

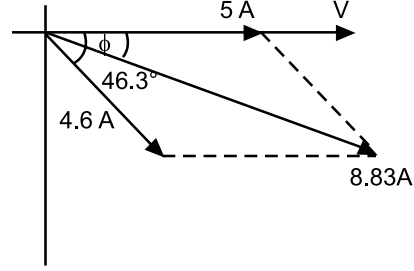
$$I_{YY} = -I_1 \sin \phi_1 + I_2 \sin \phi_2$$

$$= -11.78 \times \sin 45^\circ + 7.45 \sin 26.56^\circ = -5 \text{ A}$$

उदाहरण 2.26. 30 ओहम रोध आणि 0.1 H इंडक्टन्सची गुंडाळी 40 ओहमचा गैरइंडक्टिव्ह रोधासहित समांतर जोडलेली आहे. गणना करा- (i) परिपथाच्या प्रत्येक शाखेत विद्युतधारा, (ii) एकूण पुरवठा प्रवाह, (iii) फेज अँगल आणि शक्ती घटक जेव्हा 50 Hz वर 200 V चा विद्युत दाब लागू होतो. (iv) परिपथामध्ये वापरलेली शक्ती.



आकृती 2.67: परिपथ



आकृती 2.68: फेसर आकृती

शाखा-1:

$$R_2 = 30 \Omega; X_{L1} = 2 \pi f L_1 = 2 \pi \times 50 \times 0.1 = 31.4 \Omega$$

प्रतीबाधा,

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_L^2} = \sqrt{(30)^2 + (31.4)^2} = 43.43 \Omega$$

गुंडाळीतील विद्युतधारा,

$$I_1 = \frac{V}{Z_1} = \frac{200}{43.33} = 4.6 \text{ A (Ans.)}$$

टप्पा कोन,

$$\phi_1 = \tan^{-1} \frac{X_{L1}}{R_1} = \tan^{-1} \frac{31.4}{30} = 46.3^\circ \text{ लेगिंग}$$

शाखा-2:

रोध,

$$R_2 = 40 \text{ ohm}$$

शाखेतील विद्युतधारा,

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{200}{40} = 5 \text{ A (उत्तर)}$$

टप्पा कोन,

$$\phi_2 = 0 \text{ (} I_2 \text{ is in phase with } V \text{)}$$

आकृती 2.68 मध्ये दोन विद्युतधारा सदिश पद्धतीने दर्शिलेली आहेत. विद्युतधारांचे क्षैतिज आणि अनुलंब पद्धतीने निराकरण करून-

$$I_{XX} = I_2 + I_1 \cos \phi_1 = 5 + 4.6 \cos 46.3^\circ = 5 + 4.6 \times 0.691 = 8.18 \text{ A}$$

$$I_{YY} = 0 - I_1 \sin \phi_1 = 0 - 4.6 \sin 46.3^\circ = -4.6 \times 0.723 = -3.33$$

एकूण विद्युतधारा पुरवठा

$$I = \sqrt{I_{XX}^2 + I_{YY}^2} = \sqrt{(8.18)^2 + (-3.33)^2} = 8.83 \text{ A (उत्तर)}$$

टप्पा कोन,

$$\phi = \tan^{-1} \frac{I_{YY}}{I_{XX}} = \tan^{-1} \left(\frac{-3.33}{8.18} \right) = -22.126^\circ \text{ (उत्तर)}$$

परिपथाचा शक्ती घटक

$$\cos \phi = \cos (-22.126^\circ) = 0.9264 \text{ (lagging) (उत्तर)}$$

$$\text{Power, } P = VI \cos \phi = 200 \times 8.83 \times 0.9264 = 1635.7 \text{ W (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.27. सिंगल फेज मोटर 230 V, 50 Hz पुरवठ्यापासून 0.6 च्या पीएफवर 30 A घेते. शंट कॅपेसिटरला एकूण पॉवर फॅक्टर 0.9 पर्यंत वाढवण्यासाठी कॅपेसिटन्सचे कोणते मूल्य असणे आवश्यक आहे?

उपाय: मोटरद्वारे काढलेल्या विद्युतधारेचा सक्रिय घटक, $I_a \cos \phi = 30 \times 0.6 = 18 \text{ A}$

प्रारंभिक शक्ती घटक, $\cos \phi_1 = 0.6$ मागे पडणे

$$\tan \phi_1 = \tan \cos^{-1} 0.6 = 1.333$$

सुधारित पॉवर फॅक्टर, $\cos \phi_2 = 0.9$ मागे पडणे

$$\tan \phi_2 = \tan \cos^{-1} 0.9 = 0.4843$$

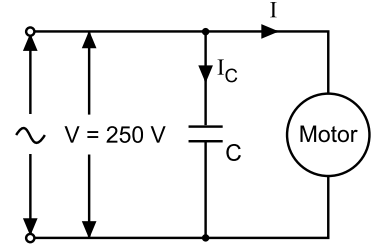
आकृती 2.69 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे मोटारीच्या सापेक्ष जोडलेल्या कॅपेसिटरचे कॅपेसिटन्स C असू द्या कॅपेसिटरने काढलेला प्रतिक्रियाशील प्रवाह-

$$I_C = I_{r1} - I_{r2} = I_a \tan \phi_1 - I_a \tan \phi_2$$

$$I_C = I_a (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) = 30 (1.333 - 0.4843) = 25.47 \text{ A}$$

लागू होणाऱ्या कॅपेसिटरचे मूल्य-

$$C = \frac{I_C}{2\pi f V} = \frac{25.47}{2\pi \times 50 \times 250} = 324.3 \mu F \text{ (उत्तर)}$$



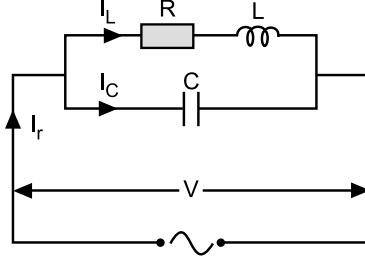
आकृती 2.69: परिपथ

सराव प्रश्न

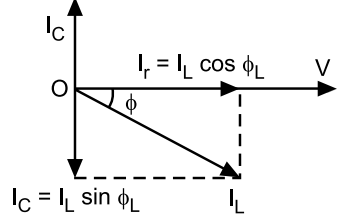
- एक 15 ओहम रोध आणि 0.05 H इंडक्टन्सची गुंडाळी 20 ओहमच्या नॉन-इंडक्टिव्हच्या रोधाशी समांतर जोडलेली आहे. शोधा- (i) परिपथाच्या प्रत्येक शाखेत विद्युतधारा शोधा, (ii) पुरवलेला एकूण विद्युत प्रवाह, (iii) संयोजनाचा फेज अँगल आणि pf जेव्हा 50 Hz वर 200 व्होल्टचा विद्युत दाब लागू होतो (iv) परिपथामध्ये वापरलेली शक्ती .
(उत्तर: 9.2 A; 10 A; 17.656 A; -22.126° ; 0.9264 (मागे पडणे); 3271.3 W)
- एका एकसर अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये 15 ओहम रोध आणि 10 ओहम ची इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया आहे . कॅपेसिटरचे मूल्य जे या एकसर कॉम्बिनेशनमध्ये जोडलेले आहे जेणेकरून प्रणालीची शक्ती घटक एक असेल. विद्युतधारा पुरवठ्याची वारंवारता 50 हर्ट्झ आहे.
(उत्तर: 97.94 μF)
- परिपथ A आणि B एका 230V ,50Hz पुरवठ्याच्या समांतर जोडलेले आहे. परिपथ A मध्ये 20 ओहमचा रोध 20 ओहमच्या इंडक्टिव्ह प्रतिक्रियेसह एकसर जोडले आहे आणि परिपथ B मध्ये 40 ओहमच्या कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रियांसह 20 ओहम रोध एकसर जोडलेला आहे. निर्धारित करा - (i) प्रत्येक परिपथाद्वारे वापरलेली विद्युतधारा.
(उत्तर: 8.13 A; 5.143 A; 10.91 A)
- सिंगल फेज मोटर 230 V, 50 Hz पुरवठ्यावर 0.707 ने मागे 5 A विद्युतधारा घेते. हे आहे मोटारचा शक्ती घटक 0.9 पर्यंत सुधारण्यासाठी त्याच्याशी समांतर असलेला कॅपेसिटर जोडणे आवश्यक आहे. कॅपेसिटरची क्षमता निश्चित करा.
(उत्तर: 25.23 mF)
- एक सिंगल फेज मोटर 250 V, 50 Hz पुरवठा पासून शक्ती घटक 0.6 मागे वर 50 A घेते. एकूण पॉवर फॅक्टर 0.9 पर्यंत वाढवावा लागण्यासाठी शंट कॅपेसिटरला चे मूल्य काय?
(उत्तर: 324.3 mF)

2.36 समांतर अनुनाद

एक समांतर इंडक्टर आणि कॅपेसिट असलेली अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ समांतर अनुनादात असते असे म्हणतात जेव्हा परिपथातील विद्युतधारा लागू विद्युतदाबाशी टप्प्यात आसते. आकृती 2.70 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे एल R रोध असलेला L हेन्रीचा इंडक्टरचा कॅपेसिटन्स C फराडच्या कॅपेसिटरसह V व्होल्ट पुरवठा विद्युतदाबाच्या समांतर जोडलेले आहे असे गृहीत धारा.



आकृती 2.70: परिपथ



आकृती 2.71: फेसर आकृती

परिपथ विद्युत धारा I_r फक्त पुरवठा विद्युतदाबासोबत टप्प्यात असेल तेव्हा

$$I_C = I_L \sin \phi_L$$

कारण, अनुनादात प्रवाहाचा प्रतिक्रियाशील घटक दाबला जातो, या स्थितीत परिपथ विद्युतप्रवाह कमीतकमी काढतो.

अनुनाद वारंवारता

X_L चे मूल्य ($= 2 \pi f L$) आणि $X_C (= 1/2 \pi f C)$ पुरवठा वारंवारता बदलून बदलता येते. जेव्हा वारंवारता वाढते, X_L चे मूल्य आणि परिणामी Z चे मूल्य वाढते. X_C हे कमी होते. विद्युतधारा I_L ची विशालता उत्तरोत्तर मोठ्या कोनातून विद्युत दाब V च्या मागे आहे. वर दुसरीकडे, X_C चे मूल्य कमी होते आणि परिणामी I_C चे मूल्य वाढते. काही वारंवारतेवर f_r (अनुनाद वारंवारता म्हणतात), $I_C = I_L \sin \phi$ आणि अनुनाद होतो.

\therefore समांतर अनुनादात,

$$I_C = I_L \sin \phi_L$$

जेव्हा,

$$I_L = \frac{V}{Z_L}; \sin \phi_L = \frac{X_L}{Z_L}$$

आणि

$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

\therefore

$$\frac{V}{X_C} = \frac{V}{Z_L} \times \frac{X_L}{Z_L}$$

किंवा

$$X_L \times X_C = Z_L^2$$

किंवा

$$\frac{\omega L}{\omega C} = Z^2 - (R^2 + (XL)^2) \quad \dots(i)$$

$$\frac{L}{C} = R^2 + (2\pi f_r L)^2$$

किंवा

$$2 \pi f_r L = \sqrt{\frac{L}{C} - R^2}$$

किंवा

$$f_r = \frac{1}{2 \pi L} \sqrt{\frac{L}{C} - R^2} = \frac{1}{2 \pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \quad \dots(ii)$$

जर R हा L पेक्षा खूप लहान असेल तेव्हा

$$\text{अनुनाद वारंवारता, } f_r = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

समांतर अनुनादाचा परिणाम

समांतर अनुनादात, लाइन प्रवाह- $I_r = I_L \cos \phi$

$$\text{किंवा} \quad \frac{V}{Z_r} = \frac{V}{Z_L} \times \frac{X_L}{Z_L}$$

$$\text{किंवा} \quad \frac{1}{Z_r} = \frac{R}{Z_L^2}$$

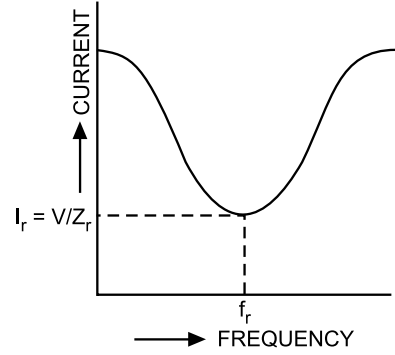
$$\text{किंवा} \quad \frac{1}{Z_r} = \frac{R}{L/C} = \frac{CR}{L} \quad (\text{since } Z_L^2 = L/C \text{ from exp. i.)}$$

\therefore परिपथाची प्रतीबाधा,

$$Z_r = L/CR$$

हे ते दाखवते कि-

- परिपथ प्रतिबाधा $Z_r (= L/CR)$ एक शुद्ध प्रतिरोधक आहे कारण तेथे वारंवारिता अटी नाहीत. जर L , R आणि C चे मूल्य हेन्री, ओहम आणि फरद मध्ये असेल तर Z चे मूल्य R ओहम मध्ये आहे.
- Z चे मूल्य R खूप उच्च आहे कारण समांतर अनुनादात L/C चे प्रमाण खूप मोठे आहे.
- परिपथ विद्युत धारा I_r चे मूल्य $(= V/Z)$ आकृती 2.72 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे खूप लहान आहे, कारण Z_r चे मूल्य खूप उच्च आहे.
- कॅपेसिटर आणि गुंडाळीमधून वाहणारा प्रवाह ओळीच्या प्रवाहापेक्षा खूप जास्त आहे कारण प्रत्येक शाखेची प्रतिबाधा परिपथ प्रतिबाधा Z_r पेक्षा खूपच कमी आहे. समांतर रेझोनंट परिपथ मेनमधून खूप लहान प्रवाह आणि शक्ती काढू शकत असल्याने, बहुतेकदा असे होते. त्यामुळे यांना नाकारलेले परिपथ मानले जाते.



आकृती 2.72: f आणि i मधील वक्र

अनुनाद वक्र: ठराविक समांतर अनुनाद परिपथासाठी विद्युतधारा-वारंवारता वक्र आकृती 2.72 मध्ये दर्शविले आहे विद्युतधारा I_r चे मूल्य $(= V/Z_r)$ अनुनादच्या वेळी किमान आहे.

2.37 समांतर अनुनाद परिपथाचा वारंवारतेचा Q गुणक

आम्ही पाहिले आहे की समांतर अनुनादात, दोन शाखांमधील प्रवाह अनेक वेळा मुख्य प्रवाहापेक्षा जास्त असतो. अनुनादाने तयार केलेले विद्युतधारेचे हे सरलीकरणास समांतर अनुनादीय परिपथाचे क्यू-फॅक्टर म्हणतात.

$$\therefore \quad Q\text{-गुणक} = \frac{L \text{ आणि } C \text{ मध्ये प्रसारित होणारी विद्युतधारा}}{\text{लाईन विद्युतधारा}} = \frac{I_C}{I_r}$$

$$\text{आता,} \quad I_C = V/X_C = 2\pi f_r CV \text{ and } I_r = \frac{V}{L/CR}$$

$$\therefore \quad Q\text{-गुणक} = \frac{2\pi f_r CV}{V} \times \frac{L}{CR} = \frac{2\pi f_r L}{R}$$

... same as for series circuit

$$\therefore \quad Q\text{-गुणक} = \frac{2\pi L}{R} \times \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \left(\because f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} R \text{ दुर्लक्षून} \right)$$

$$\therefore Q\text{-गुणक} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{किंवा} \quad Q\text{-factor} = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (R \text{ दुर्लक्षून})$$

क्यू-फॅक्टरचे मूल्य एकसर अनुनाद सारखेच आहे.

2.38 एकसर आणि समांतर अनुनाद परिपथाची तुलना

एकसर आणि समांतर अनुनाद परिपथाची तुलना खालील कोष्टकात दिली आहे:

क्र.	तपशील	एकसर परिपथ	समांतर परिपथ
1	प्रतिबाधा,	किमान म्हणजे $Z_r = \text{आर}$	कमाल म्हणजे $Z_r = \text{एल/सीआर} (L/CR)$
2	विद्युतधारा	कमाल म्हणजे $I_r = \text{व्ही/आर}$	किमान म्हणजे $I_r = \text{व्ही/झेडर} (V/Z_r)$
3	अनुनाद वारंवारता	$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$
4	पॉवर फॅक्टर	एक (1)	एक (1)
5	Q-गुणक	XL/R	XL/R
6	प्रवर्धन (अॅप्लिकेशन)	हे विद्युतदाबाचे प्रवर्धन करते	हे विद्युतधारेचे प्रवर्धन करते

उदाहरण 2.28. समांतर परिपथामध्ये 25Ω प्रतिकार आणि 300 mH इंडक्टन्स असलेली गुंडाळी $4 \mu\text{F}$ कॅपेसिटन्सच्या कॅपेसिटरच्या समांतर असते. निर्धारित करा- (i) अनुनाद वारंवारता (ii) परिपथाची गतिमान(डायनॅमिक) प्रतिबाधा आणि (iii) अनुनादात परिपथाचा क्यू-गुणक.

उपाय:

$$(i) \text{ अनुनाद वारंवारता, } f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

$$\text{किंवा } f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{0.3 \times 4 \times 10^{-6}} - \frac{(25)^2}{(0.3)^2}} = 144.68 \text{ Hz (उत्तर)}$$

$$(ii) \text{ गतिमान(डायनॅमिक) प्रतिबाधा, } Z_r = \frac{L}{CR} = \frac{0.3}{25 \times 4 \times 10^{-6}} = 3000 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

$$(iii) Q\text{-गुणक} = \frac{2\pi f_r L}{R} = \frac{2\pi \times 144.68 \times 0.3}{25} = 10.953 \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.29. 15Ω रोध आणि 0.1 H इंडक्टन्स असलेली एक गुंडाळी $15 \mu\text{F}$ चे कॅपेसिटर सह समांतर जोडलेले आहे. ज्या वारंवारतेवर परिपथ R ओहम चा नॉन-इंडक्टिव्ह रोध म्हणून कार्य करेल त्याची गणना करा. अनुनाद वारंवारतेवर R चे मूल्य, इनपुट प्रवाह आणि अनुनाद वारंवारतेवर प्रवाही विद्युतधारा आणि पुरवठा विद्युतधारा यांचे गुणोत्तर देखील शोधा. लागू विद्युतदाब 100 V (आरएमएस) आहे.

उपाय:

$$\text{कॅपेसिटन्स, } C = 10 \mu\text{F} = 10 \times 10^{-6} \text{ F}; R = 10; L = 0.1 \text{ H}; V = 100 \text{ V}$$

अनुनाद वारंवारतेवर परिपथ एक रोधक परिपथ म्हणून कार्य करते, म्हणजेच -

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{0.1 \times 15 \times 10^{-6}} - \frac{(10)^2}{(0.1)^2}}$$

$$= 127.74 \text{ Hz (उत्तर)}$$

गतिशील रोध(किंवा प्रतीबाधा)

$$= \frac{L}{CR} = \frac{0.1}{15 \times 10^{-6} \times 15} = 444.44 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

$$\text{अनुनाद वारंवारतेवर पुरवठा विद्युतधारा- } I = \frac{V}{L/CR} = \frac{100}{444.44} = 0.225 \text{ A (उत्तर)}$$

अनुनाद वारंवारतेवर प्रवाही विद्युतधारा आणि पुरवठा विद्युतधारा यांचे गुणोत्तर

$$\frac{I_C}{I} = \frac{2\pi f_r L}{R} = \frac{2\pi \times 127.74 \times 0.1}{15} = 5.35 \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.30. एका 250V, 50Hz पुरवठ्याला एक 2Ω रोध आणि 0.01H इन्डक्टन्स असलेली इंडक्टिव्ह परिपथ जोडलेले आहे. अनुनाद तयार करण्यासाठी ह्या मांडणीच्या समांतर जोडलेल्या कॅपेसिटर चे मूल्य निर्धारित करा.

उपाय: इथे, $R = 2 \Omega$; $L = 0.014 \text{ H}$; $V = 250 \text{ V}$; $f = 50 \text{ Hz}$

$$\text{इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया, } X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 0.01 = 3.14 \Omega$$

$$\text{प्रतिबाधा, } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(2)^2 + (3.14)^2} = 3.72 \Omega$$

$$\text{अनुनादावर, } Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$C = \frac{L}{Z^2} = \frac{0.01}{(3.72)^2} = 722.6 \mu\text{F (उत्तर)}$$

2.39 पॉली फेज प्रणाली

पॉली म्हणजे अनेक (एकापेक्षा जास्त) आणि फेज म्हणजे वायंडिंग्स किंवा परिपथ, आणि त्या प्रत्येकामध्ये समान विशालता आणि वारंवारतेचे एकच अदिष्ट विद्युतदाब असते. म्हणून, पॉलीफेज प्रणाली मूलतः दोन किंवा दोनपेक्षा जास्त समान विशालता आणि वारंवारता असणाऱ्या परंतु एकमेकांपासून समान विद्युत कोनातून विस्थापित असणाऱ्या विद्युतदाबांचे संयोजन असते. या शेजारील विद्युतदाबातील कोनीय विस्थापनास फेज फरक म्हणतात आणि ती टप्प्यांच्या संख्येवर अवलंबून असते.

फेज फरक = 360 विद्युत अंश/टप्प्यांची संख्या

श्री-फेज सिस्टम फेज डिफरन्ससाठी $= 360/3 = 120^\circ$ विद्युत

अशाप्रकारे, एक अदिष्ट विद्युतधारा प्रणाली (दोन किंवा दोनपेक्षा जास्त) समान वारंवारतेच्या आणि विद्युतदाबाचा समूह आहे जो त्यांच्यामध्ये समान टप्प्यात फरक असण्यासारखी मांडणी केली जाते त्याला पॉलीफेज प्रणाली म्हणतात.

2.40 3-फेज प्रणालीची 1-फेज प्रणाली सापेक्ष गुणवत्ता

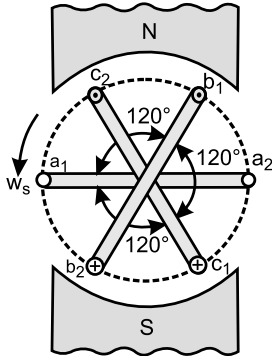
1. **स्थिर शक्ती:** सिंगल फेज परीपथांमध्ये, वितरित केलेली शक्ती धडधडत असते, तर, पॉली- मध्ये फेज सिस्टीम, वितरित वीज जवळजवळ स्थिर असते जेव्हा भार संतुलित असतात.
2. **उच्च मानके:** 3-फेज मशीनचे मानके (आउटपुट) समान आकाराच्या सिंगल-फेज मशीनच्या मानकांच्या 1.5 पट (आउटपुट) आहे.

3. **पॉवर ट्रान्समिशन इकॉनॉमिक्स:** 3-फेज सिस्टीमला निश्चित अंतरावर समान दिलेल्या विद्युतदाबावर, वीज प्रसारित करून संचालन करण्यासाठी सिंगल-फेज सिस्टीमद्वारे आवश्यक सामग्रीच्या वजनाच्या फक्त 75% ची आवश्यकता असते.
4. **3-फेज इंडक्शन मोटर्सची श्रेष्ठता:** 3-फेज इंडक्शन मोटर्स खालील कारणांमुळे श्रेष्ठ आहे:
 - (i) ग्री-फेज इंडक्शन मोटर्स स्वयं सुरू असतात, तर 1-फेज इंडक्शन मोटर्समध्ये सहाय्यक साधनांशिवाय टॉर्क सुरू करता येत नाही.
 - (ii) ग्री-फेज इंडक्शन मोटर्स मध्ये सिंगल फेज इंडक्शन मोटर्सपेक्षा जास्त पॉवर फॅक्टर आणि कार्यक्षमता असते.

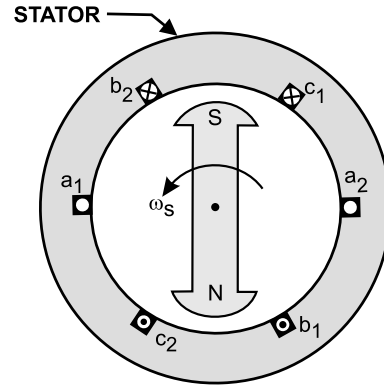
2.41 तीन फेज इ. एम. एफ. ची निर्मिती

3-फेज प्रणालीमध्ये, तीन समान विद्युत दाब (किंवा इ.एम.एफ. s .) समान वारंवारतेचे 120° फेज फरका ने जोडले असतात. हे विद्युतदाब तीन-फेज, अदिष्ट विद्युतधारा, 120° ने विस्थापित तीन सामान वायंडिंग (किंवा फेज) असलेल्या जनिताद्वारे तयार केले जाऊ शकतात. जेव्हा ह्या वाईंडिंग्स एका स्थिर चुंबकीय क्षेत्रात फिरवले जाते [आकृती 2.73 (अ) पहा] किंवा ह्या वाईंडिंग्स स्थिर ठेवून चुंबकीय क्षेत्र फिरवले जाते [आकृती 2.73 (ब) पहा], एक इएमएफ प्रत्येक वाईंडिंग किंवा टप्प्यात प्रेरित होते. ह्या इएमएफची विशालता आणि वारंवारता समान असते परंतु एकमेकांपासून 120° विद्युत द्वारे विस्थापित होतात.

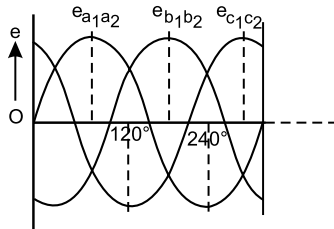
आकृती 2.73 (अ आणि ब) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे तीन समान कॉइल $a_1 a_2$, $b_1 b_2$ आणि $c_1 c_2$ लावा. येथे, a_1 , b_1 आणि c_1 स्टार्ट टर्मिनल आहेत, तर, a_2 , b_2 आणि c_2 हे तीन कॉइल्सचे फिनिश टर्मिनल आहेत. a_1 , b_1 आणि c_1 संबंधित स्टार्ट टर्मिनल्समध्ये 120° विद्युत चा फेज फरक राखला गेला आहे. एकाच अक्षावर बसवलेले तीन गुंडाळ्या (किंवा चुंबकीय क्षेत्र प्रणाली फिरवून गुंडाळ्या स्थिर ठेवा) अनुक्रमे आकृती 2.73 (अ) आणि 2.73 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने ω रेडियन्स/सेकंदाला फिरविले आहे. तीन इएमएफ अनुक्रमे तीन कॉइल्समध्ये प्रेरित आहेत. त्यांची विशालता आणि दिशा, या क्षणी, खाली नमूद केल्याप्रमाणे आहेत.



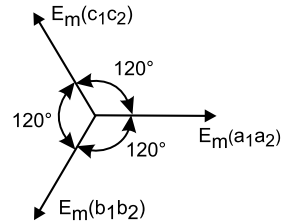
(अ) फिरणारी कॉइल प्रणाली



(ब) फिरणारी फील्ड सिस्टम



(क) तरंग आकृती



(ड) फेसर आकृती

आकृती 2.73: 3 फेज इएमएफची निर्मिती

- (i) गुंडाळी $a_1 a_2$ मध्ये प्रेरित ईएमएफ शून्य आहे (प्रारंभ टर्मिनल a_1 विचारात घ्या) आणि आकृती 2.73 (क) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे $a_1 a_2$ तरंग सकारात्मक दिशेत वर्धिष्णू होत आहे
- (ii) गुंडाळी $b_1 b_2$ गुंडाळी $a_1 a_2$ च्या 120° (विद्युत) मागे आहे. आकृती 2.73 (क) प्रमाणे या गुंडाळीमध्ये प्रेरित ईएमएफ नकारात्मक आहे आणि $e_{b_1 b_2}$ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे जास्तीत जास्त नकारात्मक होत आहे (प्रारंभ टर्मिनल b_1 विचारात घ्या)
- (iii) गुंडाळी $c_1 c_2$, $b_1 b_2$ च्या 120° (विद्युत) मागे किंवा $a_1 a_2$ च्या 240° (विद्युत) मागे आहे. गुंडाळीत प्रेरित ईएमएफ सकारात्मक आहे आणि आकृती 2.73 (क) मधील $c_1 c_2$ तरंगाने दर्शविल्याप्रमाणे कमी होत आहे (प्रारंभ टर्मिनल c_1 ला विचार करा).

फेसर आकृती: आकृती 2.73 (ड) द्वारे दर्शविल्याप्रमाणे तिन्ही गुंडाळ्यांमध्ये प्रेरित ईएमएफ समान विशालता आणि वारंवारता असलेला आहे, परंतु 120° अंश (विद्युत) ने विस्थापित केले आहेत. हे खालील समीकरणाद्वारे दर्शविले जाऊ शकते-

$$E_{a_1 a_2} = E_m \sin \omega t$$

$$E_{b_1 b_2} = E_m \sin (\omega t - 2 \pi / 3)$$

$$E_{c_1 c_2} = E_m \sin (\omega t - 4 \pi / 3) = E_m \sin (\omega t - 240^\circ)$$

2.42 फेज नामकरण

तीन फेज संस्थेने (1, 2 आणि 3); अक्षरांनी (a, b आणि c) किंवा रंगांद्वारे (लाल, पिवळा आणि निळा म्हणजे RYB) नामीत होऊ शकतात. भारतात त्यांना RYB म्हणजेच लाल, पिवळा आणि निळा असे नाव देण्यात आले आहे.

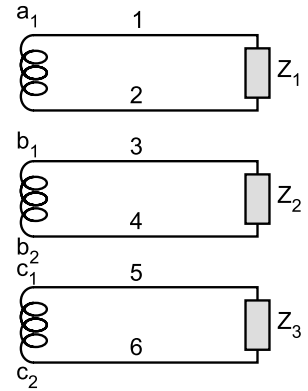
2.43. फेज चा क्रम: श्री फेज प्रणालीमध्ये, तीन विद्युतदाब ज्यांची समान विशालता आणि वारंवारता असून 120° विद्युत कोन द्वारे विस्थापित आहेत. ते एका विशिष्ट क्रमाने त्यांचे सकारात्मक कमाल मूल्य प्राप्त करीत आहेत. ज्या क्रमाने तीन टप्प्यांत विद्युत दाब (किंवा इ.एम.एफ.) त्यांचे जास्तीत जास्त सकारात्मक मूल्य प्राप्त करते त्यास फेज सीक्वेन्स म्हणतात. वरील लेखात, e.m.f s. तीन टप्प्यांमध्ये क्रमाने त्यांचे सकारात्मक कमाल मूल्य प्राप्त करते. $a_1 a_2$, $b_1 b_2$, $c_1 c_2$, म्हणून, टप्प्याचा क्रम a, b, c आहे. तथापि, जर कॉइल्स, किंवा टप्पे होत असतील अनुक्रमे a, b, c च्या जागी R, Y, B असे नाव दिले, तर टप्प्याचा क्रम RYB असेल. अनुक्रम RYB (किंवा YBR किंवा $BR Y$) सकारात्मक टप्प्याचा क्रम मानला जातो, तर, $RB Y$ (किंवा BYR किंवा YRB) नकारात्मक टप्प्याचा क्रम मानला जातो.

खालील महत्वाच्या अनुप्रयोगांमध्ये टप्प्याचे अनुक्रमांचे ज्ञान आवश्यक आहे:

- (i) 3-फेज इंडक्शन मोटर्सच्या रोटेशनची दिशा 3-च्या फेज क्रमावर अवलंबून असते फेज पुरवठा. रोटेशनची दिशा उलट करण्यासाठी, दिलेल्या पुरवठ्याचा फेज क्रम मोटर बदलावी लागेल.
- (ii) 3-फेज अल्टरनेटर्स आणि ट्रान्सफॉर्मर्सचे समांतर ऑपरेशन केवळ फेज क्रम ज्ञात असल्यास शक्य आहे.

2.44 3-फेजचे परस्परसंबंध

3-फेज अदिष्ट विद्युतधारा जनितामध्ये तीन वायंडिंग्स असतात. प्रत्येक वायंडिंग्सला दोन टर्मिनल आहेत (प्रारंभ आणि समाप्त). आकृती 2.74 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे जर प्रत्येक फेज वायंडिंग्स ला स्वतंत्र भार असेल तर प्रत्येक फेज लीड्स (वायर) च्या जोडीद्वारे स्वतंत्र भार पुरवते. अशा प्रकारे, जनरेटर पासून लोड कनेक्ट करण्यासाठी या प्रकरणात सहा तारा आवश्यक असतील. यामुळे संपूर्ण



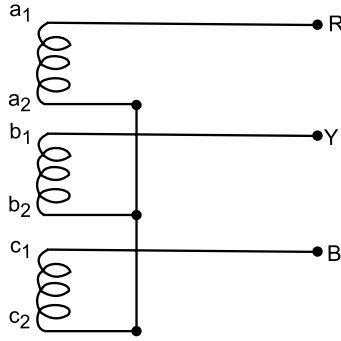
आकृती 2.74: 3-फेजचे प्रतिनिधित्व करणारे तीन कॉइल स्वतंत्रपणे दाखल केले

यंत्रणा गुंतागुंतीची आणि महाग होईल कंडक्टरची संख्या कमी करण्यासाठी, तीन अदिष्ट विद्युतधारा जनरेटरच्या फेज वायंडिंग्स योग्यरित्या जोडलेले आहेत. खालील दोन सार्वत्रिक वापरल्या जाणाऱ्या तीन टप्प्यांत एकमेकांना जोडण्याच्या पद्धती:

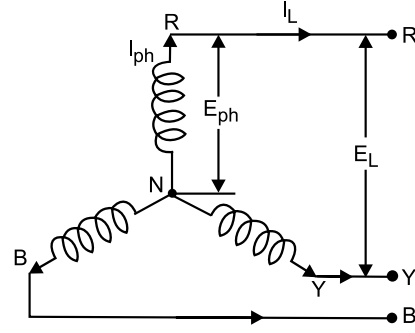
1. स्टार किंवा वाई (वाई) जोडणी;
2. जाळी किंवा डेल्टा (Δ) जोडणी.

2.45 स्टार किंवा वाय (Y) जोडणी

स्टार किंवा वाय (Y) जोडणी मध्ये, तीन वायंडिंग्स चे समान टोक (एकतर आरंभ किंवा अंत) तारा(स्टार) किंवा तटस्थ बिंदू नावाच्या सामान्य बिंदूशी जोडलेले असतात. तीन लाइन कंडक्टर उर्वरित तीन मुक्त टर्मिनल ज्याला लाइन कंडक्टर म्हणतात, पासून चालवले जातात. साधारणपणे फक्त तीन तारा बाह्य परिपथात वाहून नेल्या जातात आणि त्या परिपथ 3-फेज, 3-वायर स्टार जोडणी प्रणाली देते. तथापि, कधीकधी तारा बिंदूतून चौथा तार बाह्य परिपथात जोडले जाते, ज्याला तटस्थ वायर म्हणतात आणि हि जोडणी 3-फेज, 4-तार तारा प्रणाली देते.



(अ) एकल जोडलेले टर्मिनल पूर्ण



(ब) फेज आणि लाइन व्होल्टेजचे प्रतिनिधित्व

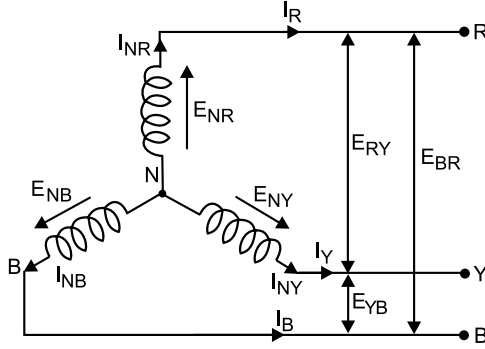
आकृती 2.75: स्टार जोडणी

आकृती 2.75 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, तीन वायंडिंग्सचे फिनिशिंग टर्मिनल a_2 , b_2 आणि c_2 तारा किंवा तटस्थ बिंदू तयार करण्यासाठी जोडलेले आहेत.

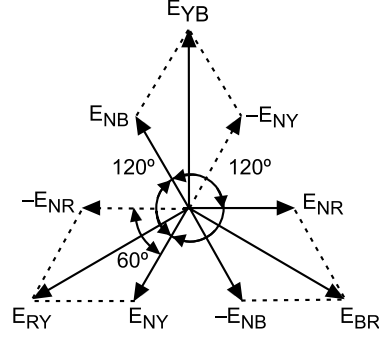
उर्वरित तीन मुक्त टर्मिनल्समधून तीन वाहक, R, Y आणि B, चालवले जातात. प्रत्येक टप्प्यातून वाहणाऱ्या प्रवाहाला फेज विद्युत धारा I_{ph} आणि प्रत्येक लाईनमधून लाइन विद्युत धारा I_L म्हणतात. त्याचप्रमाणे, प्रत्येक टप्प्यातील विद्युतदाबास फेज विद्युत दाब (E_{ph}) म्हणतात आणि दोन कंडक्टरमधील विद्युतदाबास लाइन विद्युत दाब (ईएल) म्हणतात.

फेज विद्युतदाब आणि लाइन विद्युतदाबमधिल संबंध

जोडणी आकृती 2.76 (अ) मध्ये दर्शविली आहेत. प्रणाली संतुलित असल्याने, तीन विद्युत दाब ENR , ENY आणि ENB परिमाणात समान आहेत परंतु 120° विद्युत द्वारे एकमेकांपासून विस्थापित आहेत. त्यांचे फेजर आकृती 2.76 (ब) मध्ये दर्शविले आहेत. $e.m.f.s$ आणि आणि प्रवाह याच्या वरील बाण सकारात्मक दिशा दर्शवतात आणि त्यांची प्रत्यक्ष दिशा नाही.



(अ) स्टार-जोडणी साठी परिपथ आकृती



(ब) फेसर आकृती

आकृती 2.76: स्टार जोडणी मध्ये रेखा आणि फेज विद्युत धारा मधील संबंध.

आता , $E_{NR} = E_{NY} = E_{NB} = E_{ph}$ (विशालतेमध्ये)

कोणत्याही दोन वाहकादरम्यान दोन फेज विद्युतदाब असतो हे पहिले जाऊ शकते.

लूप N R Y N सोडवून, आपणास मिळते- $\overline{E_{NR}} + \overline{E_{RY}} - \overline{E_{NY}} = 0$

किंवा $\overline{E_{RY}} = \overline{E_{NY}} - \overline{E_{NR}}$ (विद्युतदाबातील फरक)

E_{NY} आणि E_{NR} ची सदिश बेरीज करण्यासाठी, सदिश E_{NR} उलट करा आणि आकृती 2.76(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे सदिष्टपणे बेरीज करा.

$$\therefore E_{RY} = \sqrt{E_{NY}^2 + E_{NR}^2 + 2 E_{NY} E_{NR} \cos 60^\circ}$$

$$\begin{aligned} \text{किंवा } E_L &= \sqrt{E_{ph}^2 + E_{ph}^2 + 2 E_{ph} E_{ph} \times 0.5} \\ &= \sqrt{3 E_{ph}^2} = \sqrt{3} E_{ph} \quad (\text{विशालतेमध्ये}) \end{aligned}$$

$$\text{तसेच, } \overline{E_{YB}} = \overline{E_{NB}} - \overline{E_{NY}} \quad \text{or} \quad E_L = \sqrt{3} E_{ph} = \overline{E_{NR}} - \overline{E_{NB}}$$

$$\text{किंवा } E_L = \sqrt{3} E_{ph}$$

म्हणून, तारा जोडणीमध्ये, लाईन विद्युतदाब $= \sqrt{3} \times$ फेज विद्युतदाब

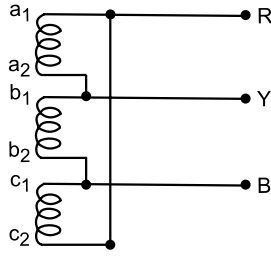
आकृती 2.76 (अ) पासून, हे स्पष्ट आहे की फेज वायंडिंग्स तसेच लाइन कंडक्टरमधून समान प्रवाह वाहतो कारण लाइन कंडक्टर हे फेज वायंडिंग्स सह एकसर जोडलेले असतात.

$$I_R = I_{NR}; I_Y = I_{NY} \text{ आणि } I_B = I_{NB}$$

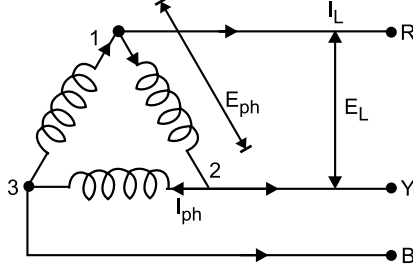
कुठे, $I_{NR} = I_{NY} = I_{NB} = I_{ph}$ (फेज विद्युत धारा) आणि $I_R = I_Y = I_B = I_L$ (लाईन विद्युत धारा) म्हणून, स्टार जोडणी मध्ये लाईन विद्युत धारा = फेज विद्युत धारा.

2.46 मेश किंवा डेल्टा जोडणी

डेल्टा (Δ) किंवा मेशच्या जोडणी मध्ये, एका वायंडिंग्स फिनिशिंग टर्मिनल हे दुसऱ्या वायंडिंग्सच्या सुरुवातीच्या टर्मिनलला जोडलेले असतात आणि त्यामुळे बंद परिपथ बनते. आकृती 2.77 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे तीन लाइन कंडक्टर तीन जंक्शन पासून चालवले जातात आणि त्यांना लाइन कंडक्टर म्हणतात



(अ) कनेक्ट केलेल्या एका टप्प्याचे टर्मिनल पूर्ण, डेल्टा जोडणी पासून पुढील सुरू

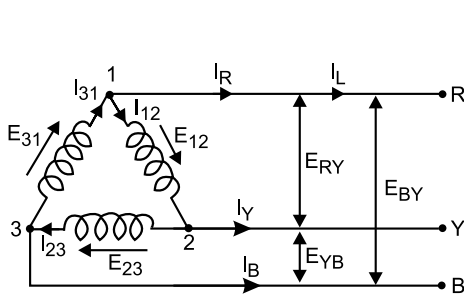


(ब) फेज आणि लाइन विद्युत दाब डेल्टा जोडणी मध्ये

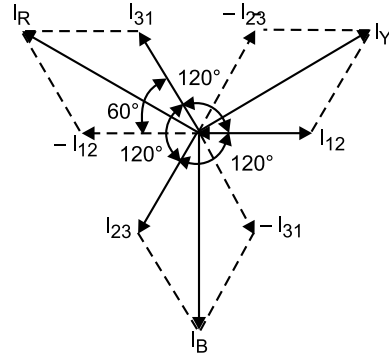
आकृती 2.77: डेल्टा (Δ) जोडणी

आकृती 2.77 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे डेल्टा जोडणी मिळवण्यासाठी a_2 b_1 शी जोडलेले आहे, b_2 c_1 शी जोडलेले आहे आणि c_2 a_1 शी जोडलेले आहे. आकृती 2.77 (ब) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे तीन वाहक R, Y आणि B या तीन जंक्शनमधून चालवल्या जातात ज्याला लाईन वाहक म्हणतात. प्रत्येक फेज मधून वाहणाऱ्या प्रवाहाला फेज विद्युत धारा (I_{ph}) आणि प्रत्येक लाईन वाहकातून वाहणाऱ्याला विद्युतधारेला लाईन विद्युत धारा (I_L) म्हणतात.

त्याचप्रमाणे, प्रत्येक फेजच्या सापेक्ष विद्युतदाबास फेज विद्युतदाब (E_{ph}) आणि दोन लाइन वाहकांच्या मधील विद्युतदाबास लाइन विद्युतदाब (E_L) म्हणतात.



(अ) डेल्टा जोडणी साठी परिपथ आकृती



(ब) फेसर आकृती

आकृती 2.78: डेल्टा जोडणी मध्ये रेषा आणि फेज विद्युत धारा मधील संबंध.

लाईन विद्युत दाब आणि फेज विद्युत दाब दरम्यान संबंध : आकृती पासून. 2.78 (अ), हे स्पष्ट आहे की टर्मिनल 1 आणि 2 मधील विद्युत दाब टर्मिनल R आणि Y सारखेच आहे.

$$\therefore E_{12} = E_{RY}; \text{ similarly } E_{23} = E_{YB} \text{ और } E_{31} = E_{BR}$$

$$\text{जेव्हा } E_{12} = E_{23} = E_{31} = E_{ph} \text{ (फेज विद्युतदाब)}$$

$$\text{आणि } E_{RY} = E_{YB} = E_{BR} = E_L \text{ (लाईन विद्युतदाब)}$$

म्हणून, डेल्टा जोडणीत; लाईन विद्युतदाब = फेज विद्युतदाब

लाईन विद्युत धारा आणि फेज विद्युत धारा मधील संबंध

प्रणाली संतुलित असल्याने, I_{12} , I_{23} आणि I_{31} या तीन टप्प्यांचे प्रवाह परिमाणात समान परंतु 120° विद्युत द्वारे एकमेकांपासून विस्थापित आहेत. त्यांचे फेजर्स आकृती 2.78 (बी) मध्ये दर्शविले आहेत.

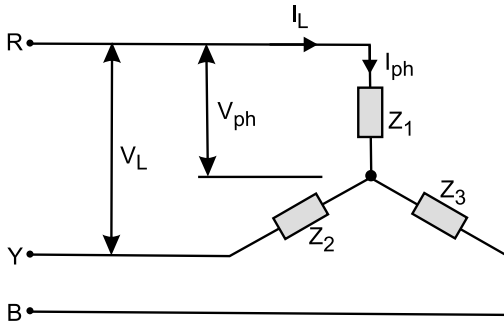
$$\text{म्हणून, } I_{12} = I_{23} = I_{31} = I_{ph} \text{ (विशालतेमध्ये)}$$

2.47 3-फेज लोडचे जोडणी

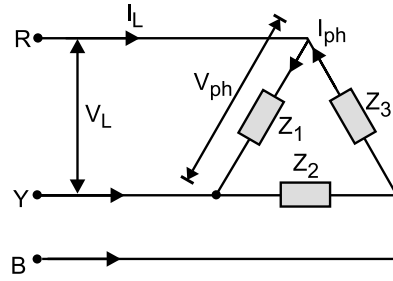
3-फेज पुरवठ्याप्रमाणे, श्री-फेज लोड देखील जोडले जाऊ शकतात

(i) तारा किंवा

(ii) डेल्टा



(अ) स्टार जोडणी



(ब) डेल्टा जोडणी म

आकृती 2.79: श्री-फेज लोड, स्टार आणि डेल्टामध्ये जोडणी

स्टार आणि डेल्टामध्ये जोडलेले 3-फेज लोड आकृती 2.79 (अ) आणि (ब) अनुक्रमेमध्ये दर्शविले आहेत. 3-फेज भार संतुलित किंवा असंतुलित असू शकतात. जर तीन भार (प्रतिबाधा) Z_1 , Z_2 आणि Z_3 ना समान विशालता आणि फेज कोन असल्यास 3-फेज भार संतुलित भार असल्याचे म्हटले जाते. अशा अटीअंतर्गत सर्व फेज किंवा लाईन विद्युतधारा आणि सर्व फेज किंवा लाईन विद्युतदाब परिमाणात समान असतात.

या संपूर्ण पुस्तकात, जोपर्यंत संतुलित नसल्याचे सांगितले जाणार नाही, संतुलित 3-फेज प्रणालीचा विचार केला जाईल.

2.48 3-फेज परिपथातील पॉवर

सिंगल-फेज सिस्टीम किंवा परिपथ मधील शक्ती संबंधाने दिली जाते;

$$P = VI \cos \phi, \text{ जेथे, } V = \text{सिंगल-फेजचे विद्युत दाब म्हणजेच } V_{ph}$$

$$I = \text{सिंगल-फेजचा विद्युत धारा म्हणजे } I_{ph}$$

आणि $\cos \phi = \text{परिपथ चा पॉवर फॅक्टर}$

3-फेज परीपथांमध्ये (संतुलित भार), शक्ती ही तीन टप्प्यांत शक्तींची बेरीज असते,

म्हणजे,

$$P = VI \cos \phi, \text{ जेव्हा, } V = \text{सिंगल फेजचा विद्युतदाब, म्हणजेच } V_{ph}$$

$$I = \text{सिंगल फेजमधील विद्युतधारा, म्हणजेच } I_{ph} \text{ आणि}$$

$$\cos \phi = \text{परिपथाचा शक्ती घटक}$$

3-फेज परिपथात (संतुलित भार), एकूण शक्ती हि तिन्ही फेजमधील शक्तींची बेरीज असते,

म्हणजेच,

$$P = 3 V_{ph} I_{ph} \cos \phi.$$

तारा जोडणीमध्ये-

$$P = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L \cos \phi \quad (\text{since } V_{ph} = V_L/\sqrt{3} \text{ and } I_{ph} = I_L)$$

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

डेल्टा जोडणीमध्ये -

$$P = 3 V_L \frac{I_L}{\sqrt{3}} \cos \phi \quad (\text{since } V_{ph} = V_L \text{ and } I_{ph} = I_L/\sqrt{3})$$

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

अशाप्रकारे, 3-फेज संतुलित भार जोडणीत, जोडणी प्रकारच्या परोक्ष(तारा किंवा डेल्टा), एकूण शक्ती समीकरणाने दिली जाते- $\sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$. याचे एकक kW or W (watt).

उघड (Apparent) शक्ती, $P_a = \sqrt{3} V_L I_L$

याचे एकक kVA or VA (volt-ampere)

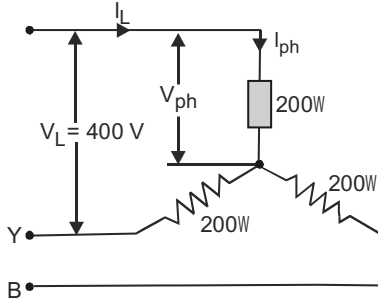
प्रतिक्रियात्मक शक्ती, $P_r = \sqrt{3} V_L I_L \sin \phi$

(volt-ampere-reactive).

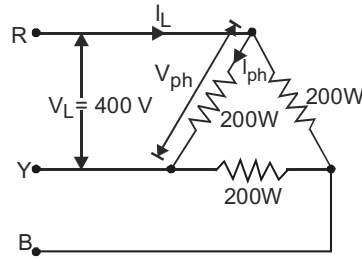
याचे एकक $kVAR$ किंवा VAR

उदाहरण 2.31. 200Ω चे प्रत्येकी तीन रोध $400 V$, 3-फेज सप्लायसापेक्ष तारा जोडणीत जोडलेले आहेत. स्त्रोताकडून घेतलेल्या लाईन विद्युतधारा, फेज विद्युतधारा आणि पॉवरची गणना करा. जर सामान रोध डेल्टामध्ये जोडलेले असल्यास मूल्ये काय असतील?

उपाय: आकृती 2.80 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे रोध ताराजोडणीत जोडलेले असतात.



(अ) स्टार-जोडणी



(ब) डेल्टा-जोडणी

आकृती 2.80

फेज विद्युतदाब,

$$V_{ph} = V_L/\sqrt{3} = 400/\sqrt{3} = 231 V$$

फेज विद्युतधारा,

$$I_{ph} = V_{ph}/Z_{ph} = 231/200 = 1.155 A \text{ (उत्तर)}$$

लाईन विद्युतधारा,

$$I_L = I_{ph} = 1.155 A \text{ (उत्तर)}$$

काढलेली शक्ती,

$$P = 3 I_{ph}^2 R_{ph} = 3 \times (1.155)^2 \times 200 = 800 W \text{ (उत्तर)}$$

आकृती 2.81 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे जेव्हा रोध डेल्टा जोडणीत असतात-

$$V_{ph} = V_L = 400 V$$

$$I_{ph} = V_{ph}/Z_{ph} = 400/200 = 2 A \text{ (उत्तर)}$$

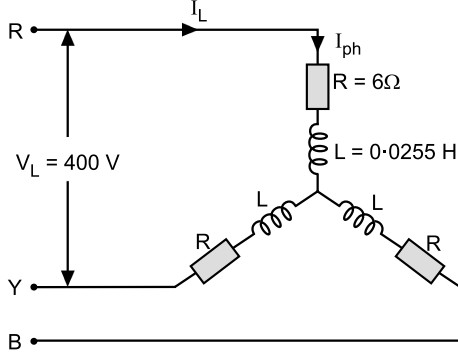
$$I_L = \sqrt{3} \times 2 = 3.464 \text{ A (उत्तर)}$$

काढलेली शक्ती,

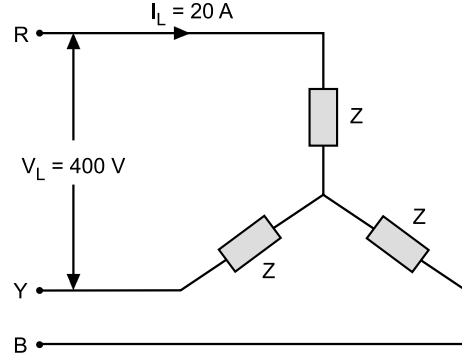
$$P = 3 I_{ph}^2 R_{ph} = 3 \times (2)^2 \times 200 = 2400 \text{ W (उत्तर)}$$

उदाहरण 2.32. प्रत्येकी 6 ओहमचा प्रतिकार आणि 0.0255H चे इन्डक्टन्स असलेल्या तीन समान गुंडाळ्या एका त्री फेज, 400 V, 50Hz सप्लायमध्ये स्टारमध्ये जोडलेले आहेत. लाईन प्रवाह, kW, kVA आणि kVAR मधील पॉवर फॅक्टरची गणना करा.

उपाय: जोडणी आकृती 2.82 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 2.81: स्टार जोडणी



आकृती 2.82: स्टार जोडणी

इथे,

$$R = 6 \Omega, L = 0.0255 \text{ H}, f = 50 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \pi f L = 2 \pi \times 50 \times 0.0255 = 8 \Omega$$

लाईन विद्युतदाब,

$$V_L = 400 \text{ V}$$

फेज विद्युतदाब,

$$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ V}$$

$$Z_{ph} = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \Omega$$

फेज विद्युतधारा,

$$I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{231}{10} = 23.1 \text{ A}$$

उदाहरण 2.33. 3-फेज तारा जोडणी केलेले संतुलित भार 3-फेज पुरवठा 400 V, 50 Hz च्या सापेक्ष जोडलेले आहे लाईन विद्युत धारा 20 A आहे आणि लोडद्वारे वापरलेली शक्ती 12 किलोवॅट आहे. , टप्प्याची विद्युत धारा, शक्ती घटकाचा रोध, आणि लोडची इन्डक्टन्स यांची गणना करा.

उपाय: जोडणी आकृती 2.83 मध्ये दर्शविले आहे.

इथे,

$$P = 12 \text{ kW} = 12000 \text{ W};$$

$$V_L = 400 \text{ V}; f = 50 \text{ Hz};$$

$$I_L = 20 \text{ A}$$

फेज विद्युतदाब,

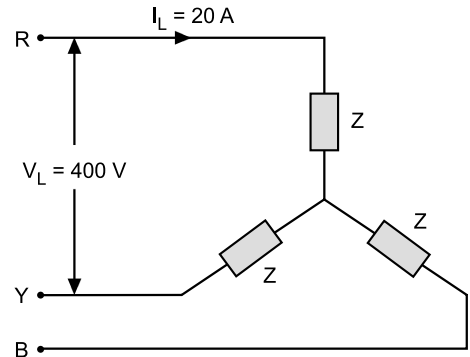
$$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ V}$$

फेज विद्युतधारा

$$I_{ph} = I_L = 20 \text{ A (उत्तर)}$$

फेज प्रतिबाधा,

$$Z_{ph} = \frac{V_{ph}}{I_{ph}} = \frac{231}{20} = 11.55 \Omega$$



आकृती 2.83: तारा जोडणी केलेले संतुलित भार

3-फेज संतुलित भारामध्ये -

शक्ती $P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$

∴ शक्ती घटक, $\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{3} V_L I_L} = \frac{12000}{\sqrt{3} \times 400 \times 20} = 0.866$ (उत्तर)

रोध, $R = Z \cos \phi = 11.55 \times 0.866 = 10 \Omega$ (उत्तर)

इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया, $X_L = \sqrt{Z_{ph}^2 - R^2} = \sqrt{(11.55)^2 - (10)^2} = 5.78 \Omega$

इंडक्टन्स, $L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{5.78}{2\pi \times 50} = 0.0184 \text{ H}$ (उत्तर)

उदाहरण 2.34. 3-फेज संतुलित डेल्टा कनेक्टेड लोड 3-फेज, 400 V, 50 Hz शी जोडलेले आहे. पुरवठा. हे 0.866 पॉवर फॅक्टर लॅगिंगवर 17.32 A ची रेषा काढते. प्रतिकार निश्चित करा आणि प्रत्येक शाखेचा समावेश. भाराने काढलेली शक्ती देखील निश्चित करा.

उपाय: जोडणी आकृती 2.84 मध्ये दर्शविले आहे.

लाईन विद्युतदाब, $V_L = 400 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$

लाईन विद्युतधारा, $I_L = 17.32 \text{ A}$, power factor, $\cos \phi = 0.866$ (lag).

फेज विद्युतधारा, $I_{ph} = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{17.32}{\sqrt{3}} = 10 \text{ A}$

$\cos \phi = 0.866$

⇒ $\phi = \cos^{-1}(0.866)$
 $= 30^\circ$

फेज विद्युतदाब, $V_{ph} = V_L = 400 \text{ V}$

प्रत्येक शाखेतील प्रतिबाधा ,

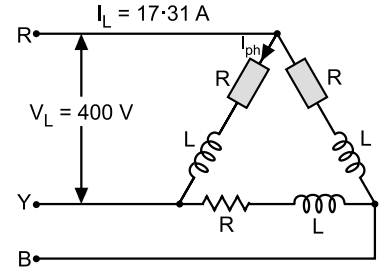
$$Z_{ph} = \frac{V_{ph}}{I_{ph}} = \frac{400}{10} = 40 \Omega$$

शक्ती घटक, $\cos \phi = \frac{R_{ph}}{Z_{ph}}$

प्रत्येक शाखेतील रोध,

$$R_{ph} = Z_{ph} \cos \phi = 40 \times 0.866 = 34.64 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया , $X_{ph} = \sqrt{Z_{ph}^2 - R_{ph}^2} = \sqrt{(40)^2 - (34.64)^2} = 20 \Omega$

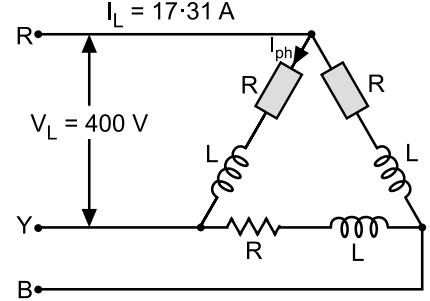


आकृती 2.84: 3-फेज तारा जोडणीतील संतुलित भार

सराव प्रश्न

1. 100Ω चे प्रत्येकी तीन रोध 415V, 3-फेज सप्लायसापेक्ष तारा जोडणीत जोडलेले आहेत. स्रोताकडून घेतलेल्या लाईन विद्युतधारा, फेज विद्युतधारा आणि पॉवरची गणना करा. जर सामान रोध डेल्टामध्ये जोडलेले असल्यास मूल्ये काय असतील ?
(उत्तर: 1.155 A; 800 W; 2 A; 3.464 A; 2400 W)

2. प्रत्येकी 8 ओहमचा प्रतिकार आणि $0.0191H$ चे इन्डक्टन्स असलेल्या तीन समान गुंडाळ्या एका श्री फेज, $400 V$, $50Hz$ सप्लायमध्ये जोडलेले आहेत. लाईन प्रवाह, इनपुट शक्ती,भाराने घेतलेली kVA आणि $kVAR$ ची गणना करा.
(उत्तर: $23.1 A$; 0.6 मागे पडणे; 9.6 किलोवॅट; 16 ; 12.8)
3. 3-फेज तारा जोडणी केलेले संतुलित भार 3-फेज पुरवठा $400 V$ च्या सापेक्ष जोडलेले आहे. लाईन विद्युत धारा $20 A$ आहे आणि लोडद्वारे वापरलेली शक्ती 12 किलोवॅट आहे. भार, टप्प्याची विद्युत धारा आणि शक्ती घटकाची गणना करा.
(उत्तर: $20 A$; 0.866 ; 10Ω ; $0.0184 H$)
4. 3-फेज संतुलित डेल्टा जोडणीचा भार 3-फेज, $400 V$, $50 Hz$ पुरवठ्याशी जोडलेले आहे. ते 0.8 पॉवर फॅक्टर लॅगिंगवर $34.64 A$ चा विद्युतप्रवाह काढते. प्रत्येक शाखेचा रोध आणि इन्डक्टन्स निश्चित करा. तसेच प्रत्येक टप्प्याने काढलेली शक्ती निश्चित करा.
(उत्तर: 34.64Ω ; $63.66 mH$; $10392 W$; $1565 W$; $4695 W$)
5. 3- फेज, 3-वायर, Y-कनेक्टेड सिस्टीममध्ये फेज ते फेज दरम्यान $150 V$ असते. प्रत्येक टप्प्यात $Z = 5 \angle -30$ असते. प्रत्येक टप्प्यात विद्युत धारा आणि मेनमधून काढलेली एकूण शक्ती शोधा. फेझर आकृती काढा.
6. प्रत्येकी 15 ओहमचा प्रतिकार आणि $0.04H$ चे इन्डक्टन्स असलेल्या तीन समान गुंडाळ्या एका श्री फेज, $200 V$, $50Hz$ सप्लायमध्ये स्टारमध्ये जोडलेले आहेत. लाईन प्रवाह निर्धारित करा . जर ते आता डेल्टामध्ये जोडलेले असतील, तर फेज विद्युतधारा, लाईन विद्युतधारा प्रत्येक टप्प्यात शोषले जाणारे एकूण पॉवरची गणना करा
(उत्तर: $5.9 A$; $17.69 A$; $1565 W$; $4695 W$)



आकृती 2.84: डेल्टा कनेक्टेड लोड

प्रकल्प



Project-1:
Easy AC to DC
converting circuit
on breadboard



Project-2:
Touch On-Off
Sensor Switch
Circuit on
Breadboard | IC 555
Timer project



Project-3:
Basic Electronic
projects: How to
create series and
parallel circuits in
Breadboard

सारांश

1. अदिष्ट विद्युतदाब: एक विद्युत दाब जो वेळेला त्याच्या ध्रुवीयता आणि परिमाण बदलतो, त्याला अदिष्ट विद्युत दाब म्हणतात.
2. सायनोसायडल अदिष्ट घटक: एक अदिष्ट घटक जे साइन कोन θ प्रमाणे बदलते त्याला साइनसॉइडल अदिष्ट घटक म्हणून ओळखले जाते.
3. अदिष्ट प्रमाणाचे समीकरण: $e = E_m \sin = E_m \sin t$; $i = I_m \sin = I_m \sin t$

4. **तरंग (वेव्ह फॉर्म):** y-अक्षावर तात्कालिक मूल्ये आणि वेळ किंवा कोन $\theta (= \omega t)$ x-अक्षावर प्लॉट करून मिळालेल्या वक्रास तरंग किंवा तरंगाकृती आकार म्हणतात.
5. **चक्र(सायकल):** जेव्हा अदिष्ट प्रमाण $+ve$ आणि $-ve$ मूल्याच्या संपूर्ण संचामधून जाते किंवा 360 विद्युत अंशांद्वारे जाते तेव्हा असे म्हटले जाते की त्याने एक चक्र पूर्ण केले आहे.
6. **आल्टरेशन::** सायकलच्या अर्ध्या भागाला आल्टरेशन म्हणतात.
7. **कालावधी (T):** एक चक्र पूर्ण करण्यासाठी घेतलेल्या सेकंद मधील वेळेला कालावधी म्हणतात.
8. **वारंवारता (f):** एका परिक्रमाद्वारे प्रति सेकंद केलेल्या चक्रांची संख्या याला वारंवारता म्हणतात. हे c/s किंवा Hz (Hertz) मध्ये मोजले जाते.
9. **संबंध:** $f = 1/T$ आणि $\omega = 2 \pi f$
10. **तात्कालिक(इंस्टेनियस) मूल्य (i किंवा i):** कोणत्याही क्षणी अदिष्ट प्रमाणाचे मूल्याला तात्कालिक मूल्य म्हणतात.
11. **अॅप्लिट्यूड (I_m किंवा V_m):** एका सायकल दरम्यान अदिष्ट प्रमाणाद्वारे प्राप्त केलेले जास्तीत जास्त मूल्याला त्याचे अॅप्लिट्यूड किंवा कमाल मूल्य किंवा शिखर मूल्य किंवा क्रेस्ट मूल्य म्हणतात.
12. **सरासरी मूल्य (V_{av} किंवा I_{av}):** एका अदिष्ट घटकांची एकल चक्रावर विचारात घेतलेल्या सर्व तात्कालिक मूल्यांची अंकगणित सरासरीला त्यांचे सरासरी मूल्य म्हणतात.

$$I_{av} = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n}{n}$$

साइनसॉइडल विद्युतधारेसाठी, $I_{av} = 2 I_m / \pi = 0.637 I_m$

13. **प्रभावी किंवा आरएमएस मूल्य (V आर.एम.एस. किंवा I आर.एम.एस.):** एक स्थिर प्रवाह जो दिलेल्या वेळेसाठी ज्ञात प्रतिकाराचा रोधातून मधून वाहून जितकी उष्णता निर्माण करते जितका एक अदिष्ट प्रवाह त्याच रोधाद्वारे त्याच वेळेत प्रवाहित झाल्यानंतर तयार होते, त्याला अदिष्ट प्रवाहाचा प्रभावी किंवा आरएमएस मूल्य म्हणतात.

अदिष्ट प्रवाहाचे प्रभावी किंवा आरएमएस मूल्य.

$$I_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{i_1^2 + i_2^2 + i_3^2 + \dots + i_n^2}{n}}$$

साइनसॉइडल विद्युतधारेसाठी, $I_{r.m.s.} = I_m / \sqrt{2} = 0.707 I_m$.

14. **फॉर्म फॅक्टर:** $I_{r.m.s.} / I_{av}$; साइनसॉइडल प्रमाणांसाठी, त्याचे मूल्य आहे 1.11.
15. **शिखर घटक:** $I_m / I_{r.m.s.}$; साइनसॉइडल प्रमाणांसाठी, त्याचे मूल्य आहे 1.414.
16. **टप्पा (फेज):** एका अदिष्ट प्रमाणाचा कोणत्याही क्षणी फेज हा एका चक्राचा अपूर्णाक भाग ज्या द्वारे निवडलेल्या उत्पत्तीपासून प्रमाण वाढत जाते, म्हणून परिभाषित केला जातो. हे सरावात कमी महत्वाचे आहे
17. **फेज फरक:** समान वारंवारता असलेल्या दोन अदिष्ट मूल्यांमधील कमाल सकारात्मक कोनीय विस्थापनास त्यांच्यातील फेज फरक म्हणतात.. गणिती पद्धतीने; जर $i_1 = I_m \sin \omega t$ the $i_2 = I_m \sin (\omega t + \phi)$
18. **अग्रगण्य प्रमाण:** एक अदिष्ट प्रमाण जे इतरांच्या आधी त्याची + कमाल मूल्य प्राप्त करते त्यास अग्रगण्य प्रमाण (लीडिंग क्वान्टिटी) म्हणतात.

19. **लॅगिंग क्वांटिटी:** एक अदिष्ट प्रमाण जे त्याचे +जास्तीत जास्त मूल्य इतरांच्या नंतर प्राप्त करते त्याला लॅगिंग(मागे) क्वांटिटी असे म्हणतात.
20. **अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ:** अदिष्ट प्रवाहाच्या प्रवाहाच्या मार्गाला अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ म्हणतात.
21. **शुद्ध रोध परिपथ:** परिपथामध्ये शुद्ध प्रतिकार असतो-

$$v = V_m \sin \omega t; i = I_m \sin \omega t; I_m = V_m / R; P = VI; p.f. = 1;$$
विद्युतधारा विद्युतदाब सदिशासोबत टप्प्यात आहे.
22. **शुद्ध प्रेरक परिपथ:** परिपथामध्ये शुद्ध प्रेरकता (इन्डक्टन्स) असते.

$$v = V_m \sin \omega t; i = I_m \sin (\omega t - \pi/2); I_m = V_m / X_L; X_L = 2 \pi fL; P = 0; p.f. = 0$$
विलंब; विद्युतधारा प्रवाह विद्युतदाबाच्या 90 अंशाने वेक्टरच्या मागे आहे (म्हणजे $\pi/2$)
23. **शुद्ध कॅपेसिटिव्ह परिपथ:** परिपथामध्ये शुद्ध कॅपेसिटन्स असते.

$$v = V_m \sin \omega t; i = I_m \sin (\omega t - \pi/2); I_m = V_m / X_C; X_C = 1/2 \pi fC; P = 0; p.f. = 0$$
0 आघाडी; विद्युत धारा विद्युत दाब वेक्टरला 90 अंशाने (म्हणजे $\pi/2$) ने पुढे नेतो.
24. **आर-एल एकसर परिपथ :** परिपथ ज्यात रोध आणि इन्डक्टर हे एकसर जोडणीत असतात. ह्यांना साधारणपणे इंडक्टिव्ह परिपथ म्हणतात.

$$v = V_m \sin \omega t; i = I_m \sin (\omega t - \phi); \phi = \tan^{-1} X_L/R; I_m = V_m / Z; Z = \sqrt{R^2 + X_L^2};$$

$$P = VI \cos \phi = I^2 R; p.f. = \cos \phi = R/Z \text{ lag};$$
25. **शक्ती लिकोण:** काटकोन शक्ती लिकोणाचे तीन घटक आहेत:
- (i) **खरी शक्ती:** हा शक्ती लिकोणाचा आधार किंवा क्षैतिज घटक आहे. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये वापरलेली वास्तविक किंवा खरी शक्ती दर्शवते.

$$P = VI \cos \phi;$$
खऱ्या शक्तीचे एकक म्हणजे वॉट (W), किलोवॉट (kW) किंवा मेगावॉट (MW)
 - (ii) **प्रतिक्रियात्मक शक्ती:** हा शक्ती लिकोणाचा लंब किंवा अनुलंब घटक आहे जे परिपथाची प्रतिक्रियाशील शक्ती दर्शवते. ही शक्ती आहे जी परिपथामध्ये प्रतिक्रिया देते, खरं तर, ती शक्ती आहे जी स्त्रोताद्वारे चतुर्थांश चक्रात पुरवली जाते आणि तीच पुढील तिमाहीच्या चक्रात परत दिले जाते.

$$P_r = VI \sin \phi;$$
प्रतिक्रियाशील शक्तीचे एकक म्हणजे व्होल्ट-अँपिअर-प्रतिक्रियाशील (VAR), kVAR किंवा MVAR.
 - (iii) **उघड शक्ती:** हे शक्ती लिकोणाचे कर्ण आहे. ती शक्ती आहे परिपथामध्ये वापरल्यासारखे दिसते परंतु प्रत्यक्षात तसे नाही.

$$P \text{ अ } = VI;$$
उघड शक्तीचे एकक म्हणजे व्होल्ट-अँपिअर (व्हीए), केव्हीए किंवा एमव्हीए.
26. **पॉवर फॅक्टर आणि त्याचे महत्त्व:** $p.f. = \cos \phi = R/Z =$ खरी शक्ती/स्पष्ट शक्ती. खराब शक्ती घटकामुळे पुढील नुकसान होऊ शकते- (i) कंडक्टरचा आकार जास्त, (ii) खराब कार्यक्षमता, (iii) खराब विद्युत दाब नियमन आणि (iv) उपकरणांचे मोठे केव्हीए रेटिंग.
27. **आर-सी एकसर परिपथ:** या परिपथात रोध आणि कॅपेसिटर एकसर जोडणीत असतात. यास साधारणपणे कॅपेसिटिव्ह परिपथ म्हणतात.

$v = V_m \sin \omega t$; $i = I_m \sin (\omega t + \phi)$; $\phi = \tan^{-1} X_C/R$; $I_m = V_m/Z$; $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$; $P = VI \cos \phi = I^2 R$; $p.f. = \cos \phi = R/Z$ leading; $P = VI \cos \phi = I^2 R$; $P.f. = \cos \phi = R/Z$ अग्रणी;

28. **R-L-C एकसर परिपथ:** या परिपथात रोध, इंडक्टर आणि कॅपेसिटर एकसर जोडणीत असतात. हे परिपथ खालीलप्रमाणे कार्य करते:

- (i) जेव्हा $X_L > X_C$ इंडक्टिव्ह परिपथ p.f. मागे 0 to 1
- (ii) जेव्हा $X_L < X_C$ कॅपेसिटिव्ह परिपथ p.f. अग्रणी 0 to 1
- (iii) जेव्हा $X_L = X_C$ रोधक परिपथ p.f. युनिटी 1 only.

29. **एकसर अनुनाद:** एक आर – एल – सी परिपथ एकसर अनुनाद मध्ये असल्याचे म्हटले जाते, जेव्हा

$$X_L = X_C; Z_r = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$$

$$\text{अनुनाद वारंवारता, } f_r = 1/2 \pi \sqrt{LC}$$

विद्युतधारा उच्चतम असते, म्हणजे- $I_r = V/Z_r = V/R$

$$Q\text{-घटक(गुणक)} = 2 \pi f_r L/R = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

30. **अदिष्ट विद्युतधारा समांतर परिपथ:** एक अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ ज्यामध्ये अनेक शाखा (प्रत्येक शाखेत अनेक घटक एकसर जोडणीत असतात) समांतर जोडलेली असतात त्याला अदिष्ट विद्युतधारा समांतर परिपथ म्हणतात.

31. **समांतर अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ सोडवण्याची पद्धत:** खालील पद्धती वापरल्या जातात: (i) फेसर किंवा सदिश पद्धत (ii) ऍडमिटन्स पद्धत (iii) प्रतीकात्मक किंवा j- पद्धत

फेझर किंवा सदिश पद्धत: विविध शाखेतून वाहणाऱ्या प्रवाहांची विशालता आणि दिशा फेजर्स म्हणून निर्धारित केल्या जातात, टप्प्यांचे निराकरण करून नंतर परिणाम निश्चित करतात.

32. **समांतर अनुनाद:** समांतर परिपथाला, ज्यामध्ये समांतर मध्ये इंडक्टर आणि कॅपेसिटर असतात, समांतर अनुनादात आहे असे म्हटले जाते जेव्हा परिपथ प्रवाह लागू विद्युतदाबासहित टप्प्यात असतो.

$$I_C = I_L \sin \phi; \text{अनुनाद वारंवारता, } f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

$$\text{जर } R \text{ चे मूल्य खूप लहान असून दुर्लक्षित केले तर, } f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

33. **पॉलीफेज प्रणाली:** एक अदिष्ट विद्युतधारा प्रणाली (दोन किंवा दोनपेक्षा जास्त) समान गट समान वारंवारतेचे विद्युतदाब त्यांच्यामध्ये समान टप्प्यात फरक ठेवण्याची व्यवस्था केली आहे (शेजारील इ.एम.एफ.) याला पॉलीफेस सिस्टम म्हणतात.

34. **3-फेज सिस्टमचा फायदा:** स्थिर शक्ती; उच्च रेटिंग (1.5 पट), स्वस्त शक्ती पारेषण; 3-फेज प्रेरण मोटर इत्यादीची श्रेष्ठता.

35. **3-फेज ईएमएफची निर्मिती:**

$$e_{a1a2} = E_m \sin \omega t; e_{b1b2} = E_m \sin (\omega t - 120^\circ); e_{c1c2} = E_m \sin (\omega t - 240^\circ)$$

36. तीन-टप्प्यांचे परस्परसंबंध:

- (i) तारा(स्टार) जोडणी: $E_L = \sqrt{3} E_{ph}; I_L = I_{ph}$
- (ii) डेल्टा- जोडणी: $E_L = E_{ph}; I_L = \sqrt{3} I_{ph}$
- (iii) शक्ति, $P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi = 3 V_{ph} I_{ph} \cos \phi$

संक्षिप्त उत्तर प्रश्न

1. अदिष्ट प्रवाहाने तुम्हाला काय समजते?
2. अदिष्ट विद्युतधारा आणि दिष्ट विद्युतधारा मध्ये काय फरक आहे?
3. तात्काळ मूल्य म्हणजे काय?
4. अदिष्ट प्रमाणाचे शिखर मूल्य म्हणजे काय?
5. अदिश आणि सदिश प्रमाण काय आहेत?
6. फेज म्हणजे तुम्हाला काय म्हणायचे आहे?
7. इन-फेज स्थिती काय आहे?
8. फेज बाहेरची स्थिती काय आहे?
9. ईएमएफ जनरेशन नियंत्रित करणाऱ्या विविध घटकांची यादी करा?
10. अदिष्ट प्रमाणाचे सरासरी मूल्य परिभाषित करा?
11. अदिष्ट प्रमाणाचे आरएमएस मूल्य काय आहे?
12. अदिष्ट विद्युत दाब आणि प्रवाह सरासरी ऐवजी आरएमएस मूल्यांमध्ये का व्यक्त केले जातात?
13. फॉर्म फॅक्टर परिभाषित करा.
14. अदिष्ट प्रमाणाचे पीक फॅक्टर परिभाषित करा.
15. फॉर्म फॅक्टरचे महत्त्व काय आहे?
16. पीक फॅक्टरचे महत्त्व काय आहे?
17. फॉर्म फॅक्टर आणि पीक फॅक्टर मध्ये फरक करा.
18. सममितीय लाटांसाठी सरासरी मूल्य कसे मोजाल?
19. फेझर म्हणजे काय?
20. अदिष्ट प्रमाणाच्या फेझर प्रतिनिधित्वचे महत्त्व काय आहे?
21. फेजतील फरक म्हणजे काय?
22. अग्रगण्य आणि मागे पडणारे प्रमाण काय आहेत?
23. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ म्हणजे काय?
24. दिष्ट विद्युतधारा परिपथ आणि अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये काय फरक आहे?

25. रेझिस्टरमध्ये विद्युत दाब आणि विद्युत धारा मध्ये फेज फरक काय आहे?
26. रेझिस्टरमध्ये सरासरी शक्ती किती असते?
27. इंडक्टर (शुद्ध इंडक्टन्स) मधील विद्युत धारा आणि विद्युतदाबातील फेज फरक काय आहे?
28. प्रेरक प्रतिक्रिया परिभाषित करा.
29. इंडक्टरमध्ये सरासरी शक्तीचे मूल्य काय आहे?
30. कॅपेसिटरमध्ये विद्युत दाब आणि विद्युत धारा मध्ये फेज फरक काय आहे?
31. कॅपेसिटिव्ह रिअॅक्टन्स परिभाषित करा.
32. कॅपेसिटरमध्ये सरासरी शक्तीचे मूल्य काय आहे.
33. एकसर आरएल परिपथ म्हणजे काय?
34. R-L एकसर परिपथ ची प्रतिबाधा काय आहे?
35. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाची स्पष्ट शक्ती काय आहे?
36. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाची खरी शक्ती काय आहे?
37. पॉवर फॅक्टर म्हणजे काय?
38. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाची प्रतिक्रियाशील शक्ती काय आहे?
39. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाचा सक्रिय घटक काय आहे?
40. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथाचा प्रतिक्रियाशील घटक काय आहे?
41. R-C एकसर परिपथ तुम्हाला काय समजते?
42. आरसी एकसर परिपथाची प्रतिबाधा काय आहे?
43. R-L-C एकसर परिपथ म्हणजे काय?
44. R-L-C एकसर परिपथाची प्रतिबाधा काय आहे?
45. समांतर अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ म्हणजे काय?
46. अनुनाद परिपथ म्हणजे काय?
47. R-L-C एकसर परिपथात अनुनाद असताना काय होते?
48. एकसर अनुनाद विद्युत दाब प्रवर्धन कसा होतो?
49. गुंडाळीचा Q-गुणक 20 आहे याचा काय अर्थ होतो?
50. अनुनादात असताना समांतर परिपथाचे कोणते महत्वाचे बिंदूची नोंद केली पाहिजे.
51. समांतर अनुनादात परिपथाची प्रतिबाधा शुद्ध रोध का आहे?
52. सिंगल-फेज सिस्टीमपेक्षा श्री-फेज सिस्टिमला प्राधान्य का दिले जाते?
53. फेज सीक्वेन्सचे ज्ञान उद्योग आणि पॉवर सिस्टीममध्ये खूप महत्वाचे आहे, का?

54. तारा जोडणी मध्ये दोन लाइन टर्मिनलमधील विद्युतदाब फेज विद्युतदाबाच्या दुप्पट नसते परंतु तो $\sqrt{3}$ पट का असतो?
55. खालील अटींद्वारे तुम्हाला काय समजते:
- (i) तीन फेज संतुलित पुरवठा, (ii) तीन फेज संतुलित भार,
 (iii) तीन फेज असंतुलित पुरवठा, (iv) तीन फेज असंतुलित भार,
 (v) सिंगल फेजिंग.
56. सिंगल फेजच्या तुलनेत 3-फेज प्रणालींचे फायदे लिहा.
57. 3-फेज प्रणाली जोडणीचे कोणते दोन मार्ग आहेत? त्यांच्या फेजर आकृत्या काढा आणि या प्रणालीसाठी फेज आणि लाईन विद्युतदाब आणि विद्युत प्रवाह यातील संबंध लिहा.
58. 3-फेज संतुलित भारातील एकूण शक्ती $P = 3 VI \cos \phi$ दर्शवा जेव्हा $V =$ आरएमएस लाईन विद्युतदाब; $I =$ आरएमएस लाईन विद्युतधारा आहे आणि ϕ हा फेज विद्युतदाब आणि फेज विद्युतधारेमधील मधील फेज अँगल आहे
59. फेज स्टार आणि डेल्टा-कनेक्टेड सिस्टमची तुलना करा

क्र	प्रश्न	गुण	CO	B L	PO
1	अदिष्ट प्रवाहाने तुम्हाला काय समजते?				

सरावासाठी चे प्रश्नोत्तरे

- $I = 45.34 \sin 377t$ ने विद्युत धारा दिला आहे, शोधा (i) विद्युत धारेचे कमाल मूल्य; (ii) विद्युतधारेचे आरएमएस मूल्य; (iii) प्रवाहाची वारंवारता; (iv) रेडियन ज्याद्वारे त्याचे फेझर 0.01 सेकंदांनंतर प्रगत होते; (v) (iv) मधील अंशांची संख्या आणि (vi) मध्ये नमूद केलेल्या इन्स्टण्टवर विद्युतधारेचे मूल्य
 (उत्तर: $45.34 A$; $32 A$; $60 Hz$; 3.77 rad. ; 216° ; $-26.6 A$)
- एक अदिष्ट विद्युत दाब दिले जाते $v = 200 \sin 314 t$ त्याचे निर्धारित करा- (i) कमाल मूल्य; (ii) प्रभावी मूल्य; (iv) फॉर्म फॅक्टर; (v) 0.0025 सेकंदांनंतर गणना केल्यावर व्होल्टेजचे मूल्य विद्युत दाब शून्य आणि सकारात्मक होतांना पासून वेळ गृहीत धरून; (vi) वेळ ज्यानंतर विद्युत दाब प्रथमच $200 V$ पर्यंत पोहोचते.
 (उत्तर: $200 V$; $141.42 V$; $50 Hz$; 1.11 ; $141.42 V$; $1.67 ms$)
- $50 Hz$ च्या साइनसाईडल व्होल्टेजचे जास्तीत जास्त मूल्य $100\sqrt{2} V$ आहे. सकारात्मक कमाल मूल्यापासून तात्काळ विद्युतदाब $70.7 V$ असण्यासाठी कोणत्या वेळी मोजले जाते?
 (उत्तर: $3.33 ms$)
- एका मुळापासून दुसऱ्या मूल्यात अचानकपणे, समान अंतरालात खालीलपणे, बदलणाऱ्या, एक नियतकालिक विद्युतदाबाचे आर एम एस मूल्य निर्धारित करा. $0, 10, 30, 60, 30, 10, 0 - 10, -30, -60, -30 - 10$ इ.
 (उत्तर: $30.55 V$)
- पूर्ण तरंग रेक्टिफाइड अदिष्ट विद्युतधारेसाठी निर्धारित करा- (i) सरासरी मूल्य; (ii) मूल्य रेल्वे टपाल सेवा; (iii) फॉर्म फॅक्टर आणि (iv) पीक फॅक्टर.
 (उत्तर: $0.637 I_m$, $0.707 I_m$, 1.11 ; 1.4142)
- खालील अदिष्ट विद्युतधाराना त्याच अक्षावर फेजर म्हणून दर्शवा आणि उर्वरित सर्व विद्युतधारांचे I_1 सोबतचे फेज कोन मोजा. $I_m = 15 \sin (\omega t + \pi/3)$; $I = 16 \cos (\omega t - \pi/6)$; $I_m = 20 \cos (\omega t - \pi/3)$; $I_m = 10 \sin (\omega t - \pi/6)$.
 (उत्तर: 60° ; 30° ; 90°)

7. एक ईएमएफ $e_1 = 50 \sin \omega t$ आणि $e_2 = 30 \sin (\omega t - \pi/6)$ परिपथात एकत्र काम करतात. परिणामी ईएमएफ शोधा. (उत्तर: $77.45 \sin (\omega t + 11.17^\circ)$)
8. अदिष्ट विद्युतधारा मेनवर दररोज 3 तास चालणारे 230 व्ही वॉटर हीटर 250 K कॅलरी देते. हीटर सिस्टमची कार्यक्षमता 90% आहे. ठरवा (i) आर.एम.एस.आणि विद्युतधारेचे जास्तीत जास्त मूल्य; (ii) हीटरचा रोध; (iii) समीकरणे देखील लिहा जेव्हा विद्युत दाब आणि विद्युत धारा साठी जेव्हा पुरवठा वारंवारता 50 Hz असते. (उत्तर: 1.41 A; 1.993 A; 163.1 Ω ; $v = 325.27 \sin 314 t$; $i = 1.993 \sin 314 t$)
9. एका इंडक्टिव्ह गुंडाळीमध्ये नगण्य प्रतिकार आणि 0.1 हेन्रीचा समावेश असतो. तो 220 V, 50 Hz पुरवठा सापेक्ष जोडला आहे. विद्युतधारा आणि शक्ती शोधा. तसेच लागू विद्युत दाब आणि विद्युतधारेच्या तात्कालिक मूल्यासाठी अभिव्यक्ती लिहा. (उत्तर: 7 A; शून्य; $v = 311 \sin 314 t$, $i = 9.9 \sin (314 t - \pi/2)$)
10. एका कॅपेसिटरची क्षमता 30 मायक्रोफॅरड असते. 25 आणि 50 Hz वारंवारतेसाठी त्याची कॅपेसिटिव्ह प्रतिक्रिया शोधा. चे. पुरवठा विद्युत दाब 400 व्ही असल्यास प्रत्येक बाबतीत वर्तमान शोधा. (उत्तर: 212.2 Ω ; 106.1 Ω ; 2.073 A; 4.146 A)
11. एक 7Ω रोध असलेली आणि 31.8mH इन्डक्टन्स असलेली गुंडाळी 230 V 50Hz पुरवठाशी जोडलेली आहे. गणना करा (i) परिपथ विद्युत धारा, (ii) फेज अँगल, (iii) पॉवर फॅक्टर आणि (iv) वापरलेली शक्ती (उत्तर: 18.85 A; 55° अंतर; 0.573 अंतर; 2484.24 W)
12. $R = 200 \Omega$ आणि $L = 638 mH$ असलेल्या गुंडाळीवर विद्युत दाब $e = 200 \sin 100 \pi t$ लावले जाते. विद्युतधारेसाठी समीकरण शोधा आणि गुंडाळीद्वारे घेतलेली शक्ती देखील निर्धारित करा. (उत्तर: $0.706 \sin (314 t - 45.06^\circ)$; 50 W)
13. 100 V, 60 W दिवा 220 V, 50 Hz मेन्सवर चालवायचा आहे. शोधा- (i) शुद्ध रोध (ii) शुद्ध इन्डक्टन्स किंवा (iii) शुद्ध कॅपेसिटन्स, दिव्यासह मालिकेत ठेवण्यात यावेत, जे नुकसान न करता वापरण्यास सक्षम असेल. कोणत्या पद्धतीला प्राधान्य दिले जाईल आणि का? (उत्तर: 200 Ω ; 1.038 H; 9.75 μF)
14. अनुक्रमे 5 आणि 6 ओहम रोध आणि 3 आणि 7 ओहम इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया असलेल्या दोन गुंडाळ्या एकसर जोडलेले आहेत. 200 V, 50 Hz चे साइनसॉइडल विद्युतदाब संपूर्ण संयोजन भागात लागू केले जाते. गणना करा- (i) विद्युतधारा, पॉवर फॅक्टर आणि संपूर्ण परिपथामध्ये शोषलेली शक्ती; (ii) प्रत्येक गुंडाळीमध्ये विद्युत दाब ड्रॉप; (iii) पॉवर फॅक्टर आणि प्रत्येक गुंडाळीमध्ये शोषलेली शक्ती. (उत्तर: 13.1, 0.5241 अंतर, 1373 W. 102.3 V, 99.77 V; 0.64 अंतर, 858 प, 0.394 अंतर, 515 W)
15. 50 Hz वर 125 V चे विद्युत दाब एकसर कंडेनसर सह जोडलेल्या नॉन-इंडक्टिव्ह रोधावर लागू केले जाते. परिपथ मधील विद्युत धारा 2.2 A आहे. रोधामध्ये विजेचे नुकसान 96.8 W आहे आणि ते कंडेनसर मध्ये नगण्य आहे. रोध आणि कॅपेसिटन्सची गणना करा. (उत्तर: 20 Ω ; $59 \cdot 85 \mu F$)
16. 10Ω रोध, 0.2H इन्डक्टन्स आणि $100\mu F$ चा कॅपेसिटन्स एकसर जोडणीत असणारा एक अदिष्ट विद्युतधारा परिपथ, सिंगल-फेज 110 V, 50 Hz पुरवठ्यामध्ये जोडलेले आहे. गणना करा (i) परिणामी प्रतिक्रिया; (ii) प्रतिबाधा; (iii) विद्युतधारा; (iv) R, L आणि C सापेक्ष विद्युतदाब; (v) विद्युतधारा आणि विद्युतदाब पुरवठ्यामधील फेज फरक (vi) परिपथाचे फेजर आकृती काढा. (उत्तर: 31 Ω ; 32.573 Ω ; 3.377 A, 33.77 V, 212.18 V, 107.49 V; 72.12°)

17. 100Ω रोध आणि $100 \mu\text{H}$ इन्डक्टन्स ची गुंडाळी 100pF कॅपेसिटर सहित एकसर जोडणीत जोडले आहे. परिपथ 50V चल वारंवारता पुरवठ्याशी जोडलेले आहे. गणना करा- (i) अनुनाद वारंवारता; (ii) अनुनादात अनुनादात विद्युतधारा; (iii) अनुनादात L आणि C सापेक्ष विद्युतदाब आणि (iv) परिपथाचा क्यू-फॅक्टर.
(उत्तर: $1.59 \times 10^6 \text{ Hz}$; 0.5 A ; 500 V ; 500 V ; 10)
18. 75Ω रोध आणि 12H इन्डक्टन्स असलेली गुंडाळी एका C फॅराड्सचा कॅपेसिटन्स असलेल्या कॅपेसिटर समवेत एकसर जोडणीत आहे. जेव्हा परिपथ 220 V 60 Hz पुरवठ्यासापेक्ष जोडलेले असते तेव्हा C च्या मूल्याची गणना करा.
(उत्तर: $0.587 \mu\text{F}$)
19. $R-L-C$ सिरीज परिपथाचे पॅरामीटर निश्चित करा जे 10000 Hz वर प्रतिध्वनी करेल, 1000 Hz ची बँडविड्थ आणि अनुनादावर 200 V च्या जनित्वातून 15.3 W काढते (Draws).
(उत्तर. 2.614 ओहम, 416 मी एच, 609 पी एफ)
20. 15Ω रोध आणि 0.05H इन्डक्टन्स असलेली गुंडाळी एका 20Ω नॉन इंडक्टिव्ह रोधाच्या समांतर जोडणीत आहे. (i) परिपथाच्या प्रत्येक शाखेत विद्युतधारा (ii) एकूण विद्युतधारा पुरवठा, आणि (iii) संयोजनाचा फेज कोन, जेव्हा 230 व्होल्टचा विद्युत दाब परिपथामध्ये 50 हर्ट्झ लावले जाते. संबंधित फेसर आकृती काढा.
(उत्तर: 10.59 A , 11.5 A ; 20.31 A ; 22.14° मागे पडणे)
21. 200 V , 50 Hz पुरवठ्यामध्ये दोन गुंडाळ्या समांतर जोडलेले आहेत. पुरवठा वारंवारतेवर, त्यांचे प्रतिबाधा अनुक्रमे 6 आणि 10 ओहम आहेत आणि त्यांचे रोध 2 आणि 3 ओहम आहेत, गणना करा: (i) प्रत्येक कॉइलमध्ये विद्युतधारा; (ii) एकूण प्रवाह; (iii) एकूण शक्ती.
(उत्तर: 33.33 A ; 20 A ; 53.3 A ; 3421.6 W)
22. सिंगल फेज मोटर 0.8 लॅगिंगच्या पॉवर फॅक्टरवर 230 V वर 10 A ओढते. गणना करा कॅपेसिटरचे मूल्य जे मोटरच्या टर्मिनल्ससापेक्ष जोडलेले असेल जेव्हा लाईन विद्युतधारा हि विद्युतदाबाच्या फेज मध्ये असेल. पुरवठ्याची वारंवारता 50 Hz मानली जाऊ शकते..
(उत्तर: $166 \mu\text{F}$)
23. समांतर परिपथामध्ये $2.5 \mu\text{F}$ कॅपेसिटर आणि एक गुंडाळी असते ज्याचा रोध आणि इन्डक्टन्स अनुक्रमे 15Ω आणि 260 mH आहेत. निर्धारित करा- (i) अनुनाद वारंवारता; (ii) गुंडाळीचा Q -घटक आणि (iii) परिपथाची डायनॅमिक प्रतिबाधा.
(उत्तर: 197 Hz , 21.45 , 6933.33Ω)
24. 500Ω रोध आणि $350 \mu\text{H}$ ची इंडक्शन असलेली एक गुंडाळी आहे. पुरवठा वारंवारता 106 Hz वर अनुनाद होण्यासाठी गुंडाळीच्या समांतर जोडलेल्या कॅपेसिटर चे मूल्य काढा. जर 30pF कॅपेसिटन्स . चा दुसरा कॅपेसिटर पहिल्या कॅपेसिटर सोबत समांतर जोडला असेल तर अनुनाद कोणत्या वारंवारता मध्ये येईल ते शोधा.
(उत्तर: 68.8 p.F. , 0.825 MHz)
25. प्रत्येकी 15 ओहमचा रोध आणि 0.04 हेन्रीचा इन्डक्टन्स असलेल्या तीन समान गुंडाळ्या एका स्टार 3-फेज, 200V , 50 Hz पुरवठ्यासोबत लाईन्समध्ये जोडलेले आहे. जर ते आता डेल्टामध्ये जोडलेले असतील तर फेज विद्युतधारा, लाइन विद्युतधारा आणि प्रत्येक टप्प्यात शोषलेली एकूण शक्ती मोजा.
(उत्तर: 5.9 A , 10.215 A , 17.69 A , 1565 W , 4695 W)
26. तीन समान प्रतिबाधा डेल्टामध्ये 3-फेज, 400 V , 50 Hz च्या पुरवठ्याला जोडलेले आहेत. लाईन विद्युतधारा 34.65 A आहे आणि पुरवठ्यातून घेतलेली एकूण वीज 14.14 किलोवॅट आहे. प्रत्येक टप्प्याचे रोध आणि प्रेरण(इन्डक्टन्स) यांच्या मूल्याची गणना करा.
(उत्तर: 11.78Ω , 51.45 mH)

27. तीन इंडक्टिव्ह कॉइल्स प्रत्येक इंडक्शन 50 mH तारकामध्ये 3-फेज, 200 व्ही, 50 हर्ट्झ प्रणालीशी जोडलेले आहेत. प्रत्येक कॉइलच्या इंडक्शनची गणना करा, जेव्हा ते समान पुरवठ्याच्या डेल्टामध्ये जोडलेले असून समान लाईन प्रवाह घेईल. (उत्तर: 150 mH)
28. तीन 100 ओहम नॉन-इंडक्टिव्ह रेसिस्टन्स (i) स्टार (ii) डेल्टा 400 व्ही, 50 हर्ट्झ पुरवठा मध्ये जोडलेले आहेत प्रत्येक बाबतीत पुरवठा पासून घेतलेल्या शक्तीची गणना करा. जर एक रोध उघडला जात असेल तर प्रत्येक प्रकरणामध्ये पुरवठ्यापासून घेतलेल्या एकूण शक्तीचे मूल्य काय असेल. (उत्तर: 1600 W, 4800 W; 800 W, 3200 W)
29. दर्शवा की, जेव्हा संतुलित 3-फेज पुरवठ्याच्या सापेक्ष, तीन समान प्रतिबाधा डेल्टामध्ये जोडल्या जातात आणि जेव्हा ह्याच प्रतिबाधा तारा जोडणीत समान 3-फेज पुरवठ्यामध्ये जोडलेले असते तेव्हा वीज वापर तिप्पट असते.
30. 400 V, 3-फेज सिस्टीम लोड इम्पेडन्ससह संतुलित स्टार लोडशी जोडलेली आहे प्रत्येक फेज $40 \angle 60^\circ$ ओहम आहे. शोधा (i) लाईन आणि फेज प्रवाह आणि (ii) लाईन विद्युतदाब, लाईन विद्युतधारा आणि फेज विद्युतधारा दर्शवणारी फेजर आकृती काढा. (उत्तर: 5.775 अ; 5.775 अ)

खालील टेबल स्वतः भरा

एस नं.	प्रश्न (पॅरा मध्ये)	गुण	CO	बीएल	PO

बहु पर्यायी प्रश्न

- अदिष्ट प्रवाहाचे आरएमएस मूल्य स्थिर प्रवाहाद्वारे दिले जाते जे दिलेल्या परिपथ द्वारे दिलेल्या वेळेसाठी वाहते तेव्हा उत्पादन होते-
 - समान परिपथ मधून वाहताना अदिष्ट विद्युतधारा द्वारे उत्पादित उष्णतेपेक्षा जास्त उष्णता.
 - समान परिपथ मधून वाहताना अदिष्ट विद्युतधारा द्वारे उत्पादित उष्णतेसमान प्रमाण.
 - समान परिपथ मधून वाहताना अदिष्ट विद्युतधारा द्वारे उत्पादित उष्णतेपेक्षा कमी.
 - 144 ज्यूल.
- साइनसॉइडल विद्युत धारेचे सरासरी मूल्य संबंधाने दिले जाते
 - $I_m / \sqrt{2}$
 - $0.707 I_m$
 - $2 I_m / \pi$
 - वरीलपैकी काहीही नाही.
- असममित अदिष्ट परिमाणांच्या बाबतीत, सरासरी मूल्य नेहमी घेतले पाहिजे प्रती
 - अर्धा चक्र
 - तिमाही चक्र
 - संपूर्ण चक्र
 - सायकलचा कोणताही अंश
- साइनसॉइडल अल्टरनेटिंग विद्युत धारेचे आरएमएस मूल्य संबंधाद्वारे दिले जाते
 - $I_m / \sqrt{2}$
 - $0.637 I_m$
 - $2 I_m / \pi$
 - $I_m / 2$

5. साइनसॉइडल विद्युतधारेचा ऑप्लिट्यूड घटक आहे
 (अ) 1.11 (ब) 1.414 (क) 0.707 (ड) 0.637
6. आरएमएस मूल्य हे साइनसॉइडल विद्युत धारा च्या कमाल मूल्याचे अपूर्णाक आहे, अपूर्णाकांचे मूल्य ----अंश आहे
 (अ) $1/1.414$ (ब) 0.637 (क) 2 (ड) वरीलपैकी काहीही नाही
7. अदिष्ट विद्युतधारा सिग्नलचे आरएमएस मूल्य 10 व्होल्ट आहे. पीक टू पीक व्हॅल्यू असेल
 (अ) 6.37 V (ब) 14.14 V (क) 141 V (ड) 28.28 V
8. एक लहर 10μ सेकंदात एक चक्र पूर्ण करते, त्याची वारंवारता असेल
 (अ) 0.1 MHz (ब) $100,000 \text{ Hz}$ (क) 100 kHz (ड) हे सर्व
9. एक अदिष्ट प्रमाण जे दुसऱ्याच्या आधी त्याचे सकारात्मक कमाल मूल्य प्राप्त करते त्याला म्हणतात
 (अ) टप्प्याटप्प्यात (ब) मागे पडण्याचे प्रमाण
 (क) अग्रगण्य प्रमाण (ड) वरीलपैकी कोणतेही नाही
10. जर साइनसॉइडल व्होल्टेजचे प्रभावी मूल्य 222 व्होल्ट असेल. त्याचे सरासरी मूल्य असेल
 (अ) 200 V (ब) 246.42 V (क) 313.02 V (ड) वरीलपैकी काहीही नाही
11. प्रेरक प्रतिक्रिया ओहम मध्ये मोजली जाते कारण ती
 (अ) अदिष्ट प्रवाहाला विरोध करते (ब) अदिष्ट प्रवाह मदत करते
 (क) वारंवारता आणि अधिष्ठापनेचे उत्पादन आहे (ड) ला बॅक ईएमएफ आहे
12. RL एकसर परिपथामध्ये, जर $R = X_L$, अदिष्ट विद्युतधारा विद्युत दाब आणि विद्युत धारा मधील फेज फरक असेल.
 (अ) 0 (ब) 30 (क) 45 (ड) 90
13. जर अदिष्ट विद्युतधारा विद्युत दाब एका कॅपेसिटरवर लागू केले असेल तर, अदिष्ट प्रवाह वाहते परिपथ कारण
 (ए) व्होल्टेजचे उच्च शिखर मूल्य
 (बी) कॅपेसिटर कमी विरोध देते
 (क) इलेक्ट्रॉन कॅपेसिटरमधून जाऊ शकतात
 (ड) कॅपेसिटर चार्ज आणि त्यानुसार डिस्चार्ज पुरवठा वारंवारता
14. जसजशी वारंवारता वाढते, कॅपेसिटिव्ह रिअॅक्टन्सचे मूल्य
 (अ) वाढते (ब) कमी होते
 (क) तेच राहते (ड) प्रथम कमी होते नंतर वाढते
15. शुद्ध प्रेरक अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये:
 (अ) विद्युत दाब विद्युतधारा वेक्टरला 90 अंश ने नेतो
 (ब) विद्युतधारा विद्युत दाब वेक्टरला 90 अंश ने मागे टाकतो
 (क) विद्युत प्रवाह विद्युत दाब वेक्टरसह टप्प्यात आहे
 (ड) a आणि b दोन्ही

16. अदिष्ट विद्युतधारा परिपथामध्ये, उघड शक्तीची खरी अभिव्यक्ती आहे
 (अ) $I_{av} V_{av}$ (ब) $VI \cos \phi$
 (क) V आर.एम.एस. I आर.एम.एस. (ड) $VI \sin \phi$
17. जर शुद्ध कॅपेसिटिव्ह परिपथाला देण्यात येणाऱ्या वीज पुरवठ्याची वारंवारता दुप्पट असेल,
 (अ) विद्युतधारा देखील दुप्पट होईल (ब) विद्युतधारा निम्त्याने कमी होईल
 (क) विद्युतधारेचा विरोध निम्त्यावर येतो (ड) a आणि b दोन्ही
18. एकसर अनुनाद परिपथाचा पॉवर फॅक्टर आहे
 (अ) शून्य (ब) 0.5 मागे पडणे (क) एकता (ड) 0.5 आघाडीवर
19. समांतर अनुनाद परिपथामध्ये वर्तमान असेल
 (अ) शून्य (ब) अनंत (क) खूप लहान (ड) खूप मोठे
20. $R-L-C$ मालिकेच्या परिपथामध्ये प्रतिरोध 25Ω , इंडक्शन 8 एम एच आणि कॅपेसिटन्स असते $80 \mu F$, परिपथ चा $p.f.$ असेल
 (अ) ऐक्य (ब) शून्य (क) मागे पडणे (ड) अग्रगण्य
21. समान रेटिंगसाठी, 3-फेज मशीनचा आकार 1-फेज मशीनचा असेल
 (अ) अधिक (ब) कमी (क) समान (ड) वरीलपैकी काहीही नाही
22. 3-फेज सिस्टीममध्ये दिलेल्या व्होल्टेजवर विशिष्ट अंतरावर समान प्रमाणात शक्ती प्रसारित करण्यासाठी, 1-फेज सिस्टीममध्ये आवश्यक सामग्रीचे संचालन करण्याची आवश्यकता ----असेल
 (अ) 1.5 वेळा (ब) 0.5 वेळा (क) 3 वेळा (ड) 0.75 वेळा
23. 3-फेज सिस्टीमचा फेज क्रम RYB आहे. समान टप्प्याचा क्रम असू शकतो
 (अ) RBY (ब) BYR (क) YBR (ड) YRB
24. संतुलित 3-टप्प्यात, तारा-जोडलेल्या प्रणालीमध्ये, फेज व्होल्टेजमधील फेज फरक आणि त्यांच्या संबंधित लाइन विद्युत दाब आहेत
 (अ) 30 (ब) 60 (क) 120 (ड) 45
25. संतुलित 3-टप्प्यात, तारा-जोडलेल्या प्रणालीमध्ये, फेज व्होल्टेजमधील संबंध (V_{ph}) आणि लाइन विद्युत दाब (V_L) आहे
 (अ) $V_{ph} = 3 V_L$ (ब) $V_{ph} = 0.577 V_L$ (क) $V_{ph} = V_L^2$ (ड) वरीलपैकी काहीही नाही
26. 3-फेज लोडला समतोल भार असे म्हटले जाते, जर तिन्ही फेजचे समान असतील
 (अ) प्रतिबाधा (ब) पॉवर फॅक्टर (क) दोन्ही a आणि b (ड) वरीलपैकी काहीही नाही
27. तीन 100 ओहम रेझिस्टर 400 V , 3-फेज सप्लायमध्ये स्टारमध्ये जोडलेले आहेत, जर त्यापैकी एक रेझिस्टर डिस्कनेक्ट झाले आहेत, तर लाईन विद्युत धारा असेल
 (अ) $2 A$ (ब) $4 A$ (क) $4 / 3 A$ (ड) $4 \sqrt{3} A$

28. तीन 50 ओहम रेझिस्टर 400 V, 3-फेज सप्लायमध्ये डेल्टामध्ये जोडलेले आहेत, जर त्यापैकी एक रेझिस्टर डिस्कनेक्ट झाला आहे, नंतर फेज विद्युत धारा असेल
 (अ) $8/3 A$ (ब) $8 \times 3 A$ (क) $8 A$ (ड) $4/3 A$
29. 3-ओहम, संतुलित भारात, वापरलेली शक्ती संबंधाने दिली जाते
 (अ) $3 V_L I_L \cos$ (ब) $3 V_{ph} I_{ph} \cos$ (क) दोन्ही (अ) आणि (ब)
 (ड) वरीलपैकी काहीही नाही
30. जेव्हा तीन 10 ओहम रेझिस्टर 400 व्ही, 3-फेज सप्लायमध्ये तारेमध्ये जोडलेले असतात रेझिस्टरला पॉवर रेटिंग असणे आवश्यक आहे.
 (अ) 5290 प (ब) 2300 प (क) 4000 प (डी) 4600 प
31. 400 V, 3-फेज सप्लायशी जोडल्यावर तीन डेल्टा कनेक्टेड रेझिस्टर 30 किलोवॉट शोषून घेतात. जेव्हा ते एकाच पुरवठ्यामध्ये तारेमध्ये जोडलेले असतात तेव्हा शोषलेली शक्ती असेल
 (अ) 60 किलोवॉट (ब) $k0$ किलोवॉट (क) 20 किलोवॉट (ड) 10 किलोवॉट
32. तीन समान प्रतिकारशक्ती, प्रत्येकी 15Ω , 400 V, पुरवठा. 3-टप्प्यात तारेमध्ये जोडलेले आहेत समतुल्य डेल्टा-कनेक्टेड लोडच्या प्रत्येक टप्प्याचे प्रतिकार मूल्य होईल
 (अ) 5 (ब) 45 (क) 30 (ड) 7.5

खालील टेबल स्वतः भरा

अनु क्रं.	प्रश्न (पॅरा मध्ये)	गुण	CO	BL	PO

चाचणी प्रश्न

- साइनसॉइडल ईएमएफ कसा निर्माण होतो ते स्पष्ट करा.
- साइनसॉइडली बदलणाऱ्या व्होल्टेजच्या तात्कालिक मूल्यासाठी समीकरण लिहा.
- अदिष्ट लाटाचे स्वरूप लागू केल्याप्रमाणे अँप्लिट्यूड, सायकल, कालावधी, वारंवारता आणि टप्प्यातील फरक या संज्ञा स्पष्ट करा.
- आर.एम.एस. मूल्य आणि अदिष्ट प्रमाणाचे सरासरी मूल्य परिभाषित करा.
- साइनसॉइडल अदिष्ट विद्युतधारा व्होल्टेजचे आरएमएस मूल्य दर्शवा - $V_m = V_m/2$.
- साइनसॉइडली भिन्न प्रमाणात सरासरी आणि आरएमएस मूल्यासाठी समीकरण लिहा.
- दर्शवा की साइनसॉइडल तरंग फॉर्मचा फॉर्म फॅक्टर 1.11 आहे.
- साइनसॉइडली भिन्न प्रमाणात फॉर्म फॅक्टर आणि पीक फॅक्टरची मूल्ये काढा.

9. सिनोसॉइडल प्रमाण वेक्टरद्वारे कसे दर्शविले जाऊ शकतात ते स्पष्ट करा.
10. अदिष्ट परिमाण जोडण्यासाठी घटक पद्धत स्पष्ट करा.
11. दोन्हीमधील फरक विषाद करा:
 - (i) कालावधी आणि वारंवारता
 - (ii) सायकल आणि अल्टरनेशन
 - (iii) पीक फॅक्टर आणि फॉर्म फॅक्टर
 - (iv) अदिष्ट प्रवाहाचे सरासरी आणि आरएमएस मूल्य
12. समजावून सांगा की एका प्रेरकाच्या ओलांडून प्रवाहाचा फेझर त्याचे विद्युत दाब 90 अंश ने का कमी करतो आणि एका कॅपेसिटरमध्ये प्रवाहाचा फेझर त्याच्या व्होल्टेजला 90 अंश ने ने पुढे नेतो.
13. अल्टरनेटिंग विद्युत दाब आणि शुद्धस्थिर स्थितीत आगमनात्मक आणि पूर्णपणे कॅपेसिटन्स परिपथ. मध्ये चालू दरम्यान फेज अँगल संबंध निश्चित करा.
14. गणिताच्या अभिव्यक्तीसह स्पष्ट करा की शुद्ध इंदुकटीव्ह मध्ये उपभोगलेली शक्ती शून्य असते.
15. शुद्ध कॅपेसिटन्समध्ये वापरलेली शक्ती शून्य आहे हे गणिती अभिव्यक्तीसह स्पष्ट करा.
16. हे दर्शवा की शुद्ध प्रतिरोधक परिपथामध्ये वापरलेली शक्ती स्थिर नसते परंतु ती चढ -उतार असते.
17. अदिष्ट विद्युतधारा सिंगल-फेज आरएल सीरिस परिपथामध्ये वापरल्या जाणार्या शक्तीसाठी अभिव्यक्ती विकसित करा.
18. 'वॅट-विरहित विद्युत धारा' म्हणजे काय?
19. वास्तविक शक्ती, प्रतिक्रियाशील शक्ती आणि उघड शक्ती मधून तुम्हाला काय समजते?
20. पॉवर फॅक्टर म्हणजे काय? त्याचे व्यावहारिक महत्त्व बदल चर्चा करा.
21. पीएफ सुधारण्यासाठी कॅपेसिटरचा वापर कसा होतो ते स्पष्ट करा.
22. R-L-C एकसर परिपथामध्ये पॉवर फॅक्टर काय आहे; जेव्हा $X_L > X_C$, $X_L < X_C$, $X_L = X_C$?
23. एकसर अनुनाद परिपथासाठी क्यू-फॅक्टर परिभाषित करा आणि परिपथ च्या दृष्टीने मापदंड व्यक्त करा.
24. जर आर-फेजचे विद्युत दाब $R = V_m \sin t$, द्वारे दर्शविले जाते, समान अभिव्यक्ती लिहा वाय-फेज आणि बी-फेजच्या व्होल्टेजसाठी. फेज क्रम RBY आहे.
25. 1-फेज सिस्टमपेक्षा 3-फेज सिस्टमचे काय फायदे आहेत?
26. 3-फेज वीज पुरवठ्यामुळे तुम्हाला काय समजते? स्टार आणि डेल्टा-जोडणी चे वर्णन करा लाइन विद्युत दाब आणि फेज व्होल्टेज, लाईन करंट्स आणि फेज करंट्स दाखवून.
27. संतुलित 3-टप्प्यासाठी फेज आणि लाइन विद्युत दाब आणि विद्युत प्रवाहांमधील संबंध काढातारा-जोडलेली प्रणाली. किंवा 3-फेज परिपथामध्ये स्टार कनेक्टेड सिस्टीमसाठी हे सिद्ध करा की $V_L = 3 V_{ph}$ and $I_L = I_{ph}$. अल्टरनेटरच्या लाईन आणि फेज व्होल्टेजमधील संबंध काढा.
28. स्टार-कनेक्टेड आणि डेल्टा-कनेक्टेड परिपथांमध्ये फेज विद्युतधारा, फेज व्होल्टेजसह लाइन विद्युत दाब आणि लाईन विद्युत धारा मधील संबंध लिहा.
29. 3-फेज स्टार आणि डेल्टा जोडणी मध्ये शक्तीसाठी अभिव्यक्ती काढा.

30. डेल्टा-कनेक्टेड 3-फेज पॉवर सिस्टम साठी विद्युत दाब आणि करंट्ससाठी लाइन आणि फेज रिलेशन मिळवा. तसेच एकूण शक्ती आणि प्रति फेज शक्तीची अभिव्यक्ती मिळवा.
31. संतुलित 3-फेज लोडमध्ये एकूण शक्तीसाठी अभिव्यक्ती विकसित करा.
32. संतुलित 3-फेज प्रणालीच्या मूलभूत वैशिष्ट्यांचे वर्णन करा.
33. सिद्ध करा-डेल्टामध्ये तीन समान प्रतिबाधा जोडलेले असताना वीज वापर दर्शवा संतुलित 3-फेज पुरवठ्यामध्ये, समान प्रतिबाधा असताना तिप्पट असते.

a comment need to be added above this table as-

हा टेबल स्वतः भरा-

एस नं.	प्रश्न (पॅरा मध्ये)	गुण	CO	PO

लक्ष आणि अंतर विश्लेषण

अंतर विश्लेषण आयोजित करण्यासाठी आणि उपचारात्मक उपाययोजना करण्यासाठी कार्यक्रमाच्या परिणामांची पावती खालील सारणीमध्ये संकलित केली जाईल:

अभ्यासक्रम परिणाम	कार्यक्रम फलितच्या साध्य											
	01- निम्न स्तर परस्परसंबंध; 02- मध्यम स्तर परस्परसंबंध; 03- उच्च स्तर परस्परसंबंध											
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7	PO-8	PO-9	PO-10	PO-11	PO-12
CO-1												
CO-2												
CO-3												
CO-4												
CO-5												

बहु पर्यायी प्रश्नांची उत्तरे

1. (ब) 2. (क) 3. (क) 4. (अ) 5. (ब) 6. (अ) 7. (ड) 8. (ड) 9. (क) 10. (अ) 11. (अ) 12. (क) 13. (ड) 14. (ब) 15. (ड) 16. (क) 17. (ड) 18. (क) 19. (क) 20. (ड) 21. (ब) 22. (ड) 23. (क) 24. (अ) 25. (ब) 26. (क) 27. (अ) 28. (क) 29. (क) 30. (अ) 31. (ड) 32. (ब)

प्रयोगशाळा कार्य

प्रात्यक्षिक क्रं.-2

1. R-L, R-C आणि R-L-C परिपथातील स्थिर स्थिती आणि चलीत वेळ प्रतिक्रिया विद्युतदाबातील स्टेप बदलासाठी मोजणे (चलीत वेळ प्रतिक्रिया साठवण ओसीलोस्कोपने निरीक्षण करता येईल).
2. R-L आणि R-C परिपथाची सायनोसाइडल प्रतिक्रिया- प्रतिरोध मोजणी आणि पडताळणी.
3. विद्युतदाब आणि विद्युतधारा यामधील फेज फरकाचे निरीक्षण. R-L-C परिपथातील अनुनाद मोजणी.

अदिष्ट परिपथाचे विश्लेषण करण्यासाठी आपण खालील प्रात्यक्षिक करू शकतो:

1. R-L परिपथातील विद्युतदाब आणि विद्युतधारा यामधील नाते निश्चित करून परिपथाचा शक्ती घटक मोजणे.
2. अदिष्ट परिपथातील एकसर आणि समांतर अनुनाद मोजणे.

उद्दिष्टे:

1. प्रात्यक्षिके पूर्ण केल्यानंतर विद्यार्थ्यांना अदिष्ट परिपथातील विद्युतधारा आणि विद्युतदाब यामधील नाते समजून येते. तसेच अदिष्ट परिपथातील शक्ती घटकाशी त्यांचा परिचय होईल.
2. विद्यार्थ्यांचा R-L-C परिपथातील एकसर आणि समांतर अनुनाद संकल्पनेचा परिचय करून देणे.

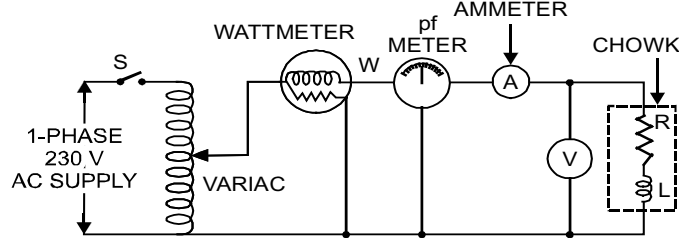
प्रात्यक्षिकांना लागणारे घटक/उपकरणे/साहित्य :

1. 1-फेज 230V अदिष्ट पुरवठा
2. एक कळ S
3. एक चोक गुंडाळी (फ्लोरोसंट ट्यूबचा चोक)
4. एक 1-फेज स्वयं रोहित किंवा व्हेरियाक
5. एक श्रेणीचा अदिष्ट अमीटर
6. एक श्रेणीचा वॉटमीटर
7. एक श्रेणीचा अदिष्ट व्होल्टमीटर
8. एक शक्ती घटक मीटर
9. जोडणी लीड्स इ.

अतिरिक्त लागणारे घटक/उपकरणे/साहित्य :

10. परिपथाला चल वारंवारता पुरवठा करण्यासाठी सिग्नल जनरेटर
11. एक इलेक्ट्रॉनिक कॅपेसिटर (अदिष्ट कॅपेसिटर)
12. एक चल रोध Rh (व्हीओस्टाट)

परिपथ आकृती:



आकृती. P 2.1. R -L एकसर परिपथातील V आणि I मधील नाते निश्चित करण्यासाठीचे परिपथ

सिद्धांत:

वॉटमीटर नोंदी = W ; अँमीटर नोंदी = I ; व्होल्टमीटर नोंदी = V ; शक्ती घटक (P.f.) मीटर नोंदी = K

$$\text{शक्ती घटक मोजणी} = \frac{W}{VI}$$

उपलब्ध नोंदीवरून V आणि I दरम्यानचा वक्र आलेखित करा.

कृती:

प्रात्यक्षिक करण्यासाठी खालील प्रमाणे कृती करा:

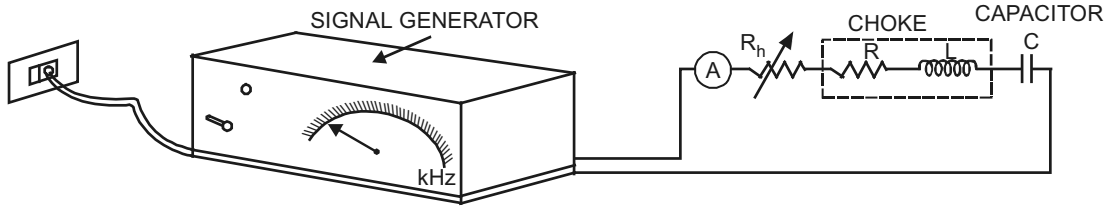
1. आकृती P 2.1 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथाप्रमाणे जोडण्या करा.
2. सर्व जोडण्या प्रयोगशाळेच्या प्रभारी शिक्षकांमार्फत तपासून घ्या .
3. व्हेरियाक त्याच्या न्यूनतम बिंदूवर आणून कळ S चालू करा.
4. व्हेरियाक द्वारे विद्युतदाब क्रमाक्रमाने वाढवून व्होल्टमीटर, अँमीटर, वॉटमीटर आणि शक्ती घटक मीटरच्या नोंदी घ्या.
5. विद्युतदाब आणि विद्युतधारा याधील वक्र आलेखित करा.
6. परिपथातील सर्व जोडण्या काढून टाका व परिपथ काढून टाका.

निरीक्षण साराणी:

अ.क्र.	गणना				निरीक्षणे शक्ती घटक मोजणी =
	व्होल्टमीटरच्या नोंदी (V) वोल्ट मध्ये	अँमीटरच्या नोंदी (I) अम्पियर मध्ये	वॉटमीटरच्या नोंदी (W) वॉट मध्ये	शक्ती घटक मीटर च्या नोंदी (K)	
1.					
2.					
3.					
4.					

परिणाम:

1. जेव्हा विद्युतदाब वाढतो तेव्हा विद्युतधारा वाढते. हा परिणाम V आणि I मधील वक्र आलेखित करून दर्शविता येतो.
2. शक्ती घटकाची गणना. हे मोजणी केल्याप्रमाणे सारखीच असते.
3. सीआरओद्वारे परिपथाच्या वेगवेगळ्या टर्मिनल्स सापेक्ष तरंगाकृतीचे निरीक्षण करा.

R-L-C एकसर अनुनाद परिपथाची आकृती:

आकृती. P.2.2. R-L-C एकसर जोडणीत अनुनाद निश्चित करण्यासाठीचे परिपथ

सिद्धांत:

अनुनाद स्थितीत- $X_L = X_C$; $2\pi f r L =$; तसेच प्रतिरोध $= Z_r = R$

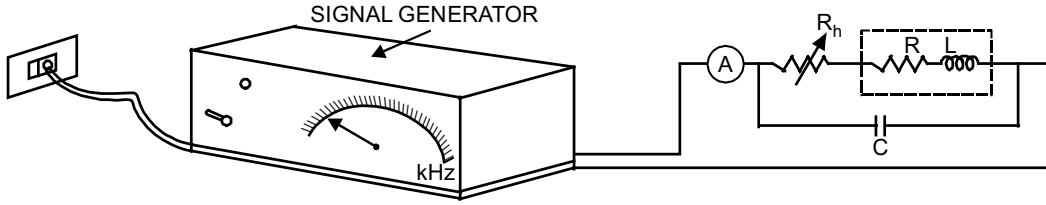
R -L-C एकसर परिपथात अनुनाद स्थितीत विद्युतधारा महत्तम असते.

R -L-C समांतर परिपथात अनुनाद स्थितीत विद्युतधारा लघुत्तम असते.

कृती:

1. प्रात्यक्षिक करण्यासाठी खालील प्रमाणे कृती करा:
2. आकृती P 2.2 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथाप्रमाणे जोडण्या करा.
3. सर्व जोडण्या प्रयोगशाळेच्या प्रभारी शिक्षकांमार्फत तपासून घ्या
4. सिग्नल जनित्राची सुई लघुत्तम (शून्य) वारंवारतेवर स्थिर करा
5. सिग्नल जनित्राचा पुरवठा चालू करा.
6. परिपथाचा वारंवारता पुरवठा हळू हळू वाढवणे आणि निरीक्षण सारणीत अँमीटरच्या मूल्यांच्या नोंदी करा.
7. महत्तम विद्युतधारेसाठी सिग्नल जनित्रावर दर्शविणाऱ्या वारंवारतेच्या मूल्याची नोंद करा. हे मूल्य अनुनाद वारंवारता दर्शवते.
8. विद्युत पुरवठा बंद करून सिग्नल जनित्राची सुई शून्यावर आणा. R_h चे मूल्य बदला आणि पायरी क्रं. 4, 5 आणि 6 ची पुनरावृत्ती करा.
9. विद्युत पुरवठा बंद करा आणि परिपथातील जोडण्या आकृती P. 2.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे बदला.
10. वारंवारतेचे मूल्य बदलून, विद्युतधारेचे लघुत्तम मुल्यासाठी प्रात्यक्षिक पुन्हा करा.
11. निरीक्षण सारणीत समांतर परिपथासाठी नोंदी करा.

समांतर अनुनादासाठी परिपथाची आकृती:



आकृती. P.2.3. समांतर जोडणीत अनुनाद निश्चित करण्यासाठीचे परिपथ

निरीक्षण सराणी:

अ.क्र.	Rh1 साठीचा व्हिओस्टेट संच		Rh2 साठीचा व्हिओस्टेट संच		Rh3 साठीचा व्हिओस्टेट संच	
	सिग्नल जनित्राच्या नोंदी (f)	सिग्नल अँमीटरच्या नोंदी (I)	सिग्नल जनित्राच्या नोंदी (f)	सिग्नल अँमीटरच्या नोंदी (I)	सिग्नल जनित्राच्या नोंदी (f)	सिग्नल अँमीटरच्या नोंदी (I)
एकसर अनुनाद परिपथासाठी						
समांतर अनुनाद परिपथासाठी						

परिणाम:

तिन्ही प्रकारच्या जोडण्यामध्ये, अनुनाद वारंवारतेचे मूल्य हे सारखेच असते कारण अनुनाद वारंवारता परिपथ रोधसापेक्ष स्वतंत्र असते.

तोंडी परीक्षा:

1. अदिष्ट परिपथाचा प्रतिरोध म्हणजे काय ?
2. अनुनादक अदिष्ट एकसर परिपथ या संकल्पनेतून तुम्हाला काय समजले?
3. अनुनादक अदिष्ट समांतर परिपथ या संकल्पनेतून तुम्हाला काय समजले?

3

रोहील (ट्रान्सफॉर्मर)

शिकण्याचे उद्दिष्ट:

- उद्दिष्ट 1 : चुंबकीय मटेरिअलचा अभ्यास आणि बी-एच वक्रचे(B-H curve) महत्त्व.
- उद्दिष्ट 2 : 1-सिंगल-फेज(single-phase) रोहित आणि त्याच्या रचनेबद्दल मूलभूत कल्पना
- उद्दिष्ट 3 : रोहिताच्या ऑपरेशनचे सिद्धांत.
- उद्दिष्ट 4 : रोहित समतुल्य परिपथ.
- उद्दिष्ट 5 : रोहितांमध्ये होणारे मुख्य लॉसेस आणि रोहितांचे विद्युतदाब नियमन.
- उद्दिष्ट 6 : स्वयं चलित रोहितांचा (auto-transformer) अभ्यास
- उद्दिष्ट 7 : 3-चरण रोहितांबद्दलच्या मुलभूत संकल्पना

प्रस्तावना

रोहील (transformers), दिष्ट मशीन (DC machines) सारख्या सर्व विद्युत मशीनचे ऑपरेशन, सिंक्रोनास मशीन (synchronous machines), इंडक्शन मोटर्स (induction motors) इत्यादी. त्यांच्या चुंबकीय परिपथावर अवलंबून असतात. क्लोझ पाथ (close path) अनुसरण करणारी रेषा शक्तीला चुंबकीय परिपथ म्हणतात.सर्व विद्युत उपकरणे आणि मशीनचे ऑपरेशन त्यांच्या चुंबकीय परिपथाद्वारे तयार केलेल्या चुंबकत्वावरअवलंबून असते. म्हणून, आवश्यक वैशिष्ट्ये प्राप्त करण्यासाठी या उपकरणांपैकी, त्यांची चुंबकीय परिपथ काळजीपूर्वक आरेखित (डिजाइन) करावी लागते.

रोहील हे एक प्रमुख विद्युत मशीन किंवा डिव्हाइस आहे जे शक्ती प्रणालीमध्ये वापरले जाते. जनरेटिंग स्टेशन्सवर (generating stations), त्याचा उपयोग आर्थिक कारणांसाठी विद्युतदाब वाढवण्यासाठी केला जातो, तरते, विद्युतदाब स्टेप-डाउन करण्यासाठी रिसिव्हिंग स्टेशनवर (receiving station) सुरक्षितते साठी याचा वापर केला जातो (विद्युत ऊर्जेच्या सुयोग्य वापरासाठी विद्युतदाब 220 व्होल्ट पर्यंत कमी केले जाते).

या अध्यायात, आपण आपले लक्ष चुंबकीय मटेरिअल, रोहील आणि त्याचे कार्य यावर केंद्रित करू.

घटकवार परिणाम

U3-O1: युनिट-3 शिक्षण निष्पत्ती 1

विद्युतधाराआणि त्याच्या अनुप्रयोगांच्या चुंबकीय प्रभावाबद्दल जाणून घेणे

U3-O2: युनिट-3 शिक्षण निष्पत्ती 2

विद्युतशक्ती (electric power) एका परिपथातून दुसऱ्या परिपथामध्ये कशी पारेषित केली जाते हे समजून घेणे

U3-O4: युनिट-3 शिक्षण निष्पत्ती 3

रोहिलाच्या कामावर लोड पॉवर फॅक्टरच्या(power factor) प्रभावाचे विश्लेषण करणे

U3-O4: युनिट-3 शिक्षण निष्पत्ती 4

रोहिलांच्या लॉसेस आणि कार्यक्षमतेचे विश्लेषण करणे.

U3-O5: युनिट-3 शिक्षण निष्पत्ती 5

ऑटोरोहील (autotransformers) आणि 3-फेज रोहीलबद्दल जाणून घेणे

घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन

घटक क्रं.-2 चे उद्दिष्टे	अभ्यासक्रम उद्दिष्टांसोबतचे अपेक्षित संयोजन		
	01- निम्न स्तर परस्परसंबंध; 02- मध्यम स्तर परस्परसंबंध; 03- उच्च स्तर परस्परसंबंध		
	CO-1	CO-2	CO-3
U3-O1	1	3	—
U3-O2	1	3	—
U3-O3	1	3	—
U3-O4	1	3	—
U3-O5	—	3	—

मनोरंजक माहिती

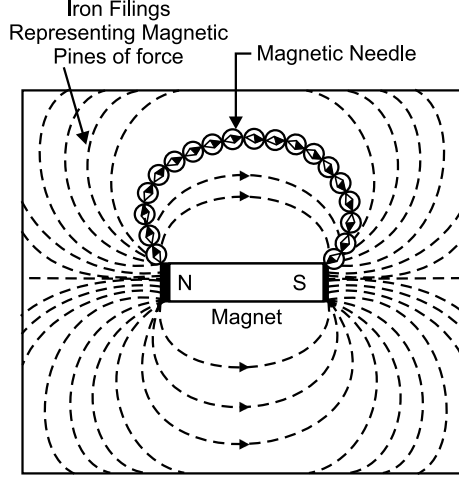
- ठराविक मायक्रोवेव्ह ओव्हन मध्ये, त्याच्या डिजिटल घड्याळाला शक्ती देण्यासाठी अधिक ऊर्जा वापरली जाते त्यापेक्षा कमी ऊर्जा जेवण गरम करण्यासाठी वापरली जाते.
- आजपर्यंत, जगातील बहुतेक वीज निर्मिती कोळशावर अवलंबून आहे. युनायटेड स्टेट्स मध्ये निम्मे वीज उत्पादन कोळशापासून होते. चीनमध्ये कोळशाद्वारे 3/4 पेक्षा जास्त वीज निर्माण होते. अक्षय स्त्रोता पासून वीज निर्मिती करण्यासाठी सर्व प्रयत्न चालू आहे यात काही शंका नाही

चलचित्र संपर्क दुवे

परिपाथासाठीचे चलचित्र दुवे

3.1 चुंबक


चुंबक हे एक मटेरिअल किंवा वस्तू आहे जी त्याच्या सभोवतालचे चुंबकीय क्षेत्र दर्शवते (आकृती 3.1 पहा) चुंबकीय क्षेत्र जरी अदृश्य असले तरी चुंबकच्या सर्व गुणधर्मास ते जबाबदार असते. चुंबकीय क्षेत्र जरी अदृश्य असले तरी चुंबकच्या सर्व गुणधर्मास ते जबाबदार असते. चुंबकाचे उत्तर आणि दक्षिण ध्रुव विरुद्ध टोकांना असतात



आकृती 3.1: चुंबक बार आणि त्याचे प्रभाव क्षेत्र

प्रत्येक चुंबकामध्ये असमान कक्षा आणि असमान फिरकी (स्पिन) असणारे ऋणभारीत कण (इलेक्ट्रॉन) असतात. प्रत्येक चुंबकीय अणू हा आपल्या कार्यक्षेत्रात (डोमेन) एका सरळ रेषेत आरेखित असतो. तसेच अशी सर्व कार्यक्षेत्र सुद्धा एका दिशेत आरेखित असतात. जर एखादा धातूचा तुकडा या सर्व अटी पूर्ण करत असेल तरच तो चुंबक बनतो.

3.2 चुंबकीय मटेरिअलचे वर्गीकरण

सर्व साहित्य त्यांच्या चुंबकीय वर्तनाच्या दृष्टीने वर्गीकृत केले जाऊ शकते. दोन सर्वात सामान्य प्रकारचे चुंबकत्व म्हणजे डायमॅग्नेटिझम आणि पॅरामॅग्नेटिझम, जे आवर्त सारणीतील बहुतेक मूलद्रव्यांच्या, खोलीच्या सर्वसाधारण तपमानावर, चुंबकीय गुणधर्मासाठी जबाबदार असतात. या घटकांना सहसा अचुंबकीय (नॉनमॅग्नेटिक) म्हणून संबोधले जाते. तसेच, ज्यांना चुंबकीय म्हणून संबोधले जाते ते प्रत्यक्षात फेरोमॅग्नेटिक म्हणून वर्गीकृत केले जातात.

जेव्हा एखादी सामग्री चुंबकीय क्षेत्रात ठेवली जाते, तेव्हा त्या सामग्रीच्या ऋणभारीत कणांची चुंबकीय शक्ती प्रभावीत होते. हा परिणाम फॅराडेचा मॅग्नेटिक इंडक्शन सिद्धांत म्हणून ओळखला जातो. तथापि, बाह्य चुंबकीय क्षेत्राच्या उपस्थिती मध्ये काही वस्तू बरीच वेगळी प्रतिक्रिया देऊ शकतात. अशी प्रतिक्रिया अनेक घटकांवर अवलंबून असते घटक, जसे की वस्तूची अणू आणि आण्विक रचना आणि संबंधित चुंबकीय क्षेत्र. अणूशी संबंधित चुंबकीय गतींचे तीन स्तोत्र आहेत. जसे कि ऋणभारीत कणांची हालचाल, बाह्य चुंबकीय क्षेत्रामुळे होणारा ह्या हालचालीतील बदल आणि ऋणभारीत कणांचे स्वताः भोवती फिरणे.

बहुतेक अणूंमध्ये ऋणभारीत कण जोड्यांमध्ये आढळतात. जोडीतील ऋणभारीत कण हे एकमेकांच्या उलट दिशेने फिरतात. त्यामुळे जेव्हा ऋणभारीत कण एकल जोडलेले असतात, त्यांच्या एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेला होणाऱ्या फिरण्यामुळे त्यांचे चुंबकीय क्षेत्र एकमेकांना रद्द करतात. परिणामस्वरूप, कोणतेही निव्वळ चुंबकीय क्षेत्र अस्तित्वात राहात नाही. तथापि, एखाद्या वास्तूमधील न जोडलेल्या ऋणभारीत कणांना निव्वळ चुंबकीय क्षेत्र असू शकते आणि तेच बाह्य चुंबकीय क्षेत्रास चांगला प्रतिसाद देऊ शकतात. नेहमी वापराच्या वस्तू ह्या बहुतेक डायमॅग्नेटिक, पॅरामॅग्नेटिक किंवा फेरोमॅग्नेटिक म्हणून वर्गीकृत केले जाऊ शकते,

डायमॅग्नेटिक पदार्थ: ज्या पदार्थाचे चुंबकीय क्षेत्र कमकुवत, नकारात्मक संवेदनशील असते त्यांना डायमॅग्नेटिक पदार्थ म्हणतात. हे पदार्थ चुंबकीय क्षेत्राद्वारे किंचित दूर लोटले जातात आणि बाह्य चुंबकीय प्रभाव नाहीसा होतो तेव्हा हे पदार्थ चुंबकीय गुणवत्ता

दाखवत नाहीत. डायमॅग्नेटीक पदार्थांमध्ये इलेक्ट्रॉन जोडी असतात आहेत म्हणून तेथे प्रत्येक अणू मध्ये चुंबकीय गती आढळून येत नाहीत. बाह्य चुंबकीय क्षेत्राच्या प्रभावाखाली इलेक्ट्रॉन मार्गाच्या पुनर्बांधणीमुळे डायमॅग्नेटीक गुणधर्म निर्माण होतात. वारंवारता सरणीमधील बहुतांश संयुगे हि डायमॅग्नेटीक आहेत जसे तांबे, चांदी आणि सोने.

पॅरामॅग्नेटिक पदार्थ: ज्या पदार्थाचे चुंबकीय क्षेत्र लहान, सकारात्मक संवेदनशील असते त्यांना पॅरामॅग्नेटिक पदार्थ म्हणतात. हे पदार्थ चुंबकीय क्षेत्राद्वारे किंचित आकर्षित होतात आणि बाह्य चुंबकीय प्रभाव नाहीसा होतो तेव्हा हे पदार्थ चुंबकीय गुणवत्ता दाखवत नाहीत. पॅरामॅग्नेटिक पदार्थांमध्ये इलेक्ट्रॉन जोडी नसतात म्हणून तेथे प्रत्येक अणू मध्ये चुंबकीय गती आढळून येते. मॅग्नेशियम, मॉलिब्डेनम, लिथियम आणि टँटलम अल्कली हे पॅरामॅग्नेटिक पदार्थ आहेत.

फेरोमॅग्नेटिक पदार्थ: ज्या पदार्थाचे चुंबकीय क्षेत्र मोठा, सकारात्मक संवेदनशीलता आहे त्यांना आपण, फेरोमॅग्नेटिक पदार्थ म्हणतो. हे पदार्थ चुंबकीय क्षेत्राद्वारे कर्षित होतात आणि बाह्य चुंबकीय प्रभाव नाहीसा होतो तेव्हाहि हे पदार्थ चुंबकीय गुणवत्ता दाखवतात. पॅरामॅग्नेटिक पदार्थांमध्ये इलेक्ट्रॉन जोडी नसतात म्हणून तेथे प्रत्येक अणू मध्ये चुंबकीय गती आढळून येते. चुंबकीय डोमेन च्या उपस्थिती कारण ते स्वतःचे मजबूत चुंबकीय गुणधर्म प्राप्त करू आहे. हे डोमेन मध्ये, मोठ्या संख्याच्या अणूंच्या कण (1012 ते 1015) समांतर संरेखन आहेत आपण त्यामुळे डोमेन च्या आतील चुंबकीय शक्ती मजबूत असते. जेव्हा एक लोह चुंबकीय पदार्थ गैर-चुंबकीय अवस्थे मध्ये असतो तेव्हा डोमेन अस्ताव्यस्त असतो आणि निव्वळ चुंबकीय क्षेत्र शून्य असते. चुंबकीय बळ दिल्या नंतर हे पदार्थ एक मजबूत चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करण्यासाठी डोमेन मध्ये संरेखित होतात. लोखंड, निकेल आणि कोबाल्ट हे लोह चुंबकीय पदार्थांचे उदाहरण आहेत.

3.3 विद्युत चुंबकत्व

विद्युतप्रवाहाच्या प्रभावामुळे चुंबकत्व निर्माण होणाऱ्या घटनेला विद्युत चुंबकत्व म्हणतात.

महत्त्वपूर्ण अटी

चुंबकीय परिपथाचा अभ्यास करताना, साधारणपणे, आम्हाला खालील अटी येतात:

1. **चुंबकीय क्षेत्र:** लोहचुंबकच्या चार बाजूलाच्या क्षेत्र जेथे आकर्षण शक्ती दिसून येते त्यास चुंबकीय क्षेत्र असे म्हणतात.
2. **चुंबकीय प्रवाह (ϕ):** चुंबकीय सर्किटमध्ये शक्तीच्या चुंबकीय रेषांचे प्रमानाला चुंबकीय प्रवाह म्हणतात. चुंबकीय प्रवाहाचे एकक वेबर (Wb) आहे. हे विद्युत परिपथातील विद्युत प्रवाह I च्या अनुरूप आहे.
3. **चुंबकीय प्रवाह घनता:** एका बिंदूवर चुंबकीय प्रवाह घनता म्हणजे चुंबकीय क्षेत्राच्या 90 अंश कोनात प्रवाह प्रति युनिट क्षेत्र. हे साधारणपणे 'B' अक्षराने दर्शविले जाते. त्याचे एकक Wb/m^2 किंवा टेस्ला आहे, म्हणजे

$$B = \frac{\phi}{A} \text{ Wb/m}^2 \quad \text{or} \quad T \quad (1 \text{ Wb/m}^2 = 1 \times 10^4 \text{ Wb/cm}^2)$$

4. **पारगम्यता (परमियाबिलिटी):** चुंबकीय रेषा चालविण्याची पदार्थाच्या क्षमतेस त्या सामग्रीची पारगम्यता.क्षमता म्हणतात. हे साधारणपणे μ (mu , एक ग्रीक अक्षर) द्वारे दर्शविले जाते. सामग्रीची पारगम्यता जितकी जास्त असेल तितकी शक्तीच्या चुंबकीय रेषा आणि त्याउलट त्याची चालकता जास्त आहे. हवेची किंवा पोकळीची पारगम्यता अत्यंत खराब असते आणि μ_0 म्हणून प्रस्तुत केले जाते. ($\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$).

सापेक्ष पारगम्यता: चुंबकीय पदार्थाची निरपेक्ष (किंवा प्रत्यक्ष) पारगम्यता μ हि हवेच्या पारगम्यता μ_0 पेक्षा खूप जास्त असते. चुंबकीय पदार्थाची सापेक्ष पारगम्यता हे हवा आणि निर्वात पोकळी यांची तुलना करून ठरवली जाते.

म्हणून, पदार्थाची पारगम्यता व हवेतील किंवा निर्वातातील पारगम्यता यांच्या गुणोत्तराला सापेक्ष पारगम्यता असे म्हणतात.

म्हणजेच-

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad \text{or} \quad \mu = \mu_0 \mu_r$$

त्यामुळेच, हवेची सापेक्ष परगम्यानता हि $\mu_0 / \mu_r = 1$ असते. तसेच अचुंबकीय पदार्थांची सापेक्ष परगम्यानता हिसुद्धा 1 असते. परंतु हेच मूल्य मृदू लोहासाठी उच्चतम 8000 व मुमेंटल (22% लोह आणि 78% निकेल) यासाठी उच्चतम 12000 एवढी असते.

5. **चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता:** एकक उत्तर ध्रुव (1 Wb) वर कार्य करणारी शक्ती चुंबकीय क्षेत्रातील एका बिंदूवर ठेवल्यानंतर याला त्या क्षणी क्षेत्राची चुंबकीय तीव्रता म्हणतात. हे H द्वारे दर्शविले जाते. चुंबकीय परिपथामध्ये, हे चुंबकीय मार्गाच्या प्रति युनिट लांबी mmf म्हणून परिभाषित केले जाते. ते H द्वारे दर्शविले जाते, गणितीय:

$$H = mmf / \text{चुंबकीय मार्गाची लांबी} = NI / l \text{ AT/m}$$

6. **मॅग्नेटोमोटिव्ह फोर्स (एम.एम.एफ.):** चुंबकीय दाब जो चुंबकीय परिपथातिल चुंबकीय प्रवाहला स्टेप-अप करतो किंवा स्टेप-अप करण्यास बाध्य करतो त्यास मॅग्नेटोमोटिव्ह फोर्स म्हणतात. कामाच्या नियमानुसार ते असू शकते. एकक चुंबकीय ध्रुव (1 Wb) चुंबकीय परिपथाच्या भोवती फिरवल्यादरम्यान होणाऱ्या कार्यास मॅग्नेटोमोटिव्ह फोर्स म्हणतात. सामान्यतः एम.एम.एफ. = NI ampere-turns

हे इलेक्ट्रिक परिपथ मध्ये $e.m.f$ च्या अनुरूप आहे.

7. **रिलक्टंस (Reluctance):** चुंबकीय परिपथाद्वारे चुंबकीय फ्लक्सला विरोध केला जातो त्याला रिलक्टंस म्हणतात. हे चुंबकीय परिपथ बनविणाऱ्या सामग्रीच्या लांबी (l), क्रॉस-सेक्शनचे क्षेत्र (अ) आणि पारगम्यता ($\mu = \mu_0 \mu_r$) वर अवलंबून असते हे AT/Wb मध्ये मोजले जाते

$$S = l / \mu_0 \mu_r$$

हे विद्युतपरिपथाच्या रोधासमान असते

8. **पारगम्यता.** हे सहजतेचे एक माप आहे ज्याद्वारे सामग्रीत फ्लक्स स्थापित केला जाऊ शकतो. हे फक्त पॅरामिटरच्या रिलक्टंसशी व्यस्त प्रमाणात समंन्वित आहे आणि Wb/AT किंवा हेन्रीमध्ये मोजले जाते.

$$\text{पारगम्यता} = \frac{1}{\text{reluctance}} = -\frac{\mu_0 \mu_r}{l} \text{ Wb / AT or } H$$

हे विद्युत परिपथामध्ये कंडक्टन्सच्या अनुरूप आहे.

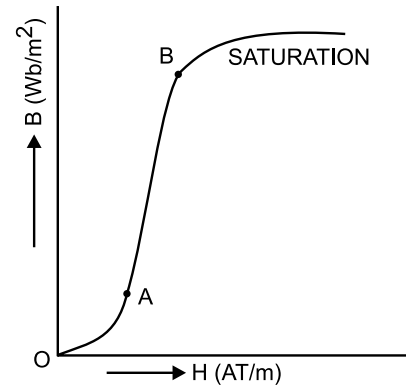
9. **रिलक्टिव्हिटी (Reluctivity):** हे विशिष्ट रिलक्टंस आहे आणि विद्युत परिपथामध्ये रेसिस्टन्सच्या अनुरूप आहे.

3.4 चुंबकत्व किंवा बी-एच वक्राची वैशिष्ट्ये

फ्लक्स डेन्सिटी (flux density) B आणि मॅग्नेटाइझिंग फोर्स H दरम्यानच्या साहित्याचा प्लॉट केलेल्या ग्राफला मॅग्नेटाइझेशन म्हणतात किंवा त्या मटेरिअलचा $B - H$ वक्र असेही म्हणतात.

चुंबकीय मटेरिअलचा $B-H$ वक्राचा सामान्य आकार आकृती 3.2 मध्ये दर्शविले आहे. वक्र आकार नॉन-रेखीय आहे हे दर्शवते कि चुंबकीय सामग्रीचे सापेक्ष पारगम्यता अस्थिर असून सतत बदलत असते. μ_r चे मूल्य मोठ्या प्रमाणात फ्लक्स घनतेच्या मूल्यावर अवलंबून असते.

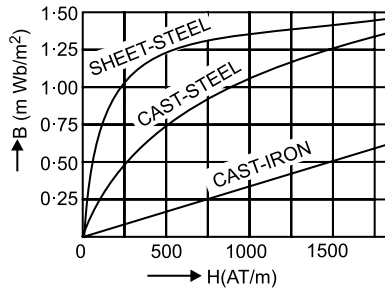
चुंबकीय वक्राचा पहिला भाग OA आहे. OA मध्ये फ्लक्स घनतमे चुंबकीय जोर (फोर्स) H च्या वाढीसोबत वर्ध्निष्णू होते. चुंबकीय वक्राचा दुसरा भाग AB आहे. AB मध्ये आपण बघतो की वक्र उभा आणि सरळ होतो म्हणजे बिंदू A नंतर, फ्लक्स डेन्सिटीमध्ये वाढ (B) खूप जास्त आहे जेव्हा मॅग्नेटाइझिंग शक्ती H किंचित वाढते.



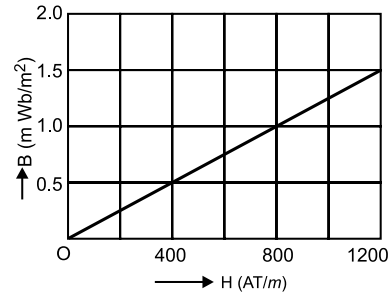
आकृती 3.2: $B - H$ वक्र

चुंबकीय वक्रचा तिसरा भाग B च्या पुढे आहे. वक्र जवळजवळ सरळ रेषा सारखा आडवा होतो. चुंबकीय वक्रचा तिसरा भाग B च्या पुढे आहे. येथे वक्र जवळजवळ सरळ रेषेसारखा आडवा होतो. चुंबकीय वक्राच्या या सरळ भागाला चुंबकीय संपृक्तता (सॅचुरेशन) म्हणतात आणि बिंदू बी याला संपृक्तता बिंदू म्हणतात. B नंतर फ्लक्स डेन्सिटी B मध्ये वाढ नगण्य आहे. हे दाखवते की वाढीसहमॅग्नेटाइझिंग फोर्स, फ्लक्स डेन्सिटी वाढते पण जर मॅग्नेटाइझिंग फोर्स वाढतच गेले तर एक टप्पा येतो जेव्हा फ्लक्स डेन्सिटी (B) मध्ये बदल नगण्य असेल. तेव्हा त्या स्थितीला चुंबकीय संपृक्तता म्हणतात आणि चुंबकीय संपृक्तता नंतर, फ्लक्स घनता स्थिर राहते.

काही सामान्य चुंबकीय पदार्थांचे B - H वक्र आकृती 3.3 मध्ये दाखवले आहेत. बी - एच वक्र चुंबकीय नसलेल्या मटेरिअल साठी आकृती 3.4 मध्ये दाखवले आहे. हे एक सरळ रेषा वक्र आहे $B = \mu_0 H$ किंवा $B \propto H$ जसे μ_0 चे मूल्य H स्थिर आहे.



आकृती 3.3: विविध चुंबकीय साहित्याचा BH वक्र



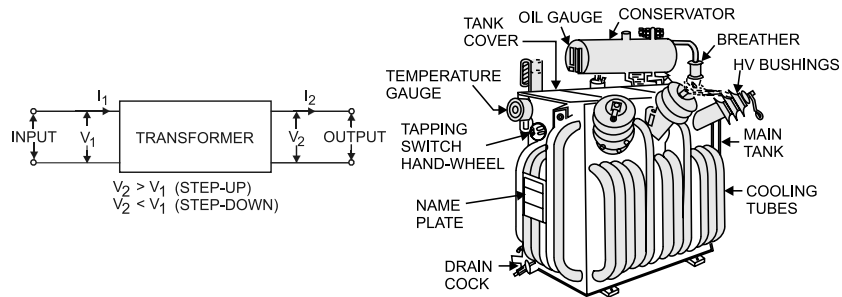
आकृती 3.4: चुंबकीय नसलेल्या साहित्यासाठी BH वक्र

3.5 रोहील (TRANSFORMER)

रोहील हे एक स्थिर साधन आहे जे समान वारंवारता असताना एका परिपथा पासून दुसऱ्या परिपथ मध्ये अदिष्ट विद्युत शक्तीचे परिवर्तन करते. परंतु आकृती 3.5 (अ) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे विद्युतदाब पातळी सहसा बदलली जाते जेव्हा विद्युतदाब आउटपुट बाजूला उंचावले असते ($V_2 > V_1$), त्या ट्रान्सफॉर्मरला स्टेप अप (step up) रोहील म्हणतात, तर ज्यामध्ये आउटपुटच्या बाजूला विद्युतदाब कमी केले जातात ($V_2 < V_1$) त्याला स्टेप-डाउन (step down) रोहील म्हणतात.

गरज

आपल्या देशात साधारणपणे 11 केव्हीवर विद्युत उर्जा निर्माण होते. आर्थिक कारणांसाठी, अदिष्ट शक्ती लांब अंतरावर खूप उच्च विद्युतदाब (220 केव्ही किंवा 400 केव्ही) वर प्रसारित केला जातो.



(अ) ब्लॉक आकृती

(ब) चित्रीय सादरीकरण

आकृती 3.5: रोहील

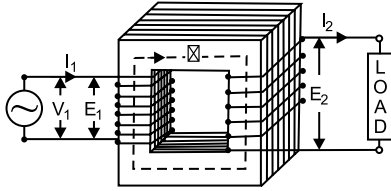
म्हणून जनरेटिंग स्टेशनवर स्टेप अप ट्रान्सफॉर्मर लावला जातो. मग वेगवेगळ्या भागात पोहोचण्यासाठी विविध सबस्टेशनवर विद्युतदाब स्टेप डाउन केले जातात. शेवटी विद्युत उर्जेच्या वापरासाठी, सुरक्षेच्या कारणास्तव विद्युतदाब 400/230 V पर्यंत खाली आणले जाते. अशा प्रकारे, रोहित शक्ती प्रणालीमध्ये महत्वाची भूमिका बजावते. शक्ती रोहिताचे चित्रमय दृश्य आकृती 3.5 (ब) मध्ये दर्शविले आहे. त्यावर महत्वाच्या ॲक्सेसरीजचे लेबल लावलेले आहे.

3.6 रोहिताचे कार्य तत्त्व

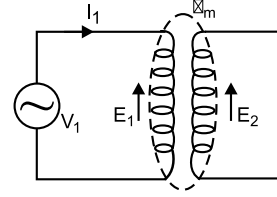
रोहिताचे मूलभूत तत्त्व म्हणजे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शन (electromagnetic induction).

रोहिताचे एक साधे रूप आकृती 3.6 मध्ये दर्शविले आहे. यात मूलतः दोन स्वतंत्र वळणांचा समावेश आहे, लॅमिनेटेड सिलिकॉन स्टील कोरवर ठेवले आहे. ज्या वळणाने अदिष्ट विद्युतदाब पुरवठा जातो त्याला म्हणतात प्रार्थमीक वळण आणि ज्या वळणाशी लोड भार जोडला जातो त्याला दुय्यम वळण म्हणतात.

जेव्हा अदिष्ट विद्युतदाब V_1 चा सप्लाय प्रायमर वळणाशी जोडलेले आहे, कोरमध्ये एक अल्टरनेटिंग फ्लक्स स्थापित केला आहे. हा अल्टरनेटिंग फ्लक्स जेव्हा सेकंडर वळण सह जोडला जातो, तेव्हा *e.m.f.* निर्माण होतो त्याला मुचुअलि इन्ड्यूज्ड *e.m.f.* म्हणतात, लेन्झचा नियमा नुसार आकृती 3.7. मध्ये दाखवले आहे.



आकृती 3.6: ट्रान्सफॉर्मर कोर आणि वाईडिंग



आकृती 3.7: प्रार्थमीक आणि दुय्यम जोडणी

हाच अल्टरनेटिंग फ्लक्स प्रायमर वळणाशी देखील जोडला जातो आणि सेल्फ इन्ड्यूज्ड *e.m.f.* E_1 हे इंड्यूज्ड *e.m.f.* E_1 लागू केलेल्या विद्युतदाब V_1 च्या विरुद्ध दिशेने देखील कार्य करते. लेन्झच्या नियमानुसार.

जरी, प्रायमर आणि सेकंडर वळण दरम्यान कोणतेही विद्युत कनेक्शन नाही परंतु विद्युत शक्तीम्युच्युअल फ्लक्सद्वारे प्रायमर परिपथातून सेकंडर परिपथामध्ये पारिषित केले जाते.

इंड्यूज्ड *e.m.f.* प्रायमर आणि सेकंडर वळणामध्ये फ्लक्स लिंकेज बदलण्याच्या दरावर अवलंबून असते. $\left(i.e. N \frac{d\phi}{dt} \right)$

फ्लक्सच्या बदलाचा दर $(d\phi / dt)$ प्रायमर आणि सेकंडर दोन्हीसाठी समान आहे. म्हणून, इंड्यूज्ड *e.m.f.* प्रायमर मध्ये वळणांच्या संख्येच्या प्रमाणात आहे. प्रायमर वळण $(E_1 \propto N_1)$ आणि सेकंडर मध्ये सेकंडर वळणांच्या संख्येच्या प्रमाणात आहे $(E_2 \propto N_2)$.

जेव्हा, $N_2 > N_1$, ट्रान्सफॉर्मर स्टेप अप ट्रान्सफॉर्मर आहे

आणि जेव्हा, $N_2 < N_1$, ट्रान्सफॉर्मर स्टेप डाउन ट्रान्सफॉर्मर आहे

वळण गुणोत्तर: प्रायमर ते सेकंडर वळणांच्या गुणोत्तराला वळण गुणोत्तर म्हणतात.

$$\text{वळणगुणोत्तर} = N_1 / N_2$$

परिवर्तन गुणोत्तर: सेकंडर विद्युतदाब आणि प्रायमर विद्युतदाबाच्या गुणोत्तरास रोहिताचे परिवर्तन गुणोत्तर म्हणतात. हे K द्वारे दर्शविले जाते.

$$K = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (\text{since } E_2 \propto N_2 \text{ and } E_1 \propto N_1)$$

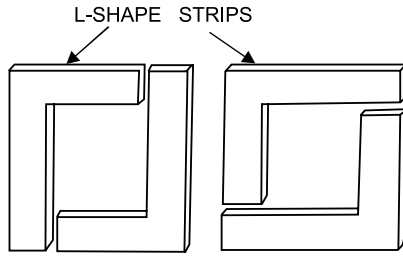
3.7 रोहिळांची रचना

रोहिळांचे मुख्य घटक आहेत; दोन गुंडाळ्या (coils) आणि लॅमिनेटेड स्टील कोर (laminated steel core). दोन गुंडाळ्या एकमेकांपासून तसेच स्टील कोर पासून पण इन्सुलेटेड केलेले आहेत. रोहिळाचा कोर शीट किंवा सिलिकॉन स्टीलच्या लॅमिनेशनमधून सतत चुंबकीय क्षेत्र प्रदान करण्यासाठी एकल जोडणीत असतात. नेहमीच्या फ्लक्स घनतेच्या वेळी सिलिकॉन स्टील सामग्रीमध्ये हिस्टेरिसिसचे कमी लॉसेस होते. एडी करंट लॉसेस कमी करण्यासाठी कोर लॅमिनेटेड केला जातो. वार्निश किंवा ऑक्साईड थराच्या हलक्या कोटिंगद्वारे लॅमिनेशन एकमेकांपासून पृथक् केले जातात. 50 Hz च्या वारंवारता करिता लॅमिनेशनची जाडी 0.35 मिमी ते 0.5 मिमी पर्यंत बदलते. कोरच्या बांधणीनुसार आणि त्याच्या आजूबाजूला प्रायमरि आणि सेकंडरि ज्या पद्धतीने जाळे जातात त्यानुसार, दोन प्रकारचे रोहील असतात-

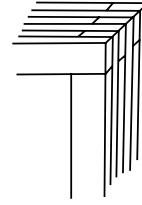
(i) कोर टाइप रोहील (ii) शेल टाइप रोहील

कोर ट्रान्सफॉर्मर (Core-type Transformers)

एका साध्या कोर प्रकारच्या ट्रान्सफॉर्मरमध्ये चुंबकीय कोर लॅमिनेशन्स बनवून आयताकृती बनतो. आकृती 3.8 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे लॅमिनेशन एल-आकाराच्या पट्ट्यांच्या स्वरूपात कापले जातात. उच्च रीलक्टंस टाळण्यासाठी जोईंटमध्ये लॅमिनेशन एकमेकांविरुद्ध बुटलेले असतात. आकृती 3.9 जोईंट दाखवल्याप्रमाणे सतत सांधा दूर करण्यासाठी वेगळ्या पद्धतीने थर रचलेले असतात.

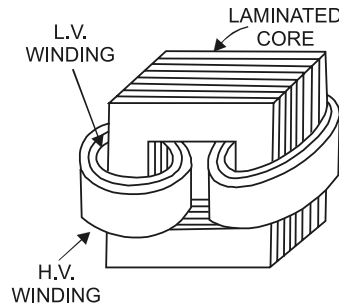


आकृती 3.8: L आकाराचे लॅमिनेशन

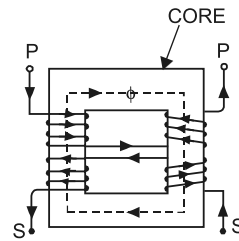


आकृती 3.9: लॅमिनेशनचे स्टगरिंग

वास्तविक ट्रान्सफॉर्मर रचनेत, इलेक्ट्रिक फ्लक्स (electric flux) कमी करण्यासाठी प्रायमरि आणि सेकंडरि वळण एकमेकांशी जोडलेले आहेत. प्रत्येक वळणाचा अर्धा भाग बाजूला किंवा एकाग्रपणे कोरच्या एका अंगावर किंवा पायावर ठेवला जातो. तथापि, साधेपणासाठी, कोरच्या स्वतंत्र अंगांवर स्थित, दोन वायंडिंग्स आकृती 3.10 (ब) मध्ये दर्शविले आहेत.



(अ) वायंडिंग्सची ठेवण



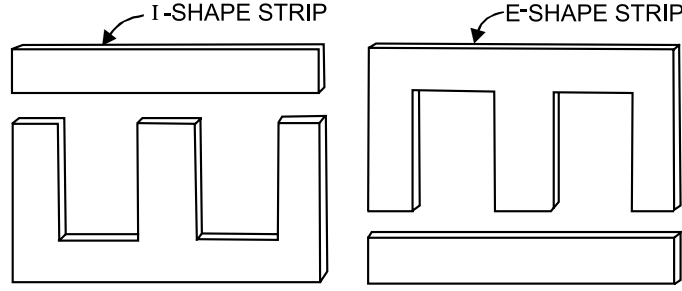
(ब) कोर वर ठेवलेले वायंडिंग्स

आकृती 3.10: वायंडिंग सह ट्रान्सफॉर्मर कोर

या वाईडिंग ठेवताना, कोर, खालची वायंडिंग्सची आणि दोन वायंडिंग्सच्या दरम्यान इन्सुलेशन लेयर (बेकलाईट फॉर्मर) प्रदान केले जाते वळण आणि दोन वळणांच्या दरम्यान. इन्सुलेशन कमी करण्यासाठी, कमी विद्युतदाब वळण नेहमी ठेवले जाते

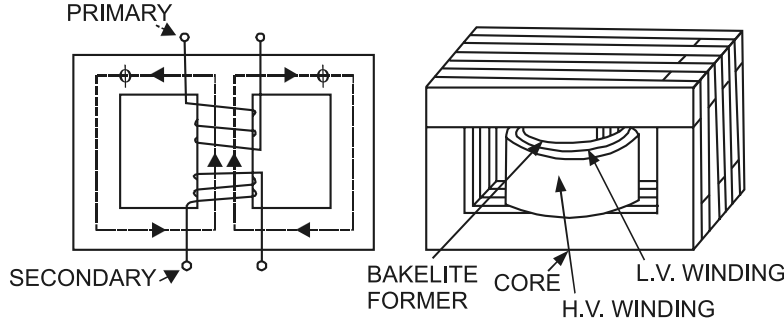
आकृती 3.10 (अ). मध्ये दाखवल्याप्रमाणे कोर जवळ. वापरलेल्या वाईडिंग फॉर्म वाउंड असतात (सहसा दंडगोलाकार असता) आणि लॅमिनेशन नंतर घातले जातात

शेल प्रकार ट्रान्सफॉर्मर: शेल प्रकार रोहिताच्या बाबतीत, आकृती 3.11 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे E आणि I, प्रत्येकच्या लांब पट्ट्यांच्या स्वरूपात लॅमिनेशन कापले जाते. सांधणीमध्ये जिथे लॅमिनेशन एकमेकांच्या विरोधात बुटलेले असतात, एकानंतर एक स्तर वेगवेगळ्या प्रकारे रचलेले असतात.



आकृती 3.11: E & I लॅमिनेशन

शेल-प्रकार ट्रान्सफॉर्मरमध्ये, कोरमध्ये तीन अंग असतात. मध्यवर्ती अंग संपूर्ण फ्लक्सवाहून नेतो, जेथे बाजूचे अंग अर्धा फ्लक्स वाहून नेतात. म्हणून, मध्यवर्ती अंगाची रुंदी बाह्य अंगांच्या सुमारे दुप्पट आहे.



आकृती 3.12: कोर वर वायंडिंगची प्लेसमेंट

प्रायमरिआणि सेकंडरि वळण दोन्ही मध्यवर्ती अंगावर शेजारी किंवा एकाग्रपणे ठेवलेले असतात (आकृती 3.12 पहा). कमी विद्युतदाब वायंडिंग्स कोअरच्या जवळ ठेवले आहे आणि उच्च विद्युतदाब वायंडिंग्स कमी विद्युतदाब वायंडिंगच्या बाहेर, कोर आणि कमी विद्युतदाब वायंडिंग्स आणि कोअर दरम्यान ठेवलेल्या इन्सुलेशनची किंमत कमी करण्यासाठी, ठेवले आहे . या प्रकरणात देखील वायंडिंग फॉर्म वाउंड दंडगोलाकार आकार आहे आणि कोर लॅमिनेशन नंतर घातले आहेत

संपूर्ण असेंब्ली अर्थात कोर आणि वायंडिंग, सहसा रोहित तेलाने भरलेल्या टाकीमध्ये ठेवली जाते. रोहित तेल रोहिताला चांगले शीतकरण प्रदान करते आणि वायंडिंग्स आणि बाह्य टाकी, जे पुढे रोहिताच्या बाह्य टाकीचा आकार कमी करते, दरम्यान एक डायलेक्ट्रिक माध्यम म्हणून कार्य करते.

3.7 आदर्श (AN IDEAL) रोहित

एक आयडियल ट्रान्सफॉर्मर असे आहे ज्यात ओहमिक रोध आणि चुंबकीय लिकेज फ्लक्स नसतो. सर्व प्रवाह कोअरमध्ये उत्पादित होतात आणि प्रायमरि तसेच सेकंडरिशी जोडले जातात. त्यामुळे ट्रान्सफॉर्मरला कॉपरलॉसेस आणि कोर लॉसेस होत नाही. याचा अर्थ एका आदर्श रोहितामध्ये दोन पूर्णपणे इंडक्टिव्ह गुंडाळ्या नुकसान मुक्त कोअर वर गुंडाळलेल्या असतात. जरी प्रत्यक्ष व्यवहारात

असे ट्रान्सफॉर्मर जाणणे अशक्य आहे, तरीही सोयीसाठी, आयडियल ट्रान्सफॉर्मरसह प्रारंभ करणे आणि नंतर ते वास्तविक ट्रान्सफॉर्मरपर्यंत वाढवणे चांगले.

आयडियल ट्रान्सफॉर्मरमध्ये वीज कमी होत नाही, म्हणून, आउटपुट इनपुटच्या बरोबरीचे असणे आवश्यक आहे.

$$E_2 I_2 \cos \phi = E_1 I_1 \cos \phi \text{ किंवा } E_2 I_2 = E_1 I_1 \text{ किंवा } E_2 / E_1 = I_1 / I_2$$

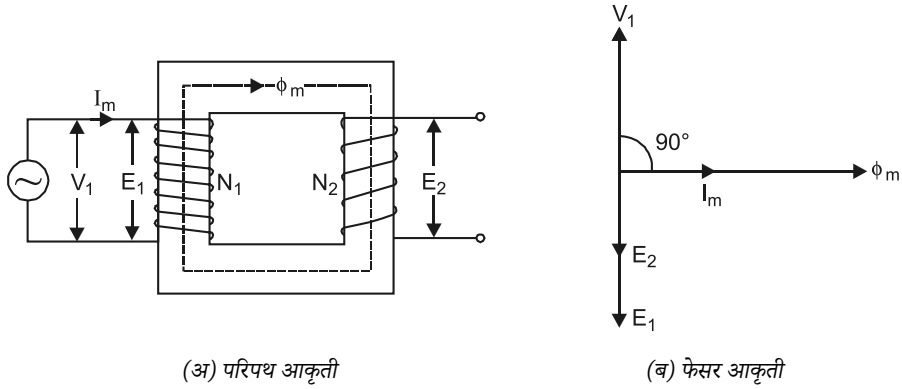
$$E_2 \propto N_2; E_1 \propto N_1 \text{ आणि } E_1 \cong V_1; E_2 \cong V_2$$

$$V_2 / V_1 = E_2 / E_1 = N_2 / N_1 = I_1 / I_2 = K$$

म्हणूनच, प्रायमरिआणि सेकंडरि प्रवाह त्यांच्या संबंधित वळणांच्या उलट प्रमाणात असतात. सेकंडरिवळणांचे प्रमाण प्रायमरिवळणांना ट्रान्सफॉर्मरचे रूपांतर गुणोत्तर म्हणतात आणि K द्वारे दर्शविले जाते.

बिहेवियर आणि फेसर आकृती

आकृती 3.13 (अ) मध्ये दाखवल्या प्रमाणे, ज्याचे सेकंडरि खुले आहे असा एक आयडियल ट्रान्सफॉर्मर विचारात घ्या. जेव्हा त्याची प्रायमरि साइनसॉइडल अदिष्ट विद्युतदाब V_1 शी जोडलेले, असते, एक करंट I_m त्यातून वाहते. प्रायमरि गुंडाळी शुद्ध इंडक्टिव असल्याने करंट I_m विद्युतदाब V_1 च्या 90 डिग्री मागे आहे



आकृती 3.13: आयडियल ट्रान्सफॉर्मर

विद्युतधारा कोअरमध्ये अदिष्ट फ्लक्स सेट करते (किंवा मुचुअल फ्लक्स) आणि तो मॅग्नेटाइज होतो. म्हणून त्याला चुंबकीय विद्युतधारा म्हणतात. आकृती 3.13 (ब) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे फ्लक्स I_m सह टप्प्यात आहे. फ्लक्स प्रायमरि आणि सेकंडरि वायंडिंग सह जोडला आहे जेव्हा ते प्रायमरिशी जोडले जाते, तेव्हा ते स्वइन्ड्यूज्ड इएमएफ E_1 , लागू विद्युतदाबाच्या V_1 च्या उलट दिशेने, तयार करते. जेव्हा ते सेकंडरी वायंडिंगशीला जोडले जाते, तेव्हा ते स्वइन्ड्यूज्ड इएमएफ E_2 , लागू विद्युतदाबाच्या उलट दिशेने, तयार करते. दोन्ही $e.m.f.s.$ E_1 आणि E_2 फेसर आकृती 3.13 (ब) मध्ये दाखवले आहेत.

3.9 दिष्ट रोहील

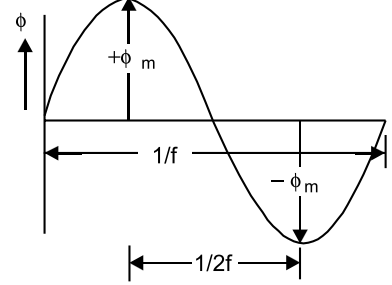
रोहील दिष्ट पुरवठ्यावर काम करू शकत नाही. जर रेटेड दिष्ट विद्युतदाब प्रायमरि वर लागू केले असेल तर, एक फ्लक्स कोरमध्ये स्थिर परिमाण स्थापित केले जाईल. म्हणून, प्रायमरि वायंडिंग्स मध्ये कोणतीही स्वइन्ड्यूज्ड इएमएफ (जे केवळ फ्लक्स लिंकेजच्या बदलाच्या दरासह शक्य आहे) लागू विद्युतदाबास विरोध करण्यासाठी तयार होणार नाही. ओहमच्या नियमाप्रमाणे, प्रायमरि वायंडिंग्सचा रोध खूपच कमी असल्याने, प्रायमरि प्रवाह खूप जास्त असेल.

$$\text{प्रायमरि प्रवाह} = \text{दिष्ट लागू विद्युतदाब} / \text{प्रायमरि वायंडिंग्सचा रोध}$$

हा प्रवाह प्रायमरि वळणाच्या रेटेड पूर्ण लोड प्रवाहापेक्षा खूप जास्त आहे. त्यामुळे उष्णतेचे (I_2R) भरपूर उत्पादन होईल) प्रायमरि वळणांचे इन्सुलेशन जळते, परिणामी ट्रान्सफॉर्मर खराब होते. म्हणूनच, रोहिळांवर कधीही दिष्ट (DC) लागू होत नाही.

3.10 रोहिळाचे ईएमएफ समीकरण

जेव्हा सायनसॉइडल विद्युतदाब रोहीलच्या प्रायमरि वळणावर लागू होते, साइनसॉइडल फ्लक्स, आकृती 3.14 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे. आयरन कोर मध्ये सेट केले आहे आणि ते प्रायमरि आणि सेकंडरि वायंडिंग्सला जोडते..



आकृती 3.14: साइनसॉइडल फ्लक्स

समजा

ϕ_m = कोर मध्ये जास्तीत जास्त प्रवाह

N_1 = प्रायमरि गुंडाळीमध्ये वळणांची संख्या

N_2 = द्वितियगुंडाळीमध्ये वळणांची संख्या

आकृती मध्ये दाखवल्याप्रमाणे., फ्लक्स बदलते

$+\phi_m$ ते $-\phi_m$ अर्ध्या चक्रात i.e. $1/2f$ सेकंद

प्रवाह बदलण्याचा सरासरी दर $= \phi_m - (-\phi_m) / 1/2f = 4 \text{ Wb/s}$

आता, प्रति वायंडिंग्स प्रवाह बदलण्याचा दर सरासरी इन्ड्युज्ड e.m.f. व्होल्ट मध्ये प्रति वायंडिंग्स.

E सरासरी e.m.f. इन्ड्युज्ड वायंडिंग्स $= 4f\phi_m$ volt

साइनसॉइडलवेव्हसाठी आर एम एस मूल्य / सरासरी मूल्य = फॉर्मफॅक्टर = 1.11

आर.एम.एस. e.m.f. चे मूल्य इन्ड्युज्ड / वायंडिंग्स, $E = 1.11 \times 4f\phi_m = 4.44f\phi_m$ व्होल्ट

प्रायमरि आणि सेकंडरिमध्ये N_1 असल्याने आणि N_2 अनुक्रमे वळणे आहेत

आर.एम.एस. e.m.f. चे मूल्य प्रायमरिमध्ये इन्ड्युज्ड

$$\begin{aligned} E_1 &= (e.m.f. \text{ इन्ड्युज्ड / वायंडिंग्स}) \times \text{प्रायमरि वायंडिंग्सची संख्या} \\ &= 4.44 N_1 f \phi_m \text{ volt} \end{aligned} \quad \dots(i)$$

आर.एम.एस. e.m.f. चे मूल्य द्वितीय मध्ये इन्ड्युज्ड

$$= 4.44 N_2 f \phi_m \text{ volt} \quad \dots(ii)$$

पुन्हा, आम्ही विद्युतदाब गुणोत्तर शोधू शकतो,

$$E_2 / E_1 = 4.44 N_2 f \phi_m / 4.44 N_1 f \phi_m$$

किंवा

$$E_2 / E_1 = N_2 / N_1 = K$$

समीकरण (i) आणि (ii) जास्तीत जास्त फ्लक्स डेन्सिटी B_m च्या स्वरूपात लिहिले जाऊ शकते

संबंध वापरून,

$$F_m = \text{बीएम} \times \text{एआय (जेथे आयलोखंडी क्षेत्र आहे)}$$

$$E_1 = 4.44 N_1 f B_m A_i \text{ व्होल्ट}$$

आणि

$$E_2 = 4.44 N_2 f B_m A_i \text{ व्होल्ट}$$

उदाहरण 3.1: 50 हर्ट्झ सिंगल फेज रोहिळाच्या प्रायमरि वाईंडिंग वर 500 वायंडिंग्स आहेत आणि ती 6500 व्ही पुरवठ्यापासून दिली जाते. सेकंडरि वाईंडिंग वर 25 वळणे आहेत. कोर आणि सेकंडरी विद्युतदाबामध्ये फ्लक्सचे पीक मूल्य शोधा.

उत्तर:

$$\begin{aligned}
 \text{येथे,} \quad & f = 50 \text{ Hz}; N_1 = 500; E_1 = 6500 \text{ V}; N_2 = 25 \\
 \text{आता,} \quad & E_1 = 4.44 N_1 f \phi_m \\
 \text{फ्लक्सचे पीक मूल्य,} \quad & \phi_m = E_1 / 4.44 N_1 f \\
 & = 6500 / 4.44 \times 500 \times 50 = 0.05856 \text{ b} \\
 & = 58.56 \text{ mWb}
 \end{aligned}$$

$$\text{सेकंडरि विद्युतदाब,} \quad E_2 = N_2 / N_1 \times E_1 = 25 / 500 \times 6500 = 325 \text{ V}$$

उदाहरण 3.2: 3300/300 V, 50 हर्ट्झ, सिंगल-फेज रोहित 130 cm² प्रभावी क्षेत्रफळ आणि 80 वायंडिंग्सचे क्रॉस-विभागीय क्षेत्र कमी विद्युतदाब वायंडिंग्सवर तयार केले आहे. सोडवा (1) कमाल प्रवाह घनतेचे मूल्य (2) उच्च विद्युतदाब वाईडिंग वर वळणांची (टर्न्स) संख्या.

उत्तर:

$$\begin{aligned}
 \text{येथे} \quad & E_1 = 3300 \text{ V}; E_2 = 300 \text{ V}; f = 50 \text{ Hz}; N_2 = 80; \\
 & A = 130 \text{ cm square} = 130 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\
 \text{आम्हाला माहिती आहे} \quad & E_2 = 4.44 N_2 f A B_m \\
 \text{फ्लक्स घनतेचे कमाल मूल्य,} \quad & B_m = E_2 / 4.44 f N_2 A \\
 & = 300 / 4.44 \times 50 \times 130 \times 10^{-4} = 1.3 \text{ T} \\
 \text{(बी) उच्च-विद्युतदाब वळण, एन 1 वर वळणांची संख्या} \quad & N_1 = E_1 / E_2 \times N_2 \\
 & = 3300 / 300 \times 80 = 880
 \end{aligned}$$

उदाहरण 3.3: 30 kVA रोहितामध्ये प्रायमरि वर 600 वळण आणि सेकंडरिवर 50 वळणे आहेत. प्रायमरि वळण 3300 V, 50 Hz मॅसला (mains) जोडले आहे. सोडवा, (i) पूर्ण भारावर प्रायमरि आणि सेकंडरि वाईडिंग ची विद्युतधारा (ii) सेकंडरि e.m.f. आणि (iii) कोअरमधील जास्तीत जास्त फ्लक्स. वगळा- चुंबकीय गळती, वाईडिंग रोध आणि प्रायमरि नो लोड विद्युतधारेचे फुल लोड विद्युतधारेची नाते.

उत्तर:

$$\begin{aligned}
 \text{(i) पूर्ण भाराने,} \quad & I_1 = 30.10000 / 3300 = 9.1 \text{ A} \\
 & I_1 / I_2 = E_2 / E_1 = N_2 / N_1 \\
 \text{सेकंडरि करंट,} \quad & I_2 = N_1 / N_2 \times I_1 = 600 \times 9.1 / 50 = 109.1 \text{ A} \\
 \text{(ii) सेकंडरि e.m.f.} \quad & E_2 = N_2 / N_1 \times E_1 = 50 \times 3300 / 600 = 275 \text{ V} \\
 \text{(iii) संबंध वापरून,} \quad & E_1 = 4.44 N_1 f \phi_m \\
 & 3300 = 4.44 \times 600 \times 50 \times \phi_m \\
 & \phi_m = 3300 / 4.44 \times 600 \times 50 = 24.77, \text{ mWb}
 \end{aligned}$$

उदाहरण 3.4: सिंगल-फेज, 50 हर्ट्झ ट्रान्सफॉर्मरमध्ये 35 प्रायमरि आणि 350 सेकंडरि वाईडिंग आहेत. निव्वळ कोरचे क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र 300 cm² आहे. जर प्रायमरि वळण 230 V, 50 Hz पुरवठ्याशी जोडलेले असेल, गणना करा (i) कोरमध्ये फ्लक्स घनतेचे पीक मूल्य; (ii) सेकंडरि वाईडिंग मध्ये इन्ड्युज्ड विद्युतदाब.

लॉसेस वगळा, सेकंडरि करंट 120 ॲंपिअर असताना प्रायमरि करंट काय आहे?

उत्तर :

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 4.44 N_1 f B_m A_t \\
 \text{जेथे} \quad E_1 &= 230 \text{ V}; N_1 = 35; f = 50 \text{ Hz}; A_t = 300 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\
 \text{किवा} \quad 230 &= 4.44 \times 35 \times 50 \times 300 \times 10^{-4} \times B_m \\
 \text{कमाल प्रवाह घनता} \quad B_m &= 0.987 \text{ Tesla (or Wb/m}^2\text{)} \\
 K &= N_2 / N_1 = E_2 / E_1 = I_1 / I_2 \\
 E_2 &= N_2 / N_1 \times E_1 = 350 / 35 \times 230 = 2300 \text{ V} \\
 I_1 &= N_2 / N_1 \times I_2 = 350 / 35 \times 100 = 1000 \text{ A}
 \end{aligned}$$

उदाहरण 3.5: 200 kVA, 3300 / 240 V, 50 हर्ट्झ सिंगल-फेज रोहिताच्या सेकंडरि वाईडिंग वर 100 वळण आहेत. एक आदर्श रोहित गृहीत धरून, (i) पूर्ण लोड असताना प्रायमरि आणि सेकंडरि वाईडिंग वरिल विद्युतधारा (ii) फ्लक्सचे कमाल मूल्य; (iii) प्रायमरि वळणांची संख्या.

उत्तर :

$$\begin{aligned}
 I_1 &= 200 \times 1000 / 3300 = 60.6 \text{ A} \\
 I_2 &= 200 \times 1000 / 240 = 833.3 \text{ A} \\
 E_2 &= 4.44 N_2 f \phi_m \\
 240 &= 4.44 \times 100 \times 50 \times \phi_m \\
 \phi_m &= 10.81 \text{ mWb} \\
 \text{आता} \quad N_1 / N_2 &= E_1 / E_2 \text{ किवा } N_1 / 100 = 3300 / 240 \\
 \text{किवा} \quad N_1 &= 1375 \text{ turns}
 \end{aligned}$$

सरावासाठी प्रश्न

- 50 हर्ट्झ सिंगलफेज रोहिताच्या प्रायमरि वायंडिंगसला 480 वळणे आहेत आणि 6400 V पुरवठा दिले जाते. वायंडिंगमध्ये 20 वळण आहे. कोअर आणि सेकंडरी विद्युतदाबामधले फ्लक्सचे शिखर मूल्य शोधा. (उत्तर: 0.06 wb, 266.67 V)
- 3300 / 250 V, 50 हर्ट्झ, सिंगल-फेज ट्रान्सफॉर्मर 125 cm² च्या प्रभावी क्रॉस सेक्शनल एरिया असलेल्या कोरवर बांधला गेला आहे आणि कमी विद्युतदाब वायंडिंगसचे 71 वळण आहेत. शोधा- (a) कमाल प्रवाह घनता मूल्य (b) उच्च विद्युतदाब वायंडिंगसवर वळणांची संख्या. (उत्तर: 1.269 T, 937)
- 25 KVA रोहितामध्ये प्रायमरि वायंडिंगसवर 500 वळण आणि सेकंडरि वायंडिंगसवर 40 वळण आहेत. प्रायमरि 3000 V, 50 Hz मेनशी जोडलेले आहे, गणना करा (i) पूर्ण भारावर प्रायमरि आणि सेकंडरि विद्युतधारा; (ii) सेकंडरि e.m.f. आणि (iii) कोरमधील जास्तीत जास्त फ्लक्स. दुर्लक्ष करा- चुंबकीय गळती, वायंडिंगसचा रोध आणि पूर्ण लोडच्या संबंधात प्रायमरि नो-लोड विद्युतधारा. (उत्तर: 8.33 A, 104.15 A, 240 V, 0.027 Wb)
- सिंगल-फेज, 50 hz रोहितामध्ये 30 प्रायमरि आणि 350 सेकंडरि वळणे आहेत. निव्वळ कोअरचे क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र 250 cm² आहे. जर प्रायमरि वळण 230 V, 50 Hz पुरवठ्याशी जोडलेले असेल तर, गणना करा - (i) कोअर मध्ये फ्लक्स घनतेचे पीक मूल्य; (ii) सेकंडरि वायंडिंगमध्ये इन्ड्युज्ड विद्युतदाब. लॉसेस वगाळून, जेव्हा सेकंडरि विद्युतधारा 100A आहे तेव्हा प्रायमरि विद्युतधारा काय असेल? (उत्तर: 1.38 Tesla or Wb/m², 2683.33 V, 1166.67 A)

5. A 200 kVA, 3300 / 240 व्होल्ट, 50 हर्ट्झ . सिंगल-फेज रोहीताच्या सेकंडरि वायंडिंग्सवर 80 वळणे आहेत. एक आदर्श रोहीत गृहीत धरून, गणना करा- (i) पूर्ण भारावर प्रायमरि आणि सेकंडरि विद्युतधारा ; (ii) फ्लक्सचे कमाल मूल्य; (iii) प्रायमरि वायंडिंग्सची संख्या. (उत्तर: 60.6 A, 833.3 A, 13.51 mWb, 1100 turns)

3.11 प्रात्यक्षिक रोहीत

प्रात्यक्षिक रोहीतमध्ये प्रायमरि आणि सेकंडरि वायंडिंग्स रोध असतो. या वायंडिंग्स मधे देखील इंडक्टंस आहे आणि लिकेज फ्लक्स (leakage flux) मुळे इंडक्टिव रियाक्टन्स (inductive reactance) विकसित होते. या परिणामांमुळे रोहीतामध्ये विद्युतदाब ड्रॉप निर्माण होते. तसेच या परिणामांमुळे प्रायमरि आणि सेकंडरि वळणा मध्ये तांबे लॉसेस होते. अल्टरनेटिंग (alternating) चुंबकीय प्रवाह कोरमध्ये सेट केल्यामुळे आयरन किंवा चुंबकीय लॉसेस होते (हिस्टेरिसिस आणि एडी करंट).

या सर्व तथ्ये पुढील लेखांमध्ये स्पष्ट केल्या आहेत

3.12 रोहीतांचा वायंडिंग्स रोध

वास्तविक रोहीतमध्ये प्रायमरि आणि सेकंडरि वायंडिंग्समध्ये रोध असते. ते R_1 आणि R_2 द्वारे दर्शविलेले आहे. हे रोध आकृती 3.15 मध्ये वाईडिंगा च्या बाहेर दर्शविले गेले आहेत.

समतुल्य रोध

गणना सुलभ करण्यासाठी दोन्ही वायंडिंग्सचा रोध दोन्ही बाजूला ट्रान्सफर केले जाऊ शकते.

रोध एका बाजूने दुसऱ्या बाजूला अशाप्रकारे पारेषित केले जाते कि दोन्ही बाजूला पर्सेंटेज विद्युतदाब ड्रॉप सारखा असला पाहिजे.

प्रायमरि रेसिस्टंस R_1 समजासेकंडरि बाजूला ट्रान्सफर केले जाईल आणि या रेसिस्टंसचे नवीन मूल्य R' याला समतुल्य प्रायमरि चे सेकंडरि बाजूला संदर्भित रेसिस्टंस म्हणतात जे आकृती 3.16 (अ) मधे दाखवलेले आहे.

I_1 आणि I_2 हे प्रायमरि आणि सेकंडरि बाजूचे. फुल लोड करंट आहे

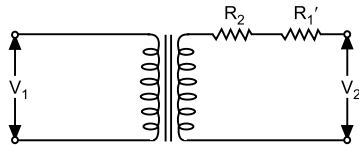
$$\text{तेव्हा} \quad \frac{I_2 R'_1}{V_2} \times 100 = \frac{I_1 R_1}{V_1} \times 100$$

$$\text{किंवा} \quad R'_1 = \frac{I_1}{I_2} \times \frac{V_2}{V_1} \times K^2 R_1$$

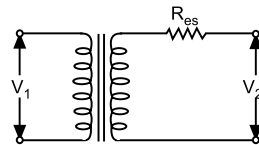
(अ) सेकंडरीच्या सापेक्ष प्रायमरी रोध

$$R_{es} = R_2 + R'_1 = R_2 + K^2 R_1$$

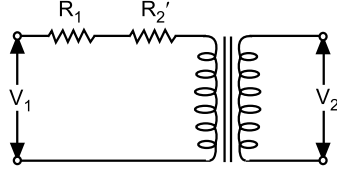
आता रेसिस्टंस R_2 चा विचार करा, जेव्हा ते प्रायमरि मध्ये ट्रान्सफर केले जाते, तेव्हा त्याचे नवीन मूल्य R_2 . याला समतुल्य प्रायमरि चे सेकंडरि बाजूला संदर्भित रेसिस्टंस म्हणतात जे आकृती 3.16 (क) मधे दाखवलेले आहे.



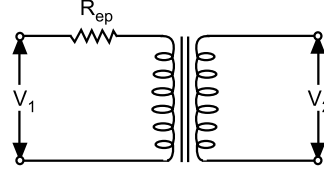
(अ) सेकंडरीच्या सापेक्ष प्रायमरी रोध



(ब) सेकंडरीच्या सापेक्ष समतुल्य रोध



(क) प्रायमरीच्या सापेक्ष सेकंडरी रोध



(ड) प्रायमरीच्या सापेक्ष समतुल्य रोध

आकृती 3.16: रोधाचे पारेषण

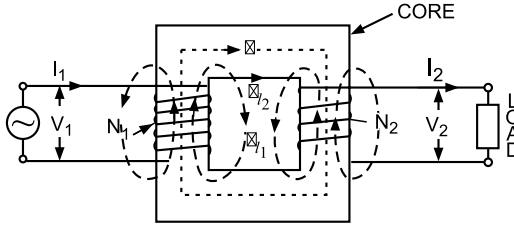
$$\frac{I_1 R_2'}{V_1} \times 100 = \frac{I_2 R_2}{V_2} \times 100 \quad \text{or} \quad R_2' = \frac{I_2}{I_1} \times \frac{V_1}{V_2} \times R_2 = \frac{R_2}{K^2}$$

प्रायमरि संदर्भित एकूण समतुल्य रेसिस्टंस,

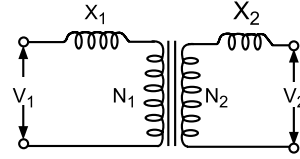
$$R_{ep} = R_1 + R_2' = R_1 = \frac{R_2}{K^2}$$

3.13 रोहितांच्या वायंडिंग्समधील रोध

आदर्श रोहितांमध्ये असे गृहीत धरले गेले की जेव्हा अदिष्ट रोहितांच्या प्रायमरि वळणांना सप्लाय केला जातो, अदिष्ट प्रवाह कोअर आणि प्रायमरि, सेकंडरि वळणाच्या संपूर्ण भागामध्ये स्थापित केला जातो. तथापि, प्रत्यक्ष रोहितांमध्ये, दोन्ही वाईडिंग काही फ्लक्स तयार करतात, जे फक्त ज्या वायंडिंग्सने निर्माण केले त्याच्यासोबत लिंक होते.



(अ) प्रायमरी आणि सेकंडरीचा गळती फ्लक्स



(ब) इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया असलेले वायंडिंग्स

आकृती 3.17: प्रायमरी आणि सेकंडरी इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया

रोहितांच्या दोन्ही वळणांशी जो प्रवाह जोडला जातो त्याला म्युच्युअल फ्लक्स म्हणतात. आणि फ्लक्स जे रोहितांच्या फक्त एकाच वायंडिंग्ससह जोडले जाते (दुसऱ्याशी नाही) त्याला गळती फ्लक्स म्हणतात.

प्रायमरि अँपिअर वळणे काही फ्लक्स ϕL_1 तयार करतात जे हवेत सेट केले जाते आणि आकृती 3.17 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, फक्त प्रायमरिशी जोडले जाते याला प्रायमरि गळती प्रवाह म्हणतात.

त्याचप्रमाणे, सेकंडरि अँपिअर वळणे काही प्रवाह तयार करतात ϕl_2 जे हवेत सेट केले आहे आणि फक्त सेकंडरि वळण त्याच्याशी जोडलेले आहे त्याला सेकंडरि गळती प्रवाह म्हणतात.

प्रायमरि गळती प्रवाह ϕl_1 प्रायमरि करंट I_1 च्या प्रमाणात आहे आणि सेकंडरि गळती प्रवाह ϕl_2 सेकंडरि करंट I_2 च्या प्रमाणात आहे. प्रायमरि गळती प्रवाह ϕl_1 सेल्फ इंडक्टन्स L_1 तयार करते. $L_1 (= N_1 \phi l_1 / I_1)$ ज्यामुळे लिकेज रियाक्टन्स (leakage reactance) निर्माण होते. $X_1 (= 2\pi \phi L_1)$. त्याचप्रमाणे, सेकंडरि गळती प्रवाह ϕl_2 लिकेज रियाक्टन्स X_2 तयार करते $X_2 (= 2\pi \phi L_2)$, आकृती 3.17 (ब) मध्ये गळती रियाक्टन्स (आगमनात्मक) दर्शविली गेली आहे.

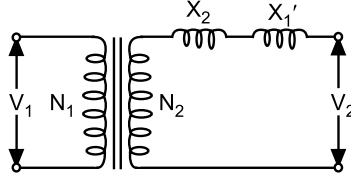
समतुल्य रियाक्टन्स

गणना सुलभ करण्यासाठी दोन वायंडिंग्सचा रियाक्टन्स कोणत्याही एका बाजूला ट्रान्सफर केल्या जाऊ शकतात. रियाक्टन्स एका बाजूने दुसरीकडे अशा प्रकारे ट्रान्सफर केली जाते की % विद्युतदाब समान राहते.

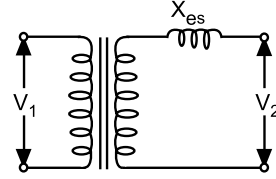
प्रायमरि रियाक्टंस X_1 सेकंडरि बाजूला ट्रान्सफर केले जाईल आणि या रियाक्टंसचे नवीन मूल्य X_1' आहे यालाच आकृती 3.18 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे समतुल्य प्रायमरि संदर्भित सेकंडरी रियाक्टंस म्हणतात.

$$\text{तेव्हा} \quad \frac{I_2 X_1'}{V_2} \times 100 = \frac{I_1 X_1}{V_1} \times 100$$

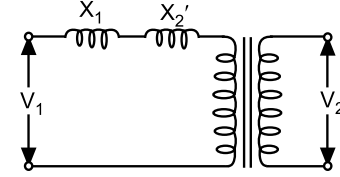
$$\text{किंवा} \quad X_1' = \frac{I_1}{I_2} \times \frac{V_2}{V_1} \times X_1 = K^2 X_1$$



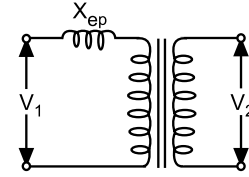
(अ) सेकंडरी सापेक्ष प्रायमरी रियाक्टंस



(ब) सेकंडरी संदर्भित समतुल्य रियाक्टंस



(क) प्रायमरी सापेक्ष सेकंडरी रियाक्टंस



(ड) प्रायमरी संदर्भित समतुल्य रियाक्टंस

आकृती 3.18: रियाक्टंस हस्तांतरण

एकूण समतुल्य प्रतिक्रिया सेकंडरि म्हणून संदर्भित.

$$X_{es} = X_2 + X_1' = X_2 + K^2 X_1$$

आता, सेकंडरि रियाक्टंस X_2 चा विचार करूया जेव्हा ते प्रायमरि बाजूला ट्रान्सफर केले जाते तेव्हा त्याचे नवीन मूल्य X_2' आहे ज्याला, आकृती 3.18 (क) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, प्रायमरि संदर्भित सेकंडरी समकक्ष रियाक्टंस म्हणतात

$$\text{नंतर} \quad \frac{I_1 X_2'}{V_1} \times 100 = \frac{I_2 X_2}{V_2} \times 100$$

$$\text{किंवा} \quad X_2' = \frac{I_2}{I_1} \times \frac{V_1}{V_2} \times X_2 = \frac{X_2}{K^2}$$

एकूण समकक्ष प्रतिक्रिया प्रायमरि संदर्भित.

$$X_{ep} = X_1 + X_2' = X_1 + \frac{X_2}{K^2}$$

उदाहरण 3.6. 2000/200 व्होल्ट रोहितामध्ये प्रायमरि रोध 2.5 ohm आणि रियाक्टंस 4.5 ohm आहे, सेकंडरि रेसिस्टंस 0.025 Ω . आणि रियाक्टंस 0.045 Ω आहे. एकूण रेसिस्टंस आणि प्रायमरि बाजूला संदर्भित रियाक्टंस निश्चित करा

उत्तर:

$$\text{प्रायमरि रेसिस्टंस,} \quad R_1 = 2.5 \text{ ओहम}$$

$$\text{प्रायमरि रियाक्टंस,} \quad X_1 = 4.5 \text{ ओहम}$$

द्वितीय रेसिस्टंस $R_2 = 0.025$ ओहम

द्वितीयरियाक्टंस $X_2 = 0.045$ ओहम

परिवर्तन गुणोत्तर $K = V_2 / V_1 = 200 / 2000 = 0.1$

एकूण रेसिस्टंसप्रायमरि बाजूला संदर्भित

$$R_{ep} = R_1 + \frac{R_2}{K^2} = 2.5 + \frac{0.025}{(0.1)^2} = 5 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

सेकंडरि बाजूला संदर्भित एकूण रोध -

$$X_{ep} = X_1 + \frac{X_2}{K^2} = 4.5 + \frac{0.045}{(0.1)^2} = 9 \Omega \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 3.7. एक सिंगल फेज रोहितामध्ये विद्युतदाब गुणोत्तर 2500 / 250 V आहे (प्रायमरि ते सेकंडरी) आणि अनुक्रमे, 2 ohm आणि 4.5 ohm, प्रायमरी रोध आणि रियाक्टन्स आहे. संबंधित सेकंडरि मूल्ये 0.025 ohm आणि 0.04 ohm आहेत. सेकंडरि संदर्भित एकूण रोध आणि रियाक्टंस निश्चित करा. सेकंडरि बाजूला संदर्भित रोहिताच्या प्रतिबाधेची सुद्धा गणना करा.

उत्तर:

$$R_1 = 2 \Omega; X_1 = 4.5 \Omega; R_2 = 0.025 \Omega; X_2 = 0.04 \Omega$$

परिवर्तन गुणोत्तर $K = V_2 / V_1 = 200 / 2000 = 0.1$

सेकंडरि बाजूला संदर्भित एकूण रोध -

$$\begin{aligned} R_{es} &= R_2 + R_1' = R_2 + R_1 \times K^2 \\ &= 0.025 + 2 \times (0.1)^2 = 0.045 \Omega \text{ (उत्तर)} \end{aligned}$$

सेकंडरि बाजूला संदर्भित एकूण रियाक्टंस,

$$\begin{aligned} X_{es} &= X_2 + X_1' = X_2 + X_1 \times K^2 \\ &= 0.04 + 4.5 \times (0.1)^2 = 0.085 \Omega \text{ (उत्तर)} \end{aligned}$$

सेकंडरि बाजूस संदर्भित रोहिताची प्रतिबाधा,

$$\begin{aligned} Z_{es} &= \sqrt{(R_{es})^2 + (X_{es})^2} = \sqrt{(0.045)^2 + (0.085)^2} \\ &= 0.096 \Omega \text{ (उत्तर)} \end{aligned}$$

सरावासाठी प्रश्न

1. 2000 / 200 व्होल्ट रोहितामध्ये प्रायमरि रोध 2.3 ओहम आणि रियाक्टंस 4.2 आहे. सेकंडरि रोध 0.025 ओहम आणि रियाक्टंस 0.04 ओहम आहे. प्रायमरि बाजूला संदर्भित एकूण रोध आणि रियाक्टंस निश्चित करा.

(उत्तर- 4.8 Ω , 8.2 Ω)

2. सिंगल फेज ट्रान्सफॉर्मर मध्ये विद्युतदाब गुणोत्तर 2500 / 250 V (प्रायमरि ते माध्यमिक) आहे प्रायमरि रोध आणि रियाक्टन्स अनुक्रमे 1.8 ओहम आणि 4.2 ओहम आहे. संबंधित सेकंडरि मूल्ये 0.02 ओहम आणि 0.045 ओहम आहेत. सेकंडरि संदर्भित एकूण रोध आणि रियाक्टन्स निश्चित करा. सेकंडरि बाजूला संदर्भित रोहिताच्या इम्पिडन्सची गणना करा.

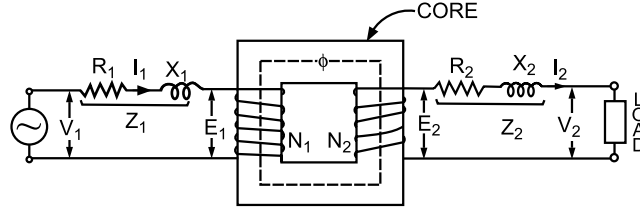
(उत्तर- 0.038 Ω , 0.087 Ω , 0.095 Ω)

3.14 प्रत्यक्ष रोहिताची परिपथ आकृती

वास्तविक ट्रान्सफॉर्मर मध्ये (i) प्रायमरि आणि सेकंडरि रेसिस्टंस R_1 आहे आणि R_2 , (ii) प्रायमरि आणि सेकंडरि लिकेज रियक्टंस X_1 आणि X_2 आणि (iii) आयरन आणि तांबे लॉसेस असते. प्रत्यक्ष रोहिताचे समतुल्य परिपथ आकृती 3.19 मध्ये दर्शविले आहे.

प्रायमरि प्रतिबाधा

$$\overline{Z}_1 = R_1 + j X_1$$



आकृती 3.19: प्रत्यक्ष रोहिताची संपूर्ण परिपथ आकृती

सप्लाय विद्युतदाब V_1 आहे. प्रायमरि वायंडिंगसचा रोध आणि गळती रियाक्टंस प्रायमरि वायंडिंगमध्ये विद्युतदाब ड्रॉपला जबाबदार असतात-

$$\overline{V}_1 = \overline{E}_1 + \overline{I}_1 (R_1 + j X_1) = \overline{E}_1 + \overline{I}_1 \overline{Z}_1$$

द्वितीय इम्पीडंस

$$\overline{Z}_2 = R_2 + j X_2$$

तसेच, सेकंडरी वायंडिंगसचा रोध आणि गळती रियाक्टंस सेकंडरी वायंडिंगमध्ये विद्युतदाब ड्रॉपला जबाबदार असतात. म्हणून,

$$\overline{V}_2 = \overline{E}_2 - \overline{I}_2 (R_2 + j X_2) = \overline{E}_2 + \overline{I}_2 \overline{Z}_2$$

3.15 सरलीकृत समतुल्य परिपथ

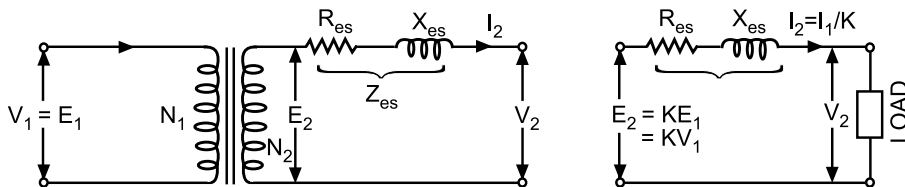
रोहिताचे सरलीकृत समतुल्य परिपथ, एकतर सेकंडरि किंवा प्रायमरि बाजूच्या सर्व पॅरामीटर्सचे प्रतिनिधित्व करून काढले जाते. पूर्ण लोड विद्युतधारेच्या तुलनेत मूल्य खूप लहान असल्यामुळे नो-लोड करंट I_0 कडे दुर्लक्ष केले जाते. म्हणून, $I_1' = I_1$

समतुल्य परिपथ जेव्हा सर्व मात्वा सेकंडरि म्हणून संदर्भित केल्या जातात

प्रायमरि प्रतिकार जेव्हा सेकंडरि बाजूचा संदर्भ दिला जातो, त्याचे मूल्य $R_1' = K_2 R_1$

आणि एकूण किंवा ट्रान्सफॉर्मर चा समतुल्य प्रतिकार सेकंडरि, $R_{es} = R_2 + R_1'$

त्याचप्रमाणे, प्रायमरि



आकृती 3.20: ट्रान्सफॉर्मरचे समतुल्य परिपथ जेव्हा सर्व प्रमाण सेकंडरि बाजूकडे संदर्भित केले जातात

सेकंडरि बाजूचा दिल्यावर रियाक्टंसचे मूल्य आहे $X_1' = K_2 X_1$ आणि एकूण किंवा समतुल्य रियाक्टंस रोहिताचे सेकंडरि म्हणून संदर्भित केले जाते, $X_{es} = X_2 + X_1'$. सेकंडरि संदर्भित करताना सर्व प्रमाणबाजू आकृती 3.20 मध्ये दर्शविली आहे.

सेकंडरि बाजूस संदर्भित एकूण किंवा समतुल्य प्रतिबाधा -

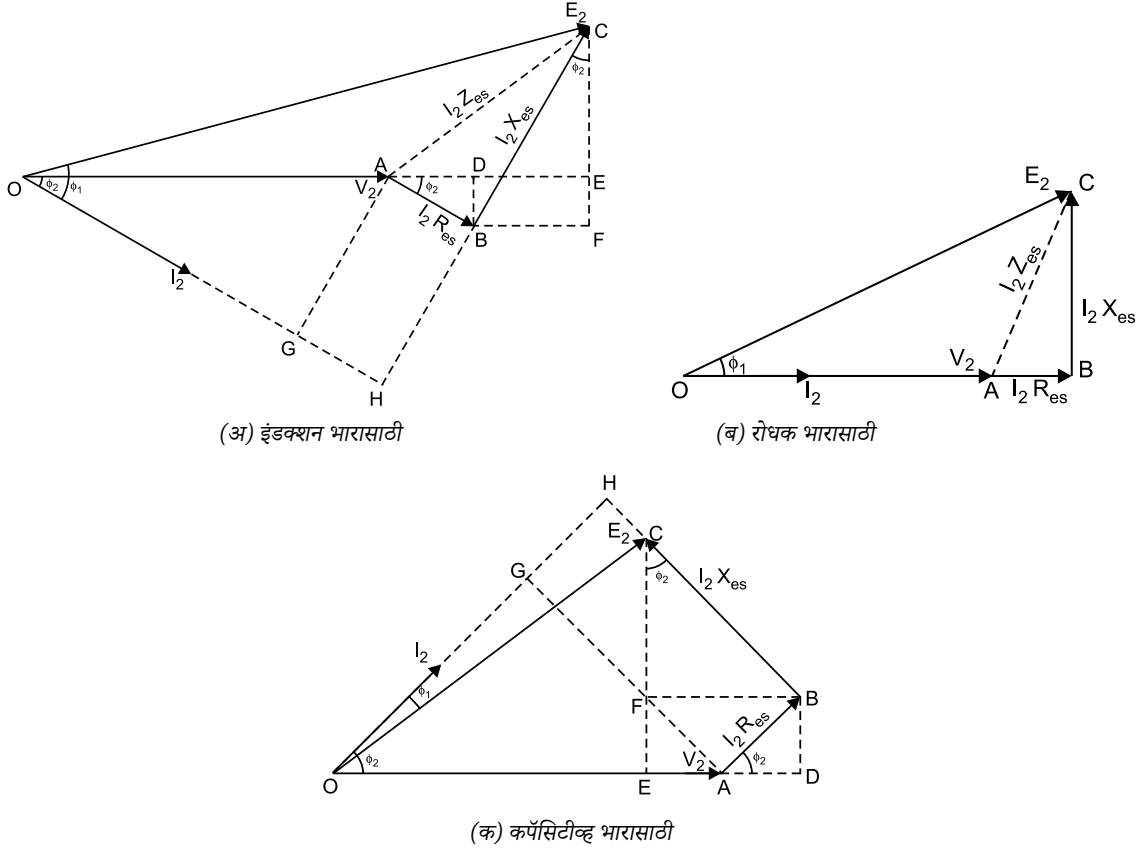
$$Z_{es} = R_{es} + j X_{es}$$

म्हणून सेकंडरि संदर्भित रोहिताच्या रेसिस्टंस आणि रियाक्टंस मुळे काही विद्युतदाब ड्रॉप आहे. त्यामुळे,

$$\overline{V}_2 = \overline{E}_2 - \overline{I}_2 (R_{es} + j X_{es}) = \overline{E}_2 - \overline{I}_2 \overline{Z}_{es}$$

3.16 भार नसताना सेकंडरी विद्युतदाबाचे समिकरण

भार असलेल्या रोहितासाठी जेव्हा सर्व परिमाण सेकंडरि बाजूकडे संदर्भित केले जातात, त्याचे फेझर आकृती काढली जाऊ शकते ते आकृती 3.21 मध्ये दाखविले आहे.



आकृती 3.21: फेझर आकृती

आकृती 3.21 मध्ये दाखवल्या प्रमाणे फेसर आकृती पूर्ण करा. फेसर आकृती वरून आपण लोड नसताना सेकंडरी वोल्टेजचे अंदाजे समिकरण तसेच अचूक समिकरणकाढू शकतो.

(i) अंदाजे समिकरण;

(a) लॅगिंग पी एफ करिता (इन्डक्टिवलोड)

उजव्या कोनाचा त्रिकोण OEC विचारात घ्या [आकृती 3.21 (अ) पहा]

$$OC \cong OE = OA + AD + DE = OA + AD + BF$$

किंवा

$$E_2 = V_2 + I_2 R_{es} \cos \phi_2 + I_2 X_{es} \sin \phi_2$$

(b) युनिटी पी एफ साठी (रेसिस्टिवलोड)

समजा rt. \angle triangle OBC [पहा आकृती 3.21 (ब)]

rt. \angle triangle OBC [पहा आकृती 3.21 (ब)]

(C) लिडिंग पी एफ करिता (कॅपेसिटिव्हलोड)

समजा rt. \angle triangle OEC [पहा आकृती 3.21 (क)]

$$OC \cong OE = OA + AD - DE = OA + AD - BF$$

किंवा

$$E_2 = V_2 + I_2 R_{es} \cos \phi_2 - I_2 X_{es} \sin \phi_2$$

(ii) अचूक समीकरण:

(a) लॅगिंग पी एफ करिता (इन्डक्टिवलोड)

rt. \angle triangle OHC [पहा आकृती 3.21 (अ)]

समजा

$$\begin{aligned} OC &= \sqrt{(OH)^2 + (HC)^2} = \sqrt{(OG+GH)^2 + (HB+BC)^2} \\ &= \sqrt{(OG+AB)^2 + (GA+BC)^2} \end{aligned}$$

$$\text{किंवा } E_2 = \sqrt{(V_2 \cos \phi_2 + I_2 R_{es})^2 + (V_2 \sin \phi_2 + I_2 X_{es})^2}$$

$$\text{प्रायमरि } p.f., \cos \phi_1 = \frac{OH}{OC} = \frac{OG+GH}{OC} = \frac{OG+AB}{OC} = \frac{V_2 \cos \phi_2 + I_2 R_{es}}{E_2}$$

(b) युनिटी पी एफ साठी (रेसिस्टिवलोड)

समजा

rt. \angle triangle OBC [पहा आकृती 3.21 (ब)]

$$OC = \sqrt{(OB)^2 + (BC)^2}$$

किंवा

$$OC = \sqrt{(OA+AB)^2 + (BC)^2}$$

किंवा

$$E_2 = \sqrt{(V_2 + I_2 R_{es})^2 + (I_2 X_{es})^2}$$

प्रायमरि

$$p.f. \cos \phi_1 = \frac{OB}{OC} = \frac{OA+AB}{OC} = \frac{V_2 + I_2 R_{es}}{E_2}$$

(c) लिडिंग पी एफ करिता (कॉपेसिटिव्हलोड)

समजा

rt. \angle triangle OHC [पहा आकृती 3.21 (क)]

$$OC = \sqrt{(OH)^2 + (HC)^2} = \sqrt{(OG+GH)^2 + (HB-BC)^2}$$

$$= \sqrt{(OG+AB)^2 + (GA-BC)^2}$$

किंवा

$$E_2 = \sqrt{(V_2 \cos \phi_2 + I_2 R_{es})^2 + (V_2 \sin \phi_2 - I_2 X_{es})^2}$$

प्रायमरि

$$p.f., \cos \phi_1 = \frac{HC}{OC} = \frac{OG+GH}{OC} = \frac{OG+AB}{OC} = \frac{V_2 \cos \phi_2 + I_2 R_{es}}{E_2}$$

3.17 विद्युतदाब नियमन

जेव्हा स्थिर विद्युतदाब पुरवठ्यासह रोहित्र लोड केले जाते, तेव्हा रोहित्राच्या अंतर्गत मापदंडामुळे, म्हणजेच, प्रायमरी आणि सेकंदारीचा रोध आणि इंडक्टिव्ह प्रतिक्रिया, होणाऱ्या विद्युतदाब ड्रॉपमुळे रोहित्राचा टर्मिनल विद्युतदाब बदलते. अंतर्गत विद्युतदाब ड्रॉप देखील लोड आणि त्याच्या पॉवर फॅक्टरवर अवलंबून असते. बीजगणिताने लोड आणि फुल-लोड टर्मिनल विद्युतदाब मधील फरक विद्युतदाब नियमनच्या दृष्टीने मोजला जातो.

स्थिर सप्लाय विद्युतदाब वर, सेकंडरि टर्मिनल विद्युतदाब मध्ये बदल नो-लोड पासून ते फुल-लोड पर्यंत लोड विद्युतदाबाच्या संदर्भात यालाच रोहित्राचे विद्युतदाब नियमन म्हणतात.

समजा

E_2 = नो-लोडवर सेकंडरि टर्मिनल विद्युतदाब.

V_2 = पूर्ण-लोडवर सेकंडरि टर्मिनल विद्युतदाब.

मग, विद्युतदाब नियमन $= E_2 - V_2 / E_2$ (per unit)

टक्केवारीच्या स्वरूपात, $\% \text{Reg} = E_2 - V_2 / E_2 \times 100$

जेव्हा सर्व परिमाण रोहित्राच्या प्रायमरि बाजूला संदर्भित केले जातात;

$$\% \text{Reg} = V_1 - E_1 / V_1 \times 100$$

3.18 विद्युतदाब नियमन साठी अंदाजे समिकरण

नो-लोड सेकंडरि विद्युतदाबाचे अंदाजे समिकरण लेख 15 मध्ये काढली गेली आहे.

(i) इंडक्टिव्ह भाराकरिता : $E_2 = V_2 + I_2 R_{es} \cos \phi_2 + I_2 X_{es} \sin \phi_2$

किंवा

$$E_2 - V_2 = I_2 R_{es} \cos \phi_2 + I_2 X_{es} \sin \phi$$

किंवा

$$\frac{E_2 - V_2}{E_2} \times 100 = \frac{I_2 R_{es}}{E_2} \times 100 \cos \phi_2 + \frac{I_2 X_{es}}{E_2} \times 100 \sin \phi_2$$

जेथे $I_2 X_{es} / E_2 \times 100$ = टक्के रोध कमी आणि

$I_2 R_{es} / E_2$ = टक्के रियाक्टंस कमी

$\% \text{ नियमन} = \% \text{ रोध ड्रॉप} \times (\cos \phi_2 + \% \text{ रोध ड्रॉप})$

त्याचप्रमाणे

(ii) रेसिस्टिव लोडकरिता : % नियमन = % रोध ड्रॉप

(iii) कॅपेसिटिव्ह भाराकरिता :

$$\therefore \% \text{ नियमन} = \% \text{ रोध ड्रॉप} \times (\cos \phi_2 - \% \text{ रोध ड्रॉप} \times \sin \phi_2)$$

उदाहरण 3.8: 1 : 2 च्या गुणोत्तर असलेल्या सिंगल फेज ट्रान्सफॉर्मरला 0.25 ohm आणि 0.5 ohm रियाक्टंस आणि सेकंडरी साठी संबंधित मूल्ये 0.8 ohm आणि 1.8 ohm अनुक्रमे आहेत. रोहिताचा भार नसताना सेकंडरी विद्युतदाब काढा, जर ते 10 A आणि 400 V वर 0.8 शक्ती घटक - लॅगिंग वितरीत करत असेल.

उत्तर

$$\text{प्रायमरि रोध} \quad R_1 = 0.25 \Omega$$

$$\text{प्रायमरि रियाक्टंस} \quad X_1 = 0.5 \Omega$$

$$\text{सेकंडरी रोध} \quad R_2 = 0.8 \Omega$$

$$\text{सेकंडरी रियाक्टंस} \quad X_2 = 1.8 \Omega$$

$$\text{सेकंडरी विद्युतधारा} \quad I_2 = 10 A$$

$$\text{लोड } p.f., \quad \cos \phi_2 = 0.8 \text{ लॅगिंग}$$

$$\text{लोडवर सेकंडरि टर्मिनल विद्युतदाब, } V_2 = 400 \text{ volt}$$

$$\text{परिवर्तन गुणोत्तर } K = 2/1 = 2$$

$$\text{प्रायमरि रोध सेकंडरि म्हणून संदर्भित } R_1' = K_2 R_1 = 2 \times 2 \times 0.25 = 1.0 \Omega$$

$$\text{प्रायमरि रियाक्टंस सेकंडरि म्हणून संदर्भित } X_1' = K_2 X_1 = 2 \times 2 \times 0.5 = 2.0 \Omega$$

$$\text{सेकंडरि म्हणून संदर्भित समतुल्य रोध } R_{es} = R_2 + R_1' = 0.8 + 1.0 = 1.8 \Omega$$

$$\text{सेकंडरि म्हणून संदर्भित समतुल्य रियाक्टंस } X_{es} = X_2 + X_1' = 1.8 + 2.0 = 3.8 \Omega$$

$$\text{भाराचा शक्ती घटक, } \cos \phi_2 = 0.8 \quad \therefore \sin \phi_2 = \sin \cos^{-1} 0.8 = 0.6$$

लोड नसताना सेकंडरि टर्मिनल विद्युतदाब,

$$E_2 = \sqrt{(V_2 \cos \phi + I_2 R_{es})^2 + (V_2 \sin \phi + I_2 X_{es})^2}$$

$$E_2 = \sqrt{(400 \times 0.8 + 10 \times 1.8)^2 + (400 \times 0.6 + 10 \times 3.8)^2}$$

$$E_2 = \sqrt{(338)^2 + (278)^2} = 437.64 \text{ V (उत्तर)}$$

उदाहरण 3.9: 5 : 1 गुणोत्तर असलेल्या सिंगल फेज रोहिताला 0.4 ohm प्रायमरि रेसिस्टंस आणि 1.2 ohm रियाक्टंस आणि 0.01 चे सेकंडरि रेसिस्टंस आणि 0.04 ohm आहे. 600 V वर 125 A वितरीत करताना % नियमन शक्ती घटक, (i) 0.8 मागे (ii) 0.8 अग्रगण्य, वर ठरवा.

उत्तर

$$\text{डेटा दिला आहे} \quad R_1 = 0.4 \Omega; X_1 = 1.2 \Omega; R_2 = 0.01 \Omega;$$

$$X_2 = 0.04 \Omega; I_2 = 125 A \text{ and } V_2 = 600 V$$

$$\text{परिवर्तन गुणोत्तर} \quad K = 2/1 = 2$$

$$\text{आता,} \quad X_1' = K_2 R_1 = (0.2)^2 \times 0.4 = 0.016 \Omega;$$

$$R_{es} = R_2 + R_1' = 0.01 + 0.016 = 0.026 \Omega$$

$$X_1' = K_2 X_1 = (0.2)^2 \times 1.2 = 0.048 \Omega$$

$$X_{es} = X_2 + X_1' = 0.04 + 0.048 = 0.088 \Omega$$

- (i) शक्ती घटक करिता $\cos \phi_2 = 0.8$ lag; $\sin \phi_2 = \sin \cos^{-1} 0.8 = 0.6$

सेकंडरि इन्ड्यूज्ड विद्युतदाब

$$\begin{aligned} E_2 &= V_2 + I_2 R_{es} \cos \phi_2 + I_2 X_{es} \sin \phi_2 \\ &= 600 + 125 \times 0.026 \times 0.8 + 125 \times 0.088 \times 0.6 \\ &= 600 + 2.6 + 6.6 = 609.2 V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% R_{eg} &= \frac{E_2 - V_2}{E_2} \times 100 \\ &= \frac{609.2 - 600}{609.2} \times 100 = 1.51\% \text{ (उत्तर)} \end{aligned}$$

- (ii) शक्ती घटक करिता, $\cos \phi_2 = 0.8$ लिडिंग; $\sin \phi_2 = 0.6$

सेकंडरि इन्ड्यूज्ड विद्युतदाब

$$\begin{aligned} E_2 &= V_2 + I_2 R_{es} \cos \phi_2 - I_2 X_{es} \sin \phi_2 \\ &= 600 + 125 \times 0.06 \times 0.8 - 125 \times 0.088 \times 0.6 \\ &= 600 + 2.6 - 6.6 = 596 V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% R_{eg} &= \frac{E_2 - V_2}{E_2} \times 100 \\ &= \frac{596 - 600}{596} \times 100 = -0.67\% \text{ (उत्तर)} \end{aligned}$$

उदाहरण 3.10: रोहिताच्या नियमनची गणना करा ज्यात ओमिक लॉसेस आउटपुटच्या 1% आहे आणि जेव्हा प्रतिक्रियाड्रॉप विद्युतदाबाच्या 5% असेल आणि शक्ती घटक, (i) 0.8 लॅगिंग (ii) 0.8 लिडिंग (iii) युनिटि, असेल.

उत्तर: ओहमीक लॉसेस किंवा रोध ड्रॉप = 1% रियाक्टन्स ड्रॉप = 5%

- (i) जेव्हा शक्ती घटक- $\cos \phi_2 = 0.8$ लॅगिंग; $\sin \phi_2 = \sin \cos^{-1} 0.8 = 0.6$

$$\% R_{eg} = \% \text{ रोध ड्रॉप} \times \cos \phi_2 + \% \text{ रियाक्टन्स ड्रॉप} \times \sin \phi_2$$

$$= 1 \times 0.8 + 5 \times 0.6 = 3.8\% \text{ (उत्तर)}$$

- (ii) जेव्हा शक्ती घटक- $\cos \phi_2 = 0.8$ लिडिंग; $\sin \phi_2 = \sin \cos^{-1} 0.8 = 0.6$

$$\% R_{eg} = \% \text{ रोध ड्रॉप} \times \cos \phi_2 - \% \text{ रियाक्टन्स ड्रॉप} \times \sin \phi_2$$

$$= 1 \times 0.8 - 5 \times 0.6 = -2.2\% \text{ (उत्तर)}$$

जेव्हा शक्ती घटक युनिटि असेल, $\% R_{eg} = \% \text{ रोध ड्रॉप} = 1\% \text{ (उत्तर)}$

सराव प्रश्न

- एक 10 केव्हीए, 1-फेज ट्रान्सफॉर्मर 2000 / 400 व्ही लोड नसताना, प्राइमरी वायंडिंग अनुक्रमे 5.5 W आणि 12 W चे रेसीस्टंस आणि लीकेज रियाक्टन्स आहे, सेकंडरी वायंडिंग चे संबंधित मूल्य 0.5 W आणि 0.45 W असणे. सेकंडरी विद्युतदाबाचे मूल्य पूर्ण भार 0.8 शक्ती घटक लॅगिंग वर जेव्हा प्राइमरी पुरवठा विद्युतदाब 2000 V असते, निश्चित करा. (उत्तर: 377.65 V)

2. 10 kVA, 2000 / 400 V, सिंगल फेज रोहितामध्ये रोध आणि लीकेज रियाकटन्स खालीलप्रमाणे आहे: - प्राइमरी वायंडिंग: रोध = 5.5 ओहम, रियाकटन्स = 12 ओहम सेकंडरी वायंडिंग: रोध = 0.2 ओहम, रियाकटन्स = 0.45 ओहम. सेकंडरी विद्युतदाबाचे मूल्य पूर्ण भार 0.8 शक्ती घटक लीडिंग वर जेव्हा प्राइमरी पुरवठा विद्युतदाब 2000 V असते, निश्चित करा. (उत्तर: 405.55 V)
3. 40 केव्हीए, 6600/250 V सिंगल फेज रोहिताच्या प्राइमरी आणि सेकंडरी वायंडिंगना अनुक्रमे 10 ओहम आणि 0.02 ओहमचा रोध असतो. प्राइमरी लीकेजचा संदर्भ म्हणून एकूण लीकेज रियाकटन्स 35 ओहम आहे. 0.8 लॅगिंग शक्ती घटकाचे भार नियमन शोधा. (उत्तर: 3.56 %)

3.19 रोहितामधील लॉसेस

वास्तविकरित्या रोहितामधील होणारे लॉस पुढील प्रमाणे आहेत:

- (i) कोर किंवा आयर्नचे लॉस
- (ii) कॉपर लॉस
- (i) **कोर किंवा आयर्नचे लॉस:** जेव्हा रोहिताच्या प्राइमरी वळणात अदिष्ट पुरवठा दिला जातो तेव्हा कोअरमध्ये एक अदिष्ट विद्युतधारा स्थापित केला जातो, म्हणून, चुंबकीय कोअरमध्ये हिस्टेरिसिस आणि एडी करंट लॉस होते.
 - (अ) **हिस्टेरिसिस लॉस:** जेव्हा चुंबकीय मटेरियल फ्लक्स रिव्हर्सलच्या अधिन होते, तेव्हा आण्विक चुंबकांच्या कॉन्स्टंट रिव्हर्सलसाठी शक्ती आवश्यक असते. मध्ये ही शक्ती उष्णतेच्या स्वरूपात नष्ट झाली आहे, आणि हिस्टेरिसिस लॉस ($P_h = K_h V_f B_m$) म्हणून ओळखले जाते व कोरच्या बांधकामासाठी सिलिकॉन स्टील मटेरियल वापर करून हे लॉस कमी करता येते.
 - (ब) **एडी करंट लॉस:** रोहिताच्या कोअरमध्ये फ्लक्स बदलत असल्याने, तो कोअरच्या चुंबकीय मटेरियलशी देखील जोडला जातो. यामुळे *e.m.f.* कोअर मध्ये प्रेरित होतो आणि एडी करंट फिरतो. हे एडी करंटस राखण्यासाठी पॉवर आवश्यक आहे. ही शक्ती उष्णतेच्या स्वरूपात नष्ट झाली होते आणि एडी करंट लॉस म्हणून ओळखले जाते. हा लॉस पातळ लॅमिनेशनचा कोअर बनवून कमी केला जातो.

आपण आधीच पाहिले आहे की रोहिताच्या कोअरमध्ये स्थापित फ्लक्स नो-लोडपासून पूर्ण लोडपर्यंत स्थिर राहतो. त्यामुळेच, आयर्नचे लॉस लोडपासून स्वतंत्र असते आणि स्थिर (कॉन्स्टंट) लॉस म्हणून ओळखले जाते.
- (ii) **कॉपर लॉस:** प्राइमरी आणि सेकंडरी वायंडिंग मध्ये कॉपरचे लॉस त्यांच्या ओहमिक रोधामुळे होते. जर I_1, I_2 प्राइमरी आणि सेकंडरी विद्युतधारा आहेत आणि R_1, R_2 अनुक्रमे प्राइमरी आणि सेकंडरी रोध आहेत.

तर एकूण कॉपर लॉस = $I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = I_1^2 R_{ep} + I_2^2 R_{es}$

प्राइमरी आणि सेकंडरी वायंडिंग्स मधील विद्युतधारा भारानुसार बदलतात, म्हणून, हे लॉस भारानुसार बदलते आणि ते परिवर्तनीय लॉस म्हणून ओळखले जाते.

उदाहरण 3.11: 50 kVA, 2000 / 200 V, सिंगल फेज, 50 हर्ट्झ रोहितामध्ये 3.5 ओहमचे प्राइमरी रोध आणि 4.5 ओहमची रियाकटन्स असते. सेकंडरी रोध आणि रियाकटन्स अनुक्रमे 0.015 ओहम आणि 0.02 ओहम आहेत. शोधा (i) समतुल्य रेसीस्टन्स, रियाकटन्स आणि इम्पीडंस प्राइमरी बाजूकडे संदर्भित (ii) रोहितामधील एकूण कॉपर लॉस.

उत्तर:

ट्रान्सफॉर्मर रेटिंग = 50 केव्हीए, 2000 / 200 व्ही, सिंगल फेज, 50 हर्ट्झ

प्राइमरी रेसीस्टन्स, $R_1 = 3.5 \Omega$

प्राइमरी रियाकटन्स, $X_1 = 4.5 \Omega$, सेकंडरी रोध, $R_2 = 0.015 \Omega$, सेकंडरी रियाकटन्स, $X_2 = 0.02 \Omega$

$$(i) \text{ ट्रांसफॉर्मेशन गुणोत्तर, } K = \frac{V_2}{V_1} = \frac{200}{2000} = 0.1$$

प्राइमरी बाजूला संदर्भित समतुल्य रोध,

$$R_{ep} = R_1 + R_2'$$

$$R_{ep} = R_1 + \frac{R_2}{k^2} = 3.5 + \frac{0.0.15}{0.1^2} = 3.5 + 1.5 = 5 \Omega$$

समतुल्य रियाक्टन्स प्राइमरी बाजूला संदर्भित,

$$X_{ep} = X_1 + X_2'$$

$$X_{ep} = X_1 + \frac{X_2}{k^2} = 4.5 + \frac{0.02}{0.1^2} = 4.5 + 2.0 = 6.5 \Omega$$

समतुल्य इम्पीडेंस प्राइमरी बाजूला संदर्भित,

$$Z_{ep} = \sqrt{R_{ep}^2 + X_{es}^2} = \sqrt{5^2 + 6.5^2} = 8.2 \Omega$$

$$(ii) \text{ प्राइमरी रेटेड करंट, } I_1 = \frac{50 \times 1000}{2000} = 25 \text{ अँपपीयर}$$

$$\text{ट्रांसफॉर्मरमध्ये फुल-लोड कॉपरचे लॉस, } P_c = I_1^2 R_{ep} = 25^2 \times 5 = 3125 \text{ वॅट्स}$$

3.20 रोहिताची कार्यक्षमता

रोहिताची कार्यक्षमता ही त्याच्या इनपुट व आउटपुट पॉवर ची गुणोत्तर म्हणून परिभाषित केली जाते, दोघे एकाच युनिटमध्ये मोजले जातात (एकतर वॅट्समध्ये किंवा किलोवॅटमध्ये).

$$\begin{aligned} \text{रोहिताची कार्यक्षमता, } \eta &= \frac{\text{आउटपुट पॉवर}}{\text{इनपुट पॉवर}} = \frac{\text{आउटपुट पॉवर}}{\text{आउटपुट पॉवर} + \text{लॉसेस}} \\ &= \frac{\text{आउटपुट पॉवर}}{\text{आउटपुट पॉवर} + \text{आयर्न लॉसेस} + \text{कॉपर लॉसेस}} = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_i + P_c} \end{aligned}$$

जेथे, V_2 = सेकंडरी टर्मिनल विद्युतदाब I_2 = फुल-लोड सेकंडरी विद्युतधारा

$\cos \theta_2$ = लोड पॉवर फॅक्टर

P_i = आयर्न लॉसेस = हिस्टेरेसिस लॉस + एडी विद्युतधारा लॉस (कॉस्टंट लॉसेस)

P_c = फुल लोड कॉपर लॉसेस = $I_1^2 R_{es}$ (बदलणारे लॉसेस)

जर x हा फुल भारातील (full load) अपूर्णाक असेल तर या अंशातील रोहिताची कार्यक्षमता खालील संबंधाने दिली जाते;

$$\begin{aligned} \eta_A &= \frac{x \times \text{फुल-लोड आउटपुट}}{x \times \text{फुल-लोड आउटपुट} + P_i + x^2 I_2 R_{es}} \\ &= \frac{x V_2 I_2 \cos \theta_2}{x V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_i + x^2 I_2^2 R_{es}} \end{aligned}$$

लोडच्या अपूर्णाकाच्या वर्गाप्रमाणे कॉपर लॉस बदलते.

3.21 जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेसाठी अट

रोहिताची कार्यक्षमता ही दिलेल्या लोड आणि पॉवर फॅक्टरवरून खालील संबंधाद्वारे व्यक्त केली जाते,

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_i + I_2^2 R_{es}}$$

$$= \frac{V_2 \cos \theta_2}{V_2 \cos \theta_2 + P_i / I_2 + I_2 R_{es}}$$

टर्मिनल विद्युतदाब V_2 अंदाजे स्थिर आहे. अशा प्रकारे दिलेल्या पी.फ. (PF) साठी, कार्यक्षमता ही लोड करंट I_2 वर अवलंबून असते. एक्सप्रेसन (i) अंश (न्यूमेरेटर) स्थिर आहे आणि डिनॉमिनेटर कमी असल्यास कार्यक्षमता जास्तीत जास्त असेल. अशा प्रकारे जास्तीत जास्त स्थिती ही डिनॉमिनेटर चे I_2 च्या संदर्भात डेरिव्हेटिव्ह घेवून शून्याशी बरोबरी करून प्राप्त केली जाते.

$$\frac{d}{d(I_2)} (V_2 \cos \theta_2 + P_i / I_2 + I_2 R_{es}) = 0 \quad \text{or} \quad 0 - \frac{P_i}{I_2^2} + R_{es} = 0 \quad \text{or} \quad I_2^2 R_{es} = P_i$$

\therefore कॉपर लॉस = आयर्न लॉस

अशा प्रकारे, रोहिताची कार्यक्षमता जास्तीत जास्त असेल जेव्हा कॉपर (किंवा व्हेरिफबल) लॉस हे आयर्न लॉसच्या (किंवा स्थिर) बरोबरीचे असेल.

$$\eta_{\max} = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_2 I_2 \cos \theta_2 + 2P_i} \quad [\text{कारण } P_c = P_i]$$

समीकरण (ii) पासून, आउटपुट विद्युतधारा I_2 चे मूल्य ज्यावर रोहिताची कार्यक्षमता जास्तीत जास्त असेल;

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_i}{R_{es}}}$$

जर x फूल लोड kVA एचा अंश असेल ज्यावर रोहिताची कार्यक्षमता जास्तीत जास्त असेल.

तर, कॉपर लॉसेस = $x^2 P_c$ (जेथे P_c हा फूल लोड कॉपर लॉस आहे)

आयर्न लॉसेस = P_i

जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेसाठी, $x^2 P_c = P_i$; $x = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}}$

जास्तीत जास्त आउटपुट kVA हा जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेच्या संदर्भात,

$$= x \times \text{फूल लोड kVA} = \text{फूल लोड kVA} \times \sqrt{\frac{P_i}{P_c}}$$

$$= \text{फूल लोड kVA} \times \sqrt{\frac{\text{आयर्न लॉसेस}}{\text{फूल लोड कॉपर लॉसेस}}}$$

उदाहरण 3.12: 25 kVA, 2000 / 200 V शक्ती रोहितात आयर्न आणि फूल लोड कॉपरचे लॉस अनुक्रमे 350 W आणि 400 W आहे. (i) फूल लोड आणि (ii) हाफ लोडवर युनिटी पॉवर फॅक्टरवर कार्यक्षमतेची गणना करा.

उत्तर:

$$\eta_A = \frac{x \text{ KVA} \times 1000 \times \cos \phi}{x \text{ KVA} \times 1000 \times \cos \phi + P_i + x^2 P_c}$$

जेथे, $\cos \phi = 1$; $P_i = 350 \text{ W}$; $P_c = 400 \text{ W}$

(i) फूल लोडला $x = 1$

$$\therefore \eta = \frac{1 \times 25 \times 1000 \times 1}{1 \times 25 \times 1000 \times 1 + 350 + 1 \times 1 \times 400} \times 100$$

$$= 97.087 \% \text{ (उत्तर)}$$

(ii) हाफ लोडला $x = 0.5$

$$\therefore \eta = \frac{0.5 \times 25 \times 1000 \times 1}{0.5 \times 25 \times 1000 \times 1 + 350 + 0.5 \times 0.5 \times 400} \times 100$$

$$= 96.525 \% \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 3.13: फूल लोड विद्युतधारा असताना, 100 kVA रोहितामधील आयर्न आणि कॉपरचे लॉसेस प्रत्येकी 2.5 किलोवॅट आणि. 75 kVA इतके आहे. 0.8 पॉवर फॅक्टर लॅगिंगच्या रोहिताची कार्यक्षमता शोधा.

उत्तर: फूल लोडच्या कोणत्याही अंश x वर रोहिताची कार्यक्षमता,

$$\eta_x = \frac{x \text{ KVA} \times 1000 \times \cos \phi}{x \text{ KVA} \times 1000 \times \cos \phi + P_i + x^2 P_c}$$

जेथे, रोहिताची रेटेड क्षमता = 100 kVA

ऑपरेटिंग लोड = 75 kVA

लोडचा अंश $x = \frac{75}{100} = 0.75$

आयर्न लॉसेस $P_i = 2.5 \text{ kW}$

फूल लोड कॉपर लॉसेस $P_c = 2.5 \text{ kW}$

लोडचा शक्ती घटक = $\cos \phi = 0.8$ लॅगिंग

$$\therefore \eta_x = \frac{0.75 \times 100 \times 0.8}{0.75 \times 100 \times 0.8 + 2.5 + (0.75)^2 \times 2.5} \times 100 = 93.88 \% \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 3.14: 1000 KVA, 110 / 220 V, 50 Hz सिंगल फेज रोहिताची कार्यक्षमता 98.5% आहे अर्ध्या लोडवर 0.8 पॉवर फॅक्टर आघाडीवर आणि युनिट पॉवर फॅक्टरवर फूल लोडच्या 98.8% आहे. शोधा (i) आयर्नचे लॉस (ii) फूल लोड कॉपर लॉस.

उत्तर: लोडच्या कोणत्याही अंश x मध्ये कार्यक्षमता;

$$\eta_x = \frac{x \text{ KVA} \times 1000 \times \cos \phi}{x \text{ KVA} \times 1000 \times \cos \phi + P_i + x^2 P_c}$$

जेथे, P_c फूल लोड कॉपर लॉसेस आहे आणि P_i आयर्न लॉसेस आहे.

(i) जेव्हा, $x = 0.5$, $\cos \phi = 0.8$, $\eta_x = 98.5 \%$

$$\therefore 98.5 = \frac{0.5 \times 1000 \times 0.8}{0.5 \times 1000 \times 0.8 + P_i + (0.5)^2 P_c} \times 100$$

$$400 + P_i + 0.25 P_c = \frac{500 \times 100}{98.5} \quad \text{or} \quad P_i + 0.25 P_c = 6.1 \text{ kW} \quad \dots(i)$$

(ii) जेव्हा, $x = 1$, $\cos \phi = 1$, $\eta_x = 98.8 \%$

$$\therefore 98.8 = \frac{1 \times 1000 \times 1}{1 \times 1000 \times 1 + P_i + (1)^2 P_c} \times 100$$

$$\text{किंवा } 1000 + P_i + P_c = \frac{1000 \times 100}{98.8}$$

$$\text{किंवा } P_i + P_c = 12.15 \text{ kW} \quad \dots(ii)$$

समीकरण (i) (ii) मधून वजा केल्यास आम्हाला मिळते,

$$0.75 P_c = 6.05$$

$$P_c = 8.07 \text{ KW (उत्तर)}$$

$$\text{आणि } P_i = 12.15 - 8.07$$

$$= 4.08 \text{ KW (उत्तर)}$$

उदाहरण 3.15: 25 kVA, 2000 V / 200 V रोहितामध्ये आयर्न आणि तांब्याचे लॉस अनुक्रमे 200 W आणि 400 W आहे. अर्ध्या लोड आणि 0.8 पॉवर फॅक्टर लॅगिंगवर कार्यक्षमतेची गणना करा. जास्तीत जास्त कार्यक्षमता आणि संबंधित लोड देखील निश्चित करा.

उत्तर:

रोहिताची रेटिंग = 25 kVA; आयर्नचे लॉसेस, $P_i = 200 \text{ W}$;

फूल लोड कॉपर लॉसेस, $P_c = 400 \text{ डब्ल्यू}$

लोडचा अंश, $x = 0.5$; लोडचा $p.f. = \cos \phi = 0.8$

लोडच्या कोणत्याही अंश x मध्ये कार्यक्षमता;

$$\eta_x = \frac{0.5 \times 25 \times 1000 \times 0.8}{0.5 \times 25 \times 1000 \times 0.8 + 200 + (0.5)^2 \times 400} \times 100$$

$$= 97.08 \% \text{ (उत्तर)}$$

जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेसाठी $P_i = x^2 P_c$

लोडचा अपूर्णाक ज्यावर कार्यक्षमता जास्तीत जास्त आहे,

$$x = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{200}{400}} = 0.707$$

जास्तीत जास्त कार्यक्षमता

$$\eta_{\max} = \frac{x \text{ kVA} \times 1000 \times \cos \phi}{x \text{ kVA} \times 1000 \times \cos \phi + 2 P_i}$$

$$\eta_{\max} = \frac{0.707 \times 25 \times 1000 \times 0.8}{0.707 \times 25 \times 1000 \times 0.8 + 2 \times 200} \times 100$$

$$= 97.25\%$$

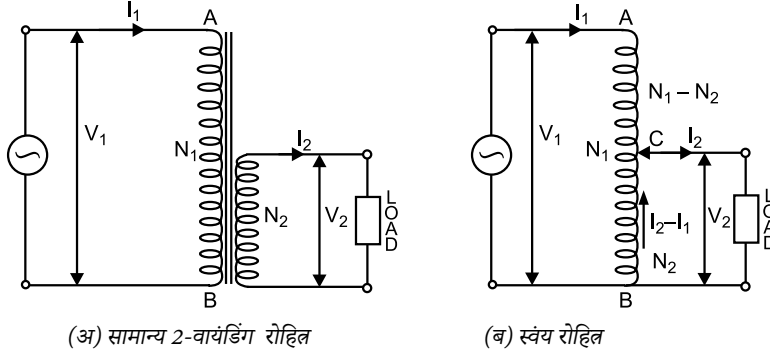
जास्तीत जास्त कार्यक्षमता वर लोड = $x \text{ kVA} = 0.707 \times 25 = 17.675 \text{ kVA (उत्तर.)}$

सरावासाठी प्रश्न

- 500 kVA रोहिताच्या प्राइमरी आणि सेकंडरी वळणांना अनुक्रमे 0.42 ओहम आणि 0.0011 ओहमचा रोध असतो. प्राइमरी आणि सेकंडरी विद्युतदाब अनुक्रमे 600 V आणि 400 V आहेत. आयर्नचे लॉस 2.9 kW आहे. 0.8 लॅगिंगच्या पॉवर फॅक्टरवर अर्ध्या पूर्ण लोडवर कार्यक्षमतेची गणना करा. (उत्तर: 98.07 %)
- 220 / 400 V, 10 kVA, 50 हर्ट्ज, सिंगल-फेज रोहितामध्ये फूल लोड असताना 120 W कॉपर लॉस होते. जर त्याची फूल क्षमतेवर 98% कार्यक्षमता असेल, युनिट शक्ती घटक, आयर्नचे लॉस निश्चित करा. 0.8 p.f लॅगिंग वर अर्ध्या फूल – लोडवर ट्रान्सफॉर्मरची कार्यक्षमता काय असेल? (उत्तर: 84.08 W; 97.23%)
- 40 kVA ट्रान्सफॉर्मरमध्ये 400 वॅटचा कोअर लॉस आणि 800-वॅटचा फुल-लोड कॉपर लॉस आहे. जर लोडचा पॉवर फॅक्टर 0.9 लॅगिंग आहे तर गणना करा:
 - फूल-लोड कार्यक्षमता, आणि
 - फूल-लोडची टक्केवारी ज्यावर जास्तीत जास्त कार्यक्षमता येते. (उत्तर: 96.77%; 70.7%)

3.22 स्वयं(ऑटो) रोहित

स्वयं रोहित एक रोहित आहे ज्यामध्ये लॅमिनेटेड कोअर फक्त एका वायंडिंगचे वेटोळे असते. या वायंडिंगचा एक भाग प्राइमरी आणि सेकंडरी दोन्ही बाजूंना सारखा आहे.



आकृती 3.22: सामान्य 2-वायंडिंग ट्रान्सफॉर्मर आणि ऑटो ट्रान्सफॉर्मर

लोडवर, लोड विद्युतधारेचा एक भाग थेट सप्लायमधून मिळतो आणि उर्वरित भाग रोहिता मिळवला जातो. सामान्य रोहितामध्ये प्राइमरी आणि सेकंडरी वायंडिंग एकमेकांपासून विद्युत पृथक् (electrically isolated) असतात परंतु चुंबकीय पद्धतीने जोडलेले असतात [आकृती 3.22 (अ) बघावी]. तर, रोहितामध्ये प्राइमरी आणि सेकंडरी वायंडिंग चुंबकीय आणि विद्युतरीतीने जोडलेले असतात. [आकृती 3.22 (ब) नुसार] प्राइमरी वायंडिंग AB दाखवते जेथून C वर एक टॅपिंग घेतले जाते, म्हणून CB हे वायंडिंग सेकंडरी वायंडिंग म्हणून कार्य करते. पुरवठा विद्युतदाब AB वर लागू केला जातो आणि लोड CB वर जोडला जातो. टॅपिंग निश्चित किंवा व्हेरिएबल असू शकते.

जेव्हा अदिष्ट विद्युतदाब V_1 AB वर लागू केला जातो, कोअरमध्ये एक अदिष्ट फ्लक्स स्थापित केला जातो, तो *e.m.f.* E_1 ला वायंडिंग AB मध्ये प्रेरित करतो या *e.m.f.* चा काही भाग परिपथामध्ये घेतले जाते.

V_1 = प्रारंभीक लागू विद्युतदाब; V_2 = सेकंडरी लोड भोवती विद्युतदाब

I_1 = प्राइमरी विद्युतधारा; I_2 = लोड विद्युतधारा

$N_1 = A$ आणि B आणि. मधील वळणांची संख्या

$N_2 = C$ आणि B मधील वळणांची संख्या

नो-लोड विद्युतधारा, लीकेज रियाक्टन्स आणि लॉस, दुर्लक्षित करून $V_1 = E_1$ आणि $V_2 = E_2$

$$\therefore \text{ट्रान्सफॉर्मेशन गुणोत्तर, } k = \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

सेकंडरी अ‍ॅपिअर टर्न्स प्राइमरी अ‍ॅपिअर टर्न्सच्या विरुद्ध असल्याने विद्युतधारा I_2 हा I_1 च्या विरोधात आहे. सेकंडरी विद्युतदाब प्राइमरी पेक्षा कमी आहे, म्हणून, विद्युतधारा I_2 हा I_1 पेक्षा जास्त आहे. BC विभागातून वाहणारी परिणामी विद्युतधारा $(I_2 - I_1)$ आहे. आता,

अ‍ॅपिअर टर्न्स BC विभागामुळे = विद्युतधारा \times टर्न्स

$$= (I_2 - I_1) N_2 = \left(\frac{I_1}{K} - I_1 \right) N_1 \times K = N_1 I_1 (1 - K) \quad \dots(i)$$

खंड AC में एम्पीयर टर्न्स = $(N_1 - N_2) I_1$

$$= N_1 I_1 \left(1 - \frac{N_2}{N_1} \right) = N_1 I_1 (1 - K) \quad \dots(ii)$$

समीकरणे (i) आणि (ii) दर्शवतात की विभाग BC आणि AC मुळे अ‍ॅपिअर टर्न्स एकमेकांना बॅलन्स करतात जे रोहितक्रियेचे वैशिष्ट्य आहे.

कॉपरचे बचत (सेविंग्स)

आकारमान, आणि म्हणून तांब्याचे वजन, वाहकाच्या x -सेक्शनच्या लांबी आणि क्षेत्राच्या प्रमाणात आहे. वाहकाची लांबी वळणांच्या संख्येच्या प्रमाणात असते तर x -सेक्शनचे क्षेत्र त्याच्यामधून वाहणाऱ्या प्रवाहाच्या प्रमाणात असते. म्हणून कॉपरचे वजन विद्युतधारा आणि वळणांच्या संख्येच्या गुणाकाराच्या प्रमाणात आहे.

आता, आकृती 3.22 (ब) स्वयं(ऑटो) रोहितामध्ये तांब्याचे वजन

$W_a = Cu$ चे शाखा AC मधील वजन + Cu चे शाखा CB मधील वजन

$$\therefore W_a \propto I_1 (N_1 - N_2) + (I_2 - I_1) N_2 \propto I_1 N_1 + I_2 N_2 - 2I_1 N_2$$

जर सामान्य दोन वायंडिंग रोहिताने समान कर्तव्य पार पाडायचे असेल तर आकृती 3.22 (अ) नुसार सामान्य रोहितामध्ये आवश्यक तांब्याचे एकूण वजन.

$W_o = Cu$ चे प्रायमरी मधील वजन + Cu चे सेकंडरी मधील वजन

$$\therefore W_o \propto I_1 N_1 + I_2 N_2$$

आता, स्वयं(ऑटो) रोहितामध्ये कॉपरच्या वजनाचे प्रमाण सामान्य रोहितामध्ये कॉपरच्या वजनाशी आहे,

$$\begin{aligned} \frac{W_a}{W_o} &= \frac{I_1 N_1 + I_2 N_2 - 2I_1 N_2}{I_1 N_1 + I_2 N_2} \\ &= \frac{I_1 N_1 + I_2 N_2}{I_1 N_1 + I_2 N_2} - \frac{2I_1 N_2}{I_1 N_1 + I_2 N_2} \\ &= 1 - \frac{2I_1 N_2 / I_1 N_1}{I_1 N_1 / I_1 N_1 + I_2 N_2 / I_1 N_1} = 1 - K \end{aligned}$$

$$\text{किंवा} \quad W_a = (1 - K) W_o$$

स्वयं रोहित वापरून प्रभावित झालेल्या तांब्याची बचत = सामान्य रोहितामध्ये कॉपरचे लागनारे वजन - स्वयं रोहितामध्ये कॉपरचे लागनारे वजन = $W_o - W_a = W_o - (1 - K) W_o = K W_o$

$$\therefore \quad \text{बचत} = K \times \text{दोन वायंडिंग रोहितासाठी लागनारे कॉपरचे वजन}$$

म्हणून, रोहित गुणोत्तर युनिटीच्या जवळ येताच कॉपरमध्ये बचत वाढते, म्हणून, ऑटो रोहित वापरले जातात जेव्हा k जवळजवळ एकतेच्या बरोबरीने असतो.

स्वयं (ऑटो) रोहिताचे फायदे:

- स्वयं रोहित हा स्टार्टर म्हणून वापरला जातो जो फूल विद्युतदाबाच्या 50 ते 60% विद्युतदाब हे स्क्रिल केज इंडक्शन मोटरच्या स्टॅटरला दिले जाते जेव्हा ती मोटर सुरु होत असते.
- विद्युतदाब ड्रॉप दुरुस्त करण्यासाठी डिस्ट्रिब्यूशन केबलला थोडिशी चालना देण्यासाठी वापरला जातो.
- हे नियमन (रेग्युलेटिंग) रोहित म्हणून वापरले जाते (वरील बिंदू C या प्रकरणात व्हेरिफाईबल आहे).

तोटे: जरी स्वयं-रोहिताची किंमत कमी आहे, समान रेटिंगच्या सामान्य दोन वायंडिंग रोहिताच्या तुलनेत चांगले नियमन आणि देते. परंतु तरीही ते एका मोठ्या गैरसोयीमुळे मोठ्या प्रमाणावर वापरले जात नाहीत कारण सेकंडरी वायंडिंग प्राइमरी पासून इन्सुलेटेड नाही. जर स्वयं रोहिताचा वापर उच्च विद्युतदाब मधून कमी विद्युतदाब पुरवण्यासाठी केला जातो आणि सेकंडरी वळणात खंड पडला तर फूल प्राइमरी विद्युतदाब सेकंडरी टर्मिनलवर येते जे ऑपरेटर आणि उपकरणे (लोड) साठी धोकादायक असू शकते. म्हणून, उच्च विद्युतदाब आणि कमी विद्युतदाब प्रणालीला एकमेकांशी जोडण्यासाठी स्वयं रोहित न वापरण्याचा सल्ला दिला जातो. त्यांचा वापर फक्त त्या ठिकाणी मर्यादित आहे जेथे इनपुट विद्युतदाब मधून आउटपुट विद्युतदाब मध्ये थोडासा फरक आवश्यक आहे.

उदाहरण 3.16: ऑटो ट्रान्सफॉर्मरचे प्राइमरी आणि सेकंडरी विद्युतदाब अनुक्रमे 500 V आणि 400 V आहेत. सेकंडरी विद्युतधारा 100 A असेल तेव्हा वायंडिंग्स मधील विद्युतधारा वितरण आकृतीच्या सहाय्याने दर्शवा. या विशिष्ट प्रकरणात कॉपरच्या अर्थव्यवस्थेची गणना करा.

उत्तर:

$$\text{रोहित गुणोत्तर,} \quad k = \frac{V_2}{V_1} = \frac{400}{500} = 0.8$$

$$\text{संबंध वापरून-} \quad \frac{I_2}{I_1} = K$$

$$\text{प्राइमरी विद्युतधारा,} \quad I_1 = K I_2 = 0.8 \times 100 = 80 \text{ A}$$

$$\text{विभागात विद्युतधारा,} \quad BC = I_2 - I_1 = 100 - 80 = 20 \text{ A}$$

वळणाच्या वेगवेगळ्या विभागांमध्ये विद्युत वितरणासाठी कृपया आकृती 31 (ब) पहा

$$\text{सेव्हिंग ऑफ कॉपर} = K W_o = 0.8 W_o$$

$$\text{सेव्हिंग (\%)} = 0.8 \times 100 = 80\%$$

3.23 श्री फेज रोहित

आर्थिक कारणांमुळे विद्युत शक्तीचे उत्पादन, प्रसारण आणि वितरणासाठी श्री फेज सिस्टीम नेहमीच स्वीकारली जाते. सामान्यतः, वीज निर्मिती केंद्रावर 11 केव्ही (किंवा 33 केव्ही) वर वीज निर्माण होते, तर आर्थिक कारणांमुळे ती 400 केव्ही, 220 केव्ही, 132

केव्ही किंवा 66 केव्हीवर प्रसारित होते. प्राप्त केंद्रांवर, विद्युतदाब पातळी कमी होते आणि कमी अंतराद्वारे वीज प्रसारित केली जाते. ग्राहकांना वीज वितरण करताना, सुरक्षेच्या कारणास्तव विद्युतदाब ची पातळी 400 V (लाइन व्हॅल्यू) पर्यंत कमी केली जाते.

श्री-फेज विद्युत पॉवर हाताळण्यासाठी आणि जनरेटिंग स्टेशनवर विद्युतदाब पातळी वाढवण्यासाठी आणि रिसीव्हिंग स्टेशनवर विद्युतदाब पातळी कमी करण्यासाठी, 3-फेज स्टेप-अप आणि स्टेप-डाउन रोहील कार्यरत आहेत.

3.24 श्री फेज रोहीलचे फायदे

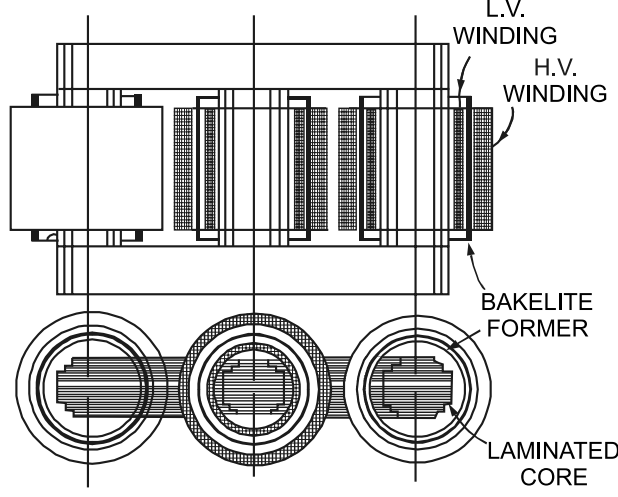
जनरेटिंग स्टेशन्स आणि रिसीव्हिंग स्टेशन्सवर 3-फेज प्रणालीमधील विद्युतदाब पातळी तीन सिंगल-फेज रोहील (स्टार किंवा डेल्टामध्ये जोडणे) वापरून किंवा एक तीन फेज रोहील वापरून बदलता येते. साधारणपणे, खालील कारणांमुळे सिंगल फेज रोहीलापेक्षा तीन फेज रोहीलाला प्राधान्य दिले जाते.

- (i) कमी प्रमाणात आयर्न आणि कॉपर आवश्यक आहे.
- (ii) आकार लहान आहे आणि लहान टाकीमध्ये ठेवता येतो आणि म्हणून थंड होण्यासाठी कमी प्रमाणात तेलाची आवश्यकता असते.
- (iii) कमी वजन आणि कमी जागा व्यापते.
- (iv) खूप कमी प्रमाणात बुशींग लागतात.
- (v) किंमत समान रेटिंगच्या तीन सिंगल फेज रोहीलच्या बँकेपेक्षा सुमारे 15% कमी आहे.
- (vi) हे थोड्या चांगल्या कार्यक्षमतेने आणि नियमनानुसार चालते. म्हणून, तीन फेज रोहील स्थिर विद्युत प्रणालीमध्ये स्टेप-अप आणि स्टेप-डाउन विद्युतदाब साठी कार्यरत असतात. जरी, हे रोहीले खालील गैरसोयींनी ग्रस्त आहेत.
 - (i) 3-फेज ट्रान्सफॉर्मर दुरुस्त करणे अधिक कठीण आणि महाग आहे.
 - (ii) वैयक्तिकरित्या तीन सिंगल फेज रोहील नेण्यापेक्षा 3-फेज रोहीलाचे एकच मोठे युनिट वाहतूक करणे कठीण आहे.

3.25 तीन फेज ट्रान्सफॉर्मरची बांधणी

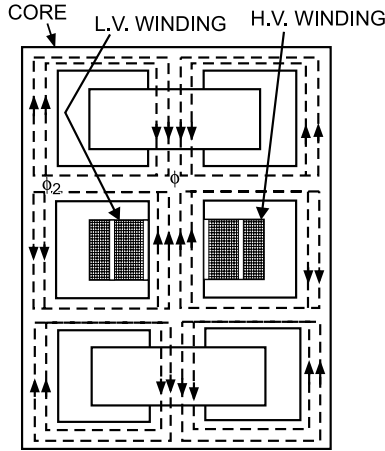
बांधणीच्या दृष्टिकोनातून, 3-फेज रोहीलचे वर्गीकरण देखील केले जाते,

- (i) कोअर प्रकारचा रोहील
 - (ii) शेल प्रकारचा रोहील
- (i) **कोअर प्रकारचा रोहील:** कोअर प्रकारचा 3-फेज रोहीलमध्ये, कोअरमध्ये समान क्रॉस-सेक्शन क्षेत्राचे तीन अंग असतात. तीन अंग हे दोन आडवे (वर आणि खाली) सदस्यांनी जोडलेले आहेत त्यांना योक्स म्हणतात. सर्व अंग आणि योक्सच्या क्रॉस-सेक्शनचे क्षेत्र प्रत्येक पासून समान आहे कारण प्रत्येक भागात फ्लक्स सेट-अपची चे परिमाण समान आहे. कोअर मध्ये लॅमिनेशन्स असतात व इन्सुलेशनसाठी दोन्ही बाजूंनी ऑक्ससाईड फिल्म लेप असलेली सिलिकॉन स्टील मटेरियल वापरली जाते. लॅमिनेशन सहसा E आणि I आकाराचे असतात आणि ते आळीपाळीने अडकलेले असतात.
- 3-फेज कोअर प्रकारचा रोहीलाचा पूर्ण विभाग त्याच्या प्लानसह आकृती 3.23 मध्ये दर्शविला आहे. हा प्रकार रोहील सहसा गोलाकार दंडगोलाकार कॉइल्सने गुंडाळलेल्या असतात. कमी विद्युतदाब (LV) वायंडिंग हे कोअर जवळ गुंडाळले आहे आणि आकृती 3.23 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे कोअर आणि उच्च विद्युतदाब (HV) वायंडिंग कमी विद्युतदाबाच्या वायंडिंग गुंडाळले गेले आहे. कोअर आणि लो विद्युतदाब वायंडिंग तसेच लो विद्युतदाब वायंडिंग आणि उच्च विद्युतदाब वायंडिंगदरम्यान इन्सुलेशन नेहमीच प्रदान केले जाते.

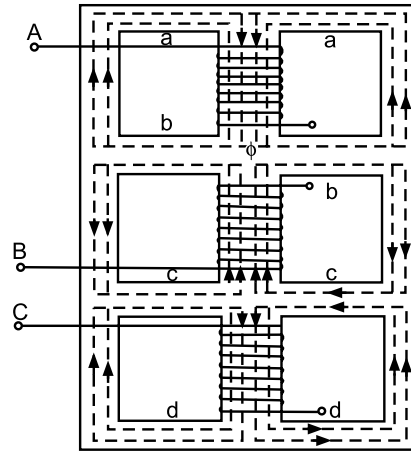


आकृती 3.23: तीन फेज ट्रांसफॉर्मर (कोर टाईप)

- (ii) **शेल प्रकारचा रोहील:** शेल प्रकारच्या रोहीलमध्ये, मुख्य बांधणी आकृती 3.24 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे लोखंडाभोवती वळणाऐवजी वायंडिंग कोअरमध्ये एम्बेड केले आहे. मध्यवर्ती अवयवांच्या क्रॉस सेक्शनचे क्षेत्र बाजूच्या अंग आणि आडव्या सदस्याच्या दुप्पट आहे.



आकृती 3.24: शेल प्रकारचा 3-फेज ट्रांसफॉर्मर



आकृती 3.25: 3-फेज शेल प्रकारच्या रोहीलाच्या कोअरमधील फ्लक्स विभागणी

रोहीलाच्या कोरमध्ये फ्लक्सचे वितरण

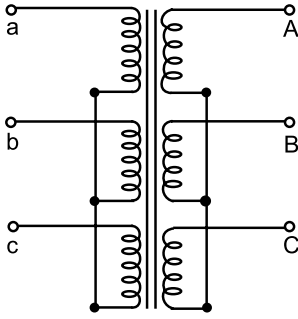
तीन-फेजचे कमी विद्युतदाब आणि उच्च विद्युतदाब वायंडिंग मध्यवर्ती अंगावर गुंडाळलेले आहेत. हे आकृती 3.25 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे तीन भागांमध्ये वायंडिंग अनुलंब ठेवल्या आहेत.

3.26 तीन फेज रोहीलचे जोडण्या (कनेक्शन)

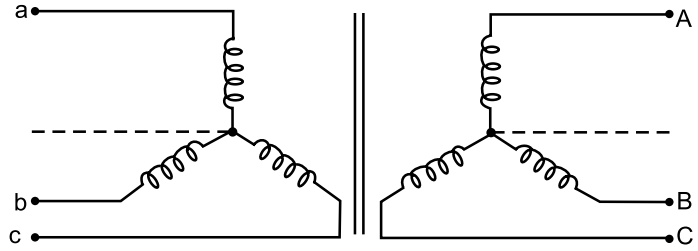
तीन-फेज रोहीलच्या तीन प्राइमरी आणि तीन सेकंडरी वायंडिंगह्या स्टार किंवा डेल्टा, पद्धतीने जोडल्या जाऊ शकतात त्यानुसार रोहीलला नावे दिली आहेत:

- (i) स्टार-स्टार जोडलेले 3-फेज रोहीत
- (ii) डेल्टा-डेल्टा जोडलेले 3-फेज रोहीत
- (iii) डेल्टा-स्टार जोडलेले 3-फेज रोहीत
- (iv) स्टार-डेल्टा जोडलेले 3-फेज ट्रान्सफॉर्मर

(i) **स्टार-स्टार जोडलेले 3-फेज रोहीत:** प्राइमरी आणि सेकंडरी दोन्ही बाजूंनी स्टार (Y) मध्ये जोडलेल्या 3-फेज रोहिताच्या तीन वळणाचे गुच्छे आकृती 3.26 आणि आकृती 3.27 मध्ये दर्शविले आहेत. जर प्रत्येक रोहिताच्या परिवर्तनाचे गुणोत्तर (Transformer ratio) k असेल, तर प्राइमरी आणि सेकंडरी बाजूंच्या लाईन विद्युतदाब मध्ये समान गुणोत्तर असेल. जेव्हा लोड संतुलित असतो तेव्हाच हे कनेक्शन समाधानकारकपणे कार्य करते.



आकृती 3.26: तारा जोडणीतील वायंडिंग्स



आकृती 3.27: तारा-तारा जोडणी

या जोडणीचे फायदे व तोटे :

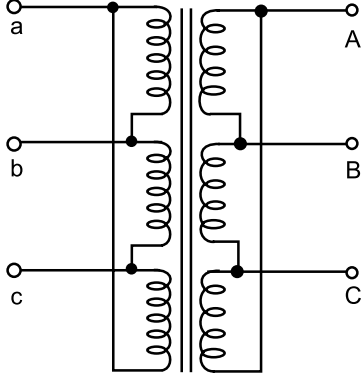
फायदे:

- (i) स्टार जोडणीसाठी लागणाऱ्या वळणांची संख्या कमी आहे कारण प्रत्येक फेज वायंडिंगचे $\left(\frac{E_L}{\sqrt{3}}\right)$ च्या 57.8% कमी विद्युतधारेचे वाहन करते. त्यामुळे विद्युतदाब कमी लागतो.
- (ii) वळणासाठी वाहकाचे मोठे क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र असते कारण लाईन आणि फेज विद्युतधारा समान असतात, म्हणून, भारी लोड किंवा शॉर्ट परिपथ दरम्यान त्यावर लादलेले ताण सहन करण्यासाठी वायंडिंग अधिक मजबूत असते.
- (iii) खूप जास्त विद्युतदाब शक्य आहेत कारण डायइलेक्ट्रिक स्ट्रेस हा इंसुलेटींग मटेरियलवर कमी असतो कारण विद्युतदाब हे कमी लागते म्हणजेच- $1/\sqrt{3}$ लाईन विद्युतदाब.

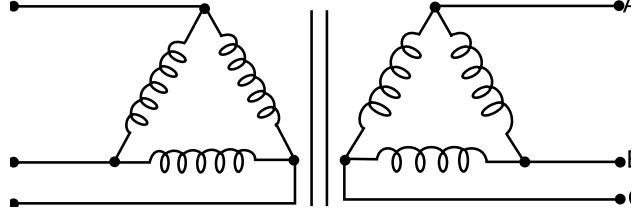
तोटे:

- (i) जर या फेजमधील एक फेज अपयशी ठरला तर इतर फेजेस बंद पडतात आणि शक्यतो ट्रान्सफॉर्मर बंद होऊ शकतो.
- (ii) जर सेकंडरी टप्प्यांचे असंतुलन असेल तर ते स्टार पॉइंट क्षमता बदलू शकते जे पृथ्वीच्या संदर्भात (Earth reference) कोणतेही मूल्य गृहित धरू शकते जर ते ग्राउंडेड नसेल तर. प्राइमरीच्या स्टार पॉइंटला अल्टरनेटरच्या स्टार पॉइंटशी जोडून तटस्थ बिंदूचे स्थलांतर रोखले जाऊ शकते.
- (iii) जरी प्राइमरी स्टार पॉइंट विद्युत ग्राउंडेड असेल, तरीही अल्टरनेटर विद्युतदाब मध्ये तिसरा हार्मोनिक उपस्थित असला तरीही, त्याच मार्गावर चालणाऱ्या टेलिफोन लाईन्समध्ये हस्तक्षेप होतो. प्रत्येक ट्रान्सफॉर्मरवरील तृतीयक वळणाद्वारे तिहेरी वारंवारता करंट दूर केले जाऊ शकतात.
- (iv) प्राइमरी आणि सेकंडरी दोन्हीचे स्टार पॉइंट्स विद्युत ग्राउंडेड नसल्यास फेजचे नियमन खराब होईल.

- (ii) **डेल्टा-डेल्टा जोडलेले 3-फेज रोहीतः** 3-फेज रोहिलाच्या या वळणांचे गुच्छे प्राइमरी आणि सेकंडरी दोन्ही बाजूंनी डेल्टामध्ये जोडलेले आहेत हे आकृती 3.28 आणि आकृती 3.29 मध्ये दर्शविले आहेत. लाईन विद्युतदाब हे आता वैयक्तिक रोहिलाच्या वायंडिंग भोवती आहे. न्यूट्रल लाईन दिसत नाही.



आकृती 3.28: डेल्टा-डेल्टा वळणांची जोडणी



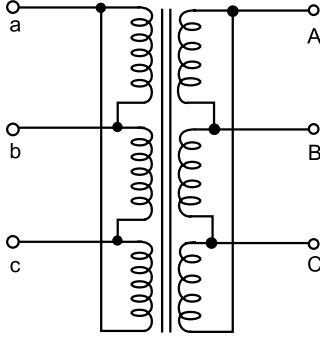
आकृती 3.29: डेल्टा-डेल्टा जोडणी

या प्रकरणात, हे आवश्यक आहे की वळणांच्या तीनही संचांचे ट्रांसफॉर्मेशन गुणोत्तर हे समान असले पाहिजे, अन्यथा वायंडिंगच्या भोवती फिरणारे विद्युतधारा कोणतेही लोड नसतानाही स्थापित केले जातील. दिलेल्या लाईनच्या प्राइमरी आणि सेकंडरी बाजूंचे विद्युतदाब समान फेज मध्ये कमी-अधिक असतील, वायंडिंगच्या प्रतिक्रियेमुळे फक्त लहान फरक आढळू शकतो. या जोडणीचे खालील फायदे आहेत:

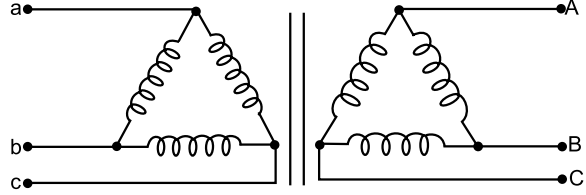
1. या प्रकरणात, फ्लक्सचे कोणतेही डिस्टॉर्शन नाही, कारण एक्सायटींग विद्युतधारेचा तिसरा हार्मोनिक घटक (चुंबकीय करंट) प्रत्येक प्राइमरी वळणात परतीचा मार्ग शोधतो.
2. Y/Y कनेक्शन प्रमाणे असंतुलित लोडिंग पासून कोणतीही अडचण येत नाही. लोड असंतुलन कितीही असले तरी तीन फेज विद्युतदाब व्यावहारिकदृष्ट्या समान राहतात.
3. वायरीचा क्रॉस सेक्शनल एरिया कमी होतो कारण फेज विद्युतधारेचा हा लाईन विद्युतधारेच्या $1/\sqrt{3}$ पट असतो. त्यामुळे वापरलेले कॉपर कमी असल्याने ते तुलनेने स्वस्त आहे.
4. हे कनेक्शन कमी विद्युतदाब आणि उच्च प्रवाहांवर काम करणाऱ्या मोठ्या रोहीतसाठी अधिक योग्य आहेत.
5. जर तीनपैकी एक वायंडिंग कोणत्याही कारणास्तव अक्षम झाले, तरीही डेल्टा-डेल्टा कनेक्शन ओपन डेल्टा किंवा व्ही-व्ही कनेक्शनमध्ये अखंडपणे कार्यरत राहतात. मुख्यतः या फायद्यासाठी डेल्टा कनेक्शनला प्राधान्य दिले जाते.

त्या चा एकच तोटा आहे की न्यूट्रल उपलब्ध नाही. तीन समान प्रतिरोध, इंडक्टन्स आणि कॅपेसिटन्स या तीन लाईन कंडक्टरला जोडणाऱ्या तारकाद्वारे तटस्थ तयार केले जाऊ शकते.

- (iii) **डेल्टा-स्टार 3-फेज रोहीत जोडणी:** या जोडण्यांमध्ये, आकृती 3.30 व आकृती 3.31 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे प्राइमरी डेल्टामध्ये आणि सेकंडरी स्टारमध्ये जोडलेले आहेत. तेव्हा प्राइमरी इनपुट विद्युतदाब हे वैयक्तिक रोहित वायंडिंगच्या प्राइमरी विद्युतदाबाच्या समान असते व डेल्टा जोडणीच्या बँकेने काढलेल्या एक्सायटींग करंटशी समान असते.



आकृती 3.30: डेल्टा-स्टार जोडणी



आकृती 3.31: Δ-Y जोडणी

जर प्रभावित विद्युतदाब संतुलित आणि साइनसॉइडल असतील तर आउटपुट विद्युतदाब देखील संतुलित आणि साइनसॉइडल असतात. सेकंडरी ते प्राइमरी लाईन विद्युतदाब यांचे गुणोत्तर हे ट्रान्सफॉर्मेशन गुणोत्तराच्या $\sqrt{3}$ असते.

$$\text{म्हणजे, } \frac{E_2}{E_1} = -\frac{\sqrt{3} E_2(ph)}{E_1(ph)} = \sqrt{3}k$$

जेथे, E_2 = सेकंडरी लाईन विद्युतदाब

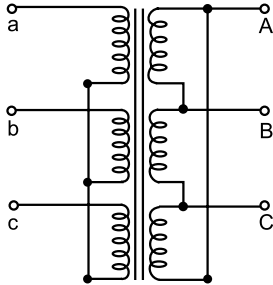
E_1 = प्राइमरी लाईन विद्युतदाब

तसेच सेकंडरी लाईन विद्युतधारा हे $\frac{1}{\sqrt{3}K}$ ने प्राइमरी लाईन विद्युतधारा असतात.

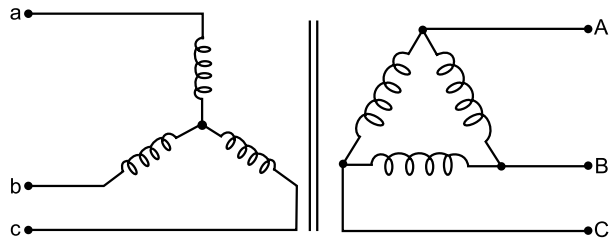
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{I_2(ph)}{\sqrt{3} I_1(ph)} \quad \text{or} \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{\sqrt{3}K}$$

कनेक्शनच्या सर्व व्यवस्थांपैकी, हा प्रकार सामान्यतः वितरण प्रणालीमध्ये वापरला जातो, कारण याचा वापर फेज पॉवर उपकरणे आणि सिंगल फेज लाइटिंग परिपथ दोन्ही पुरवण्यासाठी केला जाऊ शकतो. डेल्टा-डेल्टा कनेक्शनपेक्षा डेल्टा-स्टार कनेक्शनचे फायदे म्हणजे उच्च विद्युतदाब साठी कमी इन्सुलेशन आवश्यक आहे.

- (iv) **स्टार-डेल्टा 3-फेज रोहील जोडणी:** आकृती 3.32 व 3.33 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे प्राइमरी वायंडिंग स्टार मध्ये आणि सेकंडरी वायंडिंग डेल्टा मध्ये जोडल्या जातात. ही जोडणी डेल्टा-स्टार मध्ये वर वर्णन केलेल्या अगदी उलट असेल. असे संयोजन उत्पादन केंद्रांवर विद्युतदाब वाढवण्यासाठी योग्य असेल.



आकृती 3.32: स्टार-डेल्टा जोडणीचे वायंडिंग



आकृती 3.33: स्टार-डेल्टा जोडणी

या जोड़णी मध्ये :

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{E_2(ph)}{\sqrt{3} E_1(ph)} = \frac{1}{\sqrt{3}} K$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\sqrt{3} I_2(ph)}{I_1(ph)} = \frac{\sqrt{3}}{K}$$

उदाहरण 3.17: 3-फेज स्टेप डाउन ट्रांसफॉर्मर 6600 वोल्ट मेनशी जोड़लेला आहे आणि 24 अँपिअरचा करंट घेतो. सेकंडरी लाईन विद्युतदाब, लाईन करंट आणि आउटपुटची गणना करा, खालील जोड़णी साठी (i) डेल्टा / डेल्टा (ii) स्टार / स्टार (iii) डेल्टा / स्टार (iv) स्टार / डेल्टा. प्रति फेजच्या वळणांचे गुणोत्तर 12. लॉसेस दुर्लक्ष करा.

उत्तर: प्रति फेजचे वायडिंग= 12

$$\text{ट्रांसफॉर्मेशन गुणोत्तर-}, K = \frac{1}{12}$$

(i) डेल्टा-डेल्टा कनेक्शन:

डेल्टा कनेक्शनमध्ये, लाईन विद्युतदाब = फेज विद्युतदाब.

प्राइमरी लाईन विद्युतदाब = 6600

प्राइमरी फेज विद्युतदाब = 6600 V

$$\text{सेकंडरी फेज विद्युतदाब} = \frac{6600}{12} = 550 \text{ V}$$

सेकंडरी लाईन विद्युतदाब = 550 V (उत्तर)

लाईन विद्युतधारा = $\sqrt{3} \times$ फेज विद्युतधारा

$$\therefore \text{प्राइमरी फेज विद्युतधारा} = \frac{24}{\sqrt{3}}$$

$$\text{प्राइमरी फेज विद्युतधारा} = \frac{24}{\sqrt{3}} \times 12$$

$$\text{सेकंडरी लाईन विद्युतधारा} = \sqrt{3} \times \frac{24}{\sqrt{3}} \times 12 = 288 \text{ A (उत्तर)}$$

$$\begin{aligned} \text{आउटपुट} &= \sqrt{3} V_L I_L = \frac{\sqrt{3} \times 550 \times 288}{1000} \\ &= 274.36 \text{ kVA (उत्तर)} \end{aligned}$$

(ii) स्टार-स्टार कनेक्शन:

लाईन विद्युतदाब = $\sqrt{3} \times$ फेज विद्युतदाब

तसेच, लाईन विद्युतधारा = फेज विद्युतधारा

$$\text{प्राइमरी फेज वोल्टेज} = \frac{6600}{\sqrt{3}}$$

$$\text{सेकंडरी फेज वोल्टेज} = \frac{6600}{\sqrt{3} \times 12}$$

$$\text{सेकेंडरी लाइन वोल्टेज} = \sqrt{3} \frac{6600}{\sqrt{3} \times 12} = 550 \text{ V (उत्तर)}$$

$$\text{प्राइमरी लाइन विद्युतधारा} = 24 \text{ A}$$

$$\text{सेकेंडरी लाइन विद्युतधारा} = 24 \times 12 = 288 \text{ A (उत्तर)}$$

$$\text{आउटपुट (in KVA)} = \frac{\sqrt{3} \times 550 \times 288}{1000} = 274.36 \text{ kVA}$$

(iii) डेल्टा/स्टार कनेक्शन:

$$\text{प्राइमरी फेज विद्युतदाब} = 6600 \text{ V}$$

$$\text{सेकेंडरी फेज विद्युतदाब} = \frac{6600}{12} = 550 \text{ V}$$

$$\text{सेकेंडरी लाईन विद्युतदाब} = \sqrt{3} \times 550 = 952.63 \text{ V (उत्तर)}$$

$$\text{प्राइमरी फेज विद्युतधारा} = \frac{24}{\sqrt{3}}$$

$$\text{सेकेंडरीफेज विद्युतधारा} = \frac{24}{\sqrt{3}} \times 12 = 116.27 \text{ A}$$

$$\text{सेकेंडरी लाईन विद्युतधारा} = 116.27 \text{ A (उत्तर)}$$

$$\text{आऊटपुट (in KVA)} = \frac{\sqrt{3} \times 952.63 \times 116.27}{1000}$$

$$= 274.36 \text{ kVA (उत्तर)}$$

(iv) स्टार/डेल्टा कनेक्शन:

$$\text{प्राइमरी फेज वोल्टेज} = \frac{6600}{\sqrt{3}}$$

$$\text{सेकेंडरी फेज वोल्टेज} = \frac{6600}{\sqrt{3} \times 12} = 317.14 \text{ V (उत्तर)}$$

$$\text{सेकेंडरी लाइन वोल्टेज} = 317.14 \text{ V (उत्तर)}$$

$$\text{प्राइमरी लाइन विद्युतधारा} = \text{प्राइमरी फेज करंट} = 24 \text{ A}$$

$$\text{सेकेंडरी फेज विद्युतधारा} = 24 \times 12 = 288 \text{ A (उत्तर)}$$

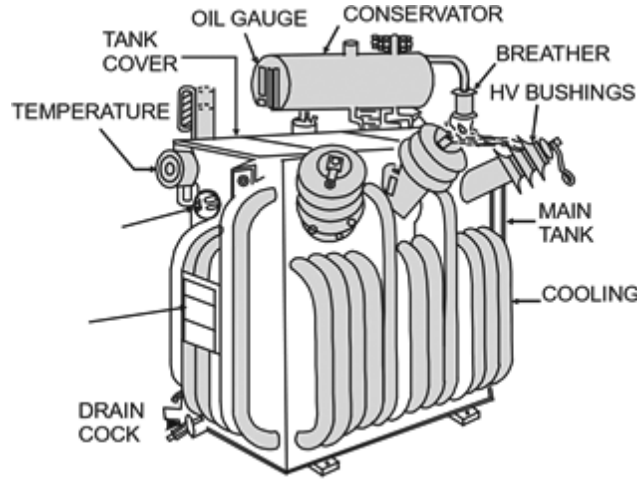
$$\text{सेकेंडरी लाईन विद्युतधारा} = \sqrt{3} \times 288 = 498.83 \text{ A (उत्तर)}$$

$$\text{आउटपुट (in KVA)} = \frac{\sqrt{3} \times 498.83 \times 317.14}{1000} = 274.36 \text{ kVA (उत्तर)}$$

3.27 शक्ती (पॉवर) रोहिळे आणि त्याचे सहाय्यक

विद्युतशक्ती प्रणालीमध्ये वापरले जाणारे रोहिले जे विद्युतशक्ती किंवा ऊर्जा एका परिपथातून दुसऱ्यामध्ये हस्तांतरित करण्यासाठी वापरले जातात त्यांना शक्ती (पॉवर) रोहिले म्हणतात. रोहिळाच्या रेटिंगमध्ये विद्युतदाब, वारंवारता आणि kVA समाविष्ट असते. kVA रेटिंग हे kVA आउटपुट आहे जे ट्रान्सफॉर्मर तापमान वाढीच्या मानक मर्यादेपेक्षा जास्त न करता सामान्य सेवा अटीनुसार रेट केलेल्या विद्युतदाब आणि फ्रिक्वेंसीवर वितरीत करू शकते (सहसा 45° ते 60° C). शक्ती रोहिळामध्ये खालील महत्वाचे भाग असतात:

1. **चुंबकीय परिपथ:** चुंबकीय परिपथामध्ये रोहिताच्या कोअरचा समावेश असतो. रोहिताच्या कोअर बांधकामात कोअर प्रकार किंवा शेल प्रकार असू शकतो. शक्ती प्रणालीमध्ये वापरलेले शक्ती रोहीत मुख्यतः तीन फेज रोहित असतात. कोअर प्रकारच्या 3-फेज रोहित कोअरमध्ये क्रॉस-सेक्शनच्या समान क्षेत्राचे तीन अंग असतात.
2. **विद्युत परिपथ:** तीन फेज रोहीतमध्ये तीन प्राइमरी (H.V.) वायंडिंग आणि तीन सेकंडरी (L.V.) वायंडिंग असतात. संपूर्ण L.V. वायंडिंगकोरच्या पुढे एका अंगावर गुंडाळलेले आहे, नंतर संपूर्ण HV. वायंडिंग LV वर गुंडाळलेले आहे. L.V. वायंडिंग आणि H.V. वायंडिंग तसेच कोअर आणि L.V. वायंडिंग या मध्ये इन्सुलेशन प्रदान केले आहे.
3. **रोहिताचे तेल(ऑईल):** रोहिताचे तेल हे खनिज तेल आहे जे क्रूड पेट्रोलियमच्या अंशात्मक ऊर्ध्वपातनाने प्राप्त होते. तेलाचा वापर फक्त ऑईल कूल्ड रोहीतमध्ये होतो. तेल केवळ रोहितामधील नुकसानामुळे निर्माण होणारी उष्णता, वायंडिंग्स आणि कोअरमधून संवहन करून रोहित टाकीमध्ये आणून, वाहून नेते आणि तसेच इन्सुलेशनचे आणखी महत्वाचे कार्य देखील करते.



आकृती 3.34: वितरण रोहित

जेव्हा रोहित विद्युतशक्ती वितरीत करतो, तेव्हा रोहितामधील आयर्न आणि कॉपरच्या नुकसानामुळे उष्णता निर्माण होते. ही उष्णता प्रभावीपणे नष्ट होणे आवश्यक आहे अन्यथा वायंडिंग्सचे तापमान वाढेल. तापमान वाढल्याने लॉसेस आणखी वाढते. अशा प्रकारे, रोहिताची कार्यक्षमता कमी होईल. ज्या मशीन मध्ये फिरणारे पार्ट आहे त्यापेक्षा रोहिताला थंड करणे हे तुलनेने कठीण आहे, कारण रोहितामध्ये कोणताही फिरणारा भाग नसतो, वेगवेगळ्या मानकांचे रोहित थंड करण्यासाठी विविध पद्धती स्वीकारल्या जातात. सामान्य पद्धती म्हणजे एअर नॅचरल कूलिंग, ऑईल इमर्स नॅचरल कूलिंग, ऑईल इमर्स फोर्स कूलिंग, सक्क्यूलेशन नॅचरल कूलिंग, एअर ब्लास्ट कूलिंग सोबत ऑईल इमर्स फोर्स ऑईल सक्क्यूलेशन, वॉटर कूलिंग सोबत ऑईल इमर्स फोर्स ऑईल सक्क्यूलेशन इत्यादि. साधारणपणे, वितरण रोहित थंड करण्यासाठी, ऑईल इमर्स नॅचरल कूलिंग पद्धत स्वीकारली जाते. कूलिंग ट्यूबस किंवा लहान कूलिंग रेडिएटर्सचा वापर मुख्य टाक्यांसह केला जातो, जसे आकृती 3.34 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, उष्णतेच्या विघटनासाठी पृष्ठभागाचे क्षेत्र वाढविले आहे.

4. **टाकी अच्छादन (कव्हर):** टाकीच्या अच्छादनावर अनेक भागांची व्यवस्था केली जाते ज्यापैकी सर्वात महत्वाचे म्हणजे:
 - (i) **बुशिंग:** ट्रान्सफॉर्मरची अंतर्गत वायंडिंग कॉपरच्या रॉड्स किंवा बारद्वारे लाईसशी जोडलेली असते जी टाकीच्या कव्हरपासून उष्णतारोधक असतात, त्यांना बुशिंग म्हणून ओळखले जाते. 33 केव्ही पर्यंत सामान्य पोर्सिलेन बुशिंगचा वापर केला जाऊ शकतो. या विद्युतदाबाच्यावर वर तेलाने भरलेले बुशिंग किंवा कंडेन्सर बुशिंग वापरले जातात.

- (ii) **तेल संरक्षक टाकी (oil conservator tank):** तेल संरक्षक तेल विस्तार कक्ष म्हणूनही ओळखले जाते. हे एक लहान दंडगोलाकार हवाबंद आणि तेल घट्ट भांडे आहे. तेल संरक्षक एक नळीने आच्छादनावर कव्हरवर मुख्य रोहित टाकीशी जोडलेले आहे. ही टाकी अंशतः तेलाने भरलेली आहे. तेलाचा विस्तार आणि आकुंचन, संरक्षकामध्ये तेलाची पातळी बदलते.
- (iii) **ब्रीदर:** रोहित तेलाला वातावरणातील हवेच्या संपर्कात येऊ देऊ नये, कारण थोड्या प्रमाणात आर्द्रतेमुळे रोहिताच्या डायलेक्ट्रिक शक्तीमध्ये मोठी घट होते म्हणून तेल सर्व टाकी फिटिंग एअर टाइट बनवल्या जातात. जेव्हा तेल संरक्षक मध्ये तेलाची पातळी बदलते, तेव्हा हवा संरक्षकाच्या (conservator) आत आणि बाहेर जाते. ही क्रिया ब्रीथ म्हणून ओळखली जाते.
- ब्रीथ केलेली हवा ही ब्रीदर नावाच्या उपकरणातून आर्द्रता शोषून घेण्यासाठी बनविली जाते. ब्रीदर मध्ये सिलिका-जेल किंवा इतर कॅल्शियम क्लोराईडसारखे काही ड्रायिंग एजंट असतात. हे सुनिश्चित करते की केवळ कोरडी हवा रोहित टाकीमध्ये प्रवेश करते.
- (iv) **बुखोलझ रिले:** हे मुख्य टाकी आणि तेल संरक्षक यांच्यामध्ये स्थापित केले आहे. ही एक गॅस रिले आहे जी रोहिताच्या आत कोणत्याही बिघाडाची चेतावणी देते आणि जर दोष धोकादायक असेल तर, रिले रोहित परिपथ डिस्कनेक्ट करते. 750 kVA पेक्षा जास्त क्षमता असलेल्या रोहितामध्ये ही रिले बसवण्यात येते.
- 400 kVA, 11 KV / 400 V ऑईल इम्पर्स नॅचरल कुलिंग वितरण रोहिताचे सर्व महत्वाचे भाग आकृती 3.34 मध्ये दर्शविले आहेत.

प्रोजेक्ट



Project-1:
How To Make 12V
2A Transformer



Project-2:
How To Make
Simple Inverter 12v
To 220v Irfz44N,
No IC



Project-3:
How to make 230V
5000W Free Energy

सारांश

1. **चुंबक:** चुंबक एक अशी मटेरियल किंवा वस्तू आहे जी त्याच्या सभोवतालचे चुंबकीय क्षेत्र प्रदर्शित करते आणि आयर्न (फेरोमॅग्नेटिक) तुकडे आकर्षित करण्याची क्षमता असते.
2. **चुंबकीय साहित्याचे प्रकार:** सर्व साहित्य त्यांच्या चुंबकीय वर्तनाप्रमाणे वर्गीकृत केले जाऊ शकते जसे डायमॅग्नेटिक, पॅरामॅग्नेटिक किंवा फेरोमॅग्नेटिक.
 - (i) **डायमॅग्नेटिक मटेरियल:** कमकुवत, नकारात्मक संवेदनशीलता असलेली मटेरियल चुंबकीय क्षेत्रांना डायमॅग्नेटिक मटेरियल म्हणतात.
 - (ii) **पॅरामॅग्नेटिक मटेरियल:** लहान, सकारात्मक संवेदनशीलता असलेली मटेरियल चुंबकीय क्षेत्रांना पॅरामॅग्नेटिक मटेरियल म्हणतात.
 - (iii) **फेरोमॅग्नेटिक मटेरियल:** ज्या मटेरियलमध्ये बाह्य चुंबकीय क्षेत्रासाठी मोठी, सकारात्मक संवेदनशीलता असते त्यांना फेरोमॅग्नेटिक मटेरियल म्हणतात.

3. महत्वाच्या अटी: चुंबकत्वाशी संबंधित महत्वाच्या संज्ञा:

- (i) चुंबकीय क्षेत्र: चुंबकाच्या सभोवतालचा प्रदेश जिथे त्याचे ध्रुव शक्ती प्रदर्शित करतात त्याला चुंबकीय क्षेत्र म्हणतात.
- (ii) चुंबकीय करंट: चुंबकीय परिपथामध्ये शक्तीच्या चुंबकीय रेषांची विशालता ज्याला चुंबकीय फ्लक्स म्हणतात.
- (iii) चुंबकीय फ्लक्स घनता: फ्लक्स प्रति युनिट क्षेत्रफळ एका बिंदूवर फ्लक्सच्या उजव्या कोनाला त्या बिंदूवर चुंबकीय फ्लक्स घनता म्हणतात.
- (iv) पारगम्यता: एखाद्या पदार्थाची शक्तीच्या चुंबकीय रेषा चालविण्याच्या क्षमतेला त्या पदार्थाची पारगम्यता म्हणतात.
- (v) एम.एम.एफ.: एकक चुंबकीय ध्रुव एकदा चुंबकीय परिपथाच्या भोवती फिरवण्याच्या कार्याला एम.एम.एफ., म्हणतात. $= NI AT$.

(vi) रिलक्टन्स (S): चुंबकीय सर्किटने चुंबकीय फ्लक्सला केलेला विरोध $S = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \frac{AT}{Wb}$

(vii) चुंबकीय फ्लक्स (ϕ): चुंबकीय परिपथामध्ये शक्तीच्या चुंबकीय रेषांच्या प्रमाणाला चुंबकीय फ्लक्स म्हणतात.

(viii) एम.एम.एफ., रिलक्टन्स आणि फ्लक्स यांच्यातील संबंध, $\phi = \frac{MMF}{reluctance} \text{ or } \frac{NI}{l} \mu_0 \mu_r$

(ix) पारगम्यता: ते रिलक्टन्सशी परस्पर समंघित आहे.

4. बी-एच वक्र: पदार्था B आणि H मधील आलेख त्या पदार्थाचा B - H वक्र म्हणतात. हे पदार्थाचे गुणधर्म दर्शवते.
5. रोहित: एक स्थिर उपकरण जे एका परिपथातून दुसऱ्या परिपथामध्ये एकाच वारंवारतेने परंतु सहसा भिन्न विद्युतदाब स्तरावर अदिष्ट विद्युत शक्ती हस्तांतरित करते त्याला रोहित म्हणतात. हे विद्युत चुंबकीय प्रेरण (परस्पर प्रेरित $e.m.f$) च्या मूलभूत तत्त्वावर कार्य करते.
6. आदर्श रोहित: लॉसेस कडे दुर्लक्ष केले जाते; $E_1 I_1 \cos \phi = E_2 I_2 \cos \phi$
7. दिष्ट वर रोहित: रोहिते कधीही दिष्ट पुरवठ्यावर चालत नाहीत कारण स्वयंप्रेरित अथवा काऊंटर इएमएफच्या अभावी ते जळेल आणि दिष्ट पुरवठ्यावर तो खूप मोठ्याप्रमाणावर विद्युतधारा काढतो.
8. E.M.F. समीकरण: $E_2 = 4.44 N_2 \phi f_m = 4.44 N_2 \phi B_m A$
9. रोहित वायंडिंग रोध: $R_1; R_2; R_1' = R_1 \times K^2; R_{es} = R_2 + R_1';$
 $R_2' = R_2/K^2, R_{ep} = R_1 + R_2'$
10. लीकेज फ्लक्स: वळणामुळे निर्माण होणाऱ्या फ्लक्सचा एक भाग जो दुसऱ्याशी जोडत नाही त्याला लीकेज फ्लक्स म्हणतात. हे लीकेज रियाक्टन्स विकसित करते.
 $X_1 \text{ and } X_2, X_1' = X_1 / K^2, X_{es} = X_2 + X_1'; X_2' = X_2 / K^2; X_{ep} = X_1 + X_2'$
11. विद्युतदाब नियमन: स्थिर विद्युतदाब पुरवठ्यावर, सेकंडरी टर्मिनल विद्युतदाब मधील नो-लोड पासून फूल लोडमध्ये होणाऱ्या बदलाला विद्युतदाब नियमन म्हणतात. हे साधारणपणे नो-लोड विद्युतदाब ची टक्केवारी म्हणून घेतले जाते.

$$\% \text{ Reg} = \frac{E_2 - V_2}{12} \times 100$$

12. रोहिलामधील लॉसेस : 1. आयर्न लॉस (P_i), 2. कॉपर लॉस (फूल लोडवर P_c)
13. रोहिलाची कार्यक्षमता:

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \phi_2}{V_2 I_2 \cos \phi_2 + P_i + P_c};$$

$$\eta_x = \frac{x V_2 I_2 \cos \phi_2}{V_2 I_2 \cos \phi_2 + P_i + x^2 P_c}$$

14. जास्तीत जास्त रोहिलाच्या कार्यक्षमतेकरीता अट: कॉपर लॉस = आयर्न लॉस ; $I_2 = \sqrt{\frac{P_i}{R_{es}}}$
15. ऑटो-ट्रान्सफॉर्मर: एक रोहिल, ज्यामध्ये फक्त एक वायंडिंग आहे, ज्याचा एक भाग प्राइमरी आणि दुसरा सेकंडरी म्हणून काम करतो त्याला स्वयं रोहिल म्हणतात. कॉपर मध्ये बचत = $K \times$ कॉपरचे वेट दोन वायंडिंग ट्रान्सफॉर्मर साठी आवश्यक कॉपरचे वजन.
16. श्री-फेज रोहिल : एक स्थिर यंत्र जे एका परिपथातून दुस-या परिपथ मध्ये 3-फेज पॉवर स्थिर वारंवारतेवर ट्रान्सफर करते. परंतु (सामान्यतः) विद्युतदाब पातळी बदलते त्याला 3-फेज रोहिल म्हणतात.
17. 3-फेज रोहीलचे गुण: त्यांना आयर्न आणि कॉपर कमी प्रमाणात आवश्यक असतात, आकार लहान असतो, जागा कमी लागते, वजनामध्ये हलका, उत्तम कार्यक्षमता आणि नियमन, कमी खर्च इ.
18. 3-फेज रोहीलचे बांधणी: ते एकतर कोअर प्रकार किंवा शेल प्रकार मध्ये आहेत.
19. श्री-फेज रोहीलचे जोडण्या: प्राइमरी आणि सेकंडरीच्या इंटरकनेक्शननुसार, या रोहीलचे वर्गीकरण केले जाऊ शकते (i) स्टार-स्टार जोडणी (ii) डेल्टा-डेल्टा जोडणी (iii) डेल्टा-स्टार जोडणी (iv) स्टार-डेल्टा जोडणी.
20. वितरण/शक्ती रोहिल आणि त्याचे सहाय्यक: आवश्यकतेनुसार शक्ती रोहिल स्टेप-अप किंवा स्टेप-डाउन करण्यासाठी शक्ती प्रणालीमध्ये कार्यरत रोहिलाला शक्ती रोहिल म्हणतात. या रोहीलचे मुख्य सहाय्यक आहेत (i) संरक्षक टाकी (ii) कूलिंग ट्यूब (iii) ब्रीथ, (iv) बुखोलझ रिले (v) तापमान मापक इ.

सरावासाठी उदाहरणे

- साइनसॉइडल फ्लक्स 0.2 Wb (जास्तीत जास्त) रोहिलाच्या सेकंडरी गुंडाळीच्या 55 वळणांशी जोडतो. सेकंडरी मध्ये इंड्यूज्ड ईएमएफच्या rms मूल्य गणना करा. पुरवठा वारंवारता 50 हर्ट्झ आहे. (उत्तर: 244.2 V)
- 6600 / 400 V, 50 हर्ट्झ, सिंगल फेज, कोर टाइप रोहिलाच्या बांधणीसाठी खालील प्रमाणकांची आवश्यकता आहे: *e.m.f.* प्रति वायंडिंग 15 V; जास्तीत जास्त करंट घनता 1.5 टेस्ला (म्हणजे WB /m²). प्राइमरी आणि सेकंडरी वळणांची योग्य संख्या आणि कोअरचे नेट क्रॉस विभागीय क्षेत्र शोधा. (उत्तर: 440; 26.67; 450 सेमी²)
- सिंगल फेज ट्रान्सफॉर्मरमध्ये 400 प्राइमरी आणि 1000 सेकंडरी वळणे असतात. कोअरचे निव्वळ क्रॉस विभागीय क्षेत्र 60 सेमी² आहे. जर प्राइमरी वायंडिंग 500 व्ही वर 50 हर्ट्झ पुरवठ्याशी जोडलेले असेल, तर कोअरमधील जास्तीत जास्त विद्युतधारा घनतेचे मूल्य आणि ईएमएफची गणना करा. प्रेरित सेकंडरी वायंडिंगमध्ये. स्थिती दर्शवणारे वेक्टर आकृती काढा. (उत्तर: 0.938 टेस्ला, 1250 V)

4. 33 kVA, 2200 / 220 V, 50 हर्ट्ज सिंगल फेज रोहित्वामध्ये खालील प्रमाणके आहेत: प्राइमरी वायंडिंग (HV बाजू); रोध $r_1 = 2.4 \Omega$, लीकेज रियाक्टन्स $x_1 = 6.0 \Omega$ सेकंडरी वायंडिंग (I_v बाजू): रोध $r_2 = 0.03 \Omega$, लीकेज रियाक्टन्स $x_2 = 0.07 \Omega$ सेकंडरी संदर्भित प्राइमरी रेसीस्टन्स आणि लीकेज रियाक्टन्स शोधा.
(उत्तर: 0.024Ω आणि 0.06Ω)
5. 4 : 1 च्या गुणोत्तर असलेल्या सिंगल-फेज रोहित्वामध्ये प्राइमरी रोध 0.5Ω आणि 1.5Ω रियाक्टन्स असते आणि सेकंडरी साठी संबंधित मूल्ये अनुक्रमे 0.034Ω आणि 0.1Ω असतात येथे 600 V वर 120 A वितरीत करताना टक्केवारीचे नियमन पुढील शक्ती घटकांवर निश्चित करा- (i) 0.707 मागे पडणे (ii) 0.8 आघाडीवर.
(उत्तर: 3.53 %; 3.26%)
6. शक्ती घटक 0.8 वर लॅगिंग, विद्युतदाबाच्या 2% रोध ड्रॉप आणि 4% रिपॅक्टन्स ड्रॉप असलेल्या रोहिवासाठी विद्युतदाब नियमन मूल्य मोजा.
(उत्तर: 4.0 %)
7. एक 230 / 460 V, सिंगल-फेज ट्रान्सफॉर्मरला प्राइमरी रोध 0.2Ω आणि रियाक्टन्स 0.5Ω आहे. सेकंडरी साठी अनुरूप मूल्ये अनुक्रमे 0.75Ω आणि 1.8Ω आहेत. $0.8 p.f$ लॅगिंग वर 10 A पुरवताना सेकंडरी टर्मिनल विद्युतदाब शोधा.
(उत्तर: 424.8 वी)
8. 500 kVA रोहिवाच्या प्राइमरी आणि सेकंडरी वळणांना अनुक्रमे 0.42Ω आणि 0.0011Ω रेसीस्टन्स असतो. प्राइमरी आणि सेकंडरी विद्युतदाब 6600 V आणि 400 V आहेत अनुक्रमे. आयर्नचे लॉसेस 2.9 किलोवॅट आहे. 0.8 लॅगिंगच्या पॉवर फॅक्टरवर अर्ध्या फूल लोडवर कार्यक्षमतेची गणना करा.
(उत्तर: 98.07%)
9. 50 केव्हीए रोहिवाची कार्यक्षमता फूल लोड 0.8 शक्तीघटकावर 98 % आहे आणि 1/4 फूल लोड, 0.8 शक्तीघटकावर. ही कार्यक्षमता 96.9% आहे. आयर्न लॉसेस आणि फूल लोड कॉपर लॉसेस निश्चित करा. (उत्तर: 287 W; 529 W)
10. 440 / 110 V ट्रान्सफॉर्मरमध्ये 0.3Ω प्रभावी प्राइमरी रोध आणि 0.02Ω सेकंडरी रोध असतो. जर सामान्य इनपुट विद्युतदाब वर आयर्नचे लॉसेस 150 W असेल, तर सेकंडरी प्रवाहाची गणना करा ज्यावर जास्तीत जास्त कार्यक्षमता येईल. या जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेची युनिटी शक्ती घटक भारासाठी काय मूल्य असेल? (उत्तर: 62.22 A; 94.8 %)
11. 25 kVA, 1100 / 400 V, सिंगल फेज रोहित्वामध्ये, संपूर्ण भाराने आयर्न आणि कॉपरचे लॉसेस अनुक्रमे 350 आणि 400 W आहे. अर्ध्या लोडवर युनिटी पॉवर फॅक्टरवर कार्यक्षमतेची गणना करा. जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेवर भार ठरवा.
(उत्तर: 96.52 %; 23.85 kW)
12. 2000 / 200 V रोहित्वामध्ये प्राइमरी रोध 2Ω आणि 4Ω रियाक्टन्स असते. संबंधित सेकंडरी मूल्ये अनुक्रमे 0.025Ω आणि 0.04Ω आहेत. निश्चित करा: (i) समतुल्य सेकंडरी संदर्भित प्राइमरी रोध आणि रियाक्टन्स; (ii) सेकंडरी संदर्भित एकूण रोध आणि रियाक्टन्स; (iii) प्राइमरी संदर्भित सेकंडरी चा समतुल्य रोध आणि रियाक्टन्स; (iv) प्राइमरी रोध आणि प्रतिक्रियांचा संदर्भ. (उत्तर: 0.02Ω ; 0.04Ω ; 0.045Ω ; 0.08Ω ; 2.5Ω ; 4Ω ; $4 W$; 4.5Ω ; 8Ω)

बहुपर्यायी प्रश्न

1. B-H वक्र च्या असंतृप्त भागादरम्यान
(अ) $B < H$ (बी) $B > H$ (क) $B \propto H$ (ड) $B = O$
2. रोहिवाचे कोअर लॅमिनेटेड आहे
(अ) कारण घन कोर बनवणे कठीण आहे (बी) कारण लॅमिनेटेड कोर उच्च करंट घनता प्रदान करते
(क) एडी करंट लॉसेस कमी करण्यासाठी (ड) हिस्टेरिसिसचे लॉसेस टाळण्यासाठी

3. 3000 व्ही वर 250 केव्हीएच्या आउटपुटसह रोहील, त्याच्या प्राइमरी वर 600 वायंडिंग आणि सेकंडरी वायंडिंगवर 60 वायंडिंग आहेत. रोहीलाचे रूपांतर गुणोत्तर काय असेल?

(अ) 10 (ब) 0.1 (क) 100 (ड) 0.01
4. जर R_1 रोहीलाच्या प्राइमरी वायंडिंग रोध असेल आणि K हा रोहील गुणोत्तर (N_2 / N_1) असेल तर सेकंडरी म्हणून संदर्भित समतुल्य प्राइमरी रोध काय असेल-

(अ) KR_1^2 (ब) KR_1 (क) $K^2 R_1$ (ड) $\frac{R_1}{K^2}$
5. रोहीलाच्या जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेची अट अशी आहे

(अ) तांब्याचे लॉसेस आयर्न नुकसानीच्या निम्मे आहे (ब) तांब्याचे लॉसेस हे आयर्न नुकसानीचा वर्ग आहेत
(क) तांब्याचे लॉसेस आयर्न नुकसानीइतके आहे (ड) तांब्याचे लॉसेस शून्य आहे
6. प्रेरित $e.m.f.$ रोहीलामध्ये सेकंडरी अवलंबून असेल

(अ) केवळ पुरवठ्याची वारंवारता
(ब) केवळ सेकंडरी मध्ये वळणांची संख्या
(क) वारंवारता आणि कोअर मध्ये फ्लक्स
(ड) वारंवारता, सेकंडरी वळणांची संख्या आणि कोअरमध्ये विद्युतधारा
7. रोहील दिष्ट मध्ये कधीही जोडला जात नाही. कारण

(अ) दिष्ट विद्युतदाब स्टेप-अप किंवा स्टेप-डाउन करण्याची गरज नाही.
(ब) फॅराडेचा कायदा वैध नाही कारण विद्युतधारा बदलण्याचा दर शून्य आहे
(क) दिष्ट परिपथामध्ये लॉसेस उच्च आहेत
(ड) ते आर्थिकदृष्ट्या परवडणारे नाही.
8. रोहीलामध्ये एडी करंट लॉस मध्ये होतो.

(अ) प्राइमरी वायंडिंग (ब) कोअर
(क) सेकंडरी वायंडिंग (ड) वरीलपैकी काहीही नाही
9. खालीलपैकी कोणत्या विद्युत मशीनची कार्यक्षमता सर्वाधिक आहे?

(अ) दिष्ट जनित (ब) अदिष्ट जनित (क) रोहील (ड) इंडक्शन मोटर
10. रोहीलाच्या जास्तीत जास्त कार्यक्षमतेची अट अशी आहे

(अ) तांब्याचे लॉसेस आयर्न नुकसानीच्या निम्मे आहे (ब) तांब्याचे लॉसेस हे आयर्न नुकसानीचे वर्ग आहेत
(क) तांब्याचे लॉसेस आयर्न नुकसानीइतके आहे (ड) तांब्याचे लॉसेस शून्य आहे
11. जर आयर्नचे लॉसेस आणि फूल लोड कॉपरचे लॉसेस दिले गेले तर ते लोड ज्यावर रोहीलाची कार्यक्षमता जास्तीत जास्त आहे, याद्वारे दिले जाते.

(a) $\text{full load} \times \frac{\text{iron loss}}{\text{f.l. cu loss}}$ (b) $\text{full load} \times \sqrt{\frac{\text{iron loss}}{\text{f.l. cu loss}}}$
(c) $\text{full load} \times \left(\frac{\text{iron loss}}{\text{f.l. cu loss}} \right)$ (d) $\text{full load} \times \sqrt{\frac{\text{f.l. cu loss}}{\text{iron loss}}}$

12. 3-फेज रोहिलाचे रूपांतर गुणोत्तर संबंधाने दिले आहे.

(a) $\frac{E_{2(L)}}{E_{1(L)}}$ (b) $\frac{E_{2(ph)}}{E_{1(ph)}}$ (c) $\frac{E_{2(L)}}{E_{1(ph)}}$ (d) $\frac{E_{2(ph)}}{E_{1(L)}}$

13. समान रेटिंगच्या तीन 1-फेज रोहीलच्या बँकेच्या तुलनेत सिंगल 3-फेज ट्रान्सफॉर्मरची किंमत आहे

(अ) 15% कमी (ब) 15% अधिक (क) 50% कमी (ड) 50% अधिक

14. सहसा HV वायंडिंग..... ठेवले जाते

(अ) कोअरच्या पुढे (ब) कमी विद्युतदाबाच्या वळणावर
(क) दोन्ही (अ) आणि (ब) (ड) यापैकी काहीही नाही

बहुपर्यायी प्रश्नांची उत्तरे

बहु-पर्यायी प्रश्न													
1.	(क)	2.	(क)	3.	(ब)	4.	(क)	5.	(क)	6.	(ड)	7.	(ब)
8.	(ब)	9.	(क)	10.	(क)	11.	(ब)	12.	(ब)	13.	(अ)	14.	(ब)

लघु प्रश्न उत्तरे

- चुंबक म्हणजे काय?
- चुंबकीय क्षेत्राद्वारे तुम्हाला काय समजते?
- चुंबकीय विद्युतधारा घनता परिभाषित करा.
- MMF ही संज्ञा स्पष्ट करा.
- सापेक्ष पारगम्यता परिभाषित करा.
- चुंबकीय परिपथामध्ये रिलक्टंसची व्याख्या करा आणि त्याचे सूत्र द्या.
- चुंबकीय मटेरीयलची B-H वैशिष्ट्ये स्पष्ट करा.
- रोहित म्हणजे काय?
- स्टेप-अप आणि स्टेप-डाउन रोहील म्हणजे काय?
- स्टेप-अप आणि स्टेप-डाउन रोहीलचे अनुप्रयोग काय आहेत?
- रोहितामध्ये दोन वायंडिंग कोणते आहेत?
- रोहिताचे कार्य तत्त्व स्पष्ट करा.
- रोहिताचे कार्य काय आहेत?
- विद्युतदाब परिवर्तन गुणोत्तर परिभाषित करा.
- बांधणीच्या दृष्टिकोनातून, विविध प्रकारच्या रोहीलची नावे सांगा?
- रोहिताचा कोअर लॅमिनेटेड का आहे?

17. रोहिलाला स्थिर उपकरण का म्हणतात?
18. आपण रोहिलामध्ये आयरन - कोअर का वापरतो?
19. शक्ती रोहित समान विद्युतदाब मानकांच्या दिष्ट पुरवठ्यासोबत जोडल्यावर काय होते ते स्पष्ट करा ?
20. विद्युत उपकरणांमध्ये रोहिलाची कार्यक्षमता जास्तीत जास्त का आहे? स्पष्ट करणे.
21. आदर्श आणि व्यावहारिक रोहिलामध्ये काय फरक आहे?
22. रोहिलामध्ये लीकेजचा करंट कसा होतो?
23. स्टार-डेल्टा रोहिलावर एक छोटी टीप लिहा

चाचणी प्रश्न

1. लोहाचा $B-H$ वक्र सरळ रेषा का नाही?
2. अटी परिभाषित करा: पारगम्यता, रिलक्टंस आणि पर्मियन्स.
3. फेरोमॅग्नेटिक साहित्याचा $B-H$ वक्र चुंबकीय नसलेल्या पदार्थापेक्षा कसा वेगळा आहे? चुंबकीय पदार्थाच्या $B-H$ वक्रातील सर्व ठळक भागांची नावे सांगा.
4. रोहित म्हणजे काय? वीज प्रणालीमध्ये त्याची आवश्यकता काय आहे?
5. रोहिलाचे कार्य तत्त्व स्पष्ट करा.
6. रोहिलाचा कोर लॅमिनेटेड का आहे ते सांगा?
7. रोहिलाच्या कोअरसाठी सिलिकॉन स्टील का निवडले हे सांगा?
8. कोर-प्रकारच्या रोहिलाचे बांधणी तपशील द्या.
9. एका रोहिलामध्ये एका वळणापासून दुसऱ्याकडे वीज कशी हस्तांतरित केली जाते ते स्पष्ट करा.
10. रोहिलामध्ये $(E_1 / E_2) = (l_2 / l_1) = (T_1 / T_2)$ दाखवा.
11. जेव्हा दिष्ट विद्युतदाब रोहिलाच्या प्राइमरीवर लागू केले जाते तेव्हा काय घडते ?
12. रोहिलाच्या वायंडिंगमध्ये प्रेरित इएमएफचे समीकरण लिहा. प्राइमरीच्या प्रति वळणात प्रेरित इएमएफ हे सेकंडरी मध्ये प्रति वळणात प्रेरित इएमएफ इतके असते हे सिद्ध करा.
13. रोहिलाचे नियमन म्हणजे काय ते स्पष्ट करा.
14. रोहिलामधील विविध लॉसेस काय आहेत? ते कुठे होतात आणि भाराच्या सापेक्ष कसे बदलतात?
15. रोहिलाची कार्यक्षमता परिभाषित करा आणि जास्तीत जास्त कार्यक्षमता मिळवण्याची अट शोधा.
16. स्वयं रोहित पारंपारिक दोन वायंडिंग रोहिलापेक्षा कोणत्या प्रकारे भिन्न आहे? त्याचे उपयोग काय आहेत?

देखरेख आणि अंतर विश्लेषण

गॅप विश्लेषण करण्यासाठी आणि उपाययोजना करण्यासाठी कार्यक्रमाच्या परिणामांची प्राप्ती खालील सारणीमध्ये संकलित केली जाईल:

देखरेख आणि अंतर विश्लेषण

गैप विश्लेषण करण्यासाठी आणि उपचारात्मक उपाययोजना करण्यासाठी कार्यक्रमाच्या परिणामांची प्राप्ती खालील सारणीमध्ये संकलित केली जाईल:

अभ्यासक्रम निकाल	कार्यक्रमाच्या परिणामांची प्राप्ती (1-कमकुवत सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)											
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7	PO-8	PO-9	PO-10	PO-11	PO-12
CO-1												
CO-2												
CO-3												

प्रयोगशाळा

प्रात्यक्षिक क्रं. 3

रोहितः

- विना-भार विद्युतधारा तरंगांचे ओसीलोस्कोप द्वारे निरीक्षण(B-H वक्राच्या नॉन-लिनिअरिटी मुळे तयार होणाऱ्या अ-सायनोसाईडल तरंगांचे, हार्मोनिक्सच्या संकल्पनेसोबत विश्लेषण.
- रोहिताचे भारण: प्रार्थमिकीय आणि दुय्यम विद्युतदाब, विद्युतधारा आणि शक्तीचे मोजमाप.

उद्दिष्टः

- विद्यार्थ्यांना रोहिताचा परिचय करून देणे व शक्ती रोहिताच्या गुणवैशिष्ट्यांचा त्याच्या अत्यंत सोप्या स्वरूपात अन्वेषण करणे.

प्रात्यक्षिकांना लागणारे घटक/उपकरणे/साहित्य :

- रोहित (230 /12-0-12 V)
- फंक्शन जनित्र किंवा 1-फेज स्वयं चलित रोहित (व्हेरियाक)
- ओसीलोस्कोप (द्वि -चॅनल)
- डिजिटल मल्टि-मीटर

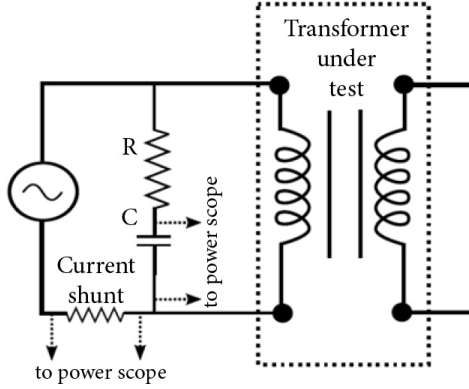
सिद्धांत :

रोहित हे एक स्थिर विद्युत उपकरण/यंत्र आहे जे एका परिपथातून दुसऱ्या परिपथात विद्युत शक्ती पारंपित करते. रोहिते साधारणतः तीन मुख्य कारणासाठी वापरतात :

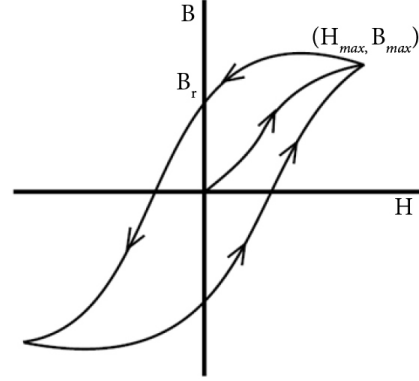
- एका परिपथातून दुसऱ्या परिपथात विद्युत शक्ती पारंपित करताना अदिष्ट विद्युतदाब पातळी बदल करण्यासाठी रोहित वापरतात. जर आऊटपुट बाजूस विद्युतदाब पातळीत वाढ होत असल्यास त्याला स्टेप -अप रोहित असे म्हणतात. जर

आऊटपुट बाजूस विद्युतदाब पातळीत घट होत असल्यास त्यास स्टेप-डाऊन रोहील असे म्हणतात.

- उपकरणांच्या सुरक्षेसाठी विद्युत अलगीकरण प्रक्रियेत
- प्रतिबाधा जुळवणी: हे उपकरण नेहमी दोन भिन्न प्रतिबाधा असणाऱ्या घटकांना जोडण्यासाठी वापरतात. उदाहरणार्थ- ध्वनी प्रवर्धकातून महत्तम आऊटपुट मिळविण्यासाठी एक उच्च प्रतिबाधा स्टिरिओ प्रवर्धक आणि एक लघु प्रतिबाधा स्पीकर्स एकमेकांसोबत प्रतिबाधा रोहीलाद्वारे जोडले जातात.

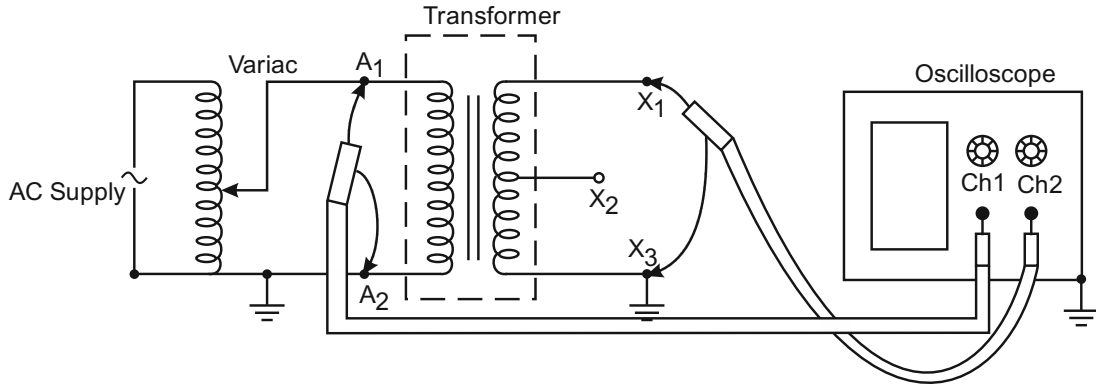


आकृती P.3.1(अ): B-H वक्र आलेखित करण्यासाठीची जोडणी



आकृती P.3.1(ब): B-H वक्र

साधारणतः रोहीलांना एक आदर्श उपकरण म्हणून संभावित केले जाते. म्हणजेच, त्यात कुठल्याही प्रकारे अंतर्गत शक्ती क्षय होत नाही आणि संपूर्ण चुंबकीय फ्लॅक्स हा प्रार्थमिक आणि दुय्यम गुंडाळीशी जोडला जातो. आदर्श रचना मोठ्या शक्ती रोहीलांना सुविधाजनक असतात जिथे शक्ती पारेषणापेक्षा शक्ती क्षय हा कमी असतो. आदर्श रोहील सर्व विद्युत पुरवठा भाराच्या बाजूस परावर्तित करतो, म्हणजेच, शक्ती पुरवठा हा शक्ती आऊटपुट इतका असतो ($V_1 I_1 = V_2 I_2$)



आकृती P.3.2: विना-भार स्थितीत रोहीलाची चाचणी

कृती:

प्रात्यक्षिक करण्यासाठी खालील प्रमाणे कृती करा:

- आकृती P 3.1 (अ) मध्ये दर्शविलेल्या परिपथाप्रमाणे जोडण्या करा.
- सर्व जोडण्या प्रयोगशाळेच्या प्रभारी शिक्षकांमार्फत तपासून घ्या.

3. जर परिपथात कळ जोडली असल्यास, कळेद्वारे विद्युत पुरवठा चालू करा.
4. सीआरओ बिंदुकीत टर्मिनल्सच्या सापेक्ष जोडा आणि आकृती P 3.1 (ब) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे वक्र प्राप्त करण्यासाठी नॉब समायोजित करा.
5. जर रोहिवाचे विना-भार स्थितीत परीक्षण करायचे असेल तर आकृती P 3.2 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे जोडण्या करा आणि पुढील प्रमाणे कृती करा-
 - (अ) सीआरओ वापरून खाली दिल्याप्रमाणे रोहिल विद्युतदाब मोजा आणि निरीक्षण सारणीत नोंदी करा.
 - प्रार्थमिकी A_1 आणि A_2 सापेक्ष VPP (चॅनल 1 वर)
 - प्रार्थमिकी X_1 आणि X_2 सापेक्ष VPP (चॅनल 2 वर)
 - मध्य जोडणीच्या VPP पासून दुय्यम गुंडाळीच्या एका बाजूस X_1 ते X_2 पर्यंत (मोजणीसाठी चॅनल -2 च्या ग्राउंड लीड ला X_3 पर्यंत सरकवा)
 - मध्य जोडणीच्या VPP पासून दुय्यम गुंडाळीच्या एका बाजूस X_2 ते X_3 पर्यंत (मोजणीसाठी चॅनल -2 च्या ग्राउंड लीड ला X_2 ते X_3 पर्यंत सरकवा)
6. 1-फेज रोहिवाचे भारण तपासण्यासाठी प्रार्थमिकी आणि दुय्यम गुंडाळीला अंमीटर, व्होल्टमीटर आणि वॉटमीटर जोडा.
7. वेगवेगळ्या भारित स्थितीत, दुय्यम गुंडाळी बाजूस चलित भार, रोहिवाच्या दोन्ही बाजूस जोडलेल्या अंमीटर, व्होल्टमीटर आणि वॉटमीटर द्वारे नोंदी घेण्यासाठी, लागू करा.

निष्कर्ष:

1. सैद्धांतिक अभ्यासात उल्लेखिल्याप्रमाणेच हिस्टेरोसिस वक्राचा आकार आहे.
2. जेव्हा आउटपुट बाजूस भार जोडलेला असतो तेव्हा दुय्यम गुंडाळीतील विद्युतधारा जोडलेल्या भाराप्रमाणे बदलते आणि प्रार्थमिक गुंडाळीत विद्युतधारा त्याच प्रमाणात बदलते.

मौखिक परीक्षा:

1. रोहिल म्हणजे काय?
2. रोहिवाचे मुख्य उपयोग काय आहेत.
3. जर रोहिवावरचा भार दुपटीने वाढविला तर दुय्यम गुंडाळीत विद्युतधारा दुपटीने वाढते. अशा स्थितीत प्रार्थमिक विद्युतधारा काय असेल ?
4. विना -भार विद्युतधारा म्हणजे काय?

प्रात्यक्षिक क्रं. 4

3-फेज रोहिल :

1. तारा आणि डेल्टा जोडणी. विद्युतदाब आणि विद्युतधारा यातील बदल (लाईन -लाईन विद्युतदाब, फेज ते तटस्थ विद्युतदाब, लाईन आणि फेज विद्युतधारा)
2. रोहिवाच्या प्रार्थमिक आणि दुय्यम गुंडाळीत फेज बदल.
3. संतुलित 3-फेज परिपथातील एकलित ३-फेज शक्ती.

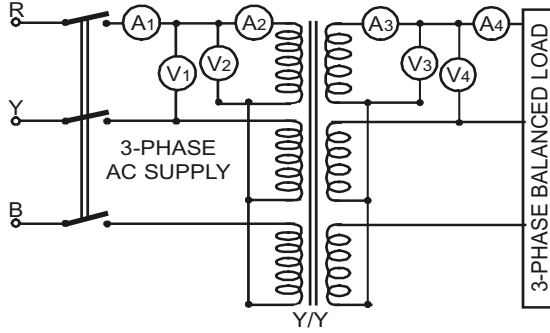
उद्दिष्टे:

3-फेज किंवा तीन 1-फेज रोहितांचा भिन्न जुळवणीसाठी लाईन आणि फेज विद्युतदाब आणि विद्युतधारा यातील समंधांचा अभ्यास करणे.

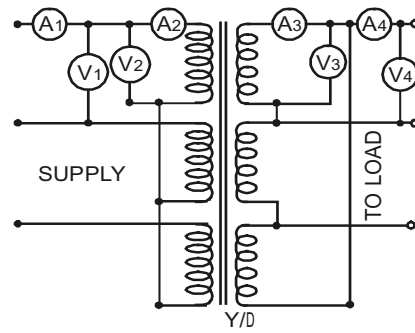
प्रात्यक्षिकांना लागणारे घटक/उपकरणे/साहित्य :

1. तीन 1-फेज रोहित -शक्यतो प्रत्येकी 1 kVA, 230/115V मानकांचे किंवा एक ३-फेज..... मानकांचा रोहित
2. चार श्रेणीचे व्होल्टमीटर
3. चार..... श्रेणीचे अँमीटर
4. संतुलित ३-फेज भार
5. 3-फेज अदिष्ट विद्युत पुरवठा
6. जोडण्या लीड्स इ.

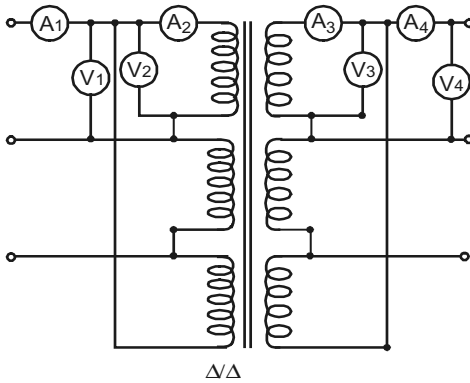
परिपथाकृती:



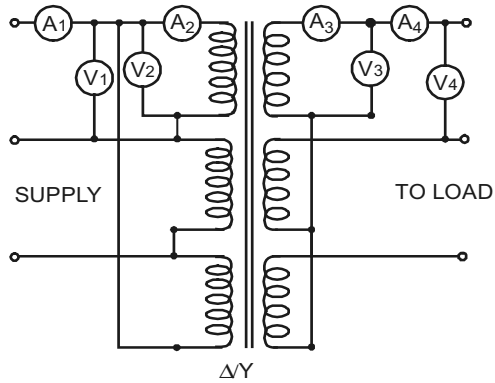
आकृती P. 4.1 : तारा-तारा जोडणीतील रोहित



आकृती P. 4.2 : तारा-डेल्टा जोडणीतील रोहित



आकृती P.4.3: डेल्टा -डेल्टा जोडणीतील रोहित



आकृती P. 4.4: डेल्टा-तारा जोडणीतील रोहित

सिद्धांत:

वेगवेगळ्या जुळवणीसाठी:

जेव्हा गुंडाळ्या तारा जोडणीत असतात : $V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$ आणि $I_{ph} = I_L$

जेव्हा गुंडाळ्या डेल्टा जोडणीत असतात : $I_{ph} = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$ आणि $V_{ph} = V_L$

पारेषण गुणोत्तर $K = \frac{N_2}{N_1} = \frac{V_{ph2}}{V_{ph1}}$

कृती:

प्रात्यक्षिक करण्यासाठी खालील प्रमाणे कृती करा:

1. आकृती P4.1, P4.2, P4.3 आणि P4.4 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथाप्रमाणे जोडण्या करा.
2. सर्व जोडण्या प्रयोगशाळेच्या प्रभारी शिक्षकांमार्फत तपासून घ्या.
3. TPST कळ चालू करा
4. दोन्ही बाजूस जोडलेल्या अमीटर आणि व्होल्टमीटर द्वारे उपलब्ध सर्व नोंदी घेऊन निरीक्षण सारणीत लिहा.
5. रोहिताच्या दोन्ही बाजूस, विद्युतदाब आणि विद्युतधारा या मधील समंध , वेगवेगळ्या रित्या अन्वेषित करा.
6. उपरोक्त प्रात्यक्षिकांची भिन्न जुळवण्यासाठी पुनरावृत्ती करा

निरीक्षण सारणी:

प्रार्थमिकीय गुंडाळी बाजू

जुळवणी प्रकार	व्होल्टमीटर च्या नोंदी		अमीटरच्या नोंदी		संबंध	
	$V_1 = V_{L1}$	$V_2 = V_{ph1}$	$A_1 = I_{L1}$	$A_2 = I_{ph1}$	विद्युतदाब V_1/V_2	विद्युतधारा A_1/A_2

दुय्यम गुंडाळी बाजू

जुळवणी प्रकार	व्होल्टमीटर च्या नोंदी		अमीटरच्या नोंदी		संबंध	
	$V_3 = V_{ph2}$	$V_4 = V_{L2}$	$A_3 = I_{ph2}$	$A_2 = I_{L2}$	विद्युतदाब V_4/V_3	विद्युतधारा A_4/A_3

परिणाम:

प्रयोगांती असे आढळून आले कि -

1. तारा जोडणीत $\frac{V_L}{V_{Ph}} = \sqrt{3}$ आणि $\frac{I_L}{I_{Ph}} = 1$
2. जेव्हाकी डेल्टा जोडणीत $\frac{V_L}{V_{Ph}} = 1$ आणि $\frac{I_L}{I_{Ph}} = \sqrt{3}$ आणि
3. तीन फेज संतुलित भार परिपथातील शक्ती $= 3 P = 3V_{ph}I_{ph} \cos \phi = \sqrt{3}V_L I_L \cos \phi$

मौखिक परीक्षा :

1. तारा जोडणी प्रणालीत, लाईन आणि फेज विद्युतदाब यातील संबंध स्पष्ट करा.
2. तारा जोडणी प्रणालीत, लाईन आणि फेज विद्युतधारा यातील संबंध स्पष्ट करा.
3. डेल्टा जोडणी प्रणालीत, लाईन आणि फेज विद्युतदाब यातील संबंध स्पष्ट करा.
4. डेल्टा जोडणी प्रणालीत, लाईन आणि फेज विद्युतधारा यातील संबंध स्पष्ट करा.
5. तीन फेज प्रणालीत शक्ती वापराचे समीकरण काय असते.

4

विद्युत मशीन

शिकण्याचे उद्दिष्ट:

- उद्दिष्ट क्रं 1: 3-फेज प्रेरण मोटरचे कार्य तत्त्व आणि त्याच्या रोटेशनची दिशा कशी उलट करावी.
- उद्दिष्ट क्रं 2: टॉर्क-स्लिप कर्वच्या मदतीने 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या वर्तनाचे विश्लेषण करणे.
- उद्दिष्ट क्रं 3: 3-फेज इंडक्शन मोटरमधील मोठे नुकसान आणि त्यांच्यावर स्लिपचा परिणाम.
- उद्दिष्ट क्रं 4: 3-फेज प्रेरण मोटर आणि त्यांच्या प्रकारांसाठी स्टार्टरची आवश्यकता.
- उद्दिष्ट क्रं 5: 3-फेज प्रेरण मोटरची गती नियंत्रित करण्याच्या पद्धती.
- उद्दिष्ट क्रं 6: मूळतः, सिंगल-फेज इंडक्शन मोटर्स स्व-प्रारंभ नसतात, त्यांना सेल्फस्टार्टिंग कसे करावे
- उद्दिष्ट क्रं 7: छायांकित पोल मोटर, युनिव्हर्सल मोटर आणि स्वतंत्रपणे उत्तेजित दिष्ट मोटर्सचे कार्य तत्त्व, वैशिष्ट्ये आणि अनुप्रयोग.
- उद्दिष्ट क्रं 8: डी. सी. जनरेटर/अल्टरनेटरची बांधकामाची वैशिष्ट्ये.

प्रस्तावना

इंडक्शन मशीन किंवा इंडक्शन मोटर हा कोणत्याही उद्योगाचा कणा असतो. इंडक्शन मोटर्स सिंगल-फेज किंवा तीन फेज असू शकतात. सिंगल फेज इंडक्शन मोटर्स सहसा लहान आकारात (3 एचपी पर्यंत) बांधली जातात आणि घरगुती उपकरणे हाताळण्यासाठी हलके लोड वापरतात. थ्री फेज इंडक्शन मोटर्स सर्वात जास्त वापरले जाणारे प्रत्यावर्ती धारा उद्योगातील मोटर्स आहे कारण त्यामध्ये साधे आणि मजबूत रचना, कमी खर्च, उच्च कार्यक्षमता, वाजवी चांगला शक्ति फॅक्टर, सेल्फ स्टार्टिंग टॉर्क आणि याची कमी देखभाल करावी लागते. उद्योगात वापरल्या जाणाऱ्या जवळजवळ 90% पेक्षा जास्त यांत्रिक शक्ती तीन फेज इंडक्शन मोटर्सद्वारे प्रदान केली जाते.

या अध्यायात आपण तीन-चरण प्रेरण मोटर्सच्या सर्व महत्वाच्या बाबी तसेच 1-चरण प्रेरण मोटर्स, डी. सी. मोटर्स आणि सिंक्रोनस जनरेटरचे कामकाज हाताळू.

युनिट आउटकॉम

U4-O1: युनिट -4 शिक्षण परिणाम -1

3-फेज इंडक्शन मोटरच्या बांधकाम वैशिष्ट्यांविषयी आणि कामकाजाबद्दल जाणून घेणे.

U4-O2: युनिट -4 शिक्षण परिणाम -2

टॉर्क-स्लिप वक्राच्या मदतीने 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या वर्तनाचे विश्लेषण करणे.

U4-O3: युनिट -4 शिक्षण परिणाम -3

3-फेज इंडक्शन मोटरच्या मोठ्या नुकसानावर स्लिपच्या परिणामाचे विश्लेषण करणे.

U4-O4: युनिट -4 शिक्षण परिणाम -4

3-फेज इंडक्शन मोटर सुरू करण्यासाठी कार्यरत विविध स्टार्टर्सचे विश्लेषण करणे.

U4-O5: युनिट -4 शिक्षण परिणाम -5

विविध सिंगल-फेज इंडक्शन मोटर्सच्या वैशिष्ट्यांचे विश्लेषण करणे जसे की स्प्लिट फेज मोटर, छायांकित पोल मोटर, युनिव्हर्सल मोटर स्वतंत्रपणे उत्तेजित द्विष्ट्र मोटर्स इत्यादी आणि त्यांचे अनुप्रयोग.

घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन

युनिट -1 आउटकॉम	अभ्यासक्रम उद्दिष्टांसोबतचे अपेक्षित संयोजन		
	01- निम्न स्तर परस्पर संबंध; 02- मध्यम स्तर परस्पर संबंध; 03- उच्च स्तर परस्परसंबंध		
	CO-1	CO-2	CO-3
U4-O1	1	3	-
U4-O2	1	3	-
U4-O3	1	3	-
U4-O4	1	3	-
U4-O5	-	3	-

मनोरंजक माहिती

- हंस ख्रिश्चन ऑस्टेड हे पहिले वैज्ञानिक होते ज्यांनी हे दाखवले की विद्युत प्रवाह चुंबकीय प्रभाव निर्माण करतो. हा अपघाती शोध होता. शक्तीच्या चुंबकीय रेषांची दिशा कंडक्टरमधून वाहणाऱ्या प्रवाहाच्या दिशेवर अवलंबून असते.
- गुरुत्वाकर्षणाशी समानता- वीज गुरुत्वाकर्षणाप्रमाणेच काही प्रमाणात कार्य करते. गुरुत्वाकर्षण आकर्षित करते, तर वीज आकर्षित करू शकते किंवा दूर करू शकते.

चलचित्र संपर्क दुवे**परिपाथासाठीचे चलचित्र दुवे**

The Rotating
Magnetic
Field RMF



How does a 3
Phase Induction
Motor work?
- Technical
animation



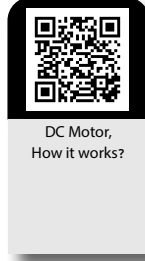
3- phase induction
motor working
principle



Torque speed
Characteristics
of three phase
induction Motor



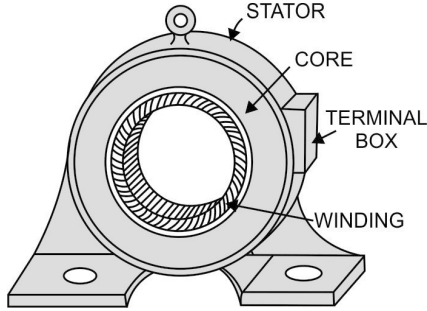
Single Phase
Machines| Rotating
magnetic field
& Synchronous
Speed



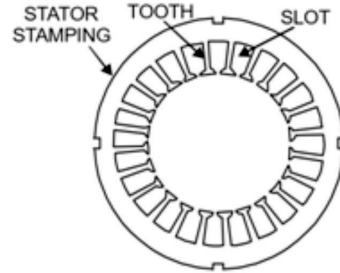
4.1 3-फेज इंडक्शन मोटरची उभारणी वैशिष्ट्ये

3-फेज इंडक्शन मोटरमध्ये स्टेटर आणि रोटार असे दोन मुख्य भाग असतात.

1. **स्टेटर:** हा मोटरचा स्थिर भाग आहे. त्याचे तीन मुख्य भाग आहेत, म्हणजे. (i) बाह्य फ्रेम, (ii) स्टेटर कोर आणि (iii) स्टेटर वायंडिंग .
 - (i) **बाह्य फ्रेम:** हे मोटरचे बाह्य शरीर आहे. त्याचे कार्य स्टेटर कोरला समर्थन देणे आणि मशीनच्या आतील भागांचे संरक्षण करणे आहे. छोट्या मशीनसाठी फ्रेम कास्ट केली जाते परंतु मोठ्या मशीनसाठी ती बनावट असते. मोटर फाउंडेशनवर ठेवण्यासाठी, आकृती 4.1 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे पाय बाह्य फ्रेममध्ये प्रदान केले जातात.
 - (ii) **स्टेटर कोर:** स्टेटर कोर हे पर्यायी चुंबकीय क्षेत्र वाहून नेण्यासाठी आहे जे हिस्टेरेसिस आणि एडी विद्युतधारेचे नुकसान निर्माण करते. म्हणून, कोर उच्च ग्रेड सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंगने बनलेला असतो. स्टॅम्पिंग हायड्रॉलिक दाबाने एकत्र केले जातात आणि फ्रेमला की असतात. प्रत्येक स्टॅम्पिंग एका पातळ वार्निश लेयरसह दुसऱ्यापासून इन्सुलेट केले जाते. स्टॅम्पिंगची जाडी सहसा 0.3 ते 0.5 मिमी पर्यंत बदलते. आकृती 4.2मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, स्टॅम्पिंगच्या आतील परिघावर स्लॉट पंच केले जातात. स्टेटर वळण समायोजित करण्यासाठी.



आकृती 4.1: स्टेटर



आकृती 4.2: स्टेटर स्टॅम्पिंग

- (iii) **स्टेटर वायंडिंग :** स्टेटर कोरमध्ये तीन फेज वायंडिंग असते जे सहसा तीन फेज सप्लाय सिस्टममधून पुरवले जाते. वायंडिंग चे सहा टर्मिनल (प्रत्येक टप्प्यातील दोन) मशीनच्या टर्मिनल बॉक्समध्ये जोडलेले आहेत. मोटरच्या स्टेटरला खांबाच्या निश्चित संख्येसाठी जखम आहे, अचूक संख्या गतीच्या आवश्यकतेनुसार निश्चित केली जाते. हे पाहिले जाईल की ध्रुवांची संख्या जितकी जास्त असेल तितकी कमी वेग आणि उलट आहे.

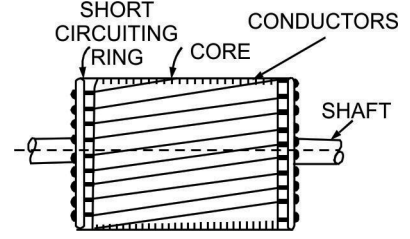
$$N_s \propto \frac{1}{P} \quad \left(\because N_s = \frac{120f}{P} \right)$$

श्री-फेज वाइंडिंग स्टार्टरद्वारे बाहेरून स्टार किंवा डेल्टामध्ये जोडलेले असू शकते

2. **रोटर:** हा मोटरचा फिरणारा भाग आहे. रोटरचे दोन प्रकार आहेत, जे 3-फेज इंडक्शन मोटर्समध्ये कार्यरत आहेत.

(i) गिलहरी पिंजरा रोटर (ii) फेज वाउंड रोटर

(i) **गिलहरी पिंजरा रोटर:** या प्रकारच्या रोटरचा वापर करणाऱ्या मोटर्सला गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्स म्हणून ओळखले जाते. रोटरच्या साध्या आणि मजबूत रचनेमुळे बहुतेक इंडक्शन मोटर्स या प्रकारच्या असतात. गिलहरी पिंजरा रोटरमध्ये लॅमिनेटेड बेलनाकार कोर असतो ज्यामध्ये बाह्य परिघावर अर्ध-बंद परिपलक स्लॉट असतात. कॉपर किंवा अॅल्युमिनियम बार कंडक्टर या स्लॉट्समध्ये ठेवलेले असतात आणि तांबे किंवा अॅल्युमिनियमच्या रिंग्सद्वारे प्रत्येक टोकाला शॉर्ट परिपथ केले जातात, ज्याला शॉर्ट सर्किटिंग रिंग म्हणतात, आकृती 4.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे. अशा प्रकारे, रोटर वळण कायमस्वरूपी शॉर्ट परिपथ आहे आणि रोटर परिपथ मध्ये कोणतेही बाह्य प्रतिकार जोडणे शक्य नाही.

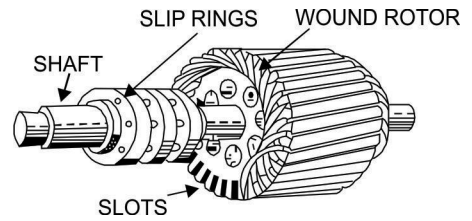


आकृती 4.3: गिलहरी पिंजरा रोटर

रोटर स्लॉट सहसा शाफ्टला समांतर नसतात परंतु तिरके असतात. रोटर स्किव्हिंगचे खालील फायदे आहेत:

- (a) हे गुंजारणे कमी करते जेणेकरून मोटरचे शांत चालणे सुनिश्चित होईल.
- (b) त्याचा परिणाम रोटरच्या वेगवेगळ्या पदांसाठी गुळगुळीत टॉर्क वक्र.
- (c) हे स्टेटर आणि रोटरचे चुंबकीय लॉकिंग कमी करते.
- (d) रोटर बार कंडक्टरच्या वाढलेल्या लांबीमुळे हे रोटर प्रतिकार वाढवते.

(ii) **फेज वाउंड रोटर:** फेज वुंड रोटरला स्लिप रिंग रोटर देखील म्हणतात आणि या प्रकारच्या रोटरचा वापर करणाऱ्या मोटर्सला फेज जखम किंवा स्लिपरिंग इंडक्शन मोटर्स म्हणून ओळखले जाते. स्लिप रिंग रोटरमध्ये लॅमिनेटेड बेलनाकार कोर असतो ज्यात बाह्य परिघावर अर्ध-बंद स्लॉट असतात आणि 3-फेज इन्सुलेटेड वायंडिंग असते. स्टेटरच्या समान संख्येच्या ध्रुवांसाठी रोटरला जखम झाली आहे. तीन फिनिश टर्मिनल एकत्र जोडलेले आहेत जे स्टार पॉइंट बनवतात आणि तीन स्टार्ट टर्मिनल शाफ्टवर निश्चित केलेल्या तीन कॉपर स्लिपिंगशी जोडलेले आहेत (आकृती 4.4 पहा).



आकृती 4.4: फेज वुंड रोटर

या प्रकरणात, आवश्यकतेनुसार रोटर परिपथ मध्ये कोणताही बाह्य प्रतिकार जोडला जाऊ शकतो. या प्रकरणात देखील रोटर तिरकस आहे.

एक सौम्य स्टील शाफ्ट रोटरच्या मध्यभागी जातो आणि त्यास की सह निश्चित केले जाते. शाफ्टचा उद्देश यांत्रिक शक्ती हस्तांतरित करणे आहे.

4.2 फिरत्या क्षेत्राचे उत्पादन

एका स्टेटरचा विचार करा ज्यावर अनुक्रमे a_1a_2 , b_1b_2 आणि c_1c_2 या तीन एकाग्र कॉइल्सद्वारे दर्शविलेल्या तीन वेगवेगळ्या वळणांना 120° विद्युतदृष्ट्या वेगळे ठेवले आहे.

आकृती 4.5 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे 3-फेज पुरवठा स्टेटरवर लागू केला जातो. तीन फेज प्रवाह तीन कॉइल्समधून वाहतील आणि स्वतःचे चुंबकीय क्षेत्र तयार करतील. सकारात्मक अर्धचक्र बदलनारा विद्युत् प्रवाह आवक विद्युत् प्रवाह मानला जातो स्टार्ट टर्मिनल्समध्ये आणि ऋण अर्धचक्र असलेल्या विद्युत् प्रवाह स्टार्ट टर्मिनल्समध्ये प्रवाहाचा बाह्य प्रवाह मानला जातो. सारख्या

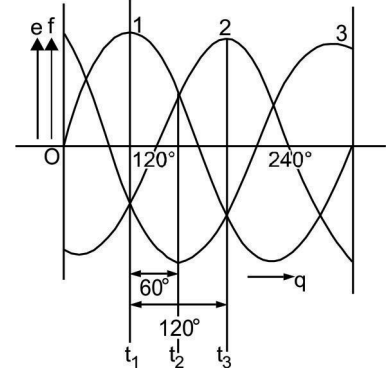
गुंडाळीमध्ये विद्युत प्रवाहाची दिशा हि शेवटच्या टोकाला विरुद्ध असते.

समजा कोणत्याही t_1 क्षणी, कॉइलच्या बाजूचा a_1 मधील विद्युत प्रवाह आत आणि b_1 आणि c_1 मधील बाहेर असावा. तर, च्या इतर बाजूमधील विद्युत् प्रवाह समान कॉइल्स विरुद्ध आहेत म्हणजे कॉइलमध्ये बाजू a_2 बाह्य आहे आणि b_2 आणि c_2 आत मधे आहे. परिणामी फील्ड आणि त्याची दिशा (F_m) आकृती 4.6 मध्ये चिन्हांकित आहे.

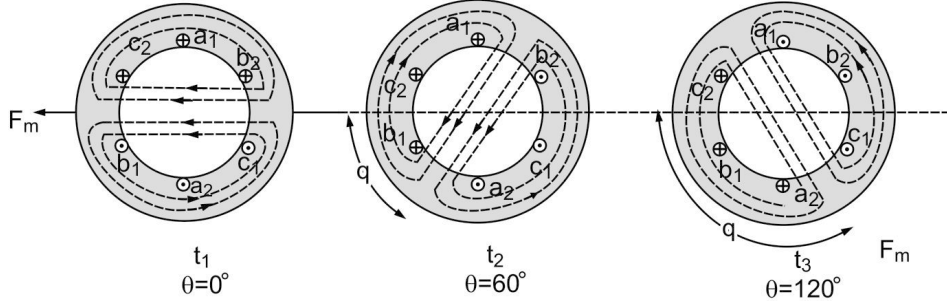
t_2 या क्षणी जेव्हा थीटा 60° असते, तेव्हा कॉइलच्या बाजू a_1 आणि b_1 मध्ये विद्युत् प्रवाह आत आणि c_1 मध्ये बाहेर असतो तर, विरुद्ध बाजूमधील विद्युत् प्रवाह विरुद्ध आहे. परिणामी फील्ड आणि त्याची दिशा आकृती 4.7 मध्ये दर्शविली आहे. जे त्याच्या मागील स्थितीपासून थीटा $= 60^\circ$ कोनाद्वारे फिरवले जाते

t_3 या क्षणी जेव्हा थीटा 120° असते तेव्हा कॉइलच्या बाजूचा विद्युत् प्रवाह b_1 हा आत असतो आणि c_1 , a_1 ला बाहेर असातो. परिणामी क्षेत्र आणि त्याची दिशा आकृती 4.8 मध्ये दर्शविली आहे जे पहिल्या स्थानापासून थीटा 120° इलेक्ट्रिकल कोनातून फिरवले जाते.

अशा प्रकारे, एका चक्रात, परिणामी क्षेत्र एक फेरा पूर्ण करते. म्हणून, आम्ही असा निष्कर्ष काढतो की जेव्हा 3- फेज पुरवठा 3- फेज जखमेच्या स्टेटरला दिला जातो, परिणामी क्षेत्र तयार होते जे एका स्थिर गतीने फिरते, ज्याला समकालिक गती म्हणतात. ($N_s = 120^\circ f / P$).



आकृती 4.5: स्टेटर कोरमध्ये तयार होणाऱ्या चुंबकीय प्रवाहांचे तरंग आकृती



आकृती 4.6: झटपट t_1

आकृती 4.7: झटपट t_2

आकृती 4.8: झटपट t_3

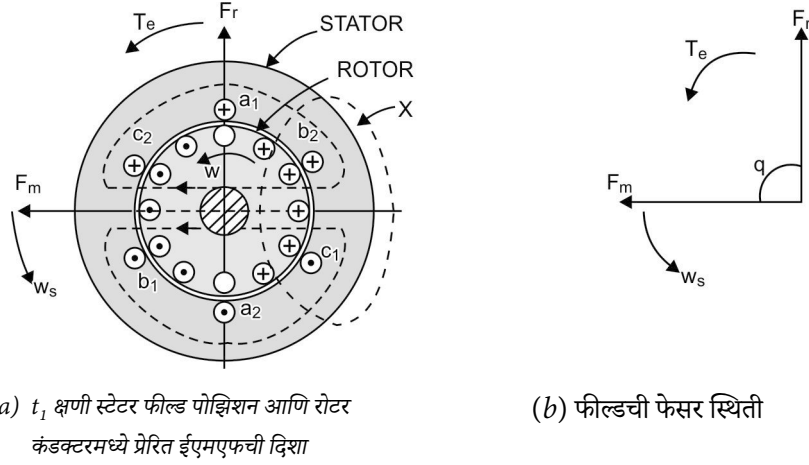
t_1 चुंबकीय क्षेत्राचा परिणामी अक्ष t_2 क्षणी चुंबकीय क्षेत्राचा परिणामी अक्ष

t_3 क्षणी चुंबकीय क्षेत्राचा परिणामी अक्ष

या प्रकरणात, आम्ही पाहिले आहे की जेव्हा फेज 1, 2 आणि 3 पासून पुरवठा अनुक्रमे a_1a_2 , b_1b_2 आणि c_1c_2 ला दिला जातो, तेव्हा घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने फिरणारे क्षेत्र तयार होते. जर कॉइलला पुरवठा a_1a_2 , b_1b_2 आणि c_1c_2 ला फेज 1, 3 आणि 2 मधून दिला जातो अनुक्रमे. फिरणाऱ्या फील्डची दिशा उलट केली जाते. अशा प्रकारे रोटेटिंग फील्डच्या रोटेशनची दिशा उलट करण्यासाठी कोणत्याही दोन पुरवठा टर्मिनल्सची जोडणी अदलाबदल केली जाते. जे जेव्हा 3-फेज पुरवठा हा 3-फेज वाउंड इंडक्शन मोटरला दिला जातो.

4.3 ऑपरेशनचे तत्त्व

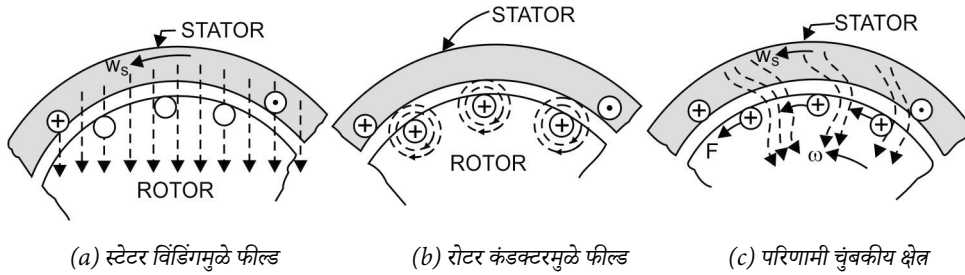
तेव्हा स्टेटर मध्ये एक फिरणारे फील्ड सेट केले जाते व्हा 3-फेज पुरवठा हा 3-फेज वाउंड इंडक्शन मोटरला दिला जातो तेव्हा स्टेटर मध्ये एक फिरणारे फील्ड सेट केले जाते. कोणत्याही क्षणी, स्टेटरने सेट केलेले चुंबकीय क्षेत्र आकृती 4.9 मध्ये दर्शविले आहे. परिणामी क्षेत्राची दिशा बाणाचे टोक F_m ने चिन्हांकित केले आहे. परिणामी क्षेत्राची दिशा F_m द्वारे चिन्हांकित केली जाते. हे फील्ड घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने फिरत आहे W_s रेडियन प्रति सेकंदाच्या गतीने. म्हणजे समकालिक गती.



आकृती 4.9: 3-फेज इंडक्शन मोटरचे कार्य सिद्धांत

स्थिर रотор कंडक्टर हे फिरणारे क्षेत्राला छेदतात आणि इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनमुळे रотор कंडक्टर मध्ये e.m.f. निर्माण होतो. रотор कंडक्टर शॉर्ट परिपथ असल्याने, आकृतीमध्ये चिन्हांकित केल्याप्रमाणे त्या दिशेने विद्युत प्रवाह वाहतो. रотор विद्युतधारा-वाहक कंडक्टर परिणामी फील्ड सेट करतात F_r . हे फील्ड स्टेटर मेन फील्ड F_m च्या बरोबरीने येण्याचा प्रयत्न करते. यामुळे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक टॉर्क T_e घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने विकसित होतो. अशा प्रकारे, रотор त्याच दिशेने फिरू लागतो ज्यामध्ये स्टेटर प्रभावक्षेत्र फिरत आहे.

वैकल्पिकरित्या: आकृती 4.9 (अ) मध्ये विभाग X चे पुनरुत्पादन केले आहे ते आकृती 4.10 मध्ये दाखविले आहे, आकृती 4.10 (a) बघा जेव्हा घुमणारा स्टेटर हा स्थिर रотор कंडक्टर छेदतो तेव्हा कंडक्टर द्वारे e.m.f. प्रेरित होतो. रотор कंडक्टर शॉर्ट सर्किट केलेले असल्याने, त्यांच्यामधून विद्युत प्रवाह वाहतो ते आकृती 4.10 (b) चिन्हांकित केले, जे त्यांच्या भोवती फील्ड सेट करते. आकृती 4.10 (c) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परिणामी फील्ड सेट केले आहे, जी रотор कंडक्टरवर बल लावते.



आकृती 4.10: मोटरमध्ये विकसित क्षेत्र

रотор वेग घेतो आणि समकालिक वेग मिळवण्याचा प्रयत्न करतो परंतु तसे करण्यात अयशस्वी होतो. कारण जर रоторने समकालिक गती प्राप्त केली तर फिरणारे स्टेटर प्रभावक्षेत्र आणि रотор दरम्यानची सापेक्ष गती शून्य असेल, कंडक्टरमध्ये e.m.f. प्रेरित केले जाणार नाही. e.m.f. नसणे म्हणजे विद्युतधारा नसणे, रотор फील्ड नसेल आणि त्यामुळे टॉर्क निर्माण होणार नाही. अशा प्रकारे, एक प्रेरण मोटर्स कधीही समकालिक वेगाने चालत नाहीत. हे नेहमी समकालिक वेगापेक्षा कमी वेगाने दिसते.

कारण, या मोटरच्या ऑपरेशनचे सिद्धांत इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनवर अवलंबून असते, म्हणून त्याला इंडक्शन मोटर असे नाव दिले जाते.

4.4 3- फेज प्रेरणमोटरच्या रोटेशनची दिशा उलट करणे

प्रकरण 2 मध्ये, असे दिसून आले आहे की 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या स्टेटरमध्ये एक फिरते क्षेत्र स्थापित केले जाते जेव्हा 3-फेज पुरवठा त्याच्या वळणांना दिला जातो आणि रोटेशनची दिशा पुरवठा क्रमावर अवलंबून असते.

प्रकरण 3 मध्ये, असे दिसून आले आहे की 3-फेज इंडक्शन मोटरचा रोटर त्याच दिशेने फिरतो जो फिरत असलेल्या क्षेत्राच्या दिशेने फिरतो.

पुरवठ्याचा क्रम उलटा झाल्यास फिरणाऱ्या प्रभावक्षेत्र किंवा रोटरच्या रोटेशनची दिशा उलट केली जाऊ शकते. स्टेटर टर्मिनल्सवर कोणत्याही दोन सप्लाय लीड्सचे कनेक्शन बदलून पुरवठा क्रम बदलला जाऊ शकतो.

म्हणून, स्टेटर टर्मिनल्सवर कोणत्याही दोन पुरवठा लीड्सच्या कनेक्शनचे आदान-प्रदान करून 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या रोटेशनची दिशा उलट केली जाऊ शकते.

4.5 स्लिप

इंडक्शन मोटरचा रोटर नेहमी सिंक्रोनस गती पेक्षा कमी वेगाने फिरतो. फ्लक्स गती (एनएस) आणि रोटर गती (एन) मधील फरकाला स्लिप म्हणतात. हे सहसा सिंक्रोनस गती (N_s) ची टक्केवारी म्हणून व्यक्त केले जाते आणि प्रतीक S द्वारे दर्शविले जाते.

$$\% \text{ गणिती, } \% S = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100 \quad \text{फ्रॅक्शनल स्लिप, } S = \frac{N_s - N}{N_s}$$

$$\text{रोटर वेग, } N = N_s (1 - S)$$

सिंक्रोनास गती आणि रोटर गती मधील फरक याला स्लिप गती म्हणजेच

$$\text{Slip speed} = N_s - N_r$$

पूर्ण लोडवर स्लिपचे मूल्य सुमारे 6% लहान मोटर्सपासून मोठ्या मोटर्ससाठी सुमारे 2% पर्यंत बदलते.

स्लिपचे महत्त्व: इंडक्शन मोटरच्या ऑपरेशनमध्ये स्लिप महत्वाची भूमिका बजावते. आम्ही आधीच पाहिले आहे की रोटर गती आणि फ्लक्सच्या सिंक्रोनस गती मधील फरक रोटर कंडक्टरद्वारे फ्लक्स कट करण्याचा दर निर्धारित करतो आणि म्हणूनच प्रेरित ईएमएफची परिमाण म्हणजे $e_2 \propto N_s - N$

$$\text{रोटर करंट, } i_2 \propto e_2 \text{ आणि टॉर्क, } T \propto i_2$$

$$T = K N_s \left(\frac{N_s - N}{N_s} \right)$$

$$\therefore T = K (N_s - N)$$

$$\text{या } T = K_1 S \text{ म्हणून } T \propto S$$

अशाप्रकारे, जास्त स्लिप जास्त प्रेरित EMF असेल. किंवा रोटर करंट आणि त्यामुळे मोठा टॉर्क विकसित होईल.

नो-लोडमध्ये, प्रेरण मोटरला यांत्रिक, लोह आणि इतर नुकसान भरून काढण्यासाठी लहान टॉर्कची आवश्यकता असते, म्हणून, स्लिप लहान असते. जेव्हा मोटर लोड होते, तेव्हा लोड चालवण्यासाठी जास्त टॉर्क आवश्यक असतो, म्हणून, स्लिप वाढते आणि रोटरचा वेग किंचित कमी होतो.

अशा प्रकारे, असे दिसून येते की इंडक्शन मोटरमधील जहाज स्वतःला अशा मूल्यामध्ये समायोजित करते जेणेकरून सामान्य ऑपरेशन अंतर्गत आवश्यक ड्रायव्हिंग टॉर्क पूर्ण होईल.

4.6. रोटर करंटची वारंवारता

रोटर प्रवाहांची वारंवारता, रोटर आणि स्टेटर प्रभावक्षेत्र मधील सापेक्ष गतीवर अवलंबून असते.जेव्हा रोटर स्थिर असतो, रोटर प्रवाहांची वारंवारता पुरवठा वारंवारतेच्या समान असते.परंतु एकदा रोटर सडणे सुरू झाल्यावर, रोटरप्रवाहांची वारंवारता स्लिप गती $(N_s - N)$ वर अवलंबून असते. कोणत्याही वेगाने N , रोटर प्रवाहांची वारंवारता f_r

$$f_r = \frac{(N_s - N)P}{120} = \frac{(N_s - N)}{N_s} \cdot \frac{N_s P}{120} = S \times f$$

उदाहरण 4.1: 3-फेज प्रेरण मोटर 6 ध्रुवांसाठी जखमेची आहे आणि 50 हर्ट्झ प्रणालीमधून पुरवली जाते. गणना करा: (i) समकालिक गती. (ii) 3% स्लिपवर चालत असताना मोटरची वास्तविक गती (iii) रोटरमध्ये प्रेरित ईएमएफची वारंवारता.

उपाय :

(i) समकालिक वेग $N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{6} = \mathbf{1000 \text{ r.p.m.}}$ (उत्तर)

(ii) मोटरची वास्तविक गती,

$$N_r = N_s (1 - S) \text{ where, } S = 0.03$$

$$N_r = 1000 (1 - 0.03) = \mathbf{970 \text{ r.p.m.}}$$
 (उत्तर)

(iii) रोटर ईएमएफची वारंवारता ,

$$f_r = s \times f = 0.03 \times 50 = \mathbf{1.5 \text{ Hz}}$$
 (उत्तर)

उदाहरण 4.2: 5 एचपी, 230 व्ही, 3-फेज, 50 हर्ट्झ, 4 पोल गिलहरी पिंजरा इंडक्शन मोटर 4% च्या पूर्ण लोड स्लिपवर चालते जेव्हा रेट केलेले विद्युतदाब आणि रेटेड वारंवारता लागू केली जाते. (i) पूर्ण जोरात वेग निश्चित करा. (ii) न्यूटन मीटरमध्ये पूर्ण लोड टॉर्क . (iii) या स्थितीत रोटर करंटची वारंवारता आणि (iv) स्टेटर mmf च्या रोटेशनची गती.

उपाय:

(i) समकालिक गती,

$$\text{पूर्ण लोड गती , } = \frac{120 \times f}{P}$$

$$N_s = \frac{120 \times f}{P} = \frac{120 \times 50}{4}$$

$$N_r = N_s (1 - S) = 1500 (1 - 0.04) = 1440 \text{ rpm}$$

(ii) न्यूटन मीटरमध्ये पूर्ण लोड टॉर्क

$$P = \omega T, \omega = 2 \pi N / 60$$

$$P = 5 \times 735.5 \text{ W}$$

$$T = \frac{5 \times 735.5 \times 60}{2\pi \times 1440} = 24.39 \text{ Nm}$$

(iii) या स्थितीत रोटर करंटची वारंवारता आणि

$$\text{रोटर चालू वारंवारता, } f_r = S \times f = 0.04 \times 50 = 2 \text{ Hz (उत्तर)}$$

(iv) स्टेटर m.m.f च्या रोटेशनची गती

$$N_s = \frac{120 \times f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

उदाहरण 4.3: प्रेरण मोटरला वीज 8 पोल, 3-फेज, 750 आरपीएम द्वारे पुरवली जाते. अल्टरनेटर मोटरचा पूर्ण लोड गती 1440 आरपीएम आहे. मोटरमधील टक्केवारी स्लिप आणि खांबाची संख्या शोधा.

उपाय: अल्टरनेटरची गती, $N_{sa} = 750 \text{ rpm}$.

अल्टरनेटरच्या खांबांची संख्या, $P_a = 8$

$$\text{व्युत्पन्न किंवा पुरवठा वारंवारता, } f = \frac{P_a \times N_{sa}}{120} = \frac{8 \times 750}{120} = 50 \text{ Hz}$$

मोटर गती, $N = 1440 \text{ rpm}$.

$$\text{मोटरच्या खांबांची संख्या, } P = \frac{120 \times f}{N} = \frac{120 \times 50}{1440} = 4.16 = 4$$

$$\text{समकालिक गती, } = \frac{120 \times f}{P}$$

$$N_s = \frac{120 \times f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{टक्केवारी स्लिप, } \% S = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100 = \frac{1500 - 1440}{1500} \times 100 = 4\%$$

उदाहरण 4.4: 200 HP, 3-फेज, 400 V, 50 हर्ट्ज इंडक्शन मोटरचा पूर्ण लोडवर 1425 आरपीएमचा वेग आहे. मशीनला 4 खांब आहेत. स्लिपची गणना करा. रोटर ईएमएफ प्रति मिनिट किती पूर्ण पर्याय करेल.

उपाय:

येथे, $f = 50 \text{ Hz}$, $P = 4$, $N = 1425 \text{ r.p.m.}$

$$\text{मोटर की तुल्यकालिक } N_s = \frac{120 \times f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

$$\% S = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1500 - 1425}{1500} = 5\%$$

रोटर ई.एम.एफ.

$$f_r = S_f = .05 \times 50 = 2.5 \text{ Hz} = 2.5 \text{ cycle/sec}$$

रोटर ईएमएफ प्रति मिनिट

$$f_r = 60 \times 2.5 = 150 \text{ cycle/min (उत्तर)}$$

अभ्यासप्रश्न

- 3-फेज इंडक्शन मोटर 4 ध्रुवांसाठी वोउन्ड आहे आणि 50 हर्ट्ज प्रणालीमधून पुरवली जाते. गणना करा: (i) समकालिक गती. (ii) 4% स्लिपवर चालत असताना मोटरची वास्तविक गती (iii) रोटरमध्ये ईएमएफ प्रेरित होण्याची वारंवारता.
(उत्तर: 1500 rpm; 1440 rpm; 2 Hz)
- 10 HP, 230 V, 3-phase, 50 Hz, 6 pole गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर 4% च्या पूर्ण लोड स्लिपवर चालते जेव्हा रेट केलेले विद्युतदाब आणि रेटेड वारंवारता लागू होते. (i) पूर्ण जोरात वेग निश्चित करा. (ii) न्यूटन मोटरमध्ये पूर्ण लोड टॉर्क. (iii) या स्थितीत रोटर विद्युतधारेची वारंवारता आणि (iv) स्टेटर m.m.f च्या रोटेशनची गती.
(उत्तर: 960 rpm; 73.16 Nm; 2 हर्ट्ज; 1000 rpm.)

3. प्रेरण मोटरला वीज 12 ध्रुव, 3-चरण, 500 rpm द्वारे पुरविली जाते .अल्टरनेटर मोटरचा पूर्ण लोड गती 1440 rpm आहे. % स्लिप आणि ध्रुवांची संख्या शोधा. (उत्तर: 4; 4%)
4. 500 एचपी, 3-फेज, 440 व्ही, 50 हर्ट्झ इंडक्शन मोटरचा पूर्ण लोडवर 950 rpm चा वेग असतो .मशीनला 6 पोल आहेत. स्लिपची गणना करा. रोटर ईएमएफ प्रति मिनिट किती पूर्ण पर्याय करेल . (उत्तर: 0.05 किंवा 5%; 150 c/min)

4.7 रोटर प्रभावक्षेत्र ची गती किंवा M.M.F

जेव्हा पॉली फेज इंडक्शन मोटरच्या स्टेटर वायंडिंग ला श्री-फेज करंट्स पुरवले जातात, तेव्हा परिणामी प्रभावक्षेत्र सेट केले जाते जे सिंक्रोनास गती ($N_s = 120 f/P$) नावाच्या स्थिर वेगाने फिरते.

हे फिरणारे क्षेत्र पॉली फेज ईएमएफला प्रेरित करते. रोटर वळण मध्ये आणि रोटर वळण बंद असल्यास, त्यात पॉली फेज प्रवाह फिरतात. हे प्रवाह रोटरमध्ये एक फिरणारे क्षेत्र स्थापित करतात जे वेगाने फिरते

$$N_r = 120 f_r/P \text{ रोटर संदर्भात. आता}$$

$$N_r = 120 \times S_f/P = SN_s$$

जेव्हा रोटर स्वतः गती N r.p.m म्हणून फिरत असतो.

अभिभ्रेतामधील रोटर फील्डची गती $= N + N_r = (1 - S) N_s + SN_s = N_s - SN_s + SN_s = N_s$ अशा प्रकारे, रोटर चुंबकीय क्षेत्र देखील फिरते, अभिभ्रेतात, त्याच वेगाने आणि स्टेटर प्रभावक्षेत्र च्या समान दिशेने. म्हणूनच, दोन्ही क्षेत्रे चुंबकीयदृष्ट्या एकमेकांशी बंद आहेत आणि एकमेकांच्या संदर्भात स्थिर आहेत.

4.8 रोटर E.M.F

स्टेटरमध्ये पॉली फेज करंट्सद्वारे सेट केलेले फिरणारे चुंबकीय क्षेत्र स्टेटर आणि रोटर वायंडिंग दोन्हीसाठी सामान्य आहे. हे प्रभावक्षेत्र ईएमएफला प्रेरित करते .दोन्ही वळणांमध्ये स्टेटर प्रेरित ईएमएफ प्रति फेज संबंधाने दिले जाते.

$$E_1 = 4.44 k_{w1} T_1 f \phi_m \quad \dots (i)$$

जेथे, k_{w1} = winding factor i.e. product of coil span factor k_c and distribution factor k_d .

T_1 = स्टेटर विंडिंगच्या वळणांची संख्या/फेज

f = स्टेटर किंवा पुरवठा वारंवारता आणि

ϕ_m = फ्लक्सचे कमाल मूल्य.

$$\text{रोटर प्रेरित ईएमएफ / फेज, } E_2 = 4.44 k_{w2} T_2 f_r \phi_m \quad \dots (ii)$$

जेथे f_r ही रोटर चालू वारंवारता आहे, आणि स्थिर स्थितीत आहे, म्हणजे आरंभी $f_r = f$ त्यामुळे पहिल्या पंख्याची प्रेरित ईएमएफ अजूनही उभे / फेज किंवा सुरू,

$$E_{2s} = 4.44 k_{w2} T_2 f \phi_m$$

आम्हाला मिळते,

$$\frac{E_{2s}}{E_1} = \frac{4.44 k_{w2} T_2 f \phi_m}{4.44 k_{w1} T_1 f \phi_m} = \frac{T_2}{T_1} = K$$

पासून, चालू स्थितीत रोटरमध्ये प्रेरित ईएमएफ ,

$$E_2 = 4.44 k_{w2} T_2 (Sf) \phi_m = SE_{2s}$$

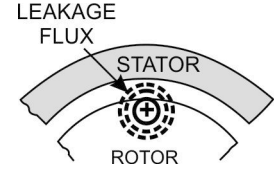
रोटर परिपथ मध्ये प्रेरित ईएमएफ सुरुवातीला जास्तीत जास्त आहे आणि चालू स्थितीत स्लिपच्या मूल्यानुसार बदलते. लोड केलेल्या स्थितीत सामान्य स्लिपचे मूल्य जवळजवळ 5% असल्याने, रोटर प्रेरित ईएमएफ कमाल मूल्याच्या जवळजवळ 5% आहे.

4.9 रोटर प्रतिरोध

रोटर वळण काही संचालन सामग्री (तांबे किंवा अॅल्युमिनियम) बनलेले असल्याने, त्याला एक निश्चित प्रतिकार ($R = \rho l/a$) आहे. त्याचे मूल्य स्थिर राहते आणि R_2 द्वारे दर्शविले जाते.

4.10 रोटर प्ररोध

रोटर प्रवाहांद्वारे तयार होणारा संपूर्ण प्रवाह स्टेटर वायंडिंगशी जोडत नाही. रोटर फ्लक्सचा भाग जो रोटर कंडक्टरला जोडतो परंतु स्टेटर वायंडिंग शी नाही त्याला लीकेज फ्लक्स असे म्हणतात आणि म्हणून लीकेज इंडक्टन्स (L_2) विकसित होतो. आकृती 4.11 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे रोटर कंडक्टर रोटरच्या बाहेरील परिघावर ठेवल्यास गळतीचा प्रवाह आणि त्यामुळे इंडक्टन्स खूप लहान आहे. रोटर करंट वारंवारता नुसार रोटर प्ररोध विकसित केला जाईल.



आकृती 4.11: रोटर लाइक फ्लक्स

$$\text{रोटर प्ररोध} \quad X_2 = 2\pi f_r L_2 = 2\pi S f L_2 = S (2\pi f L_2)$$

जेव्हा रोटर स्थिर राहतो म्हणजे सुरुवातीस, स्लिप मूल्य $S = 1$

$$X_{2s} = 2\pi f L_2$$

अशा प्रकारे, सामान्य धावण्याच्या अंतर्गत, रोटर प्ररोध,

$$X_2 = S X_{2s}$$

4.11 रोटर प्रतिबाधा

रोटर सर्किटद्वारे रोटर करंटच्या प्रवाहाला दिलेला एकूण विरोध याला रोटरची प्रतिबाधा म्हणतात.

$$\bar{Z}_2 = R_2 + jX_2 = R_2 + jSX_{2s}$$

$$Z_2 = \sqrt{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2}$$

4.12 रोटर करंट आणि शक्ति (पॉवर) फॅक्टर

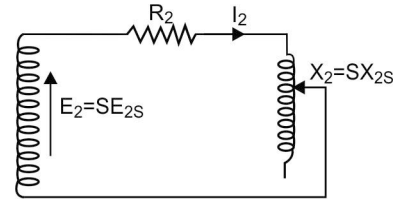
इंडक्शन मोटरची रोटर सर्किटची रेखाकृती हि आकृती 4.12 मध्ये दर्शविली आहे.

चालू स्थितीत;

$$\text{रोटर प्रेरित ई.एम.एफ.} = E_2 = SE_{2s}$$

$$\begin{aligned} \text{रोटर संरोध,} \quad Z_2 &= \sqrt{R_2^2 + X_2^2} \\ &= \sqrt{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2} \end{aligned}$$

$$\text{रोटर करंट,} \quad I_2 = \frac{E_2}{Z_2}$$



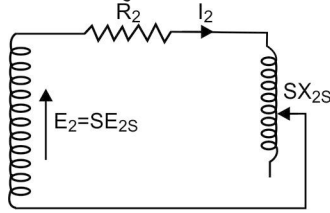
आकृती 4.12: रोटर परिपथ

$$= \frac{E_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}} = \frac{SE_{2s}}{\sqrt{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2}}$$

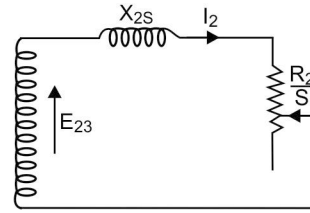
$$\text{रोटर शक्ति फॅक्टर, } \cos\phi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{R_2}{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2}$$

4.13 रोटरचे सरलीकृत समतुल्य परिपथ

सर्किटवर विविध मापदंड आणि विद्युत प्रमाण आकृती 4.13 मध्ये दर्शविले आहेत.



आकृती 4.13: रोटर परिपथ व्हेरिएबल X_2 सह



आकृती 4.14: रोटर परिपथ स्थिर X_2 सह

रोटर करंट हे समीकरणाद्वारे दिले

$$I_2 = \frac{SE_{2s}}{\sqrt{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2}}$$

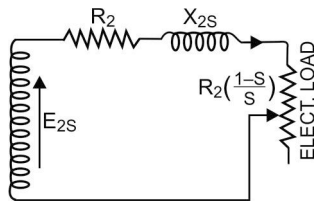
रोटर करंटचे इतर समीकरण आहे

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{(R_2 / S)^2 + (X_{2s})^2}}$$

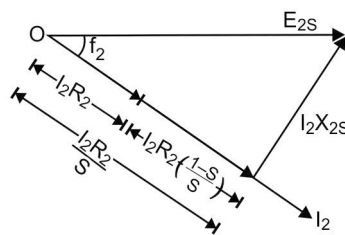
हे समीकरण आकृती 4.14 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे समतुल्य सर्किटचे सोयीस्कर स्वरूप देते.

प्रतिरोध हे स्लिपचे कार्य आहे आणि ते दोन भागांमध्ये विभागले जाऊ शकते :

$$\frac{R_2}{S} = R_2 + R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right) \text{ कुठे, } R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right) \text{ रोटर प्रोग्राम केलेल्या दरावरील विद्युत भार}$$



(अ) रोटरचे समतुल्य परिपथ



(ब) फेझर आकृती

आकृती 4.15: रोटरचे समतुल्य परिपथ आणि फेझर आकृती

अशा प्रकारे, अंतिम सरलीकृत समतुल्य रोटर परिपथ आकृती 4.15 (अ) मध्ये दर्शविले आहे. जेथे R_2 रोटर प्रतिरोध आहे आणि X_{2s} स्टँडस्टील गळती प्रतिक्रिया आहे.

त्याच्या काल्पनिक प्रतिरोधाने वापरलेली शक्ती म्हणजे विद्युत शक्तीचे प्रमाण जे यांत्रिक शक्तीमध्ये रूपांतरित होते.

$$L_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right)$$

यांत्रिक नुकसान वजा केल्यानंतर, आपल्याला जे मिळेल ते शाफ्टवर उपलब्ध आउटपुट शक्ति असेल.

अशा प्रकारे, विद्युत शक्ती ज्याचे यांत्रिक शक्तीमध्ये रूपांतर होते $= L_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right)$ वॅट

सरलीकृत समतुल्य परिपथ ते रोटर परिपथ फेजर आकृती 4.15 (ब) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे काढले आहे. रोटर करंट I_2 , रोटर स्टँडस्टील प्रेरित e.m.f E_{2s} च्या ϕ ने मागे आहे. R_2 मधील विद्युतदाब ड्रॉप अर्थात $I_2 R_2$, आणि

$$R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right) \text{ i.e. } L_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right)$$

हे करंट I_2 सोबत इनफेज आहेत. तर X_{2s} मधील विद्युतदाब ड्रॉप म्हणजे $I_2 X_{2s}$ करंट I_2 ला 90° ने पुढे नेतो.

सर्व तीन ड्रॉपची वेक्टर बेरीज E_{2s} च्या बरोबरीची आहे

$$E_{2s} = I_2 \sqrt{(R_2 / S)^2 + (X_{2s})^2}$$

रोटर सर्किटचे पॉवर फॅक्टर,

$$\cos \phi = \frac{R_2 / S}{\sqrt{(R_2 / S)^2 + (X_{2s})^2}}$$

4.14 प्रेरण मोटरचे नुकसान

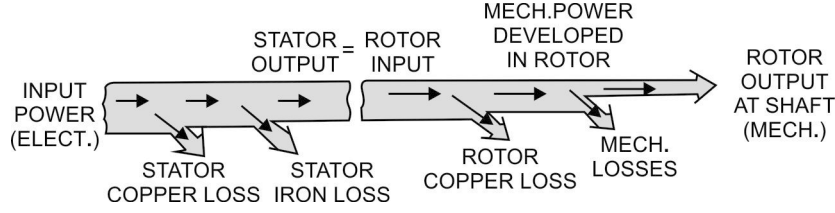
इंडक्शन मोटरमधील महत्त्वाचे नुकसान

1. **स्टेटरचे नुकसान:** इंडक्शन मोटरच्या स्टेटरमधील नुकसानांना स्टेटर लॉस म्हणतात.
 - (i) स्टेटर कॉपरचे नुकसान - $(I_1)^2 R_1$ (प्रति फेझ)
 - (ii) स्टेटर आयरन लॉस- या हिस्टेरीसिसमध्ये नुकसान आणि एडी करंटचे नुकसान होईल.
2. **रोटर नुकसान:** जे नुकसान प्रेरण मोटरच्या रोटरमध्ये होतात त्यांना रोटर लॉस म्हणतात.
 - (i) रोटर कॉपरचे नुकसान - $(I_2)^2 R_2$ (प्रति फेझ)
 - (ii) रोटर लोहाचे नुकसान - सामान्य चालू स्थितीत रोटरची वारंवारता खूप कमी असल्याने, हे नुकसान इतके लहान आहेत की त्याकडे दुर्लक्ष केले जाते.

यांत्रिक नुकसान: वायनेज आणि घर्षण नुकसानीच्या बेरीजला यांत्रिक नुकसान म्हणतात.

4.15 शक्ति फ्लो आकृती

स्टेटरला विद्युत शक्ति इनपुट दिले जाते. यामधे स्टेटरचेतांबे आणि लोखंडाचे नुकसान आहेत आणि उर्वरित शक्ती नुकसान म्हणजे स्टेटर आउटपुट रोटरला चुंबकीय प्रवाह द्वारे रोटरमध्ये हस्तांतरित केले जाते ज्याला रोटर इनपुट म्हणतात. रोटरमध्ये रोटर कॉपरचे नुकसान होते आणि उर्वरित शक्ती यांत्रिक शक्तीमध्ये रूपांतरित होते ज्याला रोटरमध्ये विकसित केलेली यांत्रिक शक्ती म्हणतात. मग यांत्रिक नुकसान होते आणि उर्वरित शक्ती शाफ्टवर उपलब्ध असते ज्याला मेकॅनिकल शक्ति आउटपुट म्हणतात.



आकृती 4.16: प्रेरण मोटरचे उर्जा प्रवाह आकृती

प्रेरण मोटरचा उर्जा प्रवाह आकृती 4.16 मध्ये दर्शविला आहे.

4.16 रोटर कॉपरचे नुकसान, स्लिप आणि रोटर इनपुटमधील संबंध

आम्ही पाहिले आहे की रोटरमध्ये विकसित केलेली विद्युत शक्ती यांत्रिक शक्तीमध्ये रूपांतरित होते जी खालील संबंधात दर्शविली आहे:

$$\text{रोटरमध्ये विकसित केलेली यांत्रिक शक्ती} = L_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right) \quad \dots (i)$$

$$\text{रोटर कॉपर लॉस} = L_2^2 R_2 \quad \dots (ii)$$

$$\text{रोटर इनपुट} = \text{विकसित यांत्रिक शक्ती} + \text{रोटर कॉपर लॉस}$$

$$= L_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right) + L_2^2 R_2 = \left(\frac{I_2^2 R_2}{S} \right) \quad \dots (iii)$$

समीकरण पासून. (i) आणि (ii), आम्हाला मिळते,

$$\frac{\text{रोटर कॉपर लॉस}}{\text{विकसित यांत्रिक शक्ती}} = \frac{I_2^2 R_2}{I_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right)}$$

$$\text{रोटर कॉपर लॉस} = \left(\frac{S}{1-S} \right) \text{विकसित यांत्रिक शक्ती}$$

समीकरण (ii) आणि (iii), आम्हाला मिळते

$$\frac{\text{रोटर कॉपर लॉस}}{\text{रोटर इनपुट}} = \frac{I_2^2 R_2}{I_2^2 R_2 / S}$$

Note : All the values are the phase values.

4.17 रोटर कार्यक्षमता

रोटर आउटपुटचे प्रमाण रोटर इनपुटला रोटर कार्यक्षमता म्हणतात (म्हणजेच, यांत्रिक नुकसानांकडे दुर्लक्ष करून रोटरमध्ये विकसित यांत्रिक शक्ती)

उदाहरण 4.5: 10 HP, 4 पोल, 25 हर्ट्ज, 3-फेज, वायंडिंग रोटर इंडक्शन मोटर रेषेतून 9100 वॅट्स काढत आहे. कोर लॉस 290 वॅट, स्टेटर कॉपर लॉस 568 वॅट, रोटर कॉपर लॉस 445 वॅट, घर्षण आणि वायूचे नुकसान 100 वॅट्स आहे. गणना करा (a) हवेच्या अंतरात हस्तांतरित शक्ती; (b) रोटरने विकसित केलेल्या वॅट्समधील यांत्रिक शक्ती; (c) वॅट्समध्ये यांत्रिक उर्जा

उत्पादन; (d) कार्यक्षमता; (e) स्लिप.

उपाय: मोटर किंवा स्टेटरचे शक्ति इनपुट = 9100 वॅट्स

$$\begin{aligned} (a) \quad \text{एअर गॅपमध्ये हस्तांतरित वीज} &= \text{स्टेटर इनपुट} - \text{स्टेटर कोर लॉस} - \text{स्टेटर कॉपर लॉस} \\ &= 9100 - 290 - 568 \\ &= 8242 \text{ w} \end{aligned}$$

$$(b) \text{ रोटर इनपुटमध्ये विकसित केलेली यांत्रिक शक्ती } = \text{रोटर} - \text{रोटर कॉपर लॉस} = 8242 - 445 = 7797 \text{ w}$$

$$(c) \text{ रोटर आउटपुट} = \text{यांत्रिक शक्ती विकसित} - \text{यांत्रिक नुकसान} = 7797 - 100 = 7697 \text{ w}$$

$$(d) \text{ मोटर कार्यक्षमता} = \frac{7697}{9100} = 84.58\%$$

$$(e) \text{ S} = \text{स्लिप} = \frac{\text{रोटर कॉपर लॉस}}{\text{रोटर इनपुट}} = \frac{445}{8242} = 0.5399 \%$$

उदाहरण 4.6 : एक 4 जोडलेले ध्रुव, 3-चरण, 50 हर्ट्झ, 400 V इंडक्शन स्टेटर मोटर डेल्टा आणि रोटर स्टार जोडलेले. रोटर वायंडिंग च्या प्रत्येक टप्प्यात वळणांची संख्या स्टेटर वायंडिंग च्या एक चतुर्थांश आहे. पूर्ण लोड गती 1455 आरपीएम आहे. रोटर प्रतिरोध 0.3 ओहम आहे, आणि रोटर स्टॅंडस्टिल प्ररोध 1 ओहम प्रति टप्प्यात आहे. स्टेटर आणि रोटर विंडिंग्स एकसारखे आहेत. स्टेटरचे नुकसान 100 W च्या बरोबरीचे आहे. घर्षण आणि वळणाचे नुकसान 50 W च्या बरोबरीचे आहे. गणना करा.

- (i) अवरोधित रोटर विद्युतदाब प्रति फेज (ii) रोटर करंट प्रति फेज पूर्ण लोडवर
(iii) पूर्ण लोडवर एकूण रोटर शक्ति इनपुट (iv) पूर्ण लोडवर रोटर शक्ति लॉस (v) कार्यक्षमता

उपाय: येथे, $P = 4$; $f = 50 \text{ Hz}$; $V_2 = 400 \text{ V}$; $\frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{4}$

$$(i) \text{ N} = 1445 \text{ rpm}, R_2 = 0.3 \text{ ओहम}, X_{2s} = 1 \text{ ओहम}, \text{स्टेटर नुकसान} = 100 \text{ W},$$

घर्षण आणि वाय्याचे नुकसान = 50 W,

स्टेटर चालित E.M.F. प्रति फेज, $E_L = V_1 = 400 \text{ V}$ (डेल्टा कनेक्टेड)

$$\text{आता,,} \quad \frac{E_{2s}}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{4}$$

$$\text{रोटर विद्युतदाब प्रति फेज अवरोधित करणे, } E_{2s} = \frac{400}{4} = 100 \text{ V}$$

$$(ii) \text{ समकालिक गती, } N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{स्लिप} = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1500 - 1445}{1500} = 0.0366$$

$$(iii) \text{ रोटर करंट, } I_2 = \frac{SE_{2s}}{\sqrt{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2}} = \frac{0.03 \times 100}{\sqrt{(0.3)^2 + (0.03 \times 1)^2}} = 9.95 \text{ A}$$

$$(iv) \text{ रोटर कॉपर लॉस} = 3I_2^2 R_2 = 3 \times (9.95)^2 \times 0.3 = 89 \text{ W}$$

रोटर को पावर इनपुट

$$S = \frac{\text{रोटर कॉपर लॉस}}{\text{रोटर इनपुट}}$$

रोटर कॉपर लॉस = $S \times$ रोटर इनपुट

$$\text{रोटर इनपुट} = \frac{\text{रोटर कॉपर लॉस}}{S} = \frac{89}{0.03} = 2967 \text{ W}$$

$$\text{मोटर इनपुट} = \text{रोटर इनपुट} + \text{स्टेटर नुकसान} = 2967 + 100 = 3067 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \text{शाफ्ट आउटपुट} &= \text{रोटर इनपुट} - \text{रोटर कॉपर लॉस} - \text{घर्षण आणि विंडेज लॉस} \\ &= 2967 - 89 - 50 = 2828 \text{ W} \end{aligned}$$

उदाहरण 4.7: 60 एचपी, 6-पोल, 3-फेज इंडक्शन मोटर 960 आरपीएम वरलोडआउट पुट देते 400 V. 50 Hz पुरवठ्यासह 0.8 पॉवर फॅक्टर वर.वारा आणि घर्षण यामुळेहोणारे नुकसान 3 एच.पी. आणि स्टेटरचे नुकसान 2 KW आहे.शोधा: (a) एकूणरोटर कॉपर लॉस; (b) कार्यक्षमता आणि (c) लाईन करंट.

उपाय: रोटर आउटपुट = 60 HP = $60 \times 735.5 = 44130 \text{ W}$

$$\text{यांत्रिक नुकसान} = 3 \text{ एचपी} = 3 \times 735.5 = 2206 \text{ W}$$

$$\text{विकसित यांत्रिक शक्ती} = \text{रोटर आउटपुट} + \text{यांत्रिक नुकसान} = 44130 + 2206 = 46336 \text{ W}$$

$$\text{समकालिक गती, } N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ r.p.m.}$$

$$\text{स्लिप} = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0.04$$

$$\text{रोटर कॉपर लॉस} = \frac{S}{1-S} \text{ विकसित यांत्रिक शक्ति} = \frac{0.04}{1-0.04} \times 46336 = 1931 \text{ W}$$

$$\text{स्टेटरचे नुकसान} = 2\text{kW} = 2000\text{W}$$

$$\begin{aligned} \text{स्टेटर किंवा मोटरला इनपुट} &= \text{मेक. शक्तीविकसित} + \text{रोटर लॉस} + \text{स्टेटर लॉस} \\ &= 46336 + 1931 + 2000 = 50267 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{दक्षता} = \frac{\text{आउटपुट}}{\text{इनपुट}} = \frac{44130}{50367} \times 100 = 87.79 \%$$

$$\text{लाईन करंट, } I_2 = \frac{\text{इनपुट}}{\sqrt{3} \times (\text{लाईन वोल्टेज} \times \text{पावर फॅक्टर})} = \frac{50267}{\sqrt{3} \times (400 \times 0.8)} = 90.67 \text{ A}$$

उदाहरण 4.8: 4-ध्रुव, 50 हर्ट्ज, 3-फेज प्रेरण मोटरमध्ये 17 KW शाफ्ट आउटपुटसाठी, मोटरची 85% कार्यक्षमता आहे. या लोडसाठी एकूण स्टेटरचे नुकसान 900 W आहे आणि वायनेज आणि घर्षण नुकसान 1100 W आहे. रोटरद्वारे विकसित स्लिप, टॉर्क आणि रोटर शाफ्टवर उपलब्ध टॉर्कची गणना करा.

उपाय: ध्रुवांची संख्या, $P = 4$; पुरवठा वारंवारता, $f = 50 \text{ Hz}$

$$\text{मोटर कार्यक्षमता} = 85 \%; \text{ आउटपुट शक्ति} = 17 \text{ KW} = 17000 \text{ W}$$

$$\text{स्टेटर लॉस} = 900 \text{ W}; \text{ यांत्रिक नुकसान} = 1100 \text{ W}$$

$$\text{इनपुट पावर} = \frac{\text{आउटपुट पावर}}{\eta} = \frac{17000}{0.85} = 20000 \text{ W}$$

$$\text{स्टेटर आउटपुट किंवा रोटर इनपुट} = \text{इनपुट शक्ति} - \text{स्टेटर लॉस} = 20000 - 900 = 19100 \text{ W}$$

$$\text{विकसित यांत्रिक शक्ती} = \text{आउटपुट शक्ति} + \text{मॅक लॉस} = 17000 + 1100 = 18100 \text{ W}$$

$$\text{रोटर कॉपर लॉस} = \text{रोटर इनपुट} - \text{विकसित यांत्रिक शक्ती} = 19100 - 18100 = 1000 \text{ W}$$

$$S = \frac{\text{रोटर कॉपर लॉस}}{\text{रोटर इनपुट}} = \frac{1000}{19100} = 0.5235$$

$$\text{समकालिक गती, } N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ r.p.m.}$$

$$\text{रोटर गती, } N = N_s (1 - S) = 1500 (1 - 0.05235) = 1421.47 \text{ r.p.m.}$$

$$\text{कोणीय गती, } \omega = \frac{2\pi N}{60} = \frac{2\pi \times 1421.47}{60} = 148.85 \text{ rad/sec}$$

$$\text{विकसित टॉर्क} = T$$

$$\text{रोटर में विकसित शक्ति} = \omega T; 18100 = 148.85 \times T; T = 121.6 \text{ Nm}$$

$$\text{रोटर शाफ्ट पर उपलब्ध टॉर्क} = \frac{\text{रोटर आउटपुट}}{\omega} = \frac{17000}{148.85} = 114.2 \text{ Nm}$$

उदाहरण 4.9: 3-फेज इंडक्शन मोटर की कार्य क्षमता 90% आहे आणि 480 आरपीएम च्या वेगा नेचालते. मोटार 400 V मेनम धून पुरवली जाते आणि त्याला 0.77 p.f. वर 75 A चा करंट लागतो. B.H.P. ची गणना करा मोटर चेमेट्रिक आणि 0.75 मीटर व्यासा च्या पुली द्वारे लाईन शाफ्टचालवताना बेल्ट वर खेचा.

उपाय: पुरवठा विद्युतदाब, $V_L = 400 \text{ V}$; रोटर गती, $N = 480 \text{ आरपीएम}$

$$\text{मोटर कार्यक्षमता, } = 90\% = 0.9; \text{ पुरवठ्यातून काढलेला प्रवाह, } I_L = 75 \text{ A}$$

$$\text{मोटर pf, } \cos \phi = 0.77. \text{ पुली व्यास, } d = 0.75 \text{ मी}$$

$$\text{पुलीची त्रिज्या } r = 0.75/2 = 0.375 \text{ m}$$

$$\text{इनपुट शक्ती} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi = \sqrt{3} \times 400 \times 75 \times 0.77 = 40010 \text{ W}$$

$$\text{आउटपुट शक्ति} = \text{इनपुट शक्ति} \times \text{कार्यक्षमता} = 40010 \times 0.9 = 36009 \text{ W}$$

$$\text{बी.एच.पी. मोटर का} = \frac{\text{आउटपुट शक्ति}}{735.5} = \frac{36009}{735.5} = 48.958 \text{ BHP}$$

$$\text{कोणीय गती, } \omega = \frac{2\pi N}{60} = \frac{2\pi \times 480}{60} = 16\pi$$

$$\text{शाफ्टवर उपलब्ध टॉर्क} = \frac{\text{आउटपुट पावर}}{\omega} = \frac{36009}{16\pi} = 716.376 \text{ Nm}$$

आता,

$$\text{टॉर्क } T_m = \text{बेल्ट वर खेचणे} \times \text{पुलीच्या त्रिज्या}$$

$$\text{बेल्ट वर खेचा} = \frac{T_m}{r} = \frac{716.376}{0.375} = 1910.34 \text{ N} = \frac{1910.34}{9.81} = 194.73 \text{ kg}$$

अभ्यासप्रश्न

1. 3-फेज इंडक्शन मोटर चे पॉवर इनपुट 80 किलो वॅट आहे. स्टेटर चे एकूण 1.5 किलोवॅट नुकसान होते. जरमोटर 4% च्यास्लिपसह चालत असेलतर विकसित केलेली एकूण यांत्रिक शक्ती शोधा. (उत्तर. 75.36 किलोवॅट)
2. 50 एचपी, 3- ϕ , 6-पोल इंडक्शन मोटर 960 आरपीएम वर पूर्ण लोड आउट पुट देते. 0.8 pf वर जेव्हा 400V, 50Hz पुरवठाकेलाजातो, आणिघर्षणा मुळेहोणारे नुकसान 2H.P. आणि स्टेटर चे नुकसान 2 किलोवॅट आहे. शोधा. (अ) एकूण रोटर क्यू नुकसान; (ब) कार्यक्षमता आणि (क) रेषा प्रवाह. (उत्तर. 1594 W, 87.9%; 75.49 A)
3. 400 व्ही, 6 पोल, 50 हर्ट्झ, 3-फेज इंडक्शन मोटर 965 आरपीएम वर चालत असताना यांत्रिक लॉससेस सह 20 एचपी विकसित करते. पॉवर फॅक्टर 0.87 मागे पडत आहे. गणनाकरा (i) स्लिप (ii) रोटर कॉपर लॉससेस (iii) स्टेटरचेनुकसान 1500 वॅट (iv) लाईन करंट असल्यास आणि (v) रोटर emf द्वारे प्रति मिनिट केले ल्याचक्रांची संख्या. (उत्तर 3.5%; 833.5W; 16743.5W; 27.78A; 1.75 हर्ट्झ)
4. 4-पोल, 3-फेज, 50 हर्ट्झ इंडक्शन मोटर 159 न्यूटन-मीटर चा उपयुक्त टॉर्क पुरवते. 4% स्लिप वर गणना करा : (i) रोटर इनपुट; (ii) मोटर इनपुट; (iii) मोटर कार्यक्षमता, जर घर्षण आणि वायनेज चे नुकसान एकूण 500 वॅट आणि स्टेटर चे नुकसान 1000 W असेल. (उत्तर. 25497 W; 26497 W; 90.49%)
5. A 440 V, 50 Hz, 6-pole, 3-फेज प्रेरण मोटर मेन मधून 81 kW ची इनपुट पॉवर काढते. रोटर ईएमएफ प्रतिमिनिट 120 पूर्ण चक्र बनवते. त्या चे स्टेटर नुकसान 1 किलोवॅट आहे आणि रोटर करंट प्रतिफेज 65 अँपिअर आहे . गणना करा: (i) प्रति टप्प्यात रोटर कॉपरचे नुकसान ; (ii) प्रति टप्प्यात रोटर प्रतिकार; (iii) विकसित टॉर्क. (उत्तर. 1067 W; 0.2525 Ω ; 763.94 Nm)

4.18 प्रेरण मोटरद्वारे विकसित टॉर्क

आम्ही आधीच पाहिले आहे की यांत्रिक शक्तीमध्ये रूपांतरित 3-फेज प्रेरण मोटरची विद्युत शक्ती संबंधाने दिली आहे;

$$P_0 = 3I_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right) \quad \dots (i)$$

$$P_0 = \omega T \quad \dots (ii)$$

कुठे, $w =$ रेड/सेकंदात रोटरची कोनीय गती आणि, $t =$ प्रेरण मोटरद्वारे विकसित टॉर्क (Nm).

समीकरण eq. (i) आणि (ii), आम्हाला मिळते

$$\omega T = 3I_2^2 R_2 \left(\frac{1-S}{S} \right) = 3 \frac{I_2^2 R_2}{S} \cdot \frac{1-S}{\omega}$$

$$T = \frac{3}{\omega_2} \cdot \frac{I_2^2 R_2}{S} \quad [\text{क्योंकि } \omega = \omega_s (1 - S)]$$

जेथे $\omega_s =$ रेड/सेकंदात रोटरची कोनीय समकालिक गती.

जैसे

$$I_2 = \frac{SE_{2s}}{\sqrt{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2}}$$

\therefore

$$T_2 = \frac{3}{\omega_2} \left(\frac{SE_{2s}}{\sqrt{(R_2)^2 + (SX_{2s})^2}} \right)^2 \cdot \frac{R_2}{S}$$

$$\text{या } T = \frac{3}{\omega_s} \frac{E_{2s}^2 R_2 / S}{[(R_2 / S)^2 + (X_{2s})^2]} = \frac{3}{\omega_s} \frac{E_{2s}^2 R_2 / S}{[(R_2 / S)^2 + (X_{2s})^2]}$$

पूर्ण लोड टॉर्कसाठी हे समीकरण आहे.

4.19 महत्तम टॉर्कसाठी नियम आणि महत्तम टॉर्क साठी समीकरण

इंडक्शन मोटरमध्ये विकसित पूर्ण लोड टॉर्क संबंधाने दिले आहे :

$$T = \frac{3}{\omega_2} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_{2s})^2]}$$

$$\text{किंवा } T \propto \frac{SR_2}{R_2^2 + S^2 X_{2s}^2} \quad (\text{म्हणून } \frac{3}{\omega_s} E_{2s}^2 \text{ स्थिर आहे})$$

विकसित टॉर्क स्लिपच्या विशिष्ट मूल्यावर जास्तीत जास्त असेल. जसे की, स्लिप (S) एक व्हेरिएबल मात्रा आहे, म्हणून, जास्तीत जास्त टॉर्कची स्थिती प्राप्त करण्यासाठी, टॉर्कसाठी वरील अभिव्यक्ती S च्या संदर्भात वेगळी आहे आणि शून्याशी समतुल्य आहे.

$$\frac{dT}{dS} = \frac{(R_2^2 + S^2 X_{2s}^2) R_2 - SR_2(0 + 2SX_{2s}^2)}{(R_2^2 + S^2 X_{2s}^2)^2}$$

$$\text{किंवा } (R_2^2 + S^2 X_{2s}^2) R_2 = 2R_2 S^2 X_{2s}^2$$

$$\text{किंवा } R_2^2 = (SX_{2s})^2 \text{ or } R_2 = SX_{2s}$$

$$\text{किंवा } S = R_2 / X_{2s} \quad \text{यह स्लिप है जिस पर टॉर्क अधिकतम होता है।}$$

जास्तीत जास्त टॉर्कचे समीकरण मिळविण्यासाठी $R_2 = SX_{2s}$ हे मूल्य पूर्ण लोड टॉर्क समीकरणात ठेवा, आपणास मिळते,

$$\text{कमाल टॉर्क, } T_m = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_{2s}^2 (SX_{2s})}{[(SX_{2s})^2 + (SX_{2s})^2]} = \frac{3E_{2s}^2}{2\omega X_{2s}}$$

अशाप्रकारे, जास्तीतजास्त टॉर्क रोटर प्रतिरोधना पासून स्वतंत्र आहे परंतु ते रोटर रिअॅक्टन्सच्या स्टॅंडस्टीलवर (म्हणजे, X_{2s}) व्यस्त प्रमाणात आहे. . म्हणून, महत्तम टॉर्कचे उच्चमूल्य प्राप्त करण्यासाठी, रोटरची गळती प्रतिक्रिया कमीतकमी ठेवली पाहिजे. हे (i) रोटर कंडक्टरला रोटरच्या बाह्यपरिघाच्याअगदी जवळ ठेवूनआणि (ii) स्टेटर आणि रोटरमधील हवेतील अंतर कमीतकमी शक्यमूल्यापर्यंत कमीकरून साध्य केले जाते.

4.20 आरंभिक टॉर्क

सुरुवातीला रोटर स्थिर आहे आणि स्लिपचे मूल्य एकआहे, म्हणजे $S = 1$.

अशाप्रकारे, स्टार्टिंग टॉर्क चे समीकरण मिळवण्यासाठी स्लिपचे मूल्य बदला, $S = 1$ पूर्ण लोड टॉर्कच्या समीकरणामधे;

$$\therefore \text{प्रारंभ टॉर्क, } T_s = \frac{3}{\omega_s} \frac{E_{2s}^2 R_2}{[(R_2)^2 + (X_{2s})^2]}$$

कधीकधी सुरुवातीला जास्तीतजास्त टॉर्क आवश्यक असतो.त्याबाबतीत, जास्तीतजास्त टॉर्कच्या स्थितीत $S = 1$ चे मूल्य बदला.

$$R_2 = SX_{2s} = X_{2s} \quad (\text{म्हणून सुरुवातीला } S = 1)$$

अशाप्रकारे, सुरवातीला जास्तीतजास्त टॉर्क मिळवण्यासाठी, गतिशून्य असताना रोटारच्या प्रतिरोधाचे मूल्य हे रोटारच्या प्ररोध गळतीच्या बरोबरीचे असणे आवश्यक आहे. म्हणून, सुरवातीला रोटारपरिपथ मध्ये काही बाह्य प्रतिरोध जोडला जातो. हे फक्त स्लिप रिंग इंडक्शन मोटर्सच्या बाबतीत शक्य आहे. हेच कारण आहे की, जेथे सुरवातीला जड भार उचलणे आवश्यक असते तेथे स्लिप रिंग इंडक्शन मोटर्स असतात जसे लिफ्ट, क्रेन, एलिवेटर इत्यादी, जसेकी एकदा मोटर लोड उचलते तेव्हा बाह्यप्रतिरोध हळूहळू शून्यावर आणला जातो.

गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्सच्या बाबतीत, रोटार प्रतिरोध निश्चित केला जातो रोटार प्ररोधच्या तुलनेत खूपच कमी ठेवले जाते, अन्यथा रोटार कॉपरचे नुकसान जास्त होते आणि मोटरची कार्यक्षमता कमी मूल्यावर येते. तथापि गिलहरी पिंजरा प्रेरणमोटर्सच्या बाबतीत उच्च प्रारंभिक टॉर्क प्राप्त करण्यासाठी दुसरा पिंजरा रोटारमध्ये एम्बेड केलेला असतो आणि मोटरला दुहेरी पिंजरा प्रेरणमोटर म्हणतात.

4.21 टॉर्क स्लिप वक्र

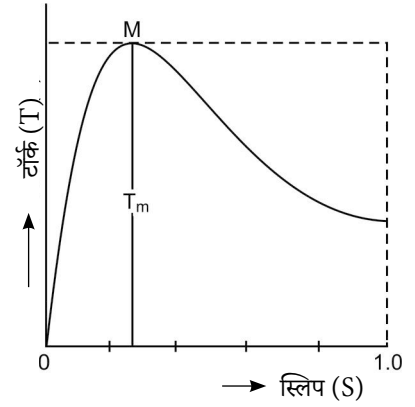
इंडक्शन मोटर द्वारे विकसित पूर्ण लोड टॉर्क समिकरणाद्वारे दिले आहे;

$$T = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{[R_2^2 + (SX_{2s})^2]}$$

टॉर्क-स्लिप किंवा टॉर्क-गती वक्र काढण्यासाठी खालील मुद्दे मानले जातात:

- समकालिक वेगाने (N_s); स्लिप, $S = 0$ आणि टॉर्क $t = 0$.
- जेव्हा रोटार गती सिंक्रोनास गती च्या अगदीजवळ असते, म्हणजे, जेव्हा स्लिप खूप कमी असते तेव्हा टर्मचे मूल्य $(SX_{2s})^2$ is R_2^2 तुलनेत खूप लहान असते [म्हणजे, $(SX_{2s})^2 < R_2^2$] आणि दुर्लक्षित आहे.

$$T = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{R_2^2} = KS \quad \text{or} \quad T \propto S$$



आकृती 4.17: टॉर्क-स्लिप वक्र

अशा प्रकारे, स्लिपच्या कमी मूल्यावर, टॉर्क स्लिप S च्या अंदाजे प्रमाणात आहे आणि टॉर्क-स्लिप वक्र एक सरळ रेषा आहे, जसे आकृती 4.17 मध्ये दाखवले आहे.

- जसजशी स्लिप वाढते तसतसे टॉर्क वाढतो आणि त्याचे कमाल मूल्य प्राप्त होते जेव्हा $S = R_2 / X_{2s}$. टॉर्कचे हे जास्तीत जास्त मूल्य ब्रेक डाउन किंवा पुल टॉर्क म्हणूनही ओळखले जाते.
- जास्तीत जास्त टॉर्कच्या बिंदूच्या पलीकडे भार वाढल्यामुळे स्लिपमध्ये आणखी वाढ झाल्यामुळे म्हणजेच जेव्हा स्लिप जास्त असेल तेव्हा R_2^2 तुलनेत टर्मचे मूल्य $(SX_{2s})^2$ खूप मोठे आहे [म्हणजे, $(SX_{2s})^2 \gg R_2^2$]. तेथील धातू, R_2^2 $(SX_{2s})^2$ तुलनेत दुर्लक्षित आहे आणि अभिव्यक्तीद्वारे टॉर्क दिले जाते.

$$T = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{X^2 X_{2s}^2} = K' \frac{1}{S} \quad \text{or} \quad T \propto \frac{1}{S}$$

अशाप्रकारे, स्लिपच्या उच्च मूल्यावर (म्हणजे, जास्तीत जास्त टॉर्कशी संबंधित पलीकडे), टॉर्क स्लिप एसच्या अंदाजे उलट आहे आणि टॉर्क-स्लिप वक्र एक आयताकृती हायपरबोला आहे, आकृती 4.18 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे.

अशाप्रकारे, जास्तीत जास्त टॉर्कच्या बिंदूच्या पलीकडे स्लिप वाढल्याने, लोड वाढल्यामुळे, टॉर्क कमी होतो. याचा परिणाम असा झाला की मोटर लोड उचलू शकली नाही आणि मंद झाली आणि शेवटी थांबते. यामुळे अवरोधित रोटार किंवा शॉर्ट परिपथ मोटर होते.

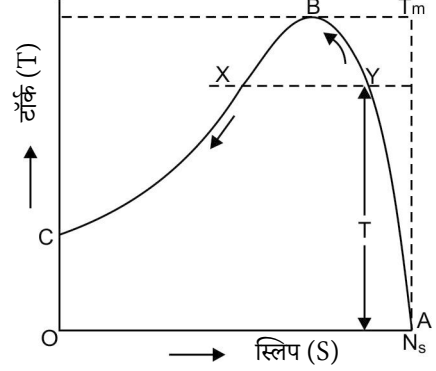
4.22 टॉर्क-गती वक्र आणि ऑपरेटिंग क्षेत्र

इंडक्शन मोटरचा टॉर्क-गती वक्र आकृती 4.18 मध्ये दर्शविला आहे. हे तेच वक्र आहे जे आधीच काढलेले आहे. फरक एवढाच आहे की स्लिपच्या XY ऐवजी ॲक्सिसावर वेग घेतला जातो. वक्र पासून, हे स्पष्ट आहे की इंडक्शन मोटर बिंदू X आणि Y वर समान टॉर्क विकसित करते. मात्र बिंदू X वर मोटर अस्थिर आहे कारण लोडची गती वाढल्याने टी कमी होते आणि मोटरने विकसित केलेला टॉर्क देखील कमी होतो.

म्हणून, मोटर लोड आणि परिणाम उचलू शकली नाही आणि परिणाम म्हणजे मोटर मंदावते आणि शेवटी थांबते. च्यापरिपथ झाल्यास लघु परिपथ ब्रेकर उघडले जातील इतके संरक्षित केले गेले आहे.

बिंदू Y वर, मोटर स्थिर आहे कारण या प्रदेशात लोडची गती वाढल्याने कमी होते परंतु मोटरने विकसित केलेला टॉर्क वाढतो. अशा प्रकारे मोटर अतिरिक्त भार प्रभावीपणे उचलण्याच्या स्थितीत असेल.

अशाप्रकारे, टॉर्क-गती वक्र प्रदेश BC वर अस्थिर प्रदेश आहे आणि क्षेत्र AB हा आकृती 4.18 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे प्रेरण मोटरचा स्थिर किंवा ऑपरेटिंग प्रदेश आहे.



आकृती 4.18: T-s वक्र का ऑपरेटिंग क्षेत्र

उदाहरण 4.10: 3-फेज इंडक्शन मोटरमध्ये 4-पोल स्टार-कनेक्टेड स्टेटर वायंडिंग आहे. मोटर 400 व्ही, 50 हर्ट्झ सप्लायच्या लाईन विद्युतदाब वर चालते. रोटर रेझिस्टन्स आणि स्टॅंडस्टिल रिअॅक्टन्स प्रति फेज 0 आहेत. अनुक्रमे 15 आणि 10 Ω. रोटर आणि स्टेटर टर्न्सचे गुणोत्तर 0 आहे. 7. एकूण टॉर्कची गणना करा 4% स्लिपवर.

उपाय: येथे, $P = 4$; $f = 50 \text{ Hz}$; $R_2 = 0.15 \Omega$; $X_{2s} = 1.0 \Omega$; $S = 4\%$

पुरवठा विद्युतदाब (लाइन व्हॉल्टेज), $V_L = 400 \text{ V}$

$$\text{स्टेटर प्रेरित विद्युतदाब (फेज व्हॉल्टेज), } E_1 = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ V}$$

$$R \text{ रोटर ते स्टेटर वळणे, } = \frac{T_2}{T_1} = 0.7 = \frac{E_{2s}}{E_1}$$

∴ शुन्य असताना रोटर प्रेरित e.m.f.,

$$E_{2s} = 0.7 E_1 = 0.7 \times 231 = 161.7 \text{ V}$$

समकालिक गती,

$$N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ r.p.m}$$

समकालिक कोनीय गती,

$$\omega_s = \frac{2\pi N_s}{60} = \frac{2\pi \times 1500}{60} = 50 \pi \text{ rad/sec}$$

टॉर्क विकसित,

$$T = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{[R_2^2 + (SX_{2s})^2]}$$

$$= \frac{3}{50\pi} \times \frac{0.04 \times (161.7)^2 \times 0.15}{[(0.15)^2 + (0.04 \times 1.0)^2]} = 730.78 \text{ Nm (उत्तर)}$$

उदाहरण 4.11: 6-पोल, 50 हर्ट्झ, 3-फेज इंडक्शन मोटरमध्ये 0.02 ओम प्रति फेजचा रोटर प्रतिरोध असतो आणि प्रति फेज 0.8 ओमची स्थिर प्ररोध असते. जास्तीत जास्त टॉर्क किती वेगाने विकसित हो तो याची गणना करा.

उपाय: येथे, $P = 6$; $f = 50 \text{ Hz}$; $R_2 = 0.02 \Omega$; एक्स 2 च्या = 0.8 Ω

जास्तीत जास्त टॉर्कसाठी कॉन डिझिशन आहे; $R_2 = (SX_{2s})$

$$\therefore \text{टॉर्क एका स्लिपवर जास्तीत जास्त असेल, } S = \frac{R_2}{X_{2s}} = \frac{0.02}{0.8} = 0.025$$

$$\text{समकालिक वेग, } N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ r.p.m}$$

ज्या वेगाने टॉर्क जास्तीत जास्त असेल, $N = N_s (1 - S) = 1000 (1 - 0.025) = 975 \text{ r.p.m.}$ (उत्तर)

सरावासाठी उदाहरणे

- 3-फेज इंडक्शन मोटरमध्ये 4-पोल स्टार-कनेक्टेड स्टेटर वायंडिंग असते. मोटर टी व्ही लाईन विद्युतदाब 200 V, 50 Hz पुरवठा चालवते. रोटर रेझिस्टन्स आणि स्टॅंडस्टिल रिअॅक्टन्स प्रति फेज 0 आहेत. 1 आणि 0. अनुक्रमे 9Ω रोटर आणि स्टेटर टर्न्सचे गुणोत्तर 0.67 आहे. एकूण टॉर्कची गणना करा. 4% स्लिप. (उत्तर: 40.48 Nm)
- 4-ध्रुव, 50 हर्ट्झ, 3-फेज प्रेरण मोटरमध्ये 0.21Ω प्रति फेजचा रोटर प्रतिरोध असतो आणि प्रति फेज 0.7 ohm चे स्टॅंडस्टिल प्ररोध. जास्तीत जास्त टॉर्क विकसित होण्याच्या गतीची गणना करा. (उत्तर: 1455 आरपीएम)

4.23 स्टेटरची आवश्यकता

मोटरने काढलेला विद्युतप्रवाह रोटरच्या प्रवाहावर अवलंबून असतो. चालू स्थितीत रोटर करंट समिकरणाद्वारे दिलेले आहे ;

$$I_2 = \frac{SE_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + (SX_{2s})^2}}$$

$$\text{प्रारंभ स्लिप } S = 1, \text{ म्हणून, रोटर प्रवाह. } I_{2s} = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}}$$

हा प्रवाह त्याच्या पूर्ण भार प्रवाहाच्या तुलनेत खूप मोठा आहे. अशाप्रकारे, जेव्हा गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर थेट पुरवठा साधनांशी जोडली जाते, तेव्हा ती मुख्य पासून खूप मोठा प्रवाह (पूर्ण भार प्रवाहाच्या जवळपास 5 ते 7 पट) काढते. हे जड कर भाड्याने मोटरसाठी धोकादायक असू शकत नाही कारण ते थोड्या काळासाठी होते, परंतु यामुळे खालील परिणाम होतात:

- हे वितरण ओळींमध्ये मोठ्या प्रमाणात विद्युतदाब ड्रॉप तयार करते आणि अशा प्रकारे पुरवठा प्रणालीच्या विद्युतदाब नियमनवर परिणाम करते.
- हे इतर मोटर्स आणि त्याच ओळींशी जोडलेल्या भारांवर विपरित परिणाम करते.

म्हणूनच थेट स्विचिंगद्वारे मोठ्या क्षमतेच्या प्रेरण मोटर्स सुरू करणे योग्य नाही. त्याऐवजी, अशा मोटर्स स्टार्टर म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या काही स्टार्टिंग डिव्हाइसद्वारे सुरू केल्या पाहिजेत .

स्टार्टरचे कार्य म्हणजे प्रवाहाची प्रारंभिक गर्दी पूर्वनिर्धारित मूल्यापर्यंत मर्यादित करणे. स्टार्टरमध्ये इंडक्शन मोटर्सला ओव्हरलोडिंग विरुद्ध फिरवण्यासाठी काही संरक्षणात्मक उपकरणे देखील असतात.

4.24 गिलहरी केज इंडक्शन मोटर्स सुरू करण्याच्या पद्धती

गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्समध्ये प्रवाहाच्या सुरुवातीच्या गर्दीला प्रतिबंधित करण्यासाठी विविध स्टार्टर्स खाली दिले आहेत:

- डायरेक्ट ऑन लाइन (DOL) स्टार्टर; 2. स्टार/डेल्टा स्टार्टर; 3. स्वयं-ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर

- थेटरेषा (DOL) स्टार्टर:** हे एक स्टार्टर आहे ज्याद्वारे मोटर थेट चालू केली जाते कंडक्टर स्विचपासून मुख्य. पुरवठा दिला जातो. सामान्य औद्योगिक मोटर्स चे परिणाम मोठ्याप्रमाणात विद्युतप्रवाह असतो पाच ते सात पटने सामान्य पूर्ण भार विद्युतप्रवाहाच्या.. मोटर धावा ही उच्च चालू वेगाने कमी अप गती पण तो एक कमी शक्ति फॅक्टर आहे आणि अशा प्रकारे

वितरण ओळी मध्ये पुरवठा अनियमित अडथळा लागतं. या कारणास्तव, पुरवठा अधिकारी मोटारचा आकार 5 एचपी पर्यंत मर्यादित करतात जे या स्टार्टरद्वारे सुरू केले जाऊ शकते. स्वयंचलित DOL. स्टार्टर आकृती 4.19 मध्ये दर्शविले आहे.

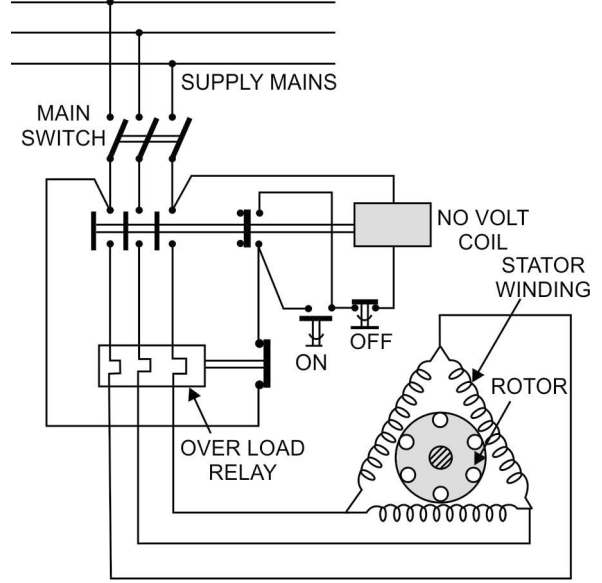
डायरेक्ट ऑन लाइन स्टार्टरमध्ये साधारणपणे चार संपर्क (NO) आणि एक कॉन्टॅक्टर कॉइल असते ज्याला नोव्होल्ट कॉइल किंवा नो व्होल्ट रिलीज असेही म्हणतात. दोन पुश बटणे चालू आणि बंद आहेत जी मोटार सुरू करण्यासाठी आणि थांबवण्यासाठी वापरतात. ओव्हरलोडपासून मोटारचे संरक्षण करण्यासाठी, प्रत्येक टप्प्यात थर्मल किंवा मॅग्नेटिक ओव्हर-लोड कॉइल्स जोडलेले असतात.

मोटर सुरू करण्यासाठी, ओएन पुश बटण (हिरवे) दाबले जाते जे दोन-टप्प्यांत कनेक्ट करून नो-व्होल्ट कॉइलला ऊर्जा देते. नो-व्होल्ट कॉइल त्याच्या प्लंगरला अशा दिशेने खेचते की सर्व साधारणपणे उघडलेले (NO) संपर्क बंद असतात आणि मोटार तीन कॉन्टॅक्ट्सद्वारे पुरवठ्यामध्ये जोडलेले असते. चौथा संपर्क संपर्कावर होल्ड म्हणून काम करतो जो ओएन पुश बटण सोडल्यानंतरही नो-व्होल्ट कॉइल परिपथ क्लोसेट ठेवतो. मोटार थांबवण्यासाठी, ऑफ

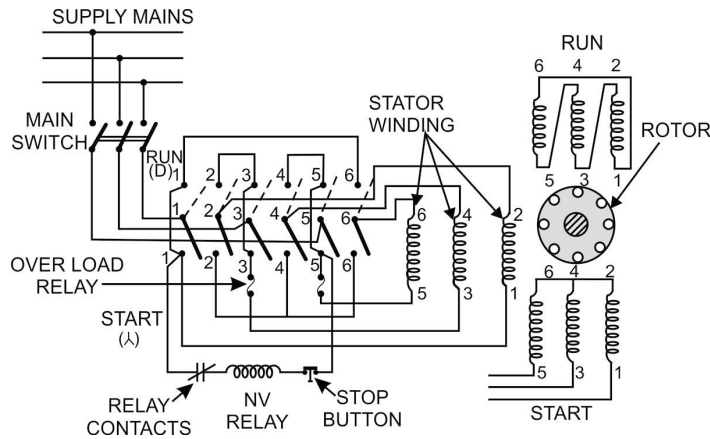
पुश बटण (लाल) क्षणोक्षणी दाबले जाते जे मुख्य संपर्क उघडणारी नो व्होल्ट कॉइल डी-एनर्जीज करते.

जेव्हा मोटार जास्त लोड होते, तेव्हा थर्मल ओव्हरलोड रिले संपर्क, जे ई कंट्रोल परिपथ मध्ये जोडलेले असते त्यामुळे पुरवठा पासून नो-व्होल्ट रिले डिस्कनेक्ट होते. ओव्हरलोड संरक्षण थर्मल एलिमेंट ओव्हरलोड रिलेद्वारे प्राप्त केले जाते.

2. **स्टार-डेल्टास्टार्टर:** ही पद्धत स्टार कनेक्शनच्या तत्वावर आधारित आहे विद्युतदाब प्रत्येक वळणाच्या विरुद्ध बाजूला फेज व्होल्टेज असते, म्हणजे लाइन व्होल्टेजच्या $1/3$ पट तर जसे सारखे वळण असताना जेव्हा डेल्टामध्ये कनेक्ट केले जाते तेव्हा त्याच्या विरुद्ध बाजूला पूर्ण लाइन व्होल्टेज असते.



आकृती 4.19: DOL स्टार्टर



आकृती 4.20: स्टार-डेल्टा स्टार्टर

तर सुरुवातीला, मोटरचे कनेक्शन स्टार फॅशनमध्ये केले जाते जेणेकरून प्रत्येक वळणावर कमी व्होल्टेज लागू होईल. च्या नंतर बदल-ओव्हर स्विचद्वारे मोटर समान विंडिंग्सचा वेग प्राप्त करते हे आकृती 4.20 दर्शविल्याप्रमाणे आणि हे डेल्टा ला समान पुरवठा. देउन जोडलेले आहे. स्टार्टर ओव्हरलोडसह आणि विद्युतदाब संरक्षण उपकरणांसह देखील प्रदान केले जाते.

सुरुवातीला स्टेटर विंडिंग्स स्टार कनेक्शनमध्ये जोडलेले असल्याने, प्रत्येक टप्प्यातील वळणातील विद्युतदाब लाइन विद्युतदाब च्या $1/3$ पर्यंत कमी होते, म्हणून, चालू/ टप्पा सुरू करणे समान होते

$$I_{SC} / \sqrt{3} = \text{लाईन करंट सुरू}$$

डेल्टा $\sqrt{3} I_{SC} =$ मध्ये जोडलेल्या स्टेटर वायंडिंग सह थेट स्विच करून लाईन करंट सुरू करणे

$$\therefore \frac{\text{स्टार डेल्टा स्टार्टर के साथ लाइन धारा}}{\text{डायरेक्ट स्विचिंग के साथ लाइन धारा}} = \frac{I_{SC} / \sqrt{3}}{\sqrt{3} I_{SC}} = \frac{1}{3}$$

अशाप्रकारे, असा निष्कर्ष काढला जातो की जेव्हा 3-फेज मोटर स्टार/डेल्टा स्टार्टरद्वारे सुरू केली जाते, तेव्हा त्याद्वारे काढलेला विद्युत प्रवाह स्टार्टरशिवाय काढलेल्या मूल्याच्या $1/3$ पर्यंत मर्यादित असतो.

3. ऑटो ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर: मागील पद्धती मध्ये विद्युतप्रवाह $1/3$ पट कमी केला जाऊ शकतो शॉर्ट सर्किट विद्युतप्रवाहाच्या. तर, या पद्धतीत संपूर्ण मोटरवर लागू व्होल्टेज आणि सुरुवातीला विद्युत प्रवाह खूप कमी केला जाऊ शकतो

सुरू होण्याच्या वेळी कमी मूल्य स्विच करा.

सुरू होण्याच्यावेळी, मोटर 6-पोल डबल

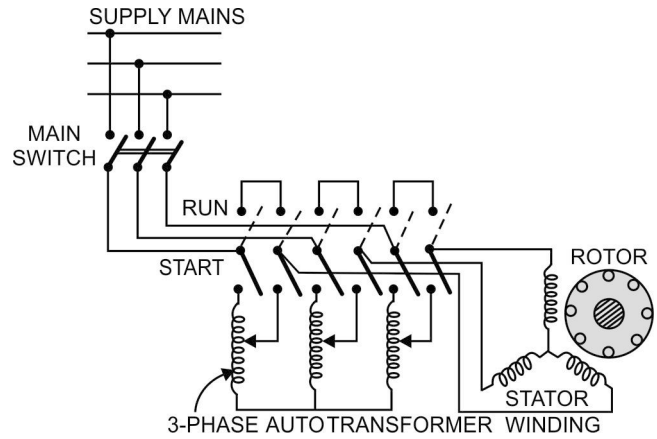
श्रो स्विचद्वारे ऑटो-ट्रान्सफॉर्मरद्वारे पुरवठा करण्यासाठी जोडलेली असते. जेव्हा मोटारला पूर्ण वेगाने गती दिली जाते, तेव्हा ऑपरेटिंग हँडल चालवण्याच्या स्थितीत हलविले जाते. याद्वारे, आकृती 4.21 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे मोटर थेट रेषेची जोडली जाते.

पहिल्या पद्धतीमध्ये स्पष्ट केल्याप्रमाणे ओव्हरलोड संरक्षण आणि अंडर विद्युतदाब संरक्षण प्रदान केले आहे.

या प्रकारचे स्टार्टर महाग असले तरी ते स्टार-कनेक्टेड आणि डेल्टाकनेक्टेड इंडक्शन मोटर्स दोन्हीसाठी सर्वात योग्य आहे. मोठ्या मोटर सुरू करण्यासाठी हे सर्वात योग्य आहे.

जर स्टार्टरशिवाय मेनशी जोडलेले असतील तर मोठ्या आकाराच्या मोटर्स मेनमधून मोठ्या प्रमाणात करंट काढतात. तथापि, जर ते स्टार/ डेल्टा स्टार्टरद्वारे मुख्यशी जोडलेले असतील तर, प्रवाह $1/3$ मूल्यापर्यंत मर्यादित आहे जो अजूनही आहे, इतका मोठा आहे की तो त्याच ओळींशी जोडलेल्या इतर भारांना त्रास देईल. म्हणून, वर्तमान मूल्याची सुरुवातीची गर्दी कमी मूल्यांमध्ये मर्यादित करण्यासाठी ऑटो-ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर्सला प्राधान्य दिले जाते. ऑटो-ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर्सच्या मदतीने, आम्ही सुरुवातीच्या प्रवाहाला खाली स्पष्ट केल्याप्रमाणे कोणत्याही पूर्वनिर्धारित मूल्यापर्यंत मर्यादित करू शकतो : ट्रान्सफॉर्मेशन रेशो K असलेल्या ऑटो ट्रान्सफॉर्मरद्वारे मोटर सुरू होऊ द्या.

जर सामान्य विद्युतदाब लागू होते तेव्हा I_{SC} प्रारंभिक प्रवाह आहे.



आकृती 4.21: ऑटो ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर

स्टार्टरला सुरुवातीला विद्युतदाब = केव्ही

मग मोटर इनपुट करंट $I_s = KI_{SC}$

पुरवठा करंट = ऑटो-ट्रान्सफॉर्मरचा प्राथमिक प्रवाह

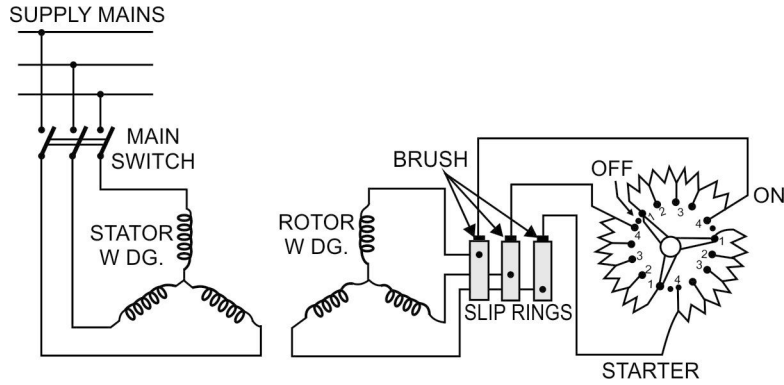
= $K \times$ ऑटो-ट्रान्सफॉर्मरचा दुय्यम प्रवाह = $KKI_{SC} = K^2 I_{SC}$

जर ऑटो-ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टरद्वारे 20% (म्हणजे 1/5 व्या) विद्युतदाब मोटरवर लागू केले गेले, तर मुख्यमधून काढलेला

प्रवाह $\left(\frac{1}{5}\right)^2$ (म्हणजे 1/25 व्या) पर्यंत कमी केला जातो.

4.25 स्लिप रिंग इंडक्शन मोटरची प्रारंभिक पद्धत

स्लिप रिंग इंडक्शन मोटर सुरु करण्यासाठी, आकृती मध्ये दाखवल्याप्रमाणे 3-फेज रिओस्टॅट ब्रशद्वारे रोटर परिपथ सह मालिकेत जोडलेले आहे. (आकृती 4.22) याला रोटर रिओस्टॅट स्टार्टर म्हणतात. हे 3-फेज सशस्त्र हँडलद्वारे एकत्र जोडलेल्या तीन स्वतंत्र व्हेरिएबल रेझिस्टर्सपासून बनलेले आहे जे एक स्टार पॉइंट बनवते. हँडल हलवून प्रत्येक टप्प्यात समान प्रतिरोध सादर केला जाऊ शकतो.



आकृती 4.22: ऑटो ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर

सुरुवातीला, संपूर्ण रिओस्टॅट प्रतिरोध रोटर परिपथ मध्ये घातला जातो आणि रोटर प्रवाह कमी केला जातो.

$$I_{2s} = \frac{E_{2s}}{\sqrt{(R_2 + R)^2 + (X_{2s})^2}}$$

अनुषंगाने ते मोटरद्वारे सुरुवातीला काढलेल्या प्रवाहाला कमी करते.

जेव्हा मोटर वेग वाढवते तेव्हा बाह्य प्रतिरोध हळूहळू कमी होतो आणि शेवटी संपूर्ण प्रतिरोध परिपथ मधून बाहेर काढला जातो आणि स्लिप रिंग शॉर्ट-परिपथ होतात.

रोटर परिपथ मध्ये बाह्य प्रतिरोध समाविष्ट करून, केवळ प्रारंभिक प्रवाह कमी केला जात नाही तर त्याच वेळी शक्ति फॅक्टरमध्ये सुधारणा केल्यामुळे प्रारंभिक टॉर्क वाढविला जातो: सुरुवातीस:

$$\text{स्टार्टरशिवाय शक्ति फॅक्टर, } \cos \phi_s = \frac{R_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_{2s})^2}}$$

$$\text{स्टार्टरसह शक्ति फॅक्टर } \cos' \phi_s = \frac{(R_2 + R)}{\sqrt{(R_2 + R)^2 + (X_{2s})^2}}$$

$$\text{म्हणून } \cos' \phi_s > \cos \phi_s$$

4.26 प्रेरण मोटर्सचे वेग नियंत्रण

इंडक्शन मोटरची गती संबंधाद्वारे दिली जाते

$$N = N_s (1 - S) \text{ or } N = \frac{120f}{P} (1 - S)$$

म्हणून मोटरची गती तीन घटकांवर अवलंबून असते, म्हणजे वारंवारता, स्लिप आणि खांबांची संख्या ज्यासाठी मोटर घावलेली असते. अशा प्रकारे, प्रेरण मोटरची गती या तीनपैकी कोणत्याही प्रमाणात बदलून किंवा नियंत्रित करून नियंत्रित केली जाऊ शकते.

4.27 स्लिप बदलून वेग नियंत्रण

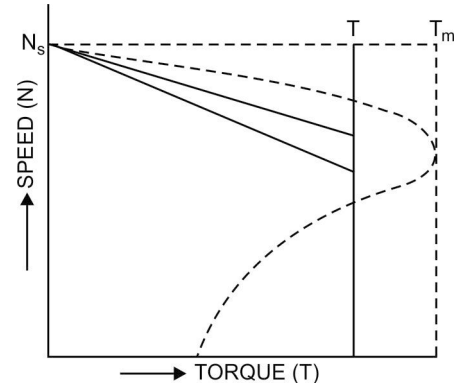
इंडक्शन मोटरची गती स्लिप बदलून बदलली जाऊ शकते. आणि स्लिप बदलली जाऊ शकते (1) रोटर सर्किट प्रतिरोध बदलून (2) पुरवठा व्होल्टेज बदलून (3) रोटरमध्ये व्होल्टेज इंजेक्ट करून

1. रोटर सर्किट प्रतिरोध बदलून गती नियंत्रण

वाउंड प्रकारातील मोटरमध्ये स्लिप बदलली जाऊ शकते रोटर सर्किटमध्ये प्रतिरोध जोडून आणि त्यामुळे गती बदलते. प्रेरण इंडक्शन मोटरमध्ये टॉर्क विकसित केला जातो हे समिकरणाद्वारे दाखविले आहे :

$$T = \frac{3}{\omega_s} \frac{E_{2s}^2 R_2 / S}{[(R_2 / S)^2 + (X_{2s})^2]}$$

R_2/S स्थिर असल्यास टॉर्क स्थिर राहील. दिलेल्या टॉर्कसाठी, मोटर ज्या स्लिपवर काम करते ती रोटर प्रतिरोधाच्या प्रमाणात असते. स्लिप रिंग इंडक्शन रोटरचे टॉर्क-गती वक्र (ठिपके) आकृती 4.23मध्ये दर्शविले आहे.

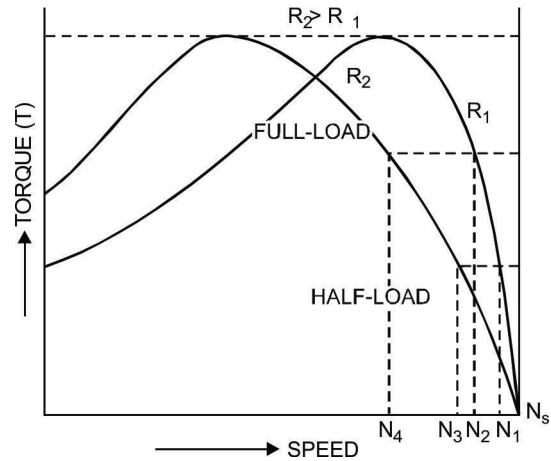


आकृती 4.23: टॉर्क आणि वेग दरम्यानचा आलेख

जेव्हा रोटर परिपथ मध्ये बाह्य प्रतिरोध जोडला जातो, त्याच टॉर्क T साठी वेग कमी होतो, त्यामुळे ते गुणोत्तर R_2/S स्थिर राहते.

गती नियंत्रणाच्या या पद्धतीचे तोटे आहेत

- खराब कार्यक्षमता:** रोटर परिपथ मध्ये बाह्य प्रतिरोधाच्या प्रारंभामुळे, रोटर परिपथ मध्ये अतिरिक्त वीज कमी होते ($I_2^2 R$) ज्यामुळे मोटरची एकूण कार्यक्षमता कमी होते.
- खराब गती रेग्युलेशन:** जेव्हा रोटर परिपथ मध्ये काही बाह्य प्रतिरोध जोडून इंडक्शन मोटरची गती नियंत्रित केली जाते, तेव्हा मशीनवरील लोड एका व्हॅल्यूपासून दुसऱ्या व्हॅल्यूमध्ये बदलते तेव्हा गतीमध्ये बदल मोठा असतो. त्यामुळे मशीन खराब नियमनानुसार चालते.



आकृती 4.24: R_2/S स्थिर ठेवून टॉर्क आणि वेग दरम्यानचा आलेख

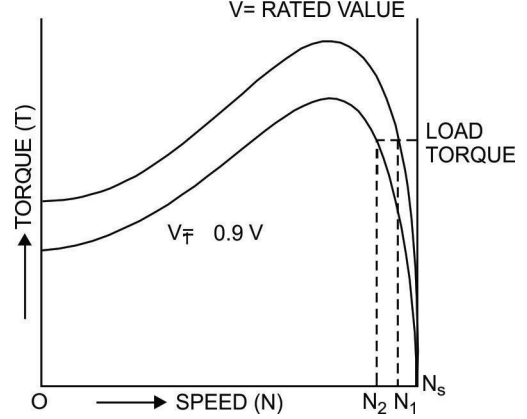
उदाहरणासाठी, आकृती 4.24 पहा. जेव्हा रोटरचा प्रतिरोध R_1 असतो आणि मशीनवरील भार अर्ध्या-लोडमधून पूर्ण-लोडमध्ये बदलतो, तेव्हा मोटरची गती N_1 ते N_2 पर्यंत कमी होते. तथापि, जेव्हा रोटर परिपथ मध्ये काही प्रतिरोध जोडला जातो जेणेकरून त्याचे मूल्य R_2 (म्हणजे $R_2 > R_1$) होते, तेव्हा वेग N_3 ते N_4 पर्यंत बदलतो जेव्हा मोटरवरील लोड अर्ध्या लोडमधून पूर्ण बदलते -लोड. हे अगदी स्पष्ट आहे की $N_3 - N_4, N_1 - N_2$ पेक्षा मोठे आहे. त्यामुळे मशीन खराब नियमानुसार चालते.

2. पुरवठा विद्युतदाब नियंत्रित करून गती कंट्रोल

मोटरला दिले जाणारे विद्युतदाब नियंत्रित करून मोटरची स्लिप किंवा गती देखील बदलली जाऊ शकते. आपण आधीच पाहिले आहे की मोटरने विकसित केलेला टॉर्क पुरवठा व्होल्टेजच्या चौरसाशी थेट प्रमाणात आहे. पुरवठा अनियमित कमी असेल, तर मोटर विकसित टॉर्क वेगाने कमी y ($T \propto V^2$) आणि संकलन लोड स्लिप वाढते किंवा गती कमी होते.

उदाहरणासाठी, आकृती 4.24 पहा. रेडेड विद्युतदाब आणि दिलेल्या लोडवर, मोटरची गती N_1 आहे. जर पुरवठा विद्युतदाब कमी झाला (90% ला म्हणा), दिलेल्या लोडला उचलण्यासाठी मोटरचा वेग N_2 पर्यंत कमी होतो.

ही पद्धत श्री-फेज लार्ज इंडक्शन मोटर्सच्या गती कंट्रोलसाठी कधीही वापरली जात नाही कारण विद्युतदाब कंट्रोल डिव्हाइसेस खूप महाग आणि अवजड असतात. तथापि, ही पद्धत सहसा सिंगल-फेज इंडक्शन मोटर्स उदा. सी आयलिंग फॅन्स इ.



आकृती 4.25: पुरवठा विद्युतदाब मध्ये बदल करून गती टॉर्क वैशिष्ट्ये

3. रोटर परिपथ मध्ये विद्युतदाब इंजेक्ट करून गती कंट्रोल

थेट रोटर परिपथ मध्ये स्लिप वारंवारता वर विद्युतदाब इंजेक्ट करून इंडक्शन मोटरची गती देखील नियंत्रित केली जाऊ शकते. ही पद्धत सर्वप्रथम के.एच. स्कीडनचे (KH Schrage) सुरु केले आणि ज्या मोटरमध्ये ही पद्धत वापरली जाते त्याला स्केरेज मोटर म्हणतात. इंजेक्टेड ईएमएफमध्ये रोटर प्रेरित ईएमएफच्या थेट विरुद्ध घटक असल्यास, मोटरचा वेग कमी होतो. दुसरीकडे, इंजेक्टेड ईएमएफमध्ये टप्प्याटप्प्याने घटक असल्यास तो रोटर प्रेरित ईएमएफ मोटरचा वेग वाढवतो आणि समकालिक गतीच्या पलीकडे वाढू शकतो.

स्केरेज मोटर्सना त्यांच्या जास्त किंमती आणि अवजड बांधकामामुळे प्राधान्य दिले जात नाही हे अजूनही वृत्तपत्र छपाईसारख्या मोठ्या मुद्रणालयात कार्यरत आहेत.

4.28 पुरवठा वारंवारता बदलून वेग नियंत्रण

वीज पुरवठ्याची वारंवारता स्थिर आहे, म्हणून, या पद्धतीद्वारे प्रेरण मोटरची गती नियंत्रित करण्यासाठी, प्रेरण मोटर स्वतंत्रपणे कार्यरत अल्टरनेटरशी जोडलेले आहे. वेग नियंत्रित करण्यासाठी, अल्टरनेटर ची वारंवारता बदलली जाते. हे एक महाग प्रकरण आहे.

नियंत्रित रेक्टिफायर्स (SCR) च्या क्षमतेमध्ये अलीकडील सुधारणा आणि त्यांच्या निर्मितीच्या किंमतीत सतत घट होत असल्याने, मोटरला पुरवलेली वारंवारता नियंत्रित करून इंडक्शन मोटरची गती नियंत्रित करणे शक्य झाले आहे. या पद्धतीद्वारे प्रेरण मोटर्सच्या रेडेड गती च्या 5 ते 10 % नियंत्रित केले जाऊ शकते. तथापि, गती हे मूल्य पलीकडे नियंत्रित असेल तर, मोटर आहे त्यानुसार नसावी.

4.29 पोल बदलून वेग नियंत्रण

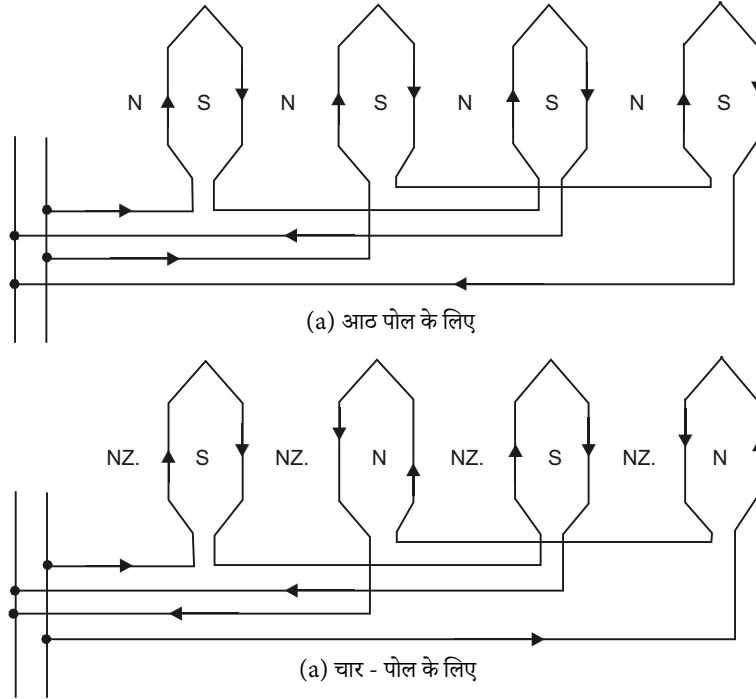
स्टेटर विंडिंग कनेक्शन अशा प्रकारे बदलले जाऊ शकतात की स्टेटर पोलची संख्या बदलून. यामुळे मोटरची वास्तविक गती बदलते कारण मोटरची वास्तविक गती ध्रुवांच्या संख्येच्या अंदाजे उलट असते.

योग्य कनेक्शनद्वारे एक वळण दोन भिन्न वेग देऊ शकते.

समजा प्रत्येक टप्प्यात चार कॉइल्स आहेत. जर ते अशा प्रकारे जोडलेले असतील की ते एकाच दिशेने विद्युत वाहून नेतील तर ते आकृती 4.26 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे संपूर्णपणे आठ ध्रुव बनतील. आता जर कनेक्शन असे आहेत की पर्यायी कॉइल उलट दिशेने विद्युत वाहून नेतात, तर आम्हाला आकृती 4.26 (ब) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे एकूण चार ध्रुव मिळतात.

दोनपेक्षा जास्त गती आवश्यक असल्यास. दोन स्वतंत्र वळण एकाच स्लॉटमध्ये ठेवलेले आहेत आणि जर प्रत्येकाने दोन गती देण्याची व्यवस्था केली असेल तर दोन वळण चार भिन्न वेग देऊ शकतात.

गिलहरी पिंजरा मोटर्समध्ये, रोटार ध्रुव स्वयंचलितपणे समायोजित केले जातात. तथापि, तथापि, वाउंड मोटर्समध्ये, त्यानुसार रोटारचे पोल बदलण्याची काळजी घ्यावी लागेल.



आकृती 4.26: पोलची संख्या बदलून वेग नियंत्रण

4.30 कॅस्केड पद्धतीने वेग नियंत्रण

दोन किंवा अधिक मोटर्सचा समावेश असलेल्या प्रेरण मोटरच्या गती नियंत्रणाची पद्धत वेग नियंत्रणाची कॅस्केड पद्धत म्हणून ओळखली जाते. दोन मशीन्स यांत्रिकरित्या एकमेकांशी जोडलेली आहेत, त्यापैकी एक स्लिप रिंग इंडक्शन मोटर असणे आवश्यक आहे. मुख्यतः दोन्ही स्लिप रिंग मोटर्सचा वापर एकतेच्या बरोबरीने रूपांतरण गुणोत्तराने केला जातो. या प्रकरणात पुरवठा एका इंडक्शन मोटरच्या स्टेटरशी जोडला जातो आणि स्लिप रिंगमधून रोटारचा प्रेरित ईएमएफ दुसऱ्या इंडक्शन मोटरच्या स्टेटर किंवा रोटारला दिला जातो.

जर P_1 आणि P_2 ही दोन मशीनच्या ध्रुवांची संख्या असेल आणि f ही पुरवठा वारंवारता असेल, तर सेट खालील भिन्न वेगाला देऊ शकतात:

(i) जेव्हा एकटा I मशीन काम करतो:

$$\text{समकालिक गती} = \frac{120f}{P_1}$$

(ii) जेव्हा मशीन एकटे II काम करते;

$$\text{समकालिक गती} = \frac{120f}{P_2}$$

(iii) जेव्हा मशीन I आणि II संचयी कॅस्केडमध्ये जोडलेले असतात, म्हणजे दोन मोटर्सचा टॉर्क एकाच दिशेने असतो;

$$\text{समकालिक गती} = \frac{120f}{P_1 + P_2}$$

(iv) जेव्हा मशीन I आणि II डिफरेंशियल कॅस्केडमध्ये जोडलेले असतात, म्हणजे टी मोटर्सचा टॉर्क उलट दिशेने असतो;

$$\text{समकालिक गती} = \frac{120f}{P_1 - P_2}$$

4.31 श्रीफेज इंडक्शन मोटरचा वापर

गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्स आणि स्लिप-रिंग (फेज वुंड) प्रेरण मोटर्सचे अनुप्रयोग खाली दिले आहेत:

1. **गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्स:** या मोटर्स यांत्रिकदृष्ट्या मजबूत असतात आणि जवळजवळ स्थिर वेगाने चालतात. या मोटर्स उच्च शक्ति फॅक्टरवर चालतात आणि त्यांची भार जास्त क्षमता असते. तथापि, या मोटर्समध्ये कमी स्टार्टिंग टॉर्क आहे. (म्हणजे, या मोटर्स जड भार उचलू शकत नाहीत) आणि सुरवातीला जड प्रवाह काढू शकतात. या वैशिष्ट्यांच्या आधारावर, या मोटर्स सर्वात योग्य आहेत:

(i) छपाई यंत्रे

(ii) पीठ गिरण्या

(iii) सॉ मिल

(iv) लघु उद्योगांचे शाफ्ट ड्राइव्ह

(v) पंप

(vi) लहान जनरेटरसह प्राइम-मूव्हर्स इ.

2. **स्लिप-रिंग (किंवा फेज-वुंड) प्रेरण मोटर्स:** या मोटर्समध्ये गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्सची सर्व महत्वाची वैशिष्ट्ये (फायदा) आहेत आणि त्याच वेळी लहान प्रवाह काढण्यापासून जड भार उचलण्याची क्षमता आहे. मुख्य त्यानुसार या मोटर्स सर्वात योग्य आहेत;

(i) रोलिंग मिल

(ii) लिफ्ट आणि होईस्ट

(iii) मोठ्या पिठाच्या गिरण्या

(iv) मोठे पंप

(iv) जड उद्योगांचे लाइन शाफ्ट

(vi) मध्यम आणि मोठ्या जनरेटरसह प्राइम-मूव्ह.

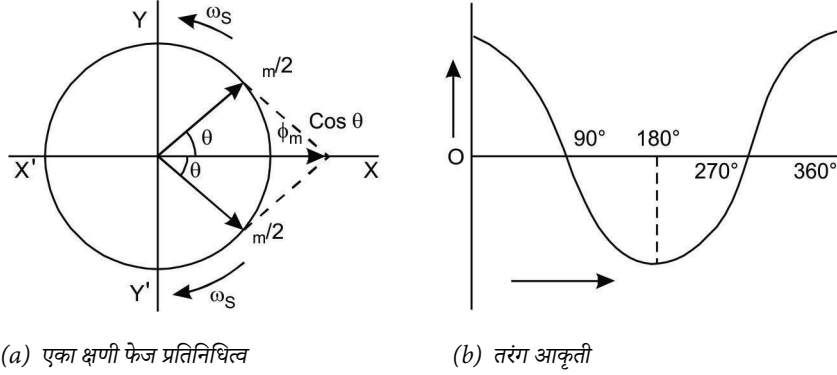
4.32 सिंगल फेज इंडक्शन मोटर मध्ये उत्पादित प्रभाव क्षेत्र चेस्वरूप

सिंगल-फेज इंडक्शन मोटरमध्ये दिलेले प्रभावक्षेत्र प्रोड्यूस डबल रिव्हॉल्व्हिंग प्रभावक्षेत्र सिद्धांताद्वारे स्पष्ट केले जाऊ शकते जे खाली दिले आहे: -

हा सिद्धांत “फेरीस तत्त्व” वर आधारित आहे की सिंगल फेज मोटरमध्ये तयार होणारे पल्सेटिंग प्रभावक्षेत्र अर्ध्या परिमाणातील दोन घटकांमध्ये सोडवता येते आणि त्याच समकालिक वेगाने उलट दिशेने फिरते.

अशा प्रकारे स्टॅंडस्टिल वर सिंगल फेज इंडक्शन मोटरच्या एअर गॅपमधून जाणारा अल्टरनेटिंग फ्लक्स समान गतीने फिरणाऱ्या समान शक्तीच्या दोन क्षेत्रांचे संयोजन करते. एक घड्याळाच्या दिशेने आणि दुसरी घड्याळाच्या उलट दिशेने. या प्रत्येक क्षेत्राची ताकद आकृती 4.27 (अ). मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे वास्तविक अल्टरनेटिंग फिल्ड च्या कमाल क्षेत्र शक्तीच्या अर्ध्या समान असेल

ϕ_m हेसंपंदितक्षेत्रअसूद्याज्यातप्रत्येकीदोनघटक $\phi_m/2$ आहेत. दोन्हीएकाचकोनीयवेगानेफिरतआहेत. पणआकृती 4.27 (अ) मध्येदाखवल्याप्रमाणेउलटदिशेने. दोनक्षेत्रांचापरिणाम $\phi_m \cos \phi$ आहे. हे दर्शवते की परिणामी क्षेत्र कोन चोसच्या कोसाइन नुसार बदलते. परिणामी प्रभावक्षेत्रचा तरंग आकारआकृती 4.27 (ब) मध्ये दर्शविला आहे.



आकृती 4.27: दुहेरी फिरणारे प्रभावक्षेत्र

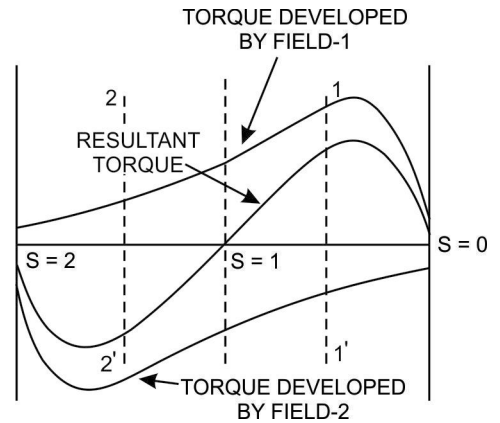
अशा प्रकारे एक पर्यायी प्रभावक्षेत्र दोन प्रभावक्षेत्र द्वारे दर्शविले जाऊ शकते. प्रत्येकअर्ध्यापरिमाणसमेच्या समान कोनीय वेगाने फिरतआहे. रेडियन/सेकंद पण उलट दिशेने फिरते.

4.33 सिंगल फेज इंडक्शन मोटरद्वारे उत्पादित टॉर्क

दोन फिरणारी प्रभावक्षेत्र उलट दिशेने टॉर्क तयार करतील. दोन फिरणारी क्षेत्रे प्रभावक्षेत्र क्रमांक 1 आणि प्रभावक्षेत्र क्रमांक 2 घड्याळाच्या दिशेने फिरतात आणि घड्याळाच्या दिशेने दिशेने टॉर्क निर्माण करतात, तर अँटीक्लॉकवाइज प्रभावक्षेत्र पीआर अंडरक्लॉकवाइज दिशेने टॉर्क तयार करते. घड्याळाच्या दिशेने टॉर्क पॉझिटिव्ह आणि एन्टीक्लॉकवाइज इन नकारात्मक आहे. स्थिर उभे असताना, दोन्ही क्षेत्रांसाठी स्लिप एक आहे. घड्याळाच्या दिशेने समकालिक गती

प्रभावक्षेत्र 1 साठी शून्य स्लिपची अट देईल परंतु ते टॉर्क डेव्हलपकेले जाईल प्रभावक्षेत्र क्रमांक 2 साठी स्लिप = 2 देईल. त्याचप्रमाणे घड्याळाच्या उलट दिशेने दिशेने समकालिक वेग प्रभावक्षेत्र 2 साठी शून्य स्लिपची अट देईल परंतु प्रभावक्षेत्र नंबर 1 साठी स्लिप = 2 रोटर्मध्ये विकसित होणारा टॉर्क आकृती 4.28 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे शून्य पोसिशनमधून जाणाऱ्या वक्राने दाखवला जातो. आता आम्ही परिणाम पाहतो तर टॉर्क आम्ही सुरू टॉर्क (स्लिप = 1 टॉर्क) शून्य आहे पहा. आणि वगळता नेहमी काही प्रमाणात परिणामी टॉर्क असतो, जो दर्शवितो की जर या प्रकारची मोटर एकदा कोणत्याही दिशेने सुरू झाली तर ती त्या दिशेने टॉर्क विकसित करेल आणि रोटार आवश्यक वेग घेईल.

वरील विश्लेषण असे दर्शविते की सिंगल फेज इंडक्शन मोटर सिंगल वायंडिंग सह प्रारंभिक टॉर्क विकसित करत नाही परंतु जर रोटार सोम आणि सहाय्यक मार्गाने कोणत्याही दिशेने फिरवले असेल तर त्याच दिशेने टॉर्क विकसित होईल ज्यामध्ये ते चालू करण्यासाठी फिरवले गेले आहे. तर समस्या म्हणजे मोटरला प्रारंभिक टॉर्क देण्याचे सहाय्यक साधन शोधणे.



आकृती 4.28: दोन क्षेत्रां द्वारे विकसित टॉर्क

4.34 सिंगल फेज अदिष्ट मोटरचे प्रकार

सिंगल-फेज इंडक्शन मोटर्समध्ये प्रारंभिक टॉर्क प्राप्त करण्यासाठी विविध पद्धती (साधन) वापरल्या जातात. त्यानुसार त्यांचे वर्गीकरण केले जाते;

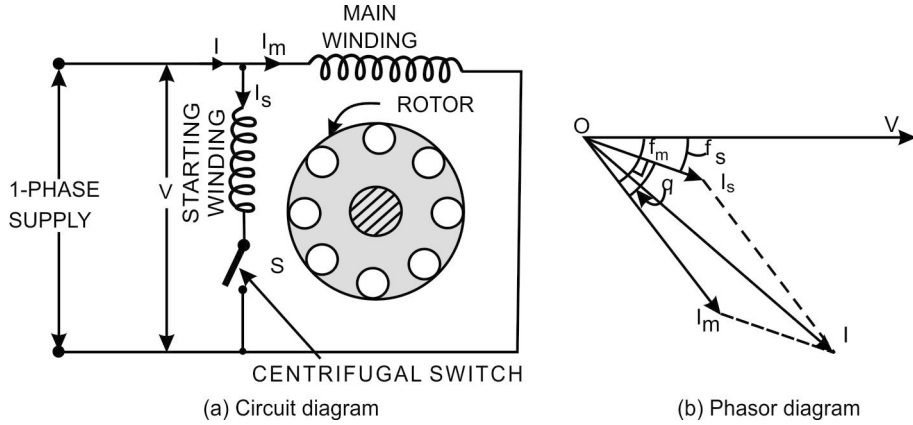
1. स्लिट फेज मोटर्स
2. शेडेड पोल मोटर्स
3. अदिष्ट एकसर मोटर्स किंवा कम्युटेटर मोटर्स.

4.35 स्लिटफेज मोटर

उभारणी

बाह्य फ्रेम आणि स्टेटर कोर स्लिट-फेज मोटरची हि बाह्य फ्रेम आणि स्टेटर कोर 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या सारखी असते. स्टेटर स्लॉट्समध्ये प्रारंभ आणि चालू असलेल्या विंडिंग्स ठेवल्या जातात. आकृती 4.29 (अ) मध्ये दाखवल्या प्रमाणे दोन्ही वळण समांतर ठेवले आहेत. फिरणारे क्षेत्र तयार होण्यासाठी दोन भिन्न प्रवाह एकमेकांपासून पुरेसे विस्थापित केले जातात. मुख्य वळण जे अत्यंत प्रेरक आहे ते नेहमीच्या पद्धतीने संपूर्ण लाइनवर जोडलेले असते. मुख्य सहाय्यक किंवा प्रारंभ वळण याना जास्त लनेतप्रतिरोध आणि कमी प्ररोध असतो मुख्य वळणाच्या तुलनेत.

स्टार्टिंग वाइंडिंगमधील विद्युत् प्रवाह पुरवठा व्होल्टेजपेक्षा कमी कोनात आहे. तर मुख्य वळणामधला करंट I_m अत्यंत प्रेरक असल्यामुळे पुरवठा व्होल्टेजच्या जास्त कोनाने मागे पडतो हे आकृती 4.29(b) मध्ये दाखविले आहे. दोन प्रवाहांमध्ये फेज $^{\circ}$ विद्युत चाफेज फरक आहे.



आकृती 4.29: स्लिटफेजमोटर

स्टेटरमध्ये फिरणारे क्षेत्र सेट केले जाते आणि रोटरमध्ये एक प्रारंभिक टॉर्क विकसित केला आहे. परिणामी रोटर फिरयला सुरुवात होते आणि वेग पकडते. एक सेंट्रीफ्यूगल स्विच जे साधारणपणे बंद असते ते सुरुवातीच्या विंडिंगसह सिरिज मध्ये तर्भूत केले जाते. जेव्हा मोटर समकालिक गतीच्या सुमारे 75% वेग प्राप्त करते, सेंट्रीफ्यूगल शक्तीच्या मदतीने सेंट्रीफ्यूगल स्विच आपोआप उघडला जातो आणि स्टार्टिंग वाइंडिंग सर्किटमधून बाहेर पडते.

सेंट्रीफ्यूगल स्विच उघडे असणे महत्वाचे आहे अन्यथा सहाय्यक वाइंडिंग पातळ वायरने बनवलेले असल्याने जास्त गरम होईल आणि नुकसान होऊ शकते.

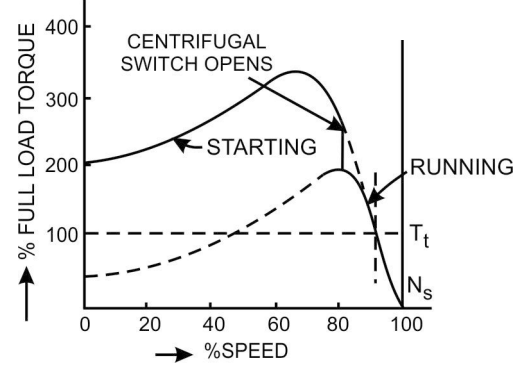
एक सामान्य टॉर्क गती वैशिष्ट्ये आकृती 4.30 मध्ये दर्शविली आहेत प्रारंभ टॉर्क पूर्ण लोड टॉर्कच्या दुप्पट आहे. प्रारंभी करंट सुमारे 6 ते 8 पट आहे. लोडमध्ये वाढ झाल्यामुळे 5% ते 7% पर्यंत वेग कमी होतो अन्यथा ती स्थिर गतीची मोटर आहे.

गती या नात्याने नियंत्रित केली जाते.

वास्तविकवेगसमकालिकगती $N_s = 120 f / P$ r.p.m. वास्तविक गती समकालिक गती N_s पेक्षा कमी आहे. त्यात कमी पीएफ आहे. त्यात $p.f$ कमी आहे आणि कमी कार्यक्षमता. पी.एफ. सुमारे 0.6 आणि कार्यक्षमता देखील सुमारे 60% आहे.

अनुप्रयोग: स्टार्टिंग टॉर्क एवढा जास्त नसल्यामुळे हे मशीन मोठ्या स्टार्टिंगमध्ये वापरले जात नाही. टॉर्क असणे आवश्यक आहे.. हे 0.25 h.p च्या लहान आकारासाठी वापरले जाते. हे वॉशिंग मशीन, पंखे, ब्लोअर्स, लाकूड कामाची साधने, ग्राइंडर आणि इतर कमी सुरु होणारे टॉर्क ऍप्लिकेशन्स साठी वापरतात

दिशापारवर्तनरोटेशन: 1-फेज इंडक्शनच्या रोटेशनची दिशा मोटार एकतर स्टार्टिंग वाइंडिंगचे कनेक्शन उलट करून उलट केली जाऊ शकते किंवा चालू वळणाने



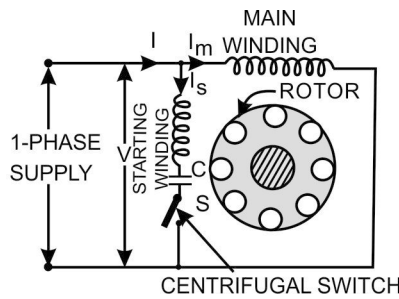
आकृती 4.30: टॉर्क-स्लिप वक्र

4.36 कॅपेसिटर मोटर

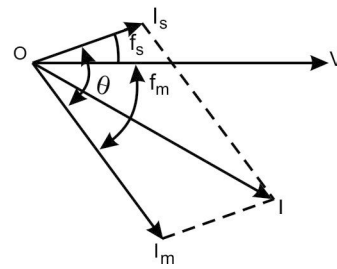
हे स्प्लिट फेज मोटर देखील आहे. या मोटरमध्ये, कॅपेसिटर सुरु होणाऱ्या वळणासह सिरिजमध्ये जोडलेले आहे. उपरोक्त स्प्लिट फेज मोटरचे हे सुधारित रूप आहे. या मोटरमध्ये, I_s आणि I_m मधील कोनीय विस्थापन जवळजवळ 90° केले जाऊ शकते आणि उच्च प्रारंभिक टॉर्क मिळवता येतात कारण टॉर्क सुरु करणे थेट कोन च्या सायनला सिरिजमध्ये असते. सुरुवातीच्या वळणातील कॅपेसिटर कायमचे किंवा तात्पुरते जोडलेले असू शकते. त्यानुसार, कॅपेसिटर मोटर्स असू शकतात

1. कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर
2. कॅपेसिटर रन मोटर
3. कॅपेसिटर स्टार्ट आणि कॅपेसिटर रन मोटर

1. **कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर:** कॅपेसिटर इलेक्ट्रोलाइटिक प्रकाराचे आहे. इलेक्ट्रोलाइटिक कॅपेसिटर सी सुरुवातीच्या विंडिंगसह सिरिजमध्ये जोडलेले आहे स्विच S सह. आकृती 4.31 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आहे. जेव्हा मोटर सुमारे 75% सिंक्रोनस स्पीड गाठते तेव्हा स्टार्टिंग वाइंडिंग कट ऑफ असते रखेच असते. हे वापरतात जेथे उच्च टॉर्क आवश्यक आहे जसे की रेफ्रिजरेटर



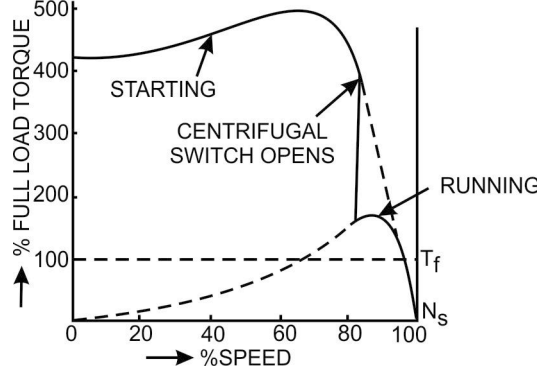
(अ) परिपथ आकृती



(ब) फेझर आकृती

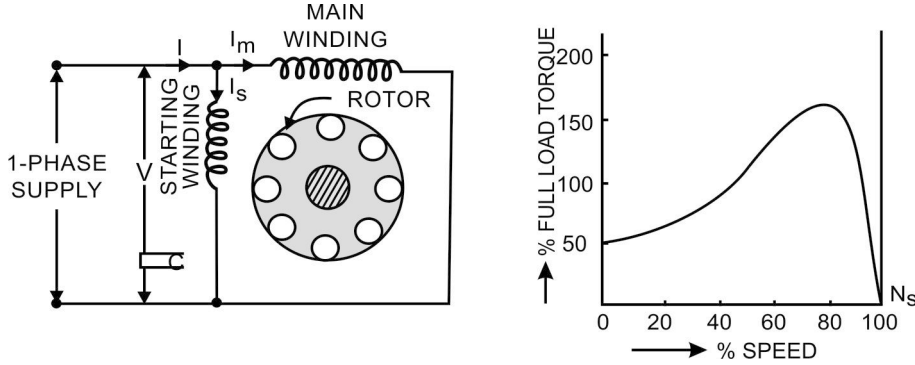
आकृती 4.31: कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर

कार्यप्रदर्शन आणि वैशिष्ट्ये: गती 5% स्लिपसह जवळजवळ स्थिर आहे. या प्रकारची मोटर 4 ते 5 वेळा पूर्ण लोड टॉर्कच्या उच्च प्रारंभिक टॉर्क विकसित करतो. यामध्ये स्टार्टिंग करंट कमी असतो. स्टार्टिंग किंवा रनिंग वाईडिंग चे कनेक्शन अदलाबदल करून रोटेशनची दिशा बदलली जाऊ शकते.



आकृती 4.32 : कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर टॉर्क- क्रियाकलाप

2. **कॅपेसिटर रन मोटर्स (फॅन मोटर्स):** या मोटर्स, एक कागदी कॅपेसिटर कायमस्वरूपी जोडलेल्या सह वळण सुरू करतात , जसे आकृती 4.33 (a) मध्ये दाखवले आहे. यामध्ये, इलेक्ट्रोलाइटिक कॅपेसिटरचा वापर केला जाऊ शकत नाही कारण या प्रकारचे कॅपेसिटर केवळ अल्पावधीच्या रेटिंगसाठी डिझाइन केलेले आहे. दोन्ही मुख्य आणि वळण आहे सुरू समान रेटिंग.



(अ) परिपथ आकृती

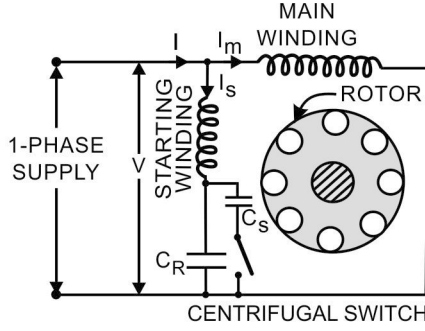
(ब) टॉर्क- कॅपेसिटर रन मोटरची क्रिया

आकृती 4.33: कॅपेसिटर रन मोटर

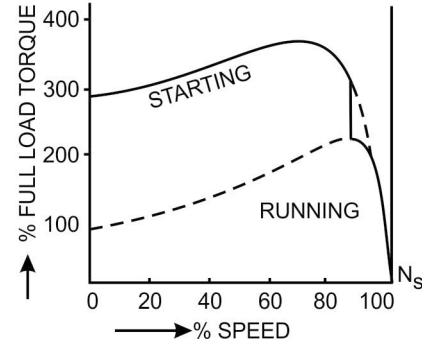
कामगिरी आणि वैशिष्ट्ये: टॉर्क सुरू करणे पूर्ण लोड टॉर्कपेक्षा सुमारे 50 ते 100% कमी आहे. शक्ति फॅक्टरमध्ये सुधारणा एकतेइतकी उच्च असू शकते. कार्यक्षमता सुमारे 75% आहे. हे आहे एक क्षेत्रातील वैशिष्ट्ये आकृती 4.33 (ब) मध्ये दर्शविले आहे. हे सामान्यतः पंखे, रूम कूलर, पोर्टेबल टूल्स आणि इतर घरगुती आणि व्यावसायिक विद्युत उपकरणांमध्ये वापरले जाते.

3. **कॅपेसिटर स्टार्ट आणि कॅपेसिटर रन मोटर्स:** या मोटरमध्ये दोन कॅपेसिटर वापरले जातात एक प्रारंभिक उद्देशासाठी आणि दुसरा आकृती 4.34 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे चालवण्याच्या हेतूसाठी. कॅपेसिटर सुरुवातीच्या उद्देशासाठी CS आहे, तो इलेक्ट्रोलाइटिक प्रकारचा आहे आणि पुरवठ्यापासून डिस्कनेक्ट केले जाते जेव्हा सेंट्रीफ्यूगल स्विच S च्या मदतीने मोटर

75% समकालिक गती प्राप्त करते. जेव्हा मोटर सिंक्रोनास गती ते 75% गती प्राप्त करते तेव्हा केंद्रापसारक स्विच मोटर डिस्कनेक्टच्या मदतीने एस असतो.तर इतर कॅपेसिटर CR जे चालू स्थितीत वाईडिंग सुरू करण्याच्या सर्किटमध्ये राहते ते एक पेपर कॅपेसिटर. आहे. या प्रकारची मोटार उत्कृष्ट चालते आणि ऑपरेशन सुरू करते. कॅपेसिटर Cs चे मूल्य CR सुरू करण्यापेक्षा जास्त आहे.



(a) परिपथ आकृती



(b) कॅपेसिटर रन मोटर टॉर्क-स्लिप वक्र

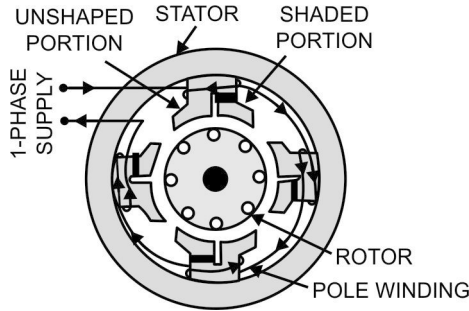
आकृती 4.34: कॅपेसिटर रन आणि कॅपेसिटर रन मोटर

कामगिरी आणि विशिष्टता: अशा मोटर्स दोन फेज मोटर्स म्हणून काम करतात जे सर्वोत्तम कामगिरी आणि आवाजहीन ऑपरेशन प्रदान करतात. उच्च प्रारंभिक टॉर्क, कमी प्रारंभिक प्रवाह, चांगले पीएफ आणि उच्च कार्यक्षमता. या मोटरचा एकमेव तोटा म्हणजे उच्च किंमत. या मोटरचा विशिष्ट टॉर्क-गती वक्र आकृती 4.34 (ब) मध्ये दर्शविला आहे.

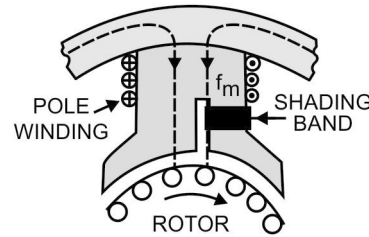
4.37 शेडेड पोल मोटर

रचना

स्टॅटर मधील ठळक खांबांसह शेडेड ध्रुव मोटर बांधली जाते. आकृती 4.35 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे प्रत्येक ध्रुवाचे स्वतःचे उद्दिष्ट वळण आहे. प्रत्येक खांब्याच्या कोरचा 1/3 भाग तांब्याच्या पट्टीने वेढलेला असतो जो बंद लूप बनवतो ज्याला शेडिंग बँड म्हणतात. आकृती 4.35 (अ) आणि (ब) मध्ये दाखवले आहे. रोटर सामान्यतः गिलहरी पिंजरा प्रकारचा आहे.



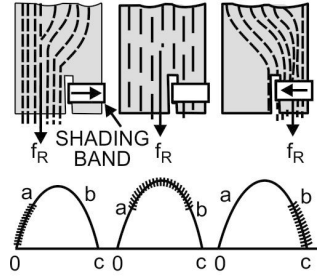
(a) शेडपोल मोटर एरंड



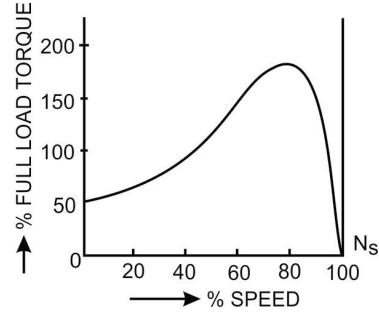
(b) शेडपोल मोटर

आकृती 4.35: शेडेडपोल मोटर

जेव्हा स्टेटर (रोमांचक) वळणांना सिंगलफेज सप्लाय दिला जातो, तेव्हा तो पर्यायी फ्लक्स तयार करतो. जेव्हा खांबामध्ये फ्लक्स वाढत असतो, तेव्हा फ्लक्सचा एक भाग ध्रुवाच्या शेडेड भागातून जाण्याचा प्रयत्न करतो. हा फ्लक्स विद्युतदाब ला प्रेरित करतो आणि म्हणून तांब्याच्या रिंग मध्ये विद्युतप्रवाह असतो आणि लेन्झच्या नियमानुसार करंटची दिशा अशी आहे की ती कारणांचा विरोध करते म्हणजे शेडेड भागामध्ये फ्लक्स वाढणे. म्हणूनच सुरुवातीला, फ्लक्सचा मोठा भाग प्रत्येक ध्रुवाच्या न छापलेल्या बाजूने जातो आणि परिणामी ध्रुवाच्या शेड नसलेल्या बाजूला असतो. जेव्हा प्रवाह त्याच्या जास्तीत जास्त मूल्या पर्यंत पोहोचतो, तेव्हा त्याच्या बदलाचा दर शून्य असतो, त्याद्वारे ए.मू.फ. आणि म्हणूनच शेडिंग कॉइल मध्ये करंट शून्य होतो फ्लक्स ध्रुव टप्प्यावर एक समानपणे वितरित केला जातो आणि परिणामी प्रभावक्षेत्र ध्रुवाच्या मध्यभागी स्थित आहे. त्यानंतर मुख्य प्रवाह कमी होतो, त्याच्या छायांकित कॉइलमध्ये चालू असलेला प्रवाहात ध्रुवाच्या छायांकित भागावर प्रवाह वाढवतो आणि परिणामी आकृती 4.36 मध्ये दाखवल्या प्रमाणे खांबाच्या छायांकित भागावर असतो.



आकृती 4.36: अर्ध्या चक्रादरम्यान ध्रुव मध्ये प्रवाह वितरण



आकृती 4.37: टॉर्क - छायांकित ध्रुव मोटरची गती वैशिष्ट्ये

म्हणून, एक फिरणारे क्षेत्र स्थापित केले जाते जे ध्रुवाच्या छायांकित बाजूपासून छायांकित दिशेने फिरते, अशा प्रकारे, विद्युत चुंबकीय प्रेरणाने, प्रारंभिक टॉर्क रोटरमध्ये विकसित होतो आणि रोटर फिरू लागतो. रोटर नंतर वेग उचलतो

कामगिरी आणि वैशिष्ट्ये: विशिष्ट वेगाने टॉर्क वैशिष्ट्ये आकृती 4.37 मध्ये दर्शविली आहेत. स्टार्टिंग टॉर्क पूर्ण लोड टॉर्कच्या 50% खूप लहान आहे या मोटर्सची कार्यक्षमता शेडिंग कॉइलमध्ये सतत वीज कमी झाल्यामुळे कमी आहे. या मोटर्सचा वापर लहान पंखे, इलेक्ट्रिक घड्याळे, ग्रामोफोन इत्यादींसाठी केला जातो. त्याच्या रोटेशनची दिशा शेडिंग कॉइलच्या स्थितीवर अवलंबून असते, म्हणजेच खांबाचा कोणता भाग शेडिंग कॉइलने गुंडाळलेला असतो. ध्रुव A च्या रोटेशनची दिशा म्हणजे छायांकित भागाचा छायांकित भाग. ध्रुवांची स्थिती उलट केल्याशिवाय त्याच्या रोटेशनची दिशा उलट करता येत नाही.

4.38 अदिष्ट एकसर मोटर किंवा कम्प्यूटेटर मोटर

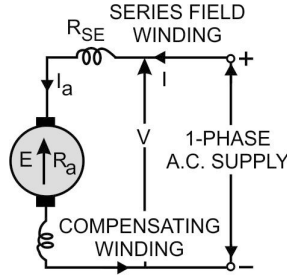
जेव्हा 1-फेज a.c. पुरवठा डीसीला सिरिज मोटरला दिला जातो. तेव्हा त्यामध्ये एक दिशात्मक टॉर्क विकसित होतो. खरतर सकारात्मक अर्धचक्रादरम्यान, सिरिज फील्ड वाइंडिंग आणि आर्मेचर विंडिंगमध्ये समान विद्युतप्रवाह वाहतो ज्यामुळे एका दिशेने टॉर्क विकसित होतो (घड्याळा च्या दिशेने म्हणजे). सिरिज फील्ड वाइंडिंगमधून वाहणारा विद्युत् प्रवाह उलट केला जातो आणि त्याच वेळी प्रवाह वाहतो आर्मेचर देखील उलट दिशेने होतो, म्हणूनच, टॉर्क त्याच दिशेने (म्हणजेच घड्याळाच्या दिशेने) विकसित केला जातो. अशाप्रकारे, सतत रोटेशन मिळते.

गणितीयदृष्ट्या आपल्याला माहित आहे

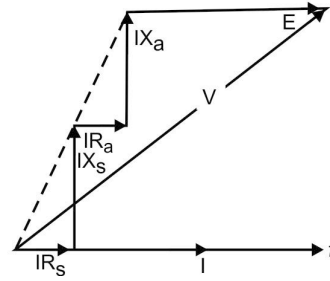
डीसी सीरीज मोटर्समधील टॉर्क,

$$T \propto \phi_{se} I_a$$

जिथे ϕ_{se} सिरिज फील्ड वाइंडिंग फ्लक्स आणि I_a आर्मेचर करंट आहे



आकृती 4.38: अदिष्ट एकसर मोटर परिपथ आकृती



आकृती 4.39 : विद्युतदाब वितरण

आता जेव्हा सकारात्मक अर्धा चक्रासाठी A.C. पुरवठा सिरिज मोटर दिला जातो

$$T \propto \phi_{se} I_a$$

नकारात्मक अर्धा चक्रासाठी

$$T \propto (-\phi_{se}) (-I_a) \propto \phi_{se} I_a$$

अशा प्रकारे सकारात्मक आणि नकारात्मक अर्धा चक्रात समान टॉर्क तयार होतो. तथापि, a.c. समाधानकारक ऑपरेशनसाठी d.c. सिरिज मोटर मध्ये काही सुधारणा आवश्यक आहेत जे खाली दिले आहेत:

1. फील्ड आणि योकची लोखंडी रचना लॅमिनेटेड आहे.
2. सिरिज फील्ड वाइंडिंग असे डिझाइन केलेले आहे ते लहान m.m.f निर्माण करेल d.c च्या तुलनेत आणि हे वळणांची संख्या कमी करून केले जाते. लहान फील्ड m.m.f चा परिणाम ते एयर गॅप फ्लक्स कमी करते. म्हणूनच, आवश्यक टॉर्क विकसित करण्यासाठी आर्मेचरची संख्या कंडक्टर प्रमाणानुसार वाढवावी लागेल.
3. आर्मेचर कंडक्टरमध्ये वाढ झाल्यामुळे आर्मेचरच्या आगमनात्मक प्रतिक्रियेत वाढ होईल त्यामुळे निव्वळ प्रेरक प्ररोध कमी केली जाऊ शकत नाही. या अडचणीवर मात करण्यासाठी आकृती 4.38 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे भरपाई करणारी वळण आर्मेचरसह सिरिजमध्ये जोडली गेली आहे. हे पूर्णपणे आर्मेचर विंडिंगच्या प्रेरक प्रभावाला तटस्थ करते.
4. तर वापरलेली चुंबकीय सामग्री उच्च पारगम्यता असावी आणि हवेतील अंतर लहान असावे.

वेक्टर आकृती (4.39) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, आर्मेचरचा प्रतिरोध आणि प्ररोध आणि प्रभावक्षेत्र वायंडिंग मध्ये मोठ्या प्रमाणात विद्युतदाब ड्रॉप आहे, म्हणून ऑपरेशनसाठी फक्त E विद्युतदाब शिल्लक आहे.

$$\vec{E} = \vec{V} - (\vec{I}R_S + \vec{I}X_S + \vec{I}R_a + \vec{I}X_a)$$

IR_S → सिरिज वळणामध्ये व्होल्टेज ड्रॉप

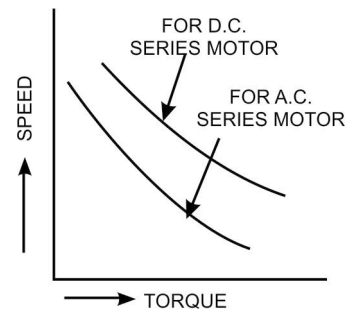
IX_S → सिरिज वळणामध्ये प्ररोध व्होल्टेज ड्रॉप

IR_a → आर्मेचर प्रतिरोध मध्ये व्होल्टेज ड्रॉप

IX_a → आर्मेचर प्ररोध मध्ये व्होल्टेज ड्रॉप.

कामगिरी आणि वैशिष्ट्ये :

वेग-टॉर्क वैशिष्ट्य d.c. आणि a.c. सिरिज मोटर्स ची आकृती 4.40 मध्ये दर्शविले आहे. टॉर्क बदलतो जसा करंटचा स्केअर आणि गती बदलते हे उलट करंट च्या प्रमाणात बदलते. कारण जास्त एडी करंट नुकसान आणि p.f चे परिणामा मुळे d.c. मशीनच्या संबंधित कार्यक्षमता चांगली नसेल.



आकृती 4.40: टॉर्क - गती वैशिष्ट्ये

या मोटर्समध्ये त्यांचे विस्तृत ॲप्लिकेशन्स आहेत जेथे उच्च गती (20000 r.p.m.) आवश्यक आहे, उदा. मिक्सर ग्राइंडर, ब्लोअर, केस ड्रायर इ.

4.39 युनिव्हर्सल मोटर

मोटर जी रेटेड व्होल्टेजवर एसी आणि डीसी पुरवठ्यावर चालवता येते

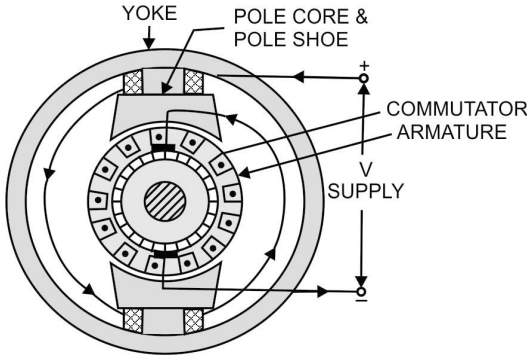
त्याला युनिव्हर्सल मोटर म्हणतात. मूलभूतपणे, युनिव्हर्सल मोटर ही सिरिज मालिका मोटर आहे. हे डीसी सीरीज मोटरच्या तुलनेत फक्त एक सुधारित आहे. युनिव्हर्सल मोटरचा मुख्य आकार समान रेटिंगच्या DC सीरीज मोटरच्या कोर आकारापेक्षा जास्त असतो.

रचना

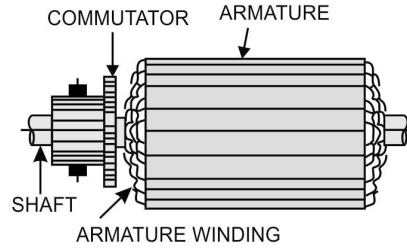
मोटरचे दोन मुख्य भाग आहेत.

1. स्टेटर आणि 2. रोटर.

1. स्टेटर : हा मोटरचा स्थिर भाग आहे. यामध्ये चुंबकीय फ्रेम (किंवा योक) खांबाला जोडलेली असते. ध्रुव कोर आणि पोल शू आणि फील्ड किंवा एक्सायटिंग वळण. हे आकृती 4.41. मध्ये दाखवले आहे. चुंबकीय फ्रेम, पोल कोर आणि पोल शू सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंगपासून बनलेले आहेत. स्टॅम्पिंग्स एकमेकांपासून वार्निश ने इन्सुलेटेड. केले आहे. सिलिकॉन स्टील आणि एडीमध्ये हिस्टेरिसिसचे नुकसान खूपच कमी आहे स्टॅम्पिंगमुळे करंट चे नुकसान कमी झाले आहे. फील्ड वळण तांब्याने बनलेले आहे. ध्रुवाभोवती आवश्यक प्रवाह निर्माण करण्यासाठी.



आकृती 4.41: युनिव्हर्सल मोटर

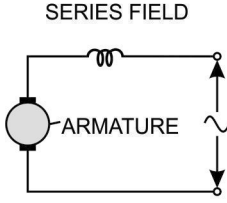


आकृती 4.42: युनिव्हर्सल मोटरचा रोटर

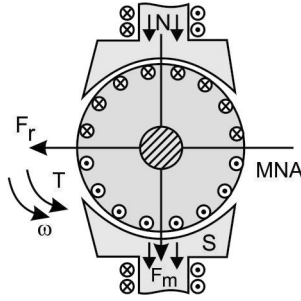
2. रोटर: हा मोटरचा फिरणारा भाग आहे. यात शाफ्ट, आर्मेचर, आर्मेचर वायंडिंग आणि कम्यूटेटर यांचा समावेश आहे. आकृती 4.42. मध्ये दाखवल्याप्रमाणे शाफ्ट हा रोटरचा एक भाग आहे जो लोडमध्ये यांत्रिक शक्ती किंवा ऊर्जा हस्तांतरित करतो. हे सौम्य स्टील नी बनलेले आहे. आर्मेचर हे सिलिकॉन स्टीलच्या स्टॅम्पिंगपासून बनलेले आहे म्हणून हे चुंबकीय क्षेत्र वाहून नेण्यासाठी शाफ्ट ला जोडलेले आहे आर्मेचर वळण सामावून घेण्यासाठी त्याच्या बाह्य परिघावर स्लॉट कापले जातात. कम्यूटेटर पाचराच्या आकाराचा बनलेला असतो वेज एकमेकांपासून मायकेनाइटच्या इन्सुलेट थराने इन्सुलेटेड असतात. कम्यूटेटरला देखील शाफ्टची चावी असते. यंत्राला विद्युत प्रवाह देण्यासाठी कार्बन ब्रशेस कम्यूटेटर पृष्ठभागावर दाबले जातात.

सिद्धांत

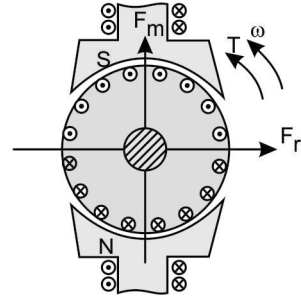
जेव्हा विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा कंडक्टर चुंबकीय क्षेत्रामध्ये ठेवला जातो, तेव्हा त्यावर एक बल लावला जातो आणि टॉर्क विकसित होतो. दुसऱ्या शब्दांत, जेव्हा विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा कंडक्टर चुंबकीय क्षेत्रामध्ये ठेवला जातो, तेव्हा त्यावर एक बल लावला जातो आणि टॉर्क विकसित होतो.



आकृती 4.43: परिपथ आकृती



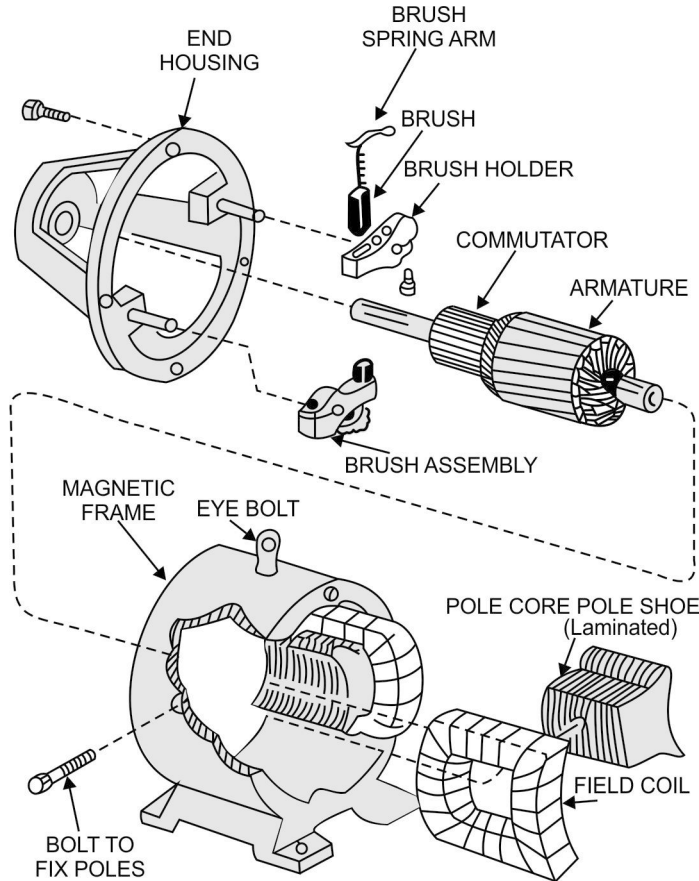
आकृती 4.44: टॉर्क सकारात्मक अर्ध्या चक्रात विकसित झाले



आकृती 4.45: टॉर्क नकारात्मक अर्ध्या चक्रात विकसित झाले

कार्ये

आकृतीत 4.43. मध्ये दाखवल्याप्रमाणे आर्मेचर वळण आणि स्टेटर फील्ड वळण सिरिज मध्ये जोडलेले आहेत. जेव्हा मोटरला फेज-1, एसी पुरवठा केला जातो तेव्हा फील्ड विंडिंग आणि आर्मेचरमधून वळणामधून विद्युत प्रवाह वाहतो. प्रभाव क्षेत्र वार्यडिंग



आकृती 4.46: दिष्ट मशीनचे स्कॅच केलेले भाग

मुख्य स्टेटर प्रभाव क्षेत्र F_m सेट करते आणि आर्मेचर वायंडिंग आकृती 4.44 मध्ये दर्शविल्या प्रमाणे रोटर प्रभाव क्षेत्र F_r सेट करते. रोटर प्रभाव क्षेत्र F_r मुख्य प्रभाव क्षेत्र F_m आणि अँटीक्लॉकवाइज टॉर्क सहस्वतः लासं रेखित करण्याचा प्रयत्न करतो.

नकारात्मक अर्ध-चक्राच्या दरम्यान, आकृती 4.45 मध्ये दाखवल्या प्रमाणे, प्रभावक्षेत्र वायंडिंग मध्ये तसेच आर्मेचर वायंडिंग मध्ये प्रवाहाची दिशा उलट केली जाते. आकृती 4.45 मध्ये दाखवल्या प्रमाणे दोनवळणांनी त्यांचे क्षेत्र दिशेने सेट केले, पुन्हा रोटर मध्ये अँटीक्लॉकवाइज टॉर्क तयार होतो. अशा प्रकारे, मोटर मध्ये एक दिशात्मक टॉर्क तयार होतो.

सतत टॉर्क प्राप्त करण्यासाठी, कम्युटेटर कॉइल किंवा कंडक्टर मध्ये प्रवाहाच्या प्रवाहाची दिशा उलट करतो जे चुंबकीय तटस्थ अक्ष (MNA) ओलांडते.

अनुप्रयोग: हे 3/4 एचपी च्या मोठ्या आकारात व्हॅक्यूम क्लीनर आणि औद्योगिक शिवणकामात वापरले जातात. 1/4 एचपी किंवा कमी च्या लहान आकारात हे इलेक्ट्रिक हँड ड्रिल, मिक्सर, कॅनमध्ये वापरले जातात.

4.40 दिष्ट (D. C.) मोटर

एक यंत्र जे यांत्रिक शक्तीचे रूपांतर दिष्ट विद्युत शक्तीमध्ये करते त्याला दिष्ट जनरेटर म्हणतात. एक मशीन जेव्हा D.C. विद्युत शक्तीला यांत्रिक शक्तीमध्ये रूपांतरित करते, नंतर ते डीसी मोटर म्हणून ओळखले जाते. बांधकामाच्या दृष्टिकोनातून दिष्ट जनरेटर आणि मोटरमध्ये काही फरक नाही. डी.सी. मोटर्स अतिशय उपयुक्त आहेत जेथे विस्तृत गती आणि चांगले वेग नियमन आवश्यक आहे जसे विद्युत फ्रिक्शन.

4.41 मुख्य उभारणी वैशिष्ट्ये

विखुरलेल्या स्वरूपात असलेल्या विविध भागांची संपूर्ण असेंबली आकृती 4.46. मध्ये दाखवले आहे. डी.सी मशीनच्या आवश्यक भागाचे वर्णन खाली केले आहे.

1. **चुंबकीय फ्रेम किंवा योक :** बाह्य दंडगोलाकार फ्रेम ज्यामध्ये मुख्य ध्रुव आणि आंतर ध्रुव जोडलेले असतात आणि ज्याद्वारे यंत्र फाउंडेशनला जोडलेले असते त्याला योक म्हणतात. हे दोन उद्देशांसाठी कार्य करते:

(i) हे यंत्राच्या अंतर्गत भागांना यांत्रिक संरक्षण प्रदान करते.

(ii) हे चुंबकीय प्रवाह साठी कमी रिलक्टंस मार्ग प्रदान करते.

योक हा कास्ट आयरनच्या लहान मशीन आणि मोठ्या मशीन पासून बनवतात, ते कास्ट स्टील किंवा फॅब्रिकेटेड रोल केलेले स्टील कारण कास्ट आयरनच्या तुलनेत या सामग्रीमध्ये चांगले चुंबकीय गुणधर्म आहेत.

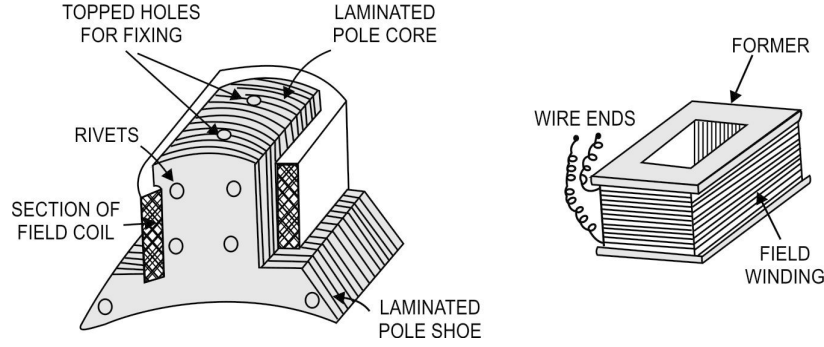
2. **पोल कोर आणि पोल शूज सेक्टर:** पोल कोर आणि पोल शू बोल्ट मध्ये चुंबकीय फ्रेम किंवा योक गुंतलेले असतात. ते खालील हेतू पूर्ण करतात:

(i) ते प्रभावक्षेत्र किंवा रोमांचक कॉइलचे समर्थन करतात.

(ii) ते आर्मेचर परिघावर अधिक समान रीतीने चुंबकीय प्रवाह पसरवतात.

(iii) पोलशूज मध्येमोठा एक्स-सेक्शन असल्याने, चुंबकीय मार्गाची रिलक्टंस कमी होते.

सहसा, पोलकोर आणिपोलशूजपातळ कास्टस्टील किंवालोखंडी लॅमिनेशन बनलेले असतातजे आकृती 4.47 (अ) मध्ये दर्शविल्या प्रमाणे हायड्रॉलिकद्वारे एकत्र केले जातात.

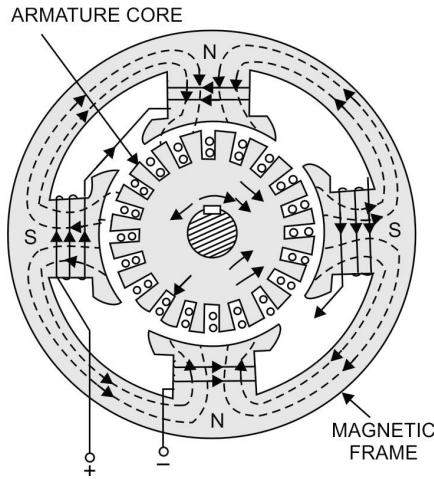


(अ): चुंबकीय क्षेत्रासह ध्रुव कोर आणि ध्रुव शूज

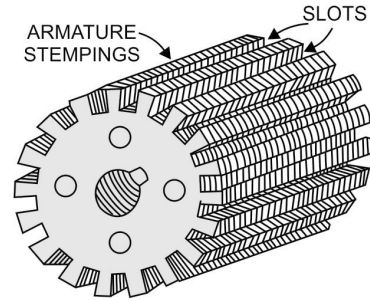
(ब) प्रभावक्षेत्र वायंडिंग

आकृती: 4.47: सह ध्रुव सह ध्रुव

3. प्रभावक्षेत्र किंवा रोमांचक कॉइल नंबर: अॅनामेल्ड तांबे वायर प्रभाव क्षेत्र किंवा रोमांचक कॉइल्स च्या बांधकामासाठी वापरली जाते. कॉइल्स पूर्वीच्या [आकृती 4.47 (ब)] वरवुंड आहेत आणि नंतर आकृती 4.47 (अ)



आकृती 4.48: स्टेटर आणि आर्मेचर



आकृती 4.49: DC मशीन च्या आर्मेचर

मध्येदाख वल्या प्रमाणे पोलकोर च्या भोवती ठेवल्या आहेत. जेव्हा प्रभावक्षेत्र वायंडिंग मधून थेट प्रवाह जातो, तेव्हा ते ध्रुवचुंबकित करते जे आवश्यक प्रवाहत यार करतात. सर्व ध्रुवांचे प्रभाव क्षेत्र कॉइल्स सिरिजमध्ये आकृती 4.48 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे जेव्हा विद्युत प्रवाह त्यांच्यामधून वाहतो तेव्हा जवळचे ध्रुव विरुद्ध ध्रुवता प्राप्त करतात.

4. आर्मेचर: हे दंडगोलाकार आहे आणि फिरणाऱ्या शाफ्टला जोडलेले आहे. आकृती 4.49 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे परिमितीचे स्लॉट बाहेरील बाजूस कापले जातात, जे आर्मेचर वायंडिंग ला सामावून घेतात.

- यामध्ये कंडक्टर स्लॉटमध्ये ठेवलेले आहेत.
- हे चुंबकीय प्रवाहासाठी सोपे मार्ग प्रदान करते.

आर्मेचर हा यंत्राचा फिरणारा भाग असल्याने, फ्लक्सचा उलटा भाग कोरमध्ये होतो, हे नुकसान कमी करण्यासाठी बांधकामत सिलिकॉन स्टील सामग्री वापरली जाते. फिरणारे आर्मेचर चुंबकीय क्षेत्राला कत करतात त्यामुळे त्यात एक e.m.f प्रेरित होतो की एक हे e.m.f. एडी करंट प्रसारित करते ज्यामुळे त्यात एडी करंटचे नुकसान होतो. हे नुकसान कमी

करण्यासाठी आर्मेचर कोर लॅमिनेटेड आहेत दुसऱ्या शब्दांत आपण असे म्हणू शकतो की सुमारे 0.3 ते 0.5 मिमी जाड स्टॅम्पिंग त्याच्या बांधकामासाठी वापरले जाते प्रत्येक लॅमिनेशन किंवा स्टॅम्पिंग वार्निश लेयरद्वारे दुसऱ्यापासून इन्सुलेटेड केले जाते (आकृती 4.49 पहा)

5. आर्मेचर वायंडिंग : आर्मेचर स्लॉटमध्ये ठेवलेले इन्सुलेटेड कंडक्टर योग्य जोडलेले. आहे याला आर्मेचर विंडिंग म्हणतात. आर्मेचर विंडिंग हे डी.सी.मशीन. चे हृदय आहे. ही अशी जागा आहे जिथे पावर चे रूपांतरण होते म्हणजे जनरेटरच्या बाबतीत, यांत्रिक पॉवरचे रूपांतर इलेक्ट्रिकल पॉवरमध्ये होते आणि मोटरच्या बाबतीत इलेक्ट्रिकल पॉवरमध्ये रूपांतर यांत्रिक शक्ती मध्ये. होते. कनेक्शनच्या आधारावर, आर्मेचर विंडिंगचे दोन प्रकार आहेत (i) लॅप वायंडिंग आणि (ii) वेव्ह वायंडिंग असे नाव आहे.

(i) लॅपवायंडिंग

(ii) तरंग वायंडिंग

(i) **लॅप वायंडिंग** : लॅप वायंडिंग मध्ये, कंडक्टर अशा प्रकारे जोडलेले असतात की समांतर मार्गांची संख्या ध्रुवांच्या संख्येइतकी असते. अशाप्रकारे, जर मशीनमध्ये P ध्रुव आणि Z आर्मेचर कंडक्टर असतील, तर P समांतर, मार्ग असेल, प्रत्येक मार्गामध्ये Z/P कंडक्टरसह. या प्रकरणात, ब्रशची संख्या समांतर मार्गांच्या संख्येइतकी आहे. त्यातील अर्धे ब्रश पॉझिटिव्ह आहेत आणि बाकीचे (अर्धे) नकारात्मक आहेत.

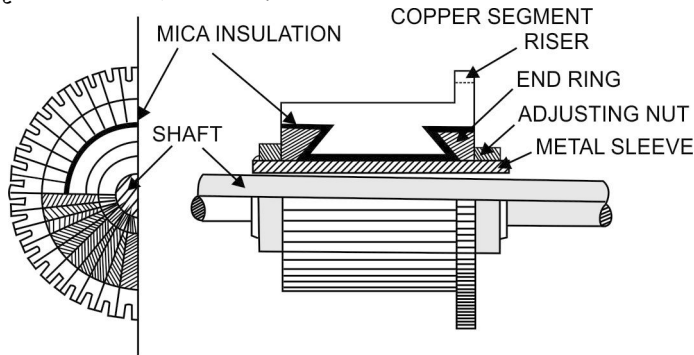
(ii) **तरंग वायंडिंग** : तरंग वायंडिंग मध्ये, कंडक्टर इतके जोडलेले असतात की ते मशीनच्या खांबांची संख्या कितीही असली तरी दोन समांतर मार्गांमध्ये विभागतात. अशाप्रकारे, मशीनमध्ये Z आर्मेचर कंडक्टर असल्यास, सिरिजमध्ये Z/2 कंडक्टरसह प्रत्येकी फक्त दोन समांतर मार्ग असतील. या प्रकरणात, ब्रशची संख्या दोनच्या बरोबरीची आहे, म्हणजेच समांतर मार्गांची संख्या.

6. **कम्यूटेटर**: हादिष्ट मशीन चा सर्वातमहत्वाचा भाग आहे आणिखालीलहेतू पूर्ण करतो :-

(i) हेफिरणा च्या आर्मेचर कंडक्टरला ब्रश द्वारे स्थिर बाह्य परिपथ शीजोडते.

(ii) हे आर्मेचर कंडक्टर मध्ये प्रेरित होणारेपर्यायी प्रवाह जनरेटर क्रियेत बाह्य लोड परिपथ मध्ये एक दिशात्मक प्रवाहात रूपांतरित करते, तर, तेमोटर क्रियेत आर्मेचर मध्ये तयार होणाऱ्या एक दिशात्मक (सतत) टॉर्क मध्ये पर्यायी टॉर्कचे रूपांतर करते.

कम्यूटेटर आकारात दंडगोलाकार आहे आणि वेज-आकाराच्या कठोर तांबे विभागांपासून बनलेले आहे. विभाग एकमेकांपासून अभ्रकाच्या पातळ पल्याने पृथक् केले जातात. सेगमेंट दोन व्ही-आकाराच्या रिंगसह ठेवलेले आहेत जे राइजरद्वारे कम्यूटेटर सेगमेंटला जोडलेले आहेत कट व्ही-ग्रूव्ह सेगमेंटमध्ये बसवले आहेत प्रत्येक आर्मेचर कॉइल आहे. कम्यूटेटर असेंब्लीचे विभागीय दृश्य आकृती 4.50 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 4.50: कम्यूटेटर असेंब्लीचे विभागीय दृश्य

7. ब्रशेस: कम्युटेटरवर ब्रशेस दाबले जातात, आर्मेचर वळण आणि बाह्य सर्किट. याच्या दरम्यान कनेक्टिंग लिंक तयार करतात ते सहसा उच्च दर्जाच्या कार्बनचे बनलेले असतात कारण कार्बन वाहून नेणारी सामग्री आहे आणि त्याच वेळी पावडर स्वरूपात इन्ब्रिकेटिंग प्रदान करते याचा परिणाम. कम्युटेटरच्या पृष्ठभागावर होतो. ब्रशेस हे कम्युटेटर द्वारे ब्रश धारक आणि रॉकर सभोवती ठेवली जातात
8. ब्रशरॉकर: हे ब्रश धारकांचे स्पिंडल्स धारण करते. ते स्थिर मशीनच्या फ्रेमवर नट आणि बोल्टसह बसवले आहे. त्याची स्थिती समायोजित करून, वर ब्रशेसची स्थिती ब्रशेसवरील स्पार्किंग कमी करण्यासाठी कम्युलेटर समायोजित केले जाऊ शकते.ते.
9. ऍंड हाउसिंग : ऍंड हाउसिंग मुख्य फ्रेम आणि सपोर्ट बीयरिंगच्या टोकांना जोडलेले आहेत. फ्रंट हाउसिंग बेअरिंग आणि ब्रश असेंब्लीला सपोर्ट करते तर मागील गृहनिर्माण सहसा फक्त बेअरिंगला सपोर्ट करते.
10. बियरिंगज:बॉल किंवा रोलर बेअरिंग शेवटच्या घरांमध्ये बसवले जातात. बेअरिंग्स चे कार्य म्हणजे मशीनच्या फिरणाऱ्या आणि स्थिर भागांमधील घर्षण कमी करणे. बहुतेक बियरिंगजच्या बांधकामासाठी उच्च कार्बन स्टीलचा वापर केला जातो कारण ते खूप कठीण सामग्री आहे.
11. शाफ्ट: यांत्रिक शक्ती मशीनमधून किंवा मशीनमध्ये हस्तांतरित करण्यासाठी. यांत्रिक शक्ती मशीनमधून किंवा मशीनमध्ये हस्तांतरित करण्यासाठी शाफ्ट वापरले जाते.आर्मेचर कोर सारखे फिरणारे भाग, कम्युटेटर, कूलिंग फॅन इत्यादी शाफ्टला जोडलेले असतात.

4.42 आर्मेचर प्रतिरोध

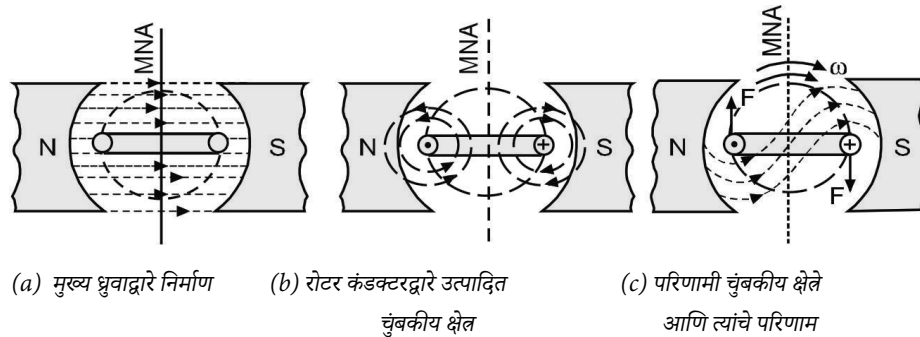
आर्मेचर टर्मिनल्समधील प्रतिरोधनाला आर्मेचर रेझिस्टन्स म्हणतात. हे सहसा द्वारे R_a दर्शविले जाते. आर्मेचर रेझिस्टन्सचे मूल्य सहसा खूपच लहान असते (एक ओहम पेक्षा कमी). आर्मेचर प्रतिकार खालील घटकांवर अवलंबून असतो:

- (i) लांबी, क्रॉस-सेक्शनचे क्षेत्रफळ आणि आर्मेचर विंडिंगची सामग्री.
- (ii) हे दर्शविले कि कोणत्या पद्धतीने कंडक्टर जोडलेले आहेत

4.43 डी सी मोटर्सचे कार्य तत्त्व

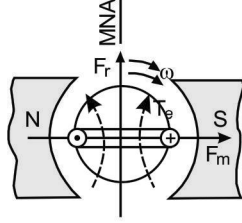
विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा कंडक्टर चुंबकीय क्षेत्रात, ठेवला जातो यावर डीसी मोटरचे ऑपरेशन तत्त्व आधारित आहे जेव्हा विद्युत प्रवाह ज्याद्वारे यांत्रिक शक्ती अनुभवत असतो. फ्लेमिंगचा डाव्या हाताचा नियम आणि त्याची ॲम्प्लिटुड यानुसार शक्तीची दिशा द्वारे निश्चित केली जाते

$$F = Bil \text{ Newton}$$

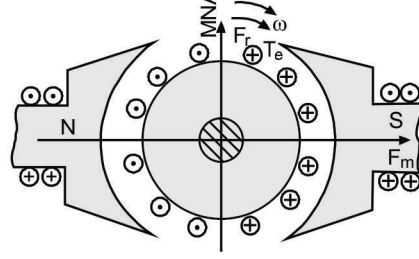


आकृती 4.51: दिष्ट मोटरमध्ये विकसित चुंबकीय क्षेत्र

साधेपणासाठी, द्विध्रुवीय मशीन द्वारे निर्मित चुंबकीय क्षेत्रामध्ये ठेवलेल्या आर्मेचरची फक्त एक कॉइल विचारात घ्या [पाहू दे. 4.51 (अ)]. तेव्हा जेव्हा d.c. पुरवठा कॉइलशी जोडला जातो त्यातून विद्युत प्रवाह वाहतो स्वतःचे फील्ड सेट करते हे आकृती 4.51 (b) मध्ये दाखवले आहे. आकृती 4.51 (c) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन फील्डच्या परस्परसंवादाने परिणामी फील्ड सेट केले जाते. मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे परिणामी प्रभावक्षेत्र याची प्रवृत्ती मूळ स्थितीत येण्याची आहे येते म्हणजेच एका म्हणजे सरळ रेषेत ज्या मुळे वर बल लावला जातो कॉइलच्या दोन बाजू आणि टॉर्क विकसित होतात जे कॉइल फिरवतात.



आकृती 4.52: मुख्यप्रभावक्षेत्र आणि रотор
प्रभावक्षेत्र च्या अक्षाची स्थिती



आकृती 4.53: टॉर्कविकास

वैकल्पिकरित्या, असे म्हटले जाऊ शकते की मुख्य ध्रुव एक फील्ड F तयार करतात. त्याची दिशा आकृती 4.52. मध्ये चिन्हांकित केली आहे. मध्येचिन्हांकितकेलीआहे. जेव्हा कॉइलला करंट पुरवठा केला जातो, ते F_r म्हणून चिन्हांकित केलेले स्वतःचे फील्ड तयार करते. या फील्ड मुख्य क्षेत्राच्या अनुषंगाने येण्याचा प्रयत्न करते आणि घड्याळाच्या दिशेने इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक टॉर्क विकसित होतो आकृती. 4.52 मध्ये दिशा चिन्हांकित केल्याप्रमाणे.

वास्तविक मशीनमध्ये आर्मेचरवर मोठ्या संख्येने कंडक्टर ठेवलेले असतात. सर्व कंडक्टर एका ध्रुवाच्या (उत्तर ध्रुवाप्रमाणे) प्रभावाखाली ठेवलेले असतात जे एका दिशेने (बाहेरील) करंट वाहून नेतात. तर, इतर ध्रुवांच्या प्रभावाखाली ठेवलेले इतर कंडक्टर, म्हणजेच दक्षिण ध्रुव, आकृती 4.53 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे उलट दिशेने (आतल्या दिशेने) प्रवाह वाहतात. परिणामी रотор प्रभावक्षेत्र तयार होते. त्याची दिशा F_r द्वारे चिन्हांकित आहे. हे रотор प्रभावक्षेत्र F_r मुख्य क्षेत्राशी जुळण्याचा F_m प्रयत्न करते आणि टॉर्क (T_e) विकसित केला जातो. अशा प्रकारे, रотор फिरू लागतो.

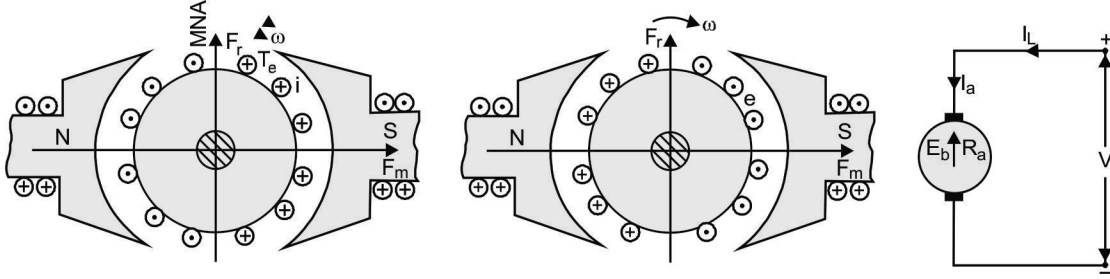
हे पाहिले जाऊ शकते की सतत टॉर्क साध्य करण्यासाठी, प्रत्येक कंडक्टर किंवा कॉइल साइड मायक्रो एफ अनब्की तटस्थ अक्ष (MNA) मध्ये प्रवाहाची दिशा ओलांडताना उलटली पाहिजे. हे काम कम्युटेटरच्या मदतीने साध्य केले जाते.

कम्युटेटरचे कार्य

d.c मोटर मध्ये कम्युटेटरचे कार्य म्हणजे करंटच्या प्रवाहाची दिशा उलट करणे प्रत्येक आर्मेचर कंडक्टरची जेव्हा तो M.N.A ओलांडतो सतत टॉर्क प्राप्त करण्यासाठी.

4.44 बॅक ईएमएफ

असे दिसून आले आहे की जेव्हा मुख्य चुंबकीय मध्ये ठेवलेल्या आर्मेचर कंडक्टरला विद्युत प्रवाह पुरवठा केला जातो फील्ड, टॉर्क विकसित होते आणि आर्मेचर फिरते, आर्मेचर कंडक्टर चुंबकीय क्षेत्र ओलांडतात आणि एक e.m.f. या कंडक्टरमध्ये प्रेरित होते या प्रेरित e.m.f ची दिशा. आर्मेचर कंडक्टरमध्ये फ्लेमिंगच्या उजव्या हाताच्या नियमाद्वारे निर्धारित केले जाते. हे आकृती 4.54 (b). मध्ये चिन्हांकित केले आहे.



आकृती 4.54: (अ) पुरवठ्याद्वारे करंटचा पुरवठा

आकृती 4.54: (ब) रोटेशन मुळे ईएमएफ

आकृती 4.55: परिपथ

बॅक ईएमएफ

हे पहिले गेले आहे कि जेव्हा मुख्य चुम्बकीय क्षेत्रा मध्ये ठेवलेल्या आर्मेचर कंडक्टरना विद्युत पुरवठा केला जातो, त्यामुळे टॉर्क विकसित होतो आणि आर्मेचर फिरते, चंबकीय क्षेत्रामध्ये आर्मेचर कंडक्टरला कापले जातात आणि या कंडक्टर मध्ये ईएमएफ प्रेरित होतो. आर्मेचर कंडक्टरमध्ये या मार्गदर्शक ईएमएफची दिशा फ्लेमिंगच्या उजव्याहाताच्या नियमाद्वारे निर्धारित केली जाते. हे आकृती 4.54 (ब) मध्ये चिन्हांकित आहे. हे पाहिले जाऊ शकते की या प्रेरित e.m.f ची दिशा. लागू व्होल्टेजच्या विरुद्ध आहे. त्यामुळेच हा प्रेरित e.m.f ला $e.m.f(E_b)$. परत म्हणतात. या प्रेरित e.m.f चे परिमाण या नात्याद्वारे दिले जाते

$$E_b = \frac{\phi Z N P}{60 A}$$

मोटर म्हणून काम करणाऱ्या मशीनचा एक साधा पारंपारिक सर्किट आकृती 4.55 मध्ये दर्शविला आहे. या मध्ये बाबतीत, पुरवठा व्होल्टेज नेहमी प्रेरित किंवा बॅक e.m.f पेक्षा जास्त असतो (म्हणजे $V > E_b$). त्यामुळे, विद्युत प्रवाह नेहमी मोटरला मेनमधून पुरवठा केला जातो आणि विविध प्रमाणांमधील संबंध असेल; $E_b = V - I_a R_a$

बॅक ईएमएफ चे महत्त्व

आर्मेचर मधून वाहणारा प्रवाह संबंधाने दिला जातो:

$$I_a = \frac{V - E_b}{R_a}$$

जेव्हा मोटरवरलावलेले यांत्रिक भार वाढते तेव्हात्या चावेग कमी होतो ज्यामुळे E_b चेमूल्य कमी होते. परिणामी मूल्य $(V - E_b)$ वाढते ज्यामुळे I_a वाढते. म्हणून, मोटर मुख्य पासून अतिरिक्त प्रवाह काढते.

4.45 दिष्ट मोटारचे प्रकार

आर्मेचर आणि त्यांच्या फील्ड विंडिंगच्या कनेक्शनच्या आधारावर, डी.सी. मोटर्सचे वर्गीकरण केले जाऊ शकते;

1. **स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट मोटर्स:** स्वतंत्रपणे एक्सायटेड डी.सी मोटर .ची पारंपारिक आकृती. ही 4.56 मध्ये दाखवले आहे. त्याचे व्होल्टेज समीकरण असेल;

$$E_b = V - I_a R_a - 2n_b$$

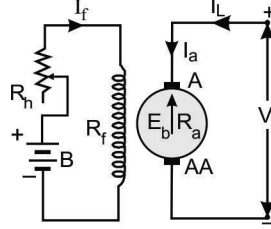
2. **स्वयंप्रेरित डी सी मोटर्स: रेडिएटर क्रमांक:** यामोटर्स चेपुढील वर्गीकरण केले जाऊ शकते;

(i) **शंटमोटर्स:** त्यांचे पारंपारिक आकृती 4.57 मध्ये दर्शविले आहे.

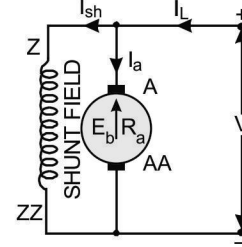
महत्वाचे नाते

$$I_{sh} = V/R_{sh}; \quad I_a = I_L - I_{sh}$$

$$E_b = V - I_a R_a - 2V_b$$



आकृती 4.56: स्वतंत्रपणे उत्तेजित दिष्ट मोटरचे पारंपारिक आकृती



आकृती 4.57: शंट मोटर्सचे पारंपारिक आकृती

(ii) **मालिकामोटर:** त्याचे पारंपारिक आकृती 4.58 मध्ये दर्शविले आहे.

$$\text{महत्वपूर्ण संबंध : } I_L = I_a = I_{se}; \quad E_b = V - I_a (R_a + R_{se}) - 2V_b$$

4.46 दिष्ट मोटर्सची वैशिष्ट्ये

दिष्ट मोटर ची कामगिरी म्हणून ओळखल्या जाणार्या वैशिष्ट्यपूर्ण वक्रांवरून मोटर सहजपणे ठरवता येते. मोटारची वैशिष्ट्ये म्हणजे ते वक्र जे दोन्हीमधील संबंध दर्शवतात. या प्रमाणांच्या आधारे, खालील वैशिष्ट्ये मिळू शकतात:

1. **गती आणि आर्मेचर करंट म्हणजे N-I एक वैशिष्ट्य:** हा वेग N आणि आर्मेचर करंट I_a मध्ये काढलेला वक्र आहे. याला गतीची वैशिष्ट्ये देखील म्हणतात.
2. **टॉर्क आणि आर्मेचर करंट अर्थात T- I_a वैशिष्ट्ये:** हे आर्मेचर T आणि आर्मेचर करंट I_a मध्ये विकसित टॉर्क दरम्यान काढलेले वक्र आहे. हे विद्युत वैशिष्ट्य म्हणून देखील ओळखले जाते.
3. **गती आणि टॉर्क अर्थात N-T वैशिष्ट्ये:** हे आर्मेचर टी मध्ये विकसित गती एन आणि टॉर्क दरम्यान काढलेले वक्र आहे. याला यांत्रिक वैशिष्ट्ये देखील म्हणतात.

मोटर वैशिष्ट्यांवर चर्चा करताना खालील महत्त्वाच्या बाबी लक्षात ठेवल्या पाहिजेत :

$$E_b \propto N \phi \quad \text{or} \quad N \propto \frac{E_b}{\phi} \quad \text{and} \quad T \propto \phi I_a$$

4.47 वैशिष्ट्ये स्वतंत्रपणे उत्सुक दिष्ट मोटर्स

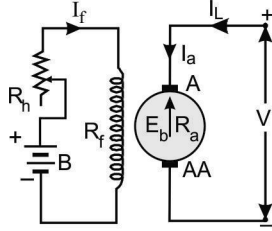
यामोटर चे पारंपारिक आकृती 4.60 मध्ये दर्शविले आहे. यामोटर्स मध्ये, प्रभावक्षेप चालू $I_f = V/R_f$ स्थिर राहते कारण पुरवठा विद्युत दाब V स्थिर आहे. म्हणूनच, यामोटर्स मधील प्रवाह व्यावहारिक दृष्ट्या स्थिर असतो.

(1) N- I_a वैशिष्ट्ये

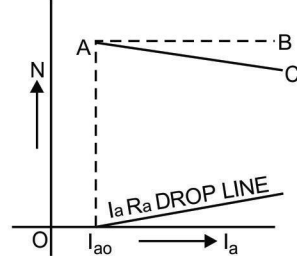
आम्हाला माहित आहे की, $N \propto \frac{E_b}{\phi}$ प्रवाह स्थिर आहे; $N \propto E_b$ or $N \propto V - I_a R_a$

जर आर्मेचर ड्रॉप ($I_a R_a$) नगण्य असेल तर, आकृती 4.61 मधील बिंदीदार रेषा AB द्वारे दर्शविल्याप्रमाणे लोडची सर्व मूल्यांसाठी मोटरची गती स्थिर राहील. पण काटेकोरपणे सांगायचे तर, भार वाढल्यामुळे आर्मेचर करंट वाढतो, आर्मेचर ड्रॉप $I_a R_a$ वाढतो आणि मोटरची गती किंचित कमी होते सरळ रेषा A C आकृती 4.61 मध्ये (आर्मेचर ring क्लिप करून). शिवाय, वैशिष्ट्यपूर्ण वक्र शून्य आर्मेचर करंटच्या बिंदूपासून सुरू होत नाही कारण लहान लोड, नॉन-लोड आर्मेचर करंट I_{a0} , मोटारचे रोटेशन लोडवर ठेवण्यासाठी आवश्यक आहे.

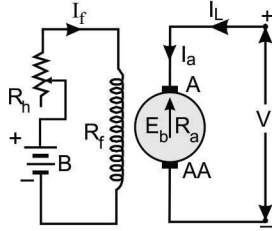
वेगळ्या एक्सायटेड डी सी मोटरच्या गतीमध्ये कोणतेही महत्त्वपूर्ण भार (भार) बदल अजिबात नसल्यामुळे, ती स्थिर गतीची मोटर मानली जाते. ही मोटर सर्वात योग्य आहे जिथे जवळजवळ सतत गती आवश्यक असते आणि लोड पूर्णपणे आणि अचानक हस्तांतरित केले जाऊ शकते.



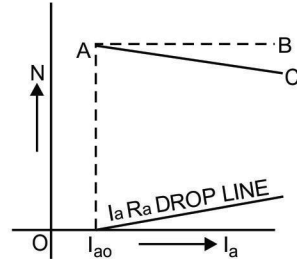
आकृती 4.58: स्वतंत्रपणे एक्सायटेड डीसी मोटर्स



आकृती 4.59: $N-I_a$ अभिलक्षण



आकृती 4.60: स्वतंत्रपणे उत्सुक दिष्ट मोटर्स;



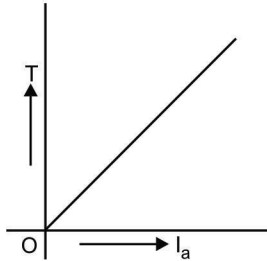
आकृती 4.61: $N-I_a$ वैशिष्ट्ये

(2) वैशिष्ट्ये च्या $T-I_a$

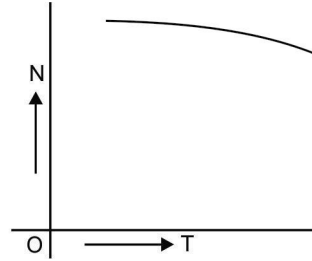
आम्हाला ते माहित आहे $T \propto \phi I_a$

फ्लक्स स्थिर असल्याने (आर्मेचरला वितरित केलेल्या विद्युतदाब पेक्षा पूर्णपणे भिन्न), $T \propto I_a$

म्हणून, विद्युत वैशिष्ट्य (म्हणजे $T - I_a$) ही मूळमधून जाणारी सरळ रेषा आहे. आकृती 4.62. मध्ये दाखवलेली आहे. वैशिष्ट्यपूर्ण वक्रावरून हे स्पष्ट होते की येथे मोठ्या आर्मेचर करंटची आवश्यकता सुरवातीला असते. जर मशीन जास्त लोडवर असेल तर. त्यामुळे या मोटर्स जास्त भाराने सुरू केल्या जात नाहीत.



आकृती 4.62: $T-I_a$ वैशिष्ट्ये;



आकृती 4.63: $N-T$ वैशिष्ट्ये

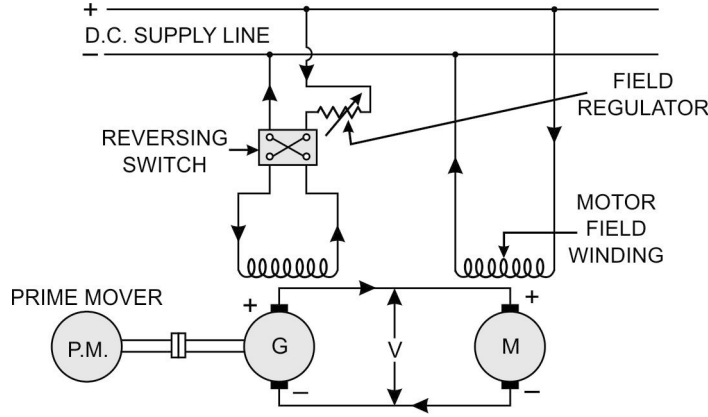
3. N-T वैशिष्ट्ये

N - T हे वैशिष्ट्य पहिल्या दोन वैशिष्ट्यांमधून आले आहे. जेव्हा लोड टॉर्क वाढतो, आर्मेचर करंट I_a वाढतो परंतु वेग किंचित कमी होतो. अशाप्रकारे लोड किंवा टॉर्क वाढल्याने, आकृती 4.63 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे वेग किंचित कमी होतो.

4.48 स्वतंत्रपणे उत्तेजित दिष्ट मोटर वेग नियंत्रण

वेगळ्या एक्ससाइटेड दिष्ट ची सर्वात सामान्य आणि अचूक गती कंट्रोल पद्धत म्हणजे मोटर्सर्वड लिओनार्ड सिस्टम खाली वर्णन केल्याप्रमाणे:

मोटर्सर्वड लिओनार्ड सिस्टम: ही प्रणाली मोटरला व्हेरिएबल विद्युतदाब पुरवण्यासाठी वापरली जाते. आकृती 4.63 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, दिष्ट जनरेटर जी यांत्रिकरित्या प्राइम मूव्हर पीएमसह जोडलेले आहे जे जनरेटरला सतत वेगाने फिरवते. दिष्ट जनरेटरचे प्रभावक्षेत्र वार्यिंग प्रभावक्षेत्र रेग्युलेटर आणि रिव्हर्सिंग स्विचद्वारे सतत विद्युतदाब दिष्ट सप्लाय लाइनशी जोडलेले आहे. डी.सी. मोटर M जनरेटर G पासून दिले जाते आणि त्याचे प्रभावक्षेत्र वळण थेट DC पुरवठा लाइनशी जोडलेले असते.



आकृती 4.64: वार्ड लिओनार्ड वेगळ्या उत्तेजित दिष्ट मोटरच्या वेग नियंत्रणाची पद्धत

मोटरला दिले जाणारे जनरेटरचे विद्युतदाब, त्याच्या प्रभावक्षेत्र रेग्युलेटरच्या सहाय्याने शून्यापासून त्याच्या कमाल मूल्यापर्यंत बदलता येते.

रिव्हर्सिंग स्विचद्वारे प्रभावक्षेत्र करंटची दिशा उलट करून, व्युत्पन्न विद्युतदाब ची ध्रुवीयता उलट केली जाऊ शकते आणि म्हणूनच मोटर एमच्या रोटेशनची दिशा म्हणून, या पद्धतीद्वारे, रोटेशनची गती आणि दिशा दोन्ही अगदी अचूकपणे नियंत्रित केली जाऊ शकतात.

या प्रणालीमध्ये भांडवली गुंतवणूक खूप जास्त आहे कारण दोन अतिरिक्त मशीन (जनरेटर आणि प्राइम मूव्हर) आवश्यक आहेत. वेग नियंत्रणाची ही प्रणाली सर्वात योग्य आहे जिथे रोटेशनच्या कोणत्याही दिशेने जवळजवळ अमर्यादित वेग नियंत्रण आवश्यक आहे उदा. स्टील रोलिंग मिल, पेपर उद्योग, लिफ्ट, क्रेन, जहाजांचे डिझेल-इलेक्ट्रिक प्रणोदन इ.

4.49 क्रियाकलाप नियमन

दिष्ट च्या गती रेग्युलेशनची व्याख्या मोटारच्या गतीमध्ये पूर्ण भारातून लोड नसताना होणारी बदल म्हणून केली जाते आणि पूर्ण लोड गतीची टक्केवारी.

$$\% \text{ गती नियमन} = \frac{\text{बिना भार में गति} - \text{पूर्ण भार में गति}}{\text{पूर्ण भार में गति}} \times 100 = \frac{N_0 - N}{N} \times 100$$

4.50 समकालिक मशीन

एक समकालिक मशीन एक AC मशीन आहे ज्याचे समाधानकारक ऑपरेशन खालील संबंधांच्या देखभालीवर अवलंबून असते:

$$N_s = \frac{120f}{P} \quad \text{or} \quad f = \frac{PN_s}{120}$$

जेथे N_s आरपीएम मध्ये समकालिक वेग आहे. f ही पुरवठ्याची वारंवारता आहे आणि P ही मशीनमधील ध्रुवांची संख्या आहे.

इलेक्ट्रिक शक्ति सिस्टीमशी जोडलेले असताना, एक समकालिक मशीन नेहमी हे संबंध कायम ठेवते. जर मोटर म्हणून काम करणारी एक समकालिक मशीन ही सरासरी गती (N_s) राखण्यात अपयशी ठरली, तर मशीन त्याचे रोटेशन राखण्यासाठी पुरेसे टॉर्क विकसित करणार नाही आणि थांबेल. मग मोटर पायरीच्या बाहेर खेचली जाते असे म्हटले जाते.

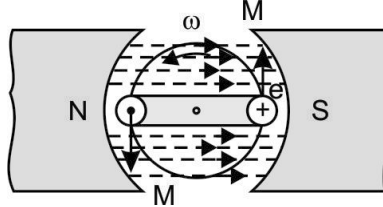
जर, सिंक्रोनस मशीन जनरेटर म्हणून कार्यरत असेल, तर त्याला एका विशिष्ट वारंवारता वर वीज निर्माण करण्यासाठी सिंक्रोनस गती नावाच्या एका निश्चित वेगाने चालवावे लागेल कारण सर्व इलेक्ट्रिक उपकरणे आणि मशीन्स या वारंवारता वर काम करण्यासाठी डिझाइन केल्या आहेत. भारतात शक्ति वारंवारता चे मूल्य 50 हर्ट्झ आहे.

4.51 मूलभूत गोष्टी

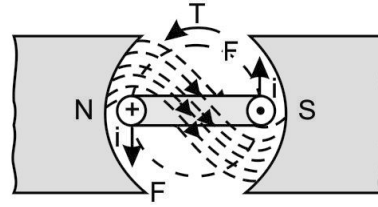
एक समकालिक मशीन फक्त एक इलेक्ट्रो-मेकॅनिकल ट्रान्सड्यूसर आहे जे यांत्रिक ऊर्जेला विद्युत उर्जेमध्ये किंवा त्याउलट रूपांतरित करते. मूलभूत घटना ज्यामुळे ही रूपांतरणे शक्य होतात:

(i) इलेक्ट्रो - मॅग्नेटिक लॉ ऑफ इंडक्शन आणि (ii) परस्परसंवादाचा नियम .

(i) **इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनचा नियम** : हे ईएमएफच्या उत्पादनाशी संबंधित आहे, म्हणजे ईएमएफ कंडक्टरमध्ये प्रेरित होते जेव्हा ते चुंबकीय क्षेत्र ओलांडते (आकृती 4.65 पहा). याला फॅराडेचा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनचा पहिला नियम म्हणतात.



आकृती 4.65: जनरेटर क्रिया

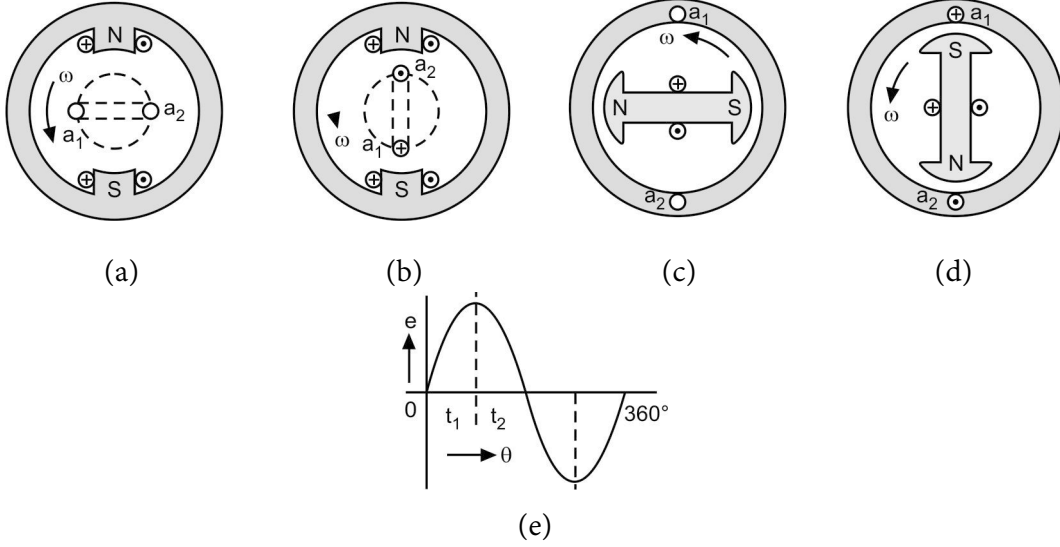


आकृती 4.66: मोटर क्रिया

(ii) **परस्पर संवादाचा नियम** : हा नियम शक्ती निर्मितीच्या घटनेशी संबंधित आहे. किंवा टॉर्क म्हणजे जेव्हाजेव्हा वर्तमान वाहक कंडक्टर चुंबकीय क्षेत्रात ठेवला जातो, तेव्हा वर्तमान वाहक कंडक्टर आणि मुख्य क्षेत्राद्वारे उत्पादित चुंबकीय क्षेत्रांच्या परस्पर संवादाद्वारे, कंडक्टरवर शक्ती टाकली जाते आणि टॉर्क विकसित होतो (आकृती 4.66 पहा).

4.52 साइनसॉइडल अल्टरनेटिंग ईएमएफचे आउटपुट

जेव्हा कंडक्टर किंवा कॉइल चुंबकीय क्षेत्रात ओलांडते तेव्हा एक e.m.f. त्यात इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शननावाच्या घटनेने प्रेरित होतो. हे एकतर स्थिर चुंबकीय क्षेत्रात कुंडली फिरवून किंवा गुंडाळी स्थिर ठेवून आणि चुंबकीय क्षेत्र फिरवून साध्य करता येते. (मशीनच्या फिरणाऱ्या भागावर प्रभावक्षेत्र वायंडिंग ठेवून चुंबकीय क्षेत्र फिरवता येते).



आकृती 4.67: अल्टरनेटिंग ईएमएफचे आउटपुट

चित्रासाठी आकृती 4.67 (अ) आणि (ब) पहा, स्थिर चुंबकीय क्षेत्रात फिरणाऱ्या कुंडलीच्या दोन पोझिशन्स दाखवल्या आहेत. तर, आकृती 4.67 (क) आणि (ड) मध्ये, स्थिर आर्मेचरवर ठेवलेल्या कॉइलमध्ये फिरणाऱ्या इलेक्ट्रो-मॅग्नेटची दोन स्थिती दर्शविली आहे. पहिल्या क्षणी, e.m.f. कॉइलमध्ये प्रेरित शून्य आहे कारण कॉइलद्वारे फ्लक्स कट शून्य आहे. तथापि, दुसऱ्या क्षणी, e.m.f. कॉइलमध्ये प्रेरित जास्तीत जास्त (सकारात्मक म्हणा). आकृती 4.67 (e) मध्ये दाखवलेल्या तरंग डायग्रामवर t_1 आणि t_2 हे दोन इन्स्टंट्स चिन्हांकित आहेत. एका क्रांतीमध्ये प्रेरित e.m.f. एक चक्र पूर्ण करते आणि त्याचे तरंग आकार आकृती 4.67 (e) मध्ये दर्शविले आहे.

4.53 वारंवारता, वेग आणि ध्रुवांची संख्या यांच्यातील संबंध

आकृती 4.68 मध्ये, एक मशीन N_s rpm च्या वेगाने फिरत असलेल्या रोटरवरील P ध्रुवांची संख्या दर्शवित आहे

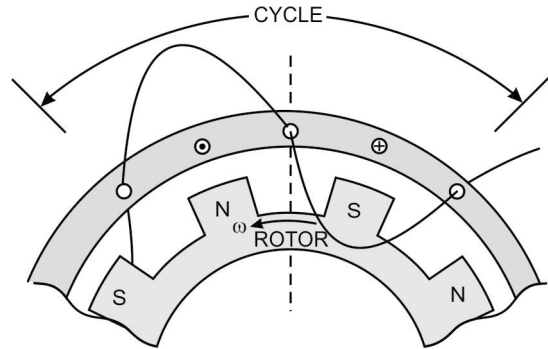
जेव्हा कंडक्टर ध्रुवांच्या जोडीतून जातो तेव्हा ईएमएफचे एक चक्र त्यात प्रेरित होते.

$$\therefore \text{प्रति क्रांती केलेल्या सायकलची संख्या} = \frac{P}{2}$$

$$\text{प्रति सेकंद केलेल्या क्रांतीची संख्या} f = \frac{N_s}{60}$$

$$= \text{चक्र} / \text{क्रांतीची संख्या} \times \text{क्रांती} / \text{सेकंद}$$

$$f = \frac{P}{2} \times \frac{N_s}{60} = \frac{PN_s}{120} \text{ Hz}$$



आकृती 4.68: रोटर नंबर पोल

4.54 सिंक्रोनस मशीनची उभारणी वैशिष्ट्ये

फक्त छोट्या सिंक्रोनस मशीनमध्ये प्रभावक्षेत्र सिस्टम रोटरवर स्टेटर आणि आर्मेचर वायंडिंग वर ठेवली जाते, परंतु मोठ्या मशीनमध्ये प्रभावक्षेत्र वायंडिंग रोटर वर ठेवली जाते आणि आर्मेचर वायंडिंग स्टेटरवर ठेवली जाते, आकृती 4.69 मध्ये दाखवल्या प्रमाणे. रोटेटींग प्रभाव क्षेत्र आणि स्थिर आर्मेचर सिस्टीमला स्थिर प्रभावक्षेत्र आणि रोटेटींग आर्मेचर सिस्टमपेक्षा प्राधान्य दिले जाते.

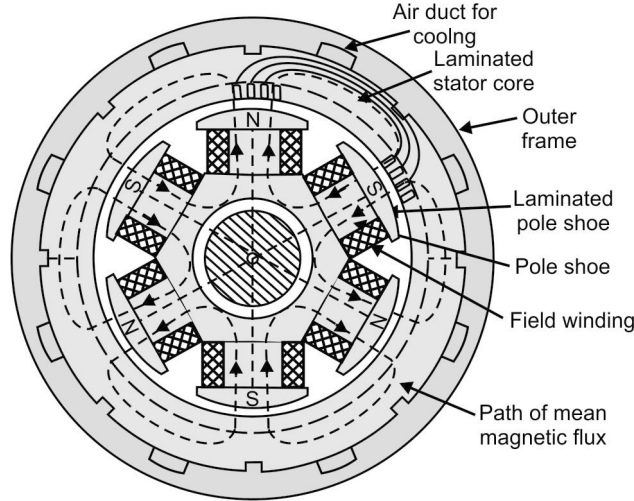
सिंक्रोनास मशीनचे महत्वाचे भाग खाली दिले आहेत:

- (1) स्टेटर (स्टेटर),
- (2) रोटर (रोटर)
- (3) मिश्रित (विविध)

1. स्टेटर

मशीनच्या बाह्य स्थिर भागाला स्टेटर म्हणतात, त्यात खालील महत्वाचे भाग असतात:

- (i) **स्टेटरफ्रेम:** तो एक मशीन बाह्य भाग कास्ट लोखंडाचा अस्तर संरक्षण होते. हे इतर कोणत्याही मजबूत साहित्यापासून देखील बनवले जाऊ शकते कारण ते चुंबकीय क्षेत्र वाहून नेण्यासाठी नाही. कास्ट लोह केवळ त्याच्या उच्च यांत्रिक सामर्थ्यामुळे वापरला जातो.
- (ii) **स्टेटर कोर:** स्टेटर कोर सिलिकॉन स्टील साहित्याचा बनलेला असतो. हे स्टॅम्पिंगच्या संख्येपासून बनवले गेले आहे जे एकमेकांपासून इन्सुलेटेड आहेत. त्याचे कार्य शक्तीच्या चुंबकीय रेषांसाठी एक सोपा मार्ग प्रदान करणे आणि स्टेटर वळण समायोजित करणे आहे.
- (iii) **स्टेटर वायंडिंग :** स्टेटर कोरच्या आतील परिघावर स्लॉट कापले जातात ज्यात 3-फेज किंवा 1-फेज वायंडिंग लावले जाते. एनामेलड तांबे वळण सामग्री म्हणून वापरले जाते.

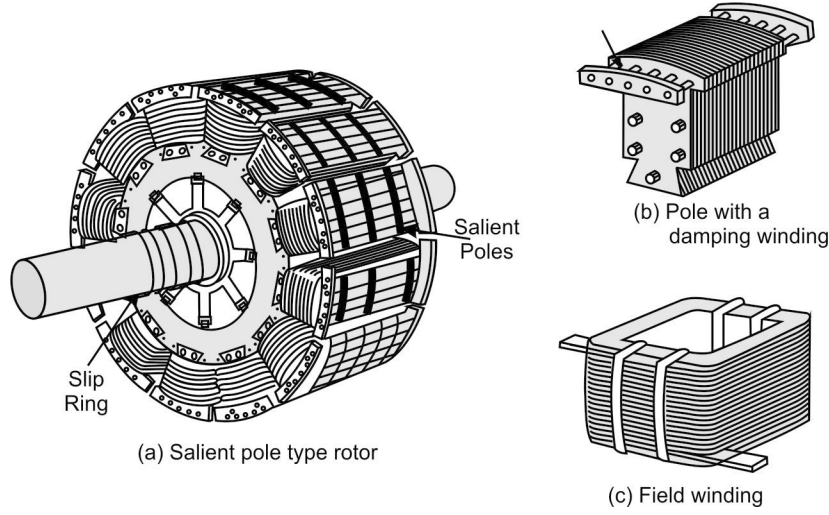


आकृती 4.69: मुख्य ध्रुव अल्टरनेटर ची उभारणी वैशिष्ट्ये

2. रोटर

यंत्राच्या फिरणाऱ्या भागाला रोटर म्हणतात. उभारणी दृश्य बिंदू पासून, नाव असलेल्या परस्परविरुद्ध पंख्यांच्या दोन प्रकार आहेत म्हणून खालीलप्रमाणे.

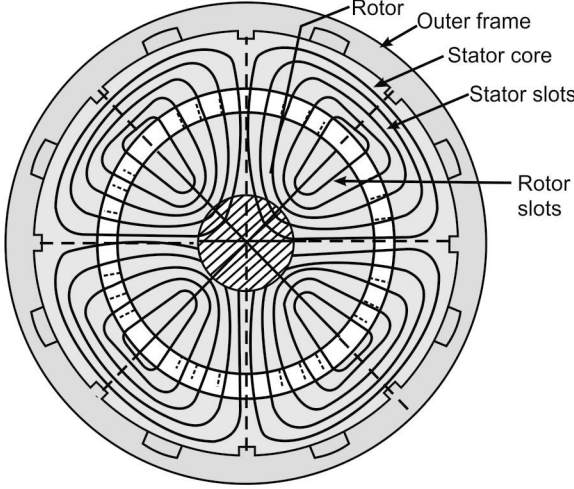
- (i) सायलेंट पोल प्रकार रोटर
- (ii) नॉन-सायलेंट पोल प्रकार रोटर.



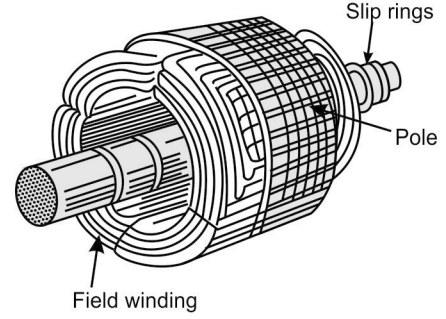
आकृती 4.70: अल्टरनेटरचे भाग

- (i) सायलेंट पोल रोटार: या प्रकरणात, प्रक्षेपित खांब रोटारवर प्रदान केले जातात. ठळक ध्रुव प्रकारचे उभारणी मध्यम आणि कमी गतीसाठी उपयुक्त आहे आणि सामान्यतः हायड्रो-इलेक्ट्रिक आणि डिझेल पॉवरप्लांटमध्ये सिंक्रोनास जनरेटर म्हणून वापरले जातात. या मशीन (जनरेटर) ची गती बरीच कमी असल्याने, आवश्यक वारंवारता मिळवण्यासाठी, मशीनमध्ये मोठ्या संख्येने ध्रुव 4.69 आणि 4.60 मध्ये दाखवल्या प्रमाणे एवढ्या मोठ्या ध्रुवांना सामावून घेण्यासाठी, या मशीनचा व्यास मोठा आणि लहान लांबी आहे. 200 आरपीएमच्या गतीसाठी (अल्टरनेटर्स वॉटर टर्बाइनसह) मशीनचा व्यास 14 मीटर इतका मोठा आहे आणि लांबी फक्त 1 मीटर आहे. ठळक ध्रुवप्रकार रोटारमध्ये खालील महत्वाचे भाग आहेत
- (अ) स्पायडर: स्पायडर कास्ट लोहा पासून बनलेला असतो ज्यामुळे चुंबकीय प्रवाह सुलभ होतो. हे शाफ्ट ला चिकटलेले आहे आणि बाह्यपृष्ठभागावर, ध्रुवकोर आणि ध्रुव-शूत्यासकीडले आहेत (आकृती 4.70 पहा).
- (ब) पोल कोर आणि पोल शू: हे लॅमिनेटेड शीट मटेरियल पासून बनलेले आहे [आकृती 4.70 (ब)] पहा. ध्रुवकोर चुंबकीय क्षेत्रासाठी कमीतकमी अनिच्छा मार्ग प्रदान करतो आणि ध्रुवशू संपूर्ण क्षेत्रामध्ये एकसमान पणे वितरित करतो जे तयार केलेल्या ए.मू.फ्रचे साइनसाइडल तरंग फॉर्म तयार करते.
- (क) प्रभावक्षेत्र वळण किंवा एक्सायटेड वळण : प्रभावक्षेत्र वळण हे पूर्वीच्या [आकृती 4.70 (क)] वर वुंड असतात आणि नंतर खांबाच्या कोर भोवती ठेवतात. दिष्ट पुरवठा त्याला स्लिपरिंगजद्वारे दिला जातो. जेव्हा प्रभावक्षेत्र वायडिंग मधून थेट प्रवाह वाहतो, तेव्हा ते आवश्यक चुंबकीय क्षेत्र तयार करते.
- (ड) डॅपर वळण: बाहेरील सर्वात परिघावर, छिद्रे दिली जातात ज्यात तांब्याच्या पट्ट्या घातल्या जातात आणि दोन्ही बाजूंनी शॉर्ट-परिपथ केल्या जातात ज्यामुळे रिंग डॅपर वळण बनवतात.
- (ii) नॉन-सायलेंटपोलप्रकाररोटार: या प्रकरणात, कोणतेही प्रक्षेपित पोल नाहीत पण पण पोल रोटार विंडिंगमधून वाहणाऱ्या विद्युत् प्रवाहाने तयार होतो. नॉन-सेलिंट पोल प्रकार बांधकाम उच्च गतीसाठी अनुकूल आहे. जेव्हा या टर्बाइनचा वापर या मशीनसाठी प्राइम-मूव्हर म्हणून केला जातो तेव्हा जनरेटर, दिलेल्या वारंवारतेसाठी लहान संख्येने पोल आवश्यक असतात. त्यामुळे ही यंत्रे लहान व्यास आणि मोठी लांबी आहे. नॉन-सेलिंट पोल प्रकारच्या रोटर्समध्ये खालील गोष्टी असतात
- (अ) रोटार कोर: रोटार कोर सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंगचा बनलेला असतो. ही शाफ्टची गुरुकिल्ली आहे. बाहेरील परिघावर स्लॉट कापले जातात ज्यात एक्सायटेड कॉइल्स ठेवल्या जातात. हे चुंबकीय प्रवाहासाठी एक सोपा मार्ग प्रदान करते.

(ब) रोटर वळण किंवा एक्सायटेड वळण: हे रोटर स्लॉटमध्ये ठेवले जाते आणि वळणातून विद्युत प्रवाह अशा प्रकारे जातो की आवश्यकतेनुसार ध्रुव तयार होतात (आकृती 4.72 पहा).



आकृती 4.71: सायलेंट पोल प्रकार रोटर



आकृती 4.72: नॉन-सायलेंट पोल प्रकार रोटर

3. विविध भाग:

खालील काही महत्वाचे विविध भाग आहेत;

- ब्रशेस:** ब्रशेस कार्बनचे बनलेले असतात आणि हे फक्त स्लिप रिंग्जवर सरकतात. डी सी पुरवठा ब्रशेसला दिला जातो. ब्रशेस पासून प्रवाह स्लिप रिंग्ज पर्यंत आणि नंतर एक्सायटेड वळण पर्यंत.
- बियरिंग्ज:** घर्षण कमी करण्यासाठी शाफ्ट आणि बाह्य स्थिर शरीराच्या दरम्यान बियरिंग्ज प्रदान केले जातात. त्यांच्या बांधकामासाठी वापरलेली सामग्री उच्च कार्बन स्टील आहे.
- शाफ्ट:** शाफ्ट सौम्य स्टीलचा बनलेला असतो. यांत्रिक शक्ती शाफ्टद्वारे मशीनला घेतली जाते किंवा दिली जाते.

4.55 निश्चित क्षेत्र प्रणालीवर फिरत्या प्रभावक्षेत्र सिस्टमचे फायदे

ठराविक क्षेत्र प्रणालीवर फिरणाऱ्या प्रभावक्षेत्र सिस्टमचे खालील महत्वाचे फायदे आहेत:

- आर्मेचर वायंडिंग प्रभावक्षेत्र वायंडिंग पेक्षा अधिक जटिल आहे. म्हणून, स्थिर संरचनेवर आर्मेचर वायंडिंग माउंट करणे सोपे आहे.
- आधुनिक अल्टरनेटर्स (सिंक्रोनास जनरेटर) मध्ये, उच्च विद्युतदाब तयार केले जाते, म्हणून, जड इन्सुलेशन प्रदान केले जाते आणि जेव्हा स्थिर संरचनेवर ठेवले जाते तेव्हा उच्च विद्युतदाब वळण इन्सुलेट करणे सोपे होते.
- जड विद्युत प्रवाह वाहून नेण्यासाठी आर्मेचर कंडक्टरचा आकार जास्त असतो, म्हणून, उच्च केंद्रापसारक ताण विकसित होतात. अशा प्रकारे, त्यांना स्थिर संरचनेवर ठेवण्यास प्राधान्य दिले जाते.
- स्लिप रिंग्जचा आकार विद्युत प्रवाहाच्या तीव्रतेवर अवलंबून असतो, म्हणून लहान आकाराच्या स्लिप रिंगद्वारे एक्सायटेशनसाठी काही करंट वितरित करणे सोपे आहे जेव्हा रोटिंग मॅग्नेटिक प्रणाली वापरली जाते.
- हाय स्पीड रोटर्स तयार करायला आणि योग्यरित्या संतुलित करणे सोपे आहे जेव्हा ते हलके फील्ड कॅरि करतात.
- रोटरचे वजन कमी आहे जेव्हा फील्ड सिस्टम रोटरवर पुरविले जाते आणि त्यामुळे घर्षण नुकसान होते.
- आर्मेचर स्थिर ठेवल्यास उत्तम शीतकरण प्रणाली प्रदान केली जाऊ शकते.

4.56 तीन फेज सिंक्रोनास मशीन

a.c. लहान मशीन्स जे घरगुती अनुप्रयोगांसाठी वापरतात ते सिंगल-फेज मशीन आहेत. मोठी a.c. यंत्रे सामान्यतः तीन-फेज मशीन असतात.. सिंक्रोनास मशीन्सचा मुख्य उपयोग म्हणजे जनरेटर कार्यरत. आहेत जनरेटर स्टेशनवर.

सर्व जनरेटिंग स्टेशन्सवर, तीन-फेज सिंक्रोनास जनरेटर सतत कार्यरत असतात कारण खालील कारणे:

- (i) फ्रेम आणि मटेरिअलच्या समान आकारासाठी, थ्री-फेज मशीनमध्ये जवळपास 1.5 पट आणि सिंगल-फेज मशीनच्या आउटपुट असतात.
- (ii) शक्ति तीन टप्प्यांत असताना अधिक आर्थिकदृष्ट्या प्रसारित आणि वितरित केले जाऊ शकते. जेव्हा ते सिंगल-फेजच्या स्वरूपात असते. म्हणून, 3-फेज सिंक्रोनास जनरेटर विद्युत उर्जा निर्मितीसाठी कार्यरत आहेत.
- (iii) उद्योगांमध्ये, वीज परिवर्तनासाठी, थ्री-फेज इंडक्शन मोटर्स सतत कार्यरत असतात कारण ते मजबूत, अधिक कार्यक्षम, स्वतःची सुरुवात करणारे, उच्च शक्ति फॅक्टरवर चालतात आणि खूप स्वस्त असतात. त्यांच्या ऑपरेशनसाठी थ्री-फेज शक्ति आवश्यक आहे, म्हणून, (3-फेज सिंक्रोनास जनरेटर) निर्माण करणे, 3-फेज सिस्टीमचा अवलंब करून विद्युत शक्ति प्रसारित करणे आणि वितरित करणे पसंत केले जाते.

4.57 EMF समीकरण

P = ध्रुवांची संख्या; ϕ = वेबर्स मध्ये फ्लक्स प्रतिपोल;

N = वेगआरपीएम मध्ये; f = हर्ट्झ मध्ये वारंवारता ;

Z_{ph} = प्रत्येक टप्प्यात सिरिजमधे जोडलेल्या कंडक्टर ची संख्या,

T_{ph} = अँटीफेस चेनमध्ये जोडलेल्या वळणांची संख्या

$*K_c$ = कॉइल स्पॅन फॅक्टर; $**K_d$ = वितरण घटक

* कॉइल स्पॅन फॅक्टर (K_c)

प्रेरित e.m.f चे गुणोत्तर कॉइल मध्ये जेव्हा वळण प्रेरित ईएमएफ ला कमी केले जाते त्याच कॉइलमध्ये जेव्हा ती पूर्ण पिच असते तेव्हा त्याला कॉइल स्पॅन फॅक्टर किंवा पिच फॅक्टर किंवा कॉर्डेड फॅक्टर म्हणतात. हे साधारणपणे K_c द्वारे दर्शविले जाते आणि त्याचे मूल्य नेहमी एकतेपेक्षा कमी असते.

$$\text{कॉइल स्पॅनर, } K_c = \frac{2e \cos \beta / 2}{2e} = \cos \beta / 2$$

जेथे β हाकोन आहे ज्या द्वारे कॉइल शॉर्ट पिच आहे.

** वितरण घटक (K_d)

कॉइ लगटा तील प्रेरित ईएमएफ चे गुणोत्तर जेव्हा वळण एका स्लॉट मध्ये केंद्रित केले जाते तेव्हा कॉइल गटातील स्लॉट च्या संख्येत प्रेरित ईएमएफ मध्ये वितरीत केले जाते तेव्हा वितरण घटक किंवा रंडी घटक म्हणतात. हे साधारणपणे K_d द्वारे दर्शविले जाते आणि त्याचे मूल्य नेहमी एकते पेक्षा कमी असते. वितरण घटक

$$\text{वितरण कारक } K_d = \frac{\sin \frac{m \alpha}{2}}{m \sin \frac{\alpha}{2}}$$

कोठे, m = प्रति फेज प्रतिपॉल्सलॉट किस्कीयावर, α = १८० अंश / प्रतिपॉल्सलॉट किस्कीया यानी स्लोटपिक.

एका फेरी दरम्यान प्रत्येक कंडक्टर नेकापलेला फ्लक्स = $P \phi$ वेबर

एक फेरी पूर्ण करण्यासाठी लागलेला वेळ = $\frac{60}{N}$ सेकंद

सरासरी e.m.f. प्रतिकंडक्टरप्रेरित = $\frac{P \phi}{60 / N} = \frac{P \phi N}{60}$

सरासरी e.m.f. प्रतिफेजप्रेरित = $\frac{P \phi N}{60} \times Z_{ph} = \frac{P \phi N}{60} \times 2 T_{ph} \quad \left(\because T_{ph} = \frac{Z_{ph}}{2} \right)$

= $4 \times \phi \times T_{ph} \times \frac{PN}{120} = 4 \phi f T_{ph}$

e.m.f. ची RMS मूल्ये प्रति फेज प्रेरित,

$E_{ph} = \text{औसत मान} \times \text{रूप गुणनखंड (Average value} \times \text{form factor)}$

$E_{ph} = 4 \phi f T_{ph} \times 1.11 = 4.44 \phi f T_{ph} \text{ volt}$

कॉइल स्पॅन फॅक्टर (केसी) आणि वायंडिंग चे वितरण घटक (K_d) विचारात घेणे. वास्तविक e.m.f. प्रति फेज प्रेरित

$E_{ph} = 4.44 K_c K_d \phi f T_{ph} \text{ volt}$

उदाहरण 4.12 : श्री-फेज 50 हर्ट्झ, सिंक्रोनास जनरेटर 250 आरपीएम वरचाल तो यंत्रा च्या खांबांची संख्या शोधा? यामशीन साठी तुम्ही कोण त्याप्रकार च्या प्राइम-मूव्हर ची अपेक्षा कराल?

उपाय : $f = 50 \text{ Hz}$

गति, $N_s = 250$ आरपीएम; नंतर $P = \frac{120f}{N_s} = \frac{120 \times 50}{250} = 24$ (उत्तर)

वेग, एन एस = 250 आरपीएम ; मग

सिंक्रोनास जनरेटरचा वेग खूपच कमी असल्याने प्राइम-मूव्हर हे वाटर टर्बाइन असेल

एवढ्या मोठ्या संख्येच्या पोलसाठी मशीन सायलेंट पोल प्रकारचि असेल

उदाहरण 4.13: 3-फेज, 6-पोल, स्टार कनेक्टेड अल्टरनेटरच्या नो-लोड टर्मिनल विद्युतदाब ची गणना करा ज्यामध्ये 1000 आरपीएमवर खालील डेटा आहे: साइनसॉइडली वितरित फ्लक्स प्रति पोल = 60 मीटर डब्ल्यूबी; आर्मेचर स्लॉटची एकूण संख्या = 60; प्रति स्लॉट कंडक्टरची संख्या = 10; वितरण घटक; केडी = 0.96. पूर्ण पिच विंडिंग्स गृहीत धरा.

उपाय: पूर्ण पिच वायंडिंग साठी; कॉइलस्पॅनफॅक्टर, $K_c = 1$

(वितरण घटक दिले आहे, म्हणून ते मोजले जाऊ शकत नाही.)

वळणांची संख्या/फेज, $T_{ph} = \frac{60 \times 10}{2 \times 3} = 100$

दिया पुरवठा वारंवारता, $f = \frac{PN_s}{120} = \frac{6 \times 1000}{120} = 50 \text{ Hz}$

E.M.F. प्रत्येक टप्प्यात प्रेरित, $= 4.44 K_c K_d f \phi T_{ph}$

$= 4.44 \times 1 \times 0.96 \times 50 \times 60 \times 10^{-3} \times 100 = 1278.7 \text{ V}$

अल्टरनेटर स्टार जोडलेला असल्याने

नो लोड टर्मिनल व्होल्टेज, $E_L = \sqrt{3} E_{ph} = \sqrt{3} \times 1278.7$ (उत्तर)

उदाहरण 4.14: 500 r.p.m वर चालणाऱ्या 3-फेज, 12-पोल, स्टार कनेक्टेड अल्टरनेटर च्या नो-लोड टर्मिनल विद्युत दाब ची गणना करा. खालील डेटा असणे:

साइनसॉइडली वितरित प्रवाह प्रति ध्रुव = 55 मीटर डब्ल्यूबी

आर्मेचर स्लॉटची एकूण संख्या = 72

कंडक्टरची संख्या/स्लॉट = 8

वितरण घटक = 0.96

पूर्ण पिच विंडिंग्स गृहीत धरा.

उपाय : ध्रुवांची संख्या, $P = 12$; गती, $NS = 500\text{rpm}$.

फ्लक्स, $\phi = 55 \times 10^{-3} \text{ Wb}$; स्लॉटची संख्या = 72

कंडक्टर / स्लॉटची संख्या = 8; $K_d = 0.96$, पूर्ण पिचवाइंडिंग साठी,

गुंडाळी कालावधी, $K_c = 1$

वितरण घटक दिले आहे, म्हणून ते मोजले जाऊ नये

प्रति फेज रॅप गणना

$$\text{वळणांची संख्या/फेज, } T_{ph} = \frac{72 \times 8}{2 \times 3} = 96$$

$$\text{पुरवठा वारंवारता, } f = \frac{PN_s}{120} = \frac{12 \times 500}{120} = 50 \text{ Hz}$$

$$\text{प्रेरित ई.एम.एफ. प्रति फेज, } E_{ph} = 4.44 K_c K_d f \phi T_{ph}$$

$$= 4.44 \times 1 \times 0.96 \times 50 \times 55 \times 10^{-3} \times 96 = 1125.3 \text{ V}$$

अल्टरनेटर स्टार ने जोडलेले असल्याने;

$$\text{नो लोड टर्मिनल व्होल्टेज, } EL = \sqrt{3} E_{ph} = \sqrt{3} \times 1125.3 = 1949 \text{ V (उत्तर)}$$

सराव

1. श्री- फेज 50 हर्ट्झ, सिंक्रोनस जनरेटर 187.5 आरपीएमवर चालते. यंत्राच्या पोलची संख्या शोधा? या मशीनसाठी तुम्ही कोणत्या प्रकारच्या प्राइम-मूव्हरची अपेक्षा कराल? (उत्तर = 32)
2. गणना 3-फेज, 4-पोल, स्टार कनेक्टेड अल्टरनेटर 1500 r.p.m ला चालू आहे आणि याचा डाटा खालिलप्रमाणे आहे: सायनोसाइडल वितरित प्रवाह प्रति पोल = 66 mWb; संपूर्ण आर्मेचर स्लॉटची संख्या = 72; प्रति स्लॉट कंडक्टरची संख्या = 10; वितरक; $K_d = 0.96$ (पूर्ण पिचवायंडिंग गृहीत धरा). (उत्तर = 2924 v)
3. गणना 3-फेज, 8- पोल, स्टार कनेक्टेड अल्टरनेटर 750 r.p.m ला चालू आहे आणि याचा डाटा खालिलप्रमाणे आहे
साइनसॉइडली वितरित फ्लक्स प्रति पोल = 55 mWb
आर्मेचर स्लॉटची एकूण संख्या = 72
कंडक्टर / स्लॉटची संख्या = 10
वितरक = 0.96
पूर्ण पिचवायंडिंग मानुया (उत्तर = 2436.3 v)

प्रकल्प



Project-1:
How to make
Induction motor



Project-2:
Powerful 220V and
12V Free Energy
Generator using dc
motor New



Project-3:
Lifetime battery for
any clock | Circuit
for wall clock | 3.7v
to 1.5v Converter

सारांश

1. श्री-फेज इंडक्शन मोटर: एक मशीन जे 3-फेज a.c विद्युत शक्तिचे यांत्रिक शक्तिमध्ये रूपांतरित करते. इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शन फिनाॅमेनॉ वापरून शक्तीला 3-फेज प्रेरणमोटर म्हणतात.
2. प्रेरणमोटर्स चे प्रकार: रोटरच्या बांधणी नुसार गिलहरी पिंजरा आणि फेज-वुंड असे दोन प्रकारचे प्रेरणमोटर्स आहेत.
3. फिरत्या क्षेत्राचे उत्पादन: जेव्हा प्रेरण मोटरच्या 3-फेज वाउंड स्टेटरला 3-फेज पुरवठा दिला जातो, परिणामी $1.5 \phi_m$ परिमाण असलेले एक क्षेत्र स्टेप-अप असते जेसतत वेगाने स्पेसमध्ये फिरते. समकालिक वेग N_s ($N_s = 120 f/p$).
4. कार्यरततत्त्व: प्रारंभी, स्थिर रोटर कंडक्टर फिरणारे चुंबकीय फील्डला कट करतात आणि इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनच्या नियमानुसार त्यांच्यामध्ये e.m.f. प्रेरित होते. रोटर कंडक्टर मधून शॉर्ट परिपथ होत असल्याने आणि रोटर प्रभावक्षेत्र ची निर्मिती केल्याने करंट प्रवाहित होतो. रोटर आणि स्टेटर चुंबकीय क्षेत्राच्या परस्पर संवादामुळे, टॉर्क विकसित होतो आणि रोटर फिरत असलेल्या क्षेत्राच्या दिशेनेत्याच दिशेने फिरू लागतो.
5. रोटेशनच्या दिशेने उलटणे: 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या रोटेशनची दिशा स्टेटर टर्मिनल्स वरील कोणत्याही दोन सप्लाय लीड्सच्या कनेक्शनमध्ये बदल करून उलट केली जाऊ शकते.
6. स्लिप: 3-फेज मोटरचा रोटर कधीही सिंक्रोनस गती मिळवत नाही कारण त्या वेगाने रोटर कंडक्टर आणि स्टेटर रिव्हॉल्व्हिंग प्रभावक्षेत्र दरम्यान कोणतीही सापेक्ष गती नसते आणि इंडक्शन फिनाॅमेनॉ शक्य नाही. त्याची गतीने हमी समकालिक गती पेक्षा कमी असते.
7. सिंक्रोनस गती आणि रोटर गती मधील फरक याला स्लिप म्हणतात. हे सहसा समकालिक गतीचा अंश म्हणून दर्शविले जाते.
 $s = (N_s - N)/N_s$.
8. रोटर प्रवाहांची वारंवारता: $f_r = S_f$
9. रोटरी e.m.f : स्थिर स्थिती $E_{2s} = 4.44 k w_2 T_2 f \phi$ or $E_{2s} = K E_1$
चालुवस्थेमेन $E_2 = S E_{2s}$
10. रोटर प्रतिरोध : R_2
11. रोटर प्ररोध: स्थिर स्थितीत - X_{2s} ; चालू स्थितीत $X_2 = S X_{2s}$
12. रोटरकरंट $I_2 = E_2/Z_2$ जेथे $E_2 = S E_{2s}$ आणि $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (S X_{2s})^2}$
13. रोटर शक्ति फॅक्टर : $\cos \phi_2 = R_2/Z_2 = R \sqrt{R_2^2 + (S X_{2s})^2}$
14. रोटर क्यू लॉस आणि स्लिपमधील संबंध रोटर तांबे नुकसाण आणि स्लिपमधील संबंध रोटर cu. नुकसान = $S \times$ रोटर इनपुट.

15. रोटर इनपुट – रोटर कॉपर लॉस = रोटरमध्ये विकसित केलेली यांत्रिक शक्ती.
16. रोटरमध्ये विकसित होणारी यांत्रिक शक्ती – यांत्रिक नुकसान = शाफ्टवर उत्पादित यांत्रिक शक्ती.
17. रोटरकोपर लॉस आणि स्लिपमधील संबंध: रोटरकोपर लॉस = $S \times$ रोटरिनपुट.
18. विकसित टॉर्क: $T = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{[(R_2^2) + (SX_{2s})^2]} = \frac{3}{\omega_s} \frac{E_{2s}^2 R_2 / S}{[(R_s / S)^2 + (X_{2s})^2]}$
19. जास्तीत जास्त टॉर्कची अट: $R_2 = SX_{2s}$ or $S = R_2/X_{2s}$
20. मॅक्सटॉर्क: $T_m = \frac{3E_{2s}^2}{2\omega_s X_{2s}} = T_m \mu \frac{1}{X_{2s}}$
21. स्टार्टर: सुरुवातीला प्रवाहाचा आत जाणारा प्रवाह मर्यादित करण्यासाठी वापरले जाणारे उपकरण स्टार्टर म्हणून ओळखले जाते. यात मोटर संरक्षणासाठी व्होल्ट कॉइल आणि ओव्हर लोड कॉइल नाही.
22. डायरेक्ट ऑन लाईन (डीओएल) स्टार्टर: हे स्टार्टर चालू होण्याच्या प्रवाहात मर्यादा आणत नाही परंतु मोटर्सचे संरक्षण करण्यासाठी त्यात नो-व्होल्ट आणि ओव्हर-लोड रिले असतात. हे लहान आकाराच्या मोटर्ससह (3HP पेक्षा कमी) वापरले जाते.
23. स्टार-डेल्टा स्टार्टर: हे प्रथम स्टारमध्ये स्टेटर वळण आणि नंतर डेल्टामध्ये जोडते त्यामुळे प्रारंभिक प्रवाह $1/3$ rd मूल्यापर्यंत कमी होतो. हे बहुतेक 3-चरण गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्ससह कार्यरत आहे.
24. ऑटो-ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर: हे सुरुवातीला स्टेटर वायंडिंग ला कमी विद्युतदाब प्रदान करते आणि प्रारंभिक प्रवाह कोणत्याही पूर्वनिर्धारित मूल्यापर्यंत कमी करण्याची क्षमता असते. याचा वापर 3-फेज गिलहरी पिंजरा इंडक्शन मोटर्स खूप मोठ्या आकारात सुरू करण्यासाठी केला जातो.
25. स्लिप-रिंग इंडक्शन मोटर्सची सुरुवात: स्लिप-रिंग इंडक्शन मोटर्समध्ये, सुरुवातीला रोटर परिपथ मध्ये प्रतिरोध जोडून प्रारंभिक प्रवाह मर्यादित असतो.
26. इंडक्शन मोटर्सचे गती कंट्रोल: 3-फेज इंडक्शन मोटर्सची गती बदलता येते (i) स्लिप बदलून, (ii) पुरवठा वारंवारता बदलून आणि (iii) इंडक्शन मोटरच्या खांबांची संख्या बदलून.
27. सिंगल-फेज I.M.: 1-फेज a.c. मध्ये रूपांतरित करणारी मशीन निवड मेक मध्ये शक्ती. इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शन फिनाॅमेनॉ वापरून शक्तीला 1-फेज प्रेरण मोटर म्हणतात.
28. 1-फेज I.M. मध्ये टॉर्क डेव्हलपमेंट: जेव्हा 1-फेज I.M. च्या स्टेटरला 1-फेज पुरवठा दिला जातो, तेव्हा $\phi_m/2$ परिमाणाची दोन प्रभावक्षेत्र तयार होतात जे समकालिक वेगाने विरुद्ध दिशेने फिरतात. दोन क्षेत्रांद्वारे एक समान आणि विरुद्ध टॉर्क विकसित केला जातो आणि परिणामी टॉर्क सुरुवातीला शून्य असतो. अशा प्रकारे, 1-फेज I.M. ही स्वतःची सुरु होणारी मोटर नाही. तथापि, जर रोटर काही बाह्य मार्गांनी दोन्ही दिशेने फिरवले असेल, तर टॉर्क विकसित होतो आणि रोटर त्या दिशेने वेग वाढवतो.
29. स्प्लिट फेज मोटर: 1-फेज इंडक्शन मोटर्समध्ये स्टार्टिंग टॉर्क मिळवण्यासाठी, सिंगल वाइंडिंगचे दोन भागांमध्ये विभाजन केले जाते ज्यामध्ये भिन्न प्रतिकार आणि इंडक्शन असते. ते वेगवेगळ्या कोनात विद्युत प्रवाह वाहतात जे एक समकालिक वेगाने अंतराळात फिरणारे क्षेत्र निर्माण करतात, यामुळे मोटरमध्ये प्रारंभिक टॉर्क विकसित होतो.
30. कॅपेसिटर मोटर्स: हे (i) कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर्स, (ii) कॅपेसिटर रन मोटर्स आणि (iii) कॅपेसिटर स्टार्ट आणि कॅपेसिटर चालित मोटर्स असू शकतात.

31. छायांकित ध्रुव मोटर्स: या मोटर्समध्ये तांब्याच्या पट्टीने रॅप केलेले 1/3 ध्रुव असलेले खांब प्रक्षेपित केले आहेत. खांबाच्या या भागाला खांबाचा छायांकित भाग म्हणतात. यामुळे, स्टेटरमध्ये एक फिरणारे क्षेत्र सेट केले जाते आणि टॉर्क विकसित केले जाते.
32. अदिष्ट एकसर मोटर्स: या मोटर्समध्ये उच्च प्रारंभिक टॉर्क विकसित करण्याची क्षमता असते आणि ते उच्च वेगाने फिरू शकतात. टॉर्क वर्तमानाच्या चौरसाप्रमाणे बदलतो आणि वेग अंदाजे वर्तमानाच्या उलट प्रमाणात बदलतो.
33. युनिव्हर्सल मोटर्स: अदिष्ट तसेच दिष्ट सप्लाय वर रेट केलेल्या विद्युतदाब वर चालवल्या जाणाऱ्या मोटरला युनिव्हर्सल मोटर म्हणतात.
34. डी सी मोटर: एक मशीन जे दिष्ट ला रूपांतरित करते यांत्रिक शक्तीमध्ये विद्युत शक्ती दिष्ट मोटर म्हणून ओळखली जाते. त्याचे कार्य मूलभूत तत्त्वावर अवलंबून असते की जेव्हा वर्तमान वाहक वाहक चुंबकीय क्षेत्रात ठेवला जातो, तेव्हा त्यावर एक शक्ती टाकली जाते आणि टॉर्क विकसित होतो.
35. डी सी मशीनची उभारणी वैशिष्ट्ये: दिष्ट चे आवश्यक भाग मशीन आहेत: मॅग्नेटिक फ्रेम किंवा योक, पोल कोर आणि पोल शूज, प्रभावक्षेत्र किंवा एक्साईटिंग कॉइल्स, आर्मेचर कोर, आर्मेचर वायंडिंग, कम्युटेटर, ब्रशेस, ब्रश रॉकर, एंड हाऊसिंग इ.
36. कम्युटेटरची कार्ये: सतत टॉर्क मिळवण्यासाठी जेव्हा MNA ओलांडते तेव्हा आर्मेचर कंडक्टरमध्ये प्रवाहाच्या प्रवाहाची दिशा उलट करते.
37. बॅक e.m.f. : जेव्हा d.c. मोटर आर्मेचर रोटेटरला पुरवठा केला जातो. आर्मेचर कंडक्टर मुख्य चुंबकीय क्षेत्र ओलांडतात आणि एक ईएमएफ त्यांच्यामध्ये उलट विद्युतदाब च्या उलट दिशेने प्रेरित होतो ज्याला बॅक ईएमएफ म्हणतात. (Eb).

$$E_b = PZN \phi_{sh} / 60 A ; E_b \propto N \phi \text{ or } N \propto E_b / \phi ; E_b < V \text{ and } E_b = V - I_a R_a$$
38. सेपरेटलि एक्सायटेड : $I_a = I_L ; E_b = V - I_a R_a - 2V_b$
 शंट मोटर्स: $I_{sh} = V / R_{sh} ; I_a = I_L - I_{sh} ; E_b = V - I_a R_a - 2V_b$
 सिरिज मोटर्स: $I_{se} = I_a = I_L ; E_b = V - I_a (R_a + R_{se}) - 2V_b$
 कंपाउंड मोटर्स: संचयी: $\phi_r = \phi_{sh} + \phi_{se}$ डिफरेंशियल: $\phi_r = \phi_{sh} - \phi_{se}$
39. डी सी मोटर्सचे गती कंट्रोल: प्रभावक्षेत्र कंट्रोल आणि आर्मेचर कंट्रोल पद्धती वापरून डी सी मोटर्सची गती अगदी तंतोतंत नियंत्रित केली जाऊ शकते.
40. $Speed\ regulation = \frac{NL\ speed - FL\ speed}{FL\ speed}$
41. सिंक्रोनास मशीन: एक मशीन जी केवळ समकालिक वेगाने फिरते त्याला NS सिंक्रोनस मशीन म्हणतात. त्याचे समाधानकारक ऑपरेशन संबंधावर अवलंबून असते.

$$N_s = \frac{120f}{P}$$
42. अल्टरनेटर: ए सी मशीन जे यांत्रिक शक्ती किंवा ऊर्जेला अदिष्ट विद्युत शक्ती किंवा ऊर्जेमध्ये इच्छित वारंवारतेमध्ये (भारतात 50 हर्ट्झ) रूपांतरित करते त्याला अल्टरनेटर म्हणतात. याला समकालिक जनरेटर किंवा फक्त ए.सी. जनरेटर त्याच्या ऑपरेशनचे मूलभूत तत्व इलेक्ट्रो-मॅग्नेटिक इंडक्शन आहे.
43. सिंक्रोनस मशीन्सचे उभारणी : सामान्यतः मोठ्या आकाराच्या मशीन्समध्ये स्थिर आर्मेचर आणि फिरणारी प्रभावक्षेत्र सिस्टीम असते कारण अर्थव्यवस्था आणि साधे डिझाईनिंग.
 रोटर बांधणीनुसार, दोन प्रकारच्या सिंक्रोनास मशीन आहेत, (i) ठळक ध्रुव प्रकार (ii) गैर-मुख्य ध्रुव प्रकार.

44. अनुप्रयोग: (i) ठळक ध्रुव प्रकारच्या मशीन (अल्टरनेटर) कमी वेगाने चालवल्या जातात आणि जलविद्युत प्रकल्पांमध्ये वॉटर टर्बाइनसह जोडल्या जातात. या मशीनमध्ये मोठ्या संख्येने खांब, मोठा व्यास आणि लहान लांबी असते. (ii) नॉन-सेलिंट पोल टाईप मशीन्स (अल्टरनेटर) उच्च वेगाने चालतात आणि थर्मल शक्ति प्लांट्समध्ये स्टीम टर्बाइनसह जोडल्या जातात. या मशीनमध्ये लहान संख्याचे खांब, लहान व्यास आणि मोठी लांबी असते.
45. श्री-फेज सिंक्रोनास मशीन: मोठे ए.सी. उच्च कार्यक्षमता आणि अर्थव्यवस्थेमुळे मशीन नेहमी 3-फेज वुंड मशीन असतात.
46. Emf समीकरण $E_{ph} = 4.44 K_c K_d \phi \mu T_{ph}$

लघु प्रश्नाचे उत्तर

1. इंडक्टर मोटरची बाह्य फ्रेम प्लास्टिकची बनू शकते, का ते सांगा?
2. दिष्ट मशीनची बाह्य चौकट प्लास्टिकची बनू शकते, का ते सांगा?
3. इंडक्टर मोटरचा रोटार तिरका आहे, का?
4. इनपुटवर कोणत्याही दोन टर्मिनल्सचे कनेक्शन बदलून आपण 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या रोटेशनची दिशा उलट करू शकतो का?
5. गिलहरी पिंजरा रोटारमध्ये, रोटार कंडक्टर आणि स्लॉट दरम्यान इन्सुलेशन दिले जात नाही, का?
6. प्रेरण मोटरला असिंक्रोनस मोटर देखील म्हणतात, का?
7. एक प्रेरण मोटर समकालिक वेगाने चालू शकते का, ते सांगा?
8. जेव्हा 3-फेज पुरवठा 3-फेज वुंड प्रेरण मोटरच्या स्टेटरला दिला जातो, तेव्हा एक फिरणारे प्रभावक्षेत्र सेट-अप केले जाते. जेव्हा समान पुरवठा 3-फेज ट्रान्सफॉर्मरला दिला जातो तेव्हा फिरणारे प्रभावक्षेत्र नसते
9. का, ते सांगा?
10. रोटार कंडक्टर रोटारच्या बाह्य परिघावर ठेवलेले असतात, का?
11. इंडक्टर मोटरच्या स्टेटर आणि रोटारमधील हवेतील अंतर शक्य तितके लहान ठेवले जाते, का?
12. डायरेक्ट ऑन लाइन स्टार्टर इंडक्शन मोटरच्या सुरुवातीच्या प्रवाहाला मर्यादित करत नाही तरीही त्याला स्टार्टर नाही स्विक म्हणतात, का?
13. खूप मोठ्या 3-फेज इंडक्शन मोटर्ससाठी ऑटो ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टर्सला स्टार डेल्टा स्टार्टर्सपेक्षा प्राधान्य दिले जाते, का?
14. मोठ्या इंडक्शन मोटर्स थेट लाइनवर सुरू केल्या नाहीत, का? (PSB/HSB डिसेंबर 1996)
15. लिफ्टमध्ये कोणत्या प्रकारच्या 3-फेज प्रेरण मोटर कार्यरत आहेत, का ते सांगा?
16. एक प्रेरण मोटर नेहमी लॅगिंग शक्ति फॅक्टरवर वीज काढते, का?
17. जेव्हा प्रेरण मोटरवरील भार वाढतो, तेव्हा त्याची गती कमी होते, का?
18. 1-फेज कॅपेसिटरच्या बाबतीत मोटर चालवा जर कॅपेसिटर खराब झाले तर मोटर सुरू होत नाही.
19. तथापि जर ते दोन्ही दिशेने फिरवले तर ते त्या दिशेने वेग वाढवते, का?
20. छायांकित पोल मोटरच्या रोटेशनची दिशा उलट करता येत नाही, का?
21. स्प्लिट-फेज सिंगल-फेज इंडक्शन मोटरच्या रोटेशनची दिशा उलट करता येते, कसे?
22. सार्वत्रिक मोटर मिक्सर-ग्राइंडरमध्ये का वापरली जाते?
23. आर्मेचर कोरचे कार्य काय आहेत?
24. प्रभावक्षेत्र सिस्टमचे कार्य काय आहे?

25. जूचे मुख्य कार्य काय आहेत?
26. पोल शूजचे मुख्य कार्य काय आहेत?
27. कार्बन ब्रशचे काय फायदे आहेत?
28. दिष्ट मशीनचे आर्मेचर सिलिकॉन स्टील का बनते?
29. दिष्ट मोटर म्हणजे काय?
30. दिष्ट मोटरचे कार्य तत्त्व काय आहे?
31. बॅक ईएमएफ म्हणजे काय?
32. दिष्ट मोटर्सचे विविध प्रकार कोणते आहेत?
33. कोणते घटक समकालिक जनरेटरच्या ध्रुवांची संख्या निर्धारित करतात?
34. अल्टरनेटर्स केव्हीए मध्ये का रेट केले जातात?

सरावासाठी संख्यात्मक प्रश्न

1. जर e.m.f. 8 ध्रुव प्रेरण मोटरच्या स्टेटरमध्ये 50 हर्ट्झची वारंवारता असते आणि रोटर 1-5 हर्ट्झमध्ये मोटर कोणत्या मोटर कोणत्या गतीने चालते आणि त्याची स्लिप शोधा. (उत्तर. 727.5 आरपीएम, 0.03)
2. 8-पोल अल्टरनेटर 750 r.p.m वर चालते आणि 6-पोल इंडक्शन मोटरला वीज पुरवठा करते ज्यात 3%पूर्ण लोड स्लिप आहे. इंडक्शन मोटरची संपूर्ण लोड गती आणि त्याची वारंवारता शोधा रोटर e.m.f. (उत्तर. 970 आरपीएम, 1-5 हर्ट्झ)
3. अंदाजे 700 r.p.m चा वेग मिळवणे अपेक्षित आहे. 3-फेज इंडक्शन मोटरसह. (I) 60 Hz मोटरसाठी खांबांची संख्या निश्चित करा; (ii) 25 Hz मोटर. जर प्रत्येक मोटरची रेटेड लोड स्लिप 5%असेल तर प्रत्येक मोटरसाठी रेटेड गती निश्चित करा. (उत्तर. 10; 684 r.p.m., 4; 712.5 r.p.m.)
4. 3-फेज, 3.7 kW प्रेरण मोटरवर रेट केलेल्या लोडसाठी ध्रुवांची संख्या, स्लिप आणि रोटर प्रवाहांची वारंवारता निश्चित करा: (i) 220 V, 50 Hz, 1440 r.p.m. (ii) 120 V, 400 Hz, 3800 r.p.m. (उत्तर. 4, 4%, 2 हर्ट्झ 12, 5%, 20 हर्ट्झ)
5. 3-फेज 6-पोल इंडक्शन मोटरवर संतुलित 3-फेज, 50 Hz विद्युतदाब लागू केले जाते. जेव्हा मोटर रेटेड आउटपुट देते तेव्हा स्लिप 0.04 असल्याचे आढळते. निश्चित करा:
 - (i) स्टेटर स्ट्रक्चरशी संबंधित फिरणाऱ्या प्रभावक्षेत्र ची गती.
 - (ii) रोटर प्रवाहांची वारंवारता.
 - (iii) रोटरची गती m.m.f. रोटर स्ट्रक्चरशी संबंधित.
 - (iv) रोटरची गती m.m.f. स्टेटर स्ट्रक्चरशी संबंधित.
 - (v) रोटरची गती m.m.f. स्टेटर प्रभावक्षेत्र वितरणाशी संबंधित.
 - (vi) निव्वळ एकदिशा टॉर्कच्या विकासासाठी अटी योग्य आहेत का?
(उत्तर. 1000 आरपीएम; 2 हर्ट्झ; 40 आरपीएम; 1000 आरपीएम; शून्य; होय)
6. 6-ध्रुव, 3-चरण, 50 हर्ट्झ प्रेरण मोटरमध्ये एक स्टार जोडलेले रोटर आहे. रोटरमध्ये अनुक्रमे 0.25 ओहम आणि 2.5 ओहम प्रति फेज रोध आणि स्थिर प्रतिक्रिया आहे. सुरुवातीला स्लिपरिंग दरम्यान प्रेरित ईएमएफ 100 व्ही आहे. जर पूर्ण लोड गती 960 आरपीएम असेल गणना करा (i) स्लिप, (ii) रोटर प्रेरित e.m.f. प्रति फेज (iii) रोटर करंट आणि शक्ति फॅक्टर स्टँड स्टिलवर आणि (iv) रेटेड लोडवर रोटर करंट आणि शक्ति फॅक्टर. (उत्तर. 4%; 57.735 V; 22.98 A, 0.0995 lagging; 8.577 A, 0.9285 lagging)

7. स्टार-कनेक्टेड रोटर असलेल्या 3-फेज इंडक्शन मोटरमध्ये एक प्रेरित e.m.f. ओपन परिपथ वर थांबलेल्या स्लिपरिंग दरम्यान 80 V चे. रोटरमध्ये रोध आणि प्रतिक्रियांची अनुक्रमे 0.5 ओम आणि 2 ओम प्रति फेज आहे. करंट प्रति फेजची गणना करा आणि p.f. जेव्हा (i) स्लिपरिंग शॉर्ट परिपथ केले जातात (ii) स्लिपरिंग 4 ओम प्रति फेजच्या स्टार कनेक्ट केलेल्या रिओस्टॅटशी जोडलेले असतात. (उत्तर. 95.22 ए, 0.2425 मागे पडणे; 9 -38 ए, 0 -9138 मागे पडणे)
8. 3-फेज प्रेरण मोटरला पुरवलेली शक्ती 40 किलोवॅट आहे आणि संबंधित स्टेटरचे नुकसान 1-5 किलोवॅट आहे. गणना करा :
- (अ) एकूण यांत्रिक शक्ती विकसित झाली आणि स्लिप 0.04 झाल्यावर रोटर I_2R चे नुकसान झाले.
- (ब) जर घर्षण आणि वाऱ्याचे नुकसान 0.8 kW असेल तर मोटरची आउटपुट पॉवर.
- (क) मोटरची कार्यक्षमता. रोटर लोहाच्या नुकसानाकडे दुर्लक्ष करा.
- (उत्तर. 36.96 किलोवॅट; 1.54 किलोवॅट; 36.16 किलोवॅट; 90.4%)
9. 3-फेज इंडक्शन मोटरचे शाफ्ट आउटपुट 75 किलोवॅट आहे. घर्षण आणि वायूचे नुकसान 1000 वॅट्स आहे. स्टेटर कोरचे नुकसान 4000 डब्ल्यू आणि स्टेटर कॉपरचे नुकसान 2500 डब्ल्यू आहे. जर स्लिप 3.5% असेल तर मोटरची कार्यक्षमता किती आहे? (उत्तर. 87.97%)
10. 400 व्ही, 6-पोल, 50 हर्ट्झ, 3-फेज इंडक्शन मोटर 20 एच.पी. 995 आरपीएम वर चालताना यांत्रिक नुकसानासह, शक्ति फॅक्टर 0.87 आहे. गणना करा: (i) स्लिप (ii) रोटर कॉपरचे नुकसान (iii) लाईन करंट. स्टेटर कॉपरचे नुकसान 1500 डब्ल्यू आहे. (उत्तर. 0 -005; 73 -92 डब्ल्यू; 27 ए)
11. 50 एचपी, 6-पोल, 3-फेज इंडक्शन मोटर 955 आरपीएम वर पूर्ण लोड आउटपुट देते आणि 500 V, 50 Hz mains शी कनेक्ट केल्यावर 0.86 pf सह. घर्षण आणि एयर लॉस एकूण 2 एचपी. आणि स्टेटर नुकसान 1.5 KW आहे या लोडसाठी निर्धारित करा: (i) एकूण रोटर क्यू नुकसान; (ii) कार्यक्षमता; आणि (iii) रेषा प्रवाह. (उत्तर. 1.802 किलोवॅट; 88.51%; 55.78 ए)
12. 6-पोल, 3-फेज इंडक्शन मोटर 960 आरपीएमच्या वेगाने चालते आणि शाफ्ट टॉर्क 135.7 एनएम आहे. जर घर्षण आणि एयर लॉस 150 वॅट असेल तर रोटर कॉपर लॉसची गणना करा. पुरवठ्याची वारंवारता 50 हर्ट्झ आहे. (उत्तर. 574 -67 डब्ल्यू)
13. 50 एचपी वर लोड केल्यावर इंडक्शन मोटरची कार्यक्षमता 85% असते. या लोडवर स्टेटर कॉपर लॉस आणि रोटर कॉपर लॉस प्रत्येक लोहाचे समान नुकसान. यांत्रिक नुकसान हे नो लोड लॉसच्या एक तृतीयांश आहे. रोटर कॉपर लॉस, रोटर इनपुट आणि स्लिपची गणना करा.
14. 3-फेज, 50 हर्ट्झ, सिंक्रोनास जनरेटर 166.67 आरपीएम वर चालते ध्रुवांची संख्या किती आहे? हे मशीन वगळता तुम्ही प्राइम-ओव्हरचे काय कराल? (उत्तर. 36, हायड्रोलिक टर्बाइन)
15. 4-पोल, 3-फेज अल्टरनेटरच्या स्टेटर कोरमध्ये 36 स्लॉट आहेत. यात 8-स्लॉटच्या बरोबरीने कॉइल स्पॅनसह शॉर्ट पिच 3-फेज वायंडिंग आहे. वितरण आणि कॉइल पिच फॅक्टर निश्चित करा. (उत्तर. 0.9598; 0.9848)
16. 3-फेज, 12-ध्रुव अल्टरनेटरमध्ये 108 स्लॉट आणि 10 कंडक्टर प्रति स्लॉटसह स्टार जोडलेले वळण असते. कॉइल्स पूर्ण खड्डे आहेत. प्रवाह प्रति ध्रुव 0.05 Wb साइनसाइडली वितरित केला जातो आणि वेग 600 आरपीएम आहे. ओपन परिपथ वरील लाईन विद्युतदाब ची गणना करा. 0.96 च्या बरोबरीने वितरण घटक गृहीत धरा. (उत्तर. 3986.7 V)

बहुपर्यायी प्रश्न

1. इंडक्शन मोटरचा स्टेटर कोर बनलेला असतो
 (अ) लॅमिनेटेड कास्ट लोह (ब) सौम्य स्टील
 (क) सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंग (ड) मऊ लाकूड.
2. प्रेरण मोटरचे स्टेटर वळण यासाठी डिझाइन केले जाऊ शकते
 (अ) ध्रुवांची कोणतीही संख्या (ब) ध्रुवांची कोणतीही सम संख्या
 (क) कोणत्याही ध्रुवांची विषम संख्या (ड) फक्त चार ध्रुवांसाठी.
3. गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर च्या रोटार तिरकस आहे कारण
 (अ) हे गुंजा कमी करते त्यामुळे मोटर चालवणे सुनिश्चित होते.
 (ब) यामुळे रोटारच्या वेगवेगळ्या पदांसाठी गुळगुळीत टॉर्क वक्र होतात.
 (क) हे स्टेटर आणि रोटारचे चुंबकीय स्वरूप टाळते.
 (ड) हे सर्व.
4. फेज-वुंड प्रेरण मोटरच्या स्लिप रिंग्स बनलेले आहेत:
 (अ) लाकूड (ब) कास्ट लोह (क) स्टील (ड) कूपर
5. स्टेटर आणि रोटारमध्ये कोणतेही विद्युत कनेक्शन नाही, तरीही वीज हस्तांतरित केली जाते स्टेटर ते रोटार
 (अ) चुंबकीय प्रवाह (ब) हवा (क) पाणी (ड) चुंबक.
6. मोठ्या प्रेरण मोटरमध्ये सहसा पूर्ण लोड स्लिपचे मूल्य असते
 (अ) 0-4% (ब) 20% (क) 3 ते 5% (ड) 6 ते 15%
7. सुरुवातीला, प्रेरण मोटरची स्लिप आहे
 (अ) शून्य (ब) 0-5 (क) एक (ड) अनंत.
8. चालू वाहनाखाली, रोटार रिअॅक्टन्स थेट प्रमाणात असते
 (अ) प्रेरित e.m.f. (ब) रोटार करंट (क) स्लिप (ड) पुरवठा विद्युतदाब .
9. सुरुवातीला रोटार शक्ति फॅक्टर आहे
 (अ) खूप जास्त (ब) खूप कमी (क) एकता (ड) शून्य.
10. इंडक्शन मोटरचे रोटार कॉपरचे नुकसान थेट प्रमाणात असते
 (अ) मोटरला इनपुट (ब) मोटरचे आउटपुट (क) रोटार रेझिस्टन्स (ड) स्लिप.
11. जास्तीत जास्त टॉर्कची अट आहे
 (अ) $R_2 = SZ_{2s}$ (ब) $X_{2s} = SR_2$ (क) $R_2 = X_{2s}$ (ड) $R_2 = SX_{2s}$
12. स्टार्टरचे कार्य आहे
 (अ) मोटर सुरू करणे
 (ब) मोटर सुरू करणे आणि थांबवणे
 (क) लागू होणारे विद्युतदाब मर्यादित करण्यासाठी प्रारंभिक प्रवाह
 (ड) मर्यादित करणे

13. सिंगल-फेज, स्प्लिट वायंडिंग इंडक्शन मोटरचा स्टेटर कोर बनलेला आहे
 (अ) लॅमिनेटेड कास्ट लोह (ब) सौम्य स्टील
 (क) सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंग (ड) मऊ लाकूड.
14. सिंगल फेज इंडक्शन मोटरमध्ये सुरुवातीला दोन फिरणारी प्रभावक्षेत्र तयार होतात
 (अ) रोटार कंडक्टरमध्ये असमान टॉर्क (ब) रोटार कंडक्टरमध्ये टॉर्क नाही
 (क) रोटार कंडक्टरमध्ये समान आणि विरुद्ध टॉर्क (ड) रोटार कंडक्टरमध्ये समान दिशेने समान टॉर्क
15. चालण्याच्या स्थितीत जर स्प्लिट फेज इंडक्शन मोटरची सुरुवातीची वळण डिस्कनेक्ट झाली असेल.
 (अ) मोटर थांबेल (ब) मोटर वळण जाळेल
 (क) मुख्य वळण खराब होईल (ड) मोटर फिरत राहील
16. कॅपेसिटर स्टार्ट मोटरचा प्रारंभिक टॉर्क आहे
 (अ) कॅपेसिटर रन मोटर पेक्षा जास्त (ब) कॅपेसिटर रन मोटर पेक्षा कमी
 (क) एका शेडेड पोल मोटरपेक्षा कमी (ड) स्प्लिट-फेज इंडक्शन मोटरपेक्षा कमी.
17. स्प्लिट-फेज इंडक्शन मोटरच्या रोटेशनची दिशा उलट केली जाऊ शकते
 (अ) पुरवठा टर्मिनल्सचे कनेक्शन उलट करणे (ब) फक्त मुख्य वळण जोडणी उलट करणे
 (क) फक्त सुरू होणाऱ्या वळणांचे कनेक्शन उलट करणे (ड) एकतर (ब) किंवा (क).
18. घरगुती रेफ्रिजरेटरसाठी कोणती मोटर सर्वात योग्य आहे?
 (अ) 3-फेज इंडक्शन मोटर (ब) DC मोटर
 (क) कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर (ड) शेडेड पोल मोटर.
19. घरगुती मिक्सर-ग्राइंडरसाठी कोणती मोटर सर्वात योग्य आहे?
 (अ) 3-फेज इंडक्शन मोटर (ब) युनिव्हर्सल मोटर
 (क) कॅपेसिटर स्टार्ट मोटर (ड) शेडेड पोल मोटर.
20. डी सी मशीन चे योक हे बनलेले आहे
 (अ) तांबे (ब) कार्बन (क) कास्ट आयरन (ड) सिलिकॉन स्टील
21. डी सी चा आर्मेचर कोर मशीन बनलेले आहे
 (अ) तांबे (ब) कार्बन (क) कास्ट आयरन (ड) सिलिकॉन स्टील
22. डी सी च्या कम्युटेटरचे विभाग मशीन बनलेले आहेत
 (अ) पितळ (ब) तांबे (क) कार्बन (ड) सिलिकॉन स्टील
23. डी सी च्या कम्युटेटरचे विभाग मशीन एकमेकांपासून इन्सुलेट केले जातात
 (अ) रबर (ब) पोर्सिलेन (क) अभ्रक (ड) वार्निश
24. डी.सी मशीन .चे ब्रशेस बनलेले आहेत
 (अ) लोह (ब) पितळ (क) अभ्रक (ड) कार्बन
25. डी.सी ची गती मोटर विविध असू शकते
 (अ) केवळ प्रभावक्षेत्र करंट बदलून, (ब) फक्त आर्मेचर रेझिस्टन्स बदलून,
 (क) भटकंतीचे नुकसान तांब्याच्या नुकसानीच्या बरोबरीचे आहे.

26. भारतातील मोठ्या अल्टरनेटर्समध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतदाब ची वारंवारता आहे
 (अ) मेगासायकलमध्ये (ब) किलोसायकलमध्ये (क) 60 Hz (ड) 50 Hz
27. हायड्रॉलिक टर्बाइनमध्ये जोडलेल्या अल्टरनेटरसाठी रोटर्स पसंत केले जातात
 (अ) ठळक ध्रुव प्रकार (ब) दंडगोलाकार रोटर प्रकार
 (क) सॉलिड रोटर प्रकार (ड) वरीलपैकी कोणताही.
28. सायलेंट पोल प्रकारचे अल्टरनेटर सामान्यतः वापरतात
 (अ) हाय गती प्राइम मूव्हर्स (ब) कमी आणि मध्यम गती प्राइम मूव्हर्स
 (क) हायड्रोजन कूल प्राइम मूव्हर्स (ड) कमी विद्युतदाब अल्टरनेटर्स.
29. अल्टरनेटरमध्ये प्रत्येक टप्प्यात निर्माण होणाऱ्या विद्युतदाब चे आरएमएस मूल्य दिले जाते
 (अ) $E_{ph} = 4.44 K_c K_d N \phi f$ (ब) $E_{ph} = 4.44 K_c K_d N \phi$
 (क) $E_{ph} = 4.44 K_c K_d N^2 \phi f$ (ड) $E_{ph} = 1.11 K_c K_d N \phi f$
30. अल्टरनेटरचे रेटिंग सहसा व्यक्त केले जाते
 (अ) पूर्ण भार चालू (ब) अश्वशक्ती (क) kVA (ड) kW

परीक्षेचा पेपर

- 3-चरण गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरचे उभारणी स्पष्ट करा.
- 3-फेज इंडक्शन मोटरमध्ये फिरणारे प्रभावक्षेत्र कसे तयार होते यावर चर्चा करा. फिरणारे क्षेत्र टॉर्कच्या निर्मितीमध्ये कशी मदत करते.
- 3-फेज प्रेरण मोटरच्या बाबतीत रोटर प्रवाहांची वारंवारता आणि पुरवठा वारंवारता यांच्यातील संबंध 3-फेज इंडक्शन मोटर केस.मध्ये
- जर 3-फेज इंडक्शन मोटरचा एक फेज लोड न करता चालत असताना उडाला असेल, त्याच्या रोटेशनचे काय होईल.
- इंडक्शन मोटर (3-फेज) समकालिक वेगाने चालू शकते का? तुमचे उत्तर समजावून सांगा.
- स्लिप, स्लिप वारंवारता, वाउंड रोटर, केज रोटर या संज्ञा स्पष्ट करा.
- 3-फेज प्रेरण मोटरच्या रोटेशनची दिशा कशी उलट करता येईल?
- श्री-फेज इंडक्शन मोटरचे काम करण्याचे तत्त्व स्पष्ट करा आणि टक्केवारीच्या स्लिपची समिकरण.
- एक प्रेरण मोटर समकालिक वेगाने किती टॉर्क विकसित करते? तुमचे उत्तर समजावून सांगा.
- इंडक्शन मोटरमधील विविध प्रकारच्या नुकसानाची यादी करा.
- प्रेरण मोटरमधील विविध नुकसान काय आहेत? ते कोणत्या घटकांवर अवलंबून आहेत?
- रोटरमध्ये स्लिप आणि इनपुटच्या दृष्टीने रोटर कॉपर लॉससाठी समिकरण काढा.
- चालू स्थितीत टॉर्कसाठी, 3-फेज इंडक्शन मोटरसाठी एक समिकरण मिळवा आणि नंतर जास्तीत जास्त टॉर्कसाठी स्थिती काढा.
- जास्तीत जास्त टॉर्कसाठी स्थिती आणि 3-फेज इंडक्शन मोटरच्या कमाल टॉर्कसाठी समिकरण देखील काढा.
- प्रेरण मोटरसाठी टॉर्कचे सरलीकृत समीकरण काढा.
- 3-फेज स्लिप रिंग इंडक्शन मोटरची स्लिप-टॉर्क वैशिष्ट्ये काढा आणि स्पष्ट करा. त्यावर प्रारंभ आणि जास्तीत जास्त टॉर्क चिन्हांकित करा.

17. 3-फेज इंडक्शन मोटर्स सुरू करण्यासाठी स्टार्टर का आवश्यक आहे? 3-चरण गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्स सुरू करण्याच्या विविध पद्धतींची नावे सांगा आणि कोणत्याही एका पद्धतीचे तपशीलवार वर्णन करा.
18. 3-फेज गिलहरी पिंजरा इंडक्शन मोटर सुरू करण्यासाठी वापरलेल्या विविध स्टार्टर्सची नावे सांगा. स्टार-डेल्टा स्टार्टरचे तपशीलवार वर्णन करा.
19. मोठ्या श्री-फेज इंडक्शन मोटर्स सुरू करण्याच्या विविध पद्धती द्या. ऑटो ट्रान्सफॉर्मर स्टार्टरचे तपशीलवार वर्णन करा.
20. स्टार-डेल्टा स्टार्टर सुरू करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या 3-फेज गिलहरी केज इंडक्शन मोटरच्या टर्मिनल बॉक्सवर तुम्हाला किती टर्मिनल मिळण्याची अपेक्षा आहे?
21. 3-फेज वुंड प्रकाराची प्रेरण मोटर कशी सुरू होते ते स्पष्ट करा.
22. रोटार परिपथ प्रतिकार बदलून स्लिप रिंग इंडक्शन मोटरची गती कशी बदलता येईल ते स्पष्ट करा. या पद्धतीच्या मर्यादा आणि तोटे काय आहेत?
23. पॉली-फेज गिलहरी पिंजरा प्रकार प्रेरण मोटरच्या वेग नियंत्रणाच्या विविध पद्धती सांगा. गती नियंत्रणाच्या ध्रुव बदलण्याच्या पद्धतीचे थोडक्यात वर्णन करा.
24. समजावून सांगा की मुळात सिंगल-फेज इंडक्शन मोटर ही स्वतः सुरू होणारी मोटर नाही.
25. तुम्ही सिंगल-फेज इंडक्शन मोटर स्व-प्रारंभ कसे कराल?
26. दाखवा की सिंगल-फेज साइनसॉइडल प्रभावक्षेत्र दोन प्रभावक्षेत्र ने बदलले जाऊ शकते जे हवेच्या अंतरात उलट दिशेने फिरत आहे. या प्रत्येक दोन क्षेत्रांमुळे टॉर्क-स्लिप वक्र स्केच करा. सिंगल-फेज इंडक्शन मोटरला स्टार्टिंग टॉर्क नसल्याचे या वक्रांद्वारे कसे स्पष्ट केले जाऊ शकते? मोटार ज्या दिशेने सुरू केली आहे त्या दिशेने वेग वाढवण्याचे तथ्य ते कसे स्पष्ट करतात? फेज विभाजित करून सिंगल-फेज मोटरचा स्टार्टिंग टॉर्क कसा मिळवता येईल ते सांगा.
27. सिंगल-फेज कॅपेसिटर स्टार्ट इंडक्शन मोटरचे उभारणी आणि कार्य स्पष्ट करा.
28. कॅपेसिटरला सीलिंग फॅन का लावला जातो?
29. सिंगल-फेज a.c. वर स्विच केल्यावर सीलिंग फॅन पुरवठा फिरणे सुरू होत नाही. काय कारणे असू शकतात?
30. उभारणी (स्केचसह) आणि कॅपेसिटर-स्टार्ट कॅपेसिटर-रन सिंगल-फेज इंडक्शन मोटरचे काम स्पष्ट करा. त्याचे फायदे आणि व्यावहारिक अनुप्रयोग काय आहेत?
31. तुम्ही सिंगल-फेज इंडक्शन मोटरच्या रोटेशनची दिशा कशी बदलू शकता?
32. सिंगल-फेज शेडेड पोल मोटरचे काम आणि बांधकामाचे वर्णन करा.
33. डी सी सिरिज मोटरच्या कार्याचे वर्णन करा.
34. सार्वत्रिक मोटरचे काम आणि बांधकामाचे वर्णन करा.
35. डी सी च्या विविध भागांची नावे द्या मशीन आणि प्रत्येक भागाचे कार्य द्या.
36. डी सी च्या ऑपरेशनचे तत्त्व स्पष्ट करा मोटर
37. डी सी चे कार्य योग्य आकृतीसह स्पष्ट करा. मोटर
38. डी सी मध्ये कम्युटेटरचे कार्य स्पष्ट करा मोटर
39. बॅक e.m.f. म्हणजे काय? स्पष्ट करणे.
40. विविध प्रकारच्या डी.सी. मोटर्स आणि त्यांचा वापर.
41. गती-आर्मेचर वर्तमान वैशिष्ट्यांच्या मदतीने, हे दर्शवा की स्वतंत्रपणे एक्सायटेड डी सी मोटर लोडची पर्वा न करता जवळजवळ स्थिर वेगाने चालते.

अंतर विश्लेषण आयोजित करण्यासाठी आणि उपचारात्मक उपाययोजना करण्यासाठी कार्यक्रमाच्या परिणामांची पावती खालील सारणीमध्ये संकलित केली जाईल:

[illegible][illegible]

प्रयोगशाळा कार्य

प्रयोग क्र.5

प्रयोग: यंत्राच्या कट-आउट विभागांचे प्रात्यक्षिक: दिष्ट मशीन (कम्युटेटर-ब्रश व्यवस्था), प्रेरण मशीन (गिलहरी पिंजरा रोटर), समकालिक मशीन (फील्ड वळण-स्लिप रिंग व्यवस्था) आणि सिंगल-फेज प्रेरण मशीन.

उद्देश:

1. सामान्यतः विद्युत प्रणालीमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या विविध विद्युत यंत्रांच्या बांधणीच्या वैशिष्ट्यांशी विद्यार्थ्यांना परिचित करणे.

आवश्यक उपकरणे/ साधने /घटक

विविध यंत्राचे कट सेक्शन/वेगळे केलेले भाग जसे की

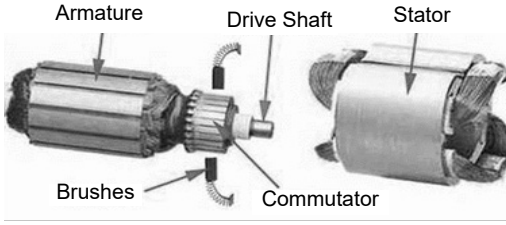
1. दिष्ट मशीन (कम्युटेटर-ब्रश व्यवस्था)
2. प्रेरण यंत्र (गिलहरी पिंजरा रोटर)
3. समकालिक यंत्र (फील्ड वळण-स्लिप रिंग व्यवस्था)
4. सिंगल-फेज प्रेरण यंत्र .

1. दिष्ट यंत्र (कम्युटेटर-ब्रश व्यवस्था)

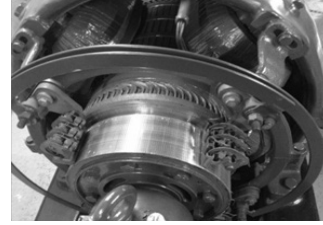
दिष्ट यंत्राचे वेगवेगळे भाग खाली स्पष्ट केले आहेत

कार्य आणि प्रत्येक भागासाठी वापरलेली सामग्री

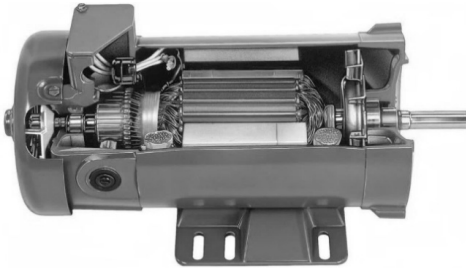
1. **चुंबकीय चौकट किंवा योक:** ज्या बाह्य दंडगोलाकार चौकटीत मुख्य ध्रुव आणि आंतर ध्रुव स्थिर असतात त्याला योक म्हणतात. हे चुंबकीय प्रवाहासाठी कमी अनिच्छा मार्ग प्रदान करते आणि यंत्राच्या आतील भागांचे संरक्षण करते. लहान यंत्रांसाठी योक कास्ट लोखंडापासून बनविलेले असते. परंतु मोठ्या यंत्राच्या बाबतीत, ते कास्ट स्टील किंवा फॅब्रिकेटेड रोलड स्टीलचे बनलेले असते.
2. **पोल कोअर आणि पोल शूज:** पोल कोअर आणि पोल शूज चुंबकीय चौकटीत किंवा बोल्टद्वारे योकवर निश्चित केले जातात. ते फील्ड किंवा एक्सायटेशन कॉइलला आधार देतात आणि आर्मेचर परिघावर चुंबकीय प्रवाह अधिक एकसमान पसरवतात. सहसा, पोल कोअर आणि पोल शूज पातळ कास्ट स्टील लॅमिनेशन किंवा स्टॅम्पिंगपासून बनलेले असतात.
3. **फील्ड किंवा एक्सायटेड कॉइल्स:** कॉइल आधीच्या भागावर गुंडाळलेली असतात आणि नंतर खांब्याच्या गाभ्याभोवती ठेवल्या जातात. फील्ड किंवा एक्सायटेशन कॉइलच्या रचनेसाठी एनामेलड कॉपर वायरचा वापर केला जातो. जेव्हा थेट प्रवाह फील्ड वळणांमधून जातो तेव्हा ते ध्रुवांना चुंबकीय करते ज्यामुळे आवश्यक प्रवाह निर्माण होतो.
4. **आर्मेचर कोर:** हे दंडगोलाकार आकाराचे असते आणि फिरणाऱ्या शाफ्टला जोडलेले असते. बाह्य परिघावर स्लॉट्स कापले जातात जे आर्मेचर वळणाला सामावून घेतात. ते स्लॉटमध्ये वाहक ठेवतात. हे चुंबकीय प्रवाहासाठी एक सोपा मार्ग प्रदान करते.
5. **आर्मेचर वळण:** आर्मेचर स्लॉटमध्ये ठेवलेले इन्सुलेटेड वाहक योग्यरित्या जोडलेले आहेत. याला आर्मेचर वळण म्हणतात. ही अशी जागा आहे जिथे शक्तीचे रूपांतरण होते म्हणजेच जनरेटरच्या बाबतीत, यांत्रिक शक्तीचे विद्युत उर्जेमध्ये रूपांतर होते आणि मोटरच्या बाबतीत, विद्युत उर्जेचे यांत्रिक शक्तीमध्ये रूपांतर होते. जोडणीच्या आधारावर, आर्मेचर वळणाला लॅप वळण आणि वेव्ह वळण असे नाव दिले जाते.



आकृती 5.1(अ): दिष्ट यंत्राचे वेगळे केलेले भाग



आकृती 5.1(ब): कम्युटेटर आणि ब्रशेस



आकृती 5.1(क): दिष्ट यंत्राचे एकलित दृश्य

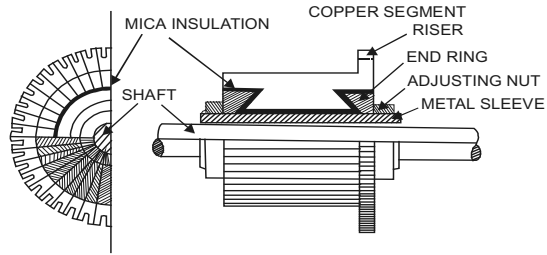
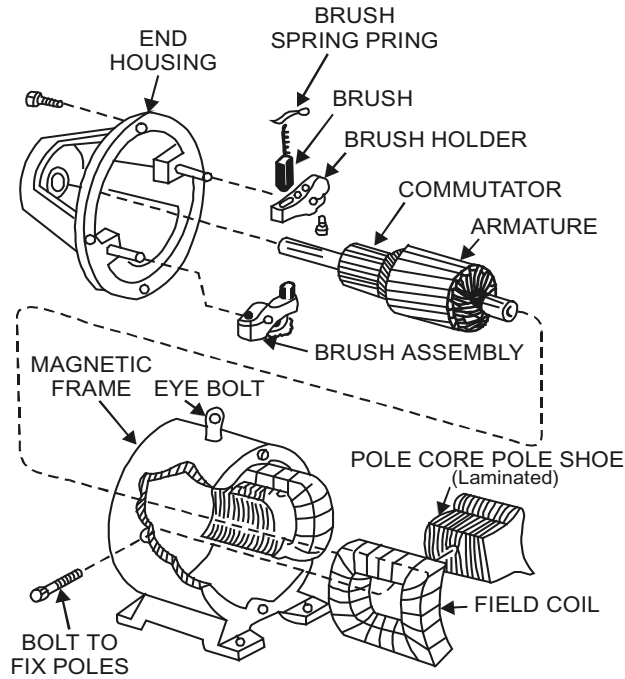


Fig. 5

आकृती 5.1(ड): कम्युटेटरचे अर्धे विभागीय दृश्य



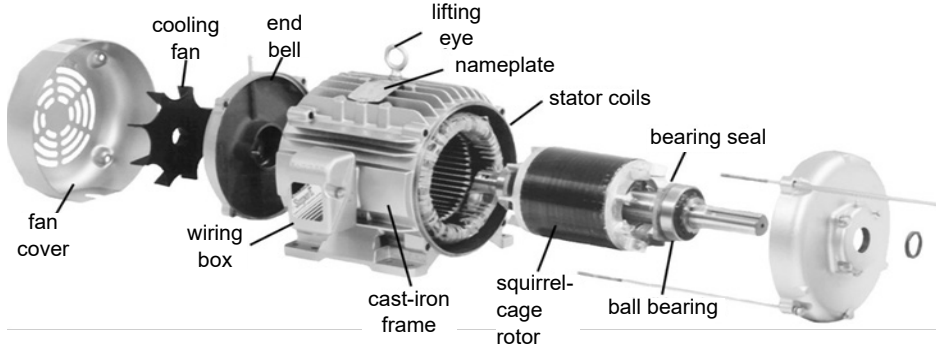
आकृती 5.1(ड): दिष्ट यंत्राचे भाग (पेन्सिल स्केच)

6. **कम्युटेटर:** हा दिष्ट मशीनचा सर्वात महत्वाचा भाग आहे आणि खालील उद्देशांसाठी काम करतो: ते ब्रशच्या सहाय्याने फिरणाऱ्या आर्मेचर वाहकाला स्थिर बाह्य परिपथाशी जोडते. जनरेटर क्रियेत, आर्मेचर वाहकमध्ये प्रेरित अल्टरनेटिंग विद्युत् प्रवाहाला बाह्य भार परिपथामधील एकदिशा प्रवाहात रूपांतरित करते. तर अल्टरनेटिंग टॉर्कचे रूपांतर मोटर ॲक्शनमध्ये आर्मेचरमध्ये निर्माण होणाऱ्या युनिटायरेक्शनल (सतत) टॉर्कमध्ये करते. कम्युटेटर दंडगोलाकार आकाराचा असतो आणि पाचर-आकाराच्या कडक काढलेल्या तांब्याच्या भागांनी बनलेला असतो. अभ्रकाच्या पातळ शीटने सेगमेंट एकमेकांपासून पृथक् केले जातात. आर्मेचर कॉइल राइजरद्वारे कम्युटेटर सेगमेंटशी जोडलेले आहे.
7. **ब्रशेस:** ब्रशेस कम्युटेटरवर दाबले जातात आणि आर्मेचर वळण आणि बाह्य परिपथा दरम्यान जोडणारा दुवा तयार करतात. ते सामान्यतः उच्च-दर्जाच्या कार्बनचे बनलेले असतात कारण कार्बन हा उत्तम वाहक आहे आणि त्याच वेळी चूर्ण स्वरूपात कम्युटेटर पृष्ठभागावर प्रभाव पाडते. ब्रश होल्डर आणि रॉकरद्वारे कम्युटेटरच्या आसपास ब्रश विशिष्ट स्थितीत धरले जातात.
8. **हाऊसिंग्स:** ऍड हाऊसिंग मुख्य फ्रेम आणि आधार बेअरिंगच्या टोकांना जोडलेले आहेत. समोरचे हाऊसिंग हे बेअरिंग आणि ब्रश रचनेला आधार करते तर मागील हाऊसिंग हे सहसा फक्त बेअरिंगला आधार देतात.
9. **बियरिंग्स:** बॉल किंवा रोलर बेअरिंग शेवटच्या हाऊसिंग मध्ये बसवले जातात. बियरिंगचे कार्य यंत्राच्या फिरत्या आणि स्थिर भागांमधील घर्षण कमी करणे आहे. बियरिंगच्या बांधकामासाठी बहुतेक उच्च कार्बन स्टीलचा वापर केला जातो कारण ते खूप कठीण सामग्री आहे.
10. **शाफ्ट:** शाफ्ट जास्तीत जास्त ब्रेकिंग स्ट्रेंथसह सौम्य स्टीलचा बनलेला असतो. शाफ्टचा वापर मशीनमधून किंवा मशीनकडे यांत्रिक शक्ती हस्तांतरित करण्यासाठी केला जातो.

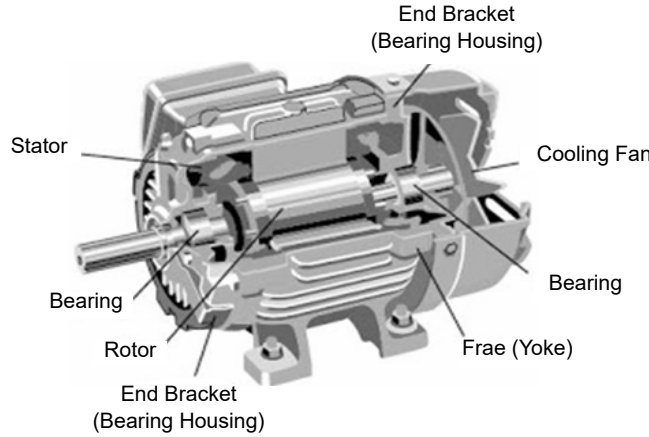
2. तीन फेज प्रेरण मशीन (गिलहरी पिंजरा रोटर)

3-फेज प्रेरण मोटरमध्ये स्टॅटर आणि रोटर असे दोन मुख्य भाग असतात.

1. **स्टॅटर:** हा मोटरचा स्थिर भाग आहे. त्यात समाविष्ट आहे
 - (i) बाह्य फ्रेम (ii) स्टॅटर कोर आणि (iii) स्टॅटर वळण.
 - (i) **बाह्य फ्रेम:** बाह्य फ्रेम: हे मोटरचे बाह्य भाग आहे. स्टॅटर कोरला समर्थन देणे आणि यंत्राच्या आतील भागांचे संरक्षण करणे हे त्याचे कार्य आहे. हे कास्ट आयर्न, फॅब्रिकेटेड स्टील किंवा सिंथेटिक प्लास्टिक यांसारख्या यांत्रिकदृष्ट्या मजबूत सामग्रीपासून बनलेले आहे.
 - (ii) **स्टॅटर कोर:** स्टॅटर कोर हे अल्टरनेटिंग चुंबकीय क्षेत्र वाहून नेण्यासाठी असते जे हिस्टेरिसिस आणि एडी विद्युतधारा लॉस निर्माण करते; म्हणून, कोर उच्च-दर्जाच्या सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंगचा बनलेला आहे. स्टॅटर वळणाला सामावून घेण्यासाठी स्टॅम्पिंगच्या आतील परिघावर स्लॉट्स पंच केले जातात.
 - (iii) **स्टॅटर वळण:** स्टॅटर कोरमध्ये तीन फेज वळण असते जे सहसा तीन फेज सप्लाय सिस्टिममधून दिले जाते. वळणाचे सहा टर्मिनल (प्रत्येक टप्प्यातील दोन) यंत्राच्या टर्मिनल बॉक्समध्ये जोडलेले आहेत. निश्चित संख्येचे पोलस मोटरच्या स्टॅटरला बांधलेले आहेत, वेगाच्या आवश्यकतेनुसार अचूक संख्या निश्चित केली जाते. हे दिसून येईल की ध्रुवांची संख्या जितकी जास्त असेल तितका वेग कमी असेल आणि त्याउलट. तीन-फेज वळण स्टार्टरद्वारे बाहेरून स्टार किंवा डेल्टामध्ये जोडलेले असू शकते.
2. **रोटर:** हा मोटरचा फिरणारा भाग आहे. दोन प्रकारचे रोटर आहेत, जे 3-फेज प्रेरण मोटरमध्ये कार्यरत आहेत.
 - (i) गिलहरी पिंजरा रोटर
 - (ii) फेज वाउंड रोटर

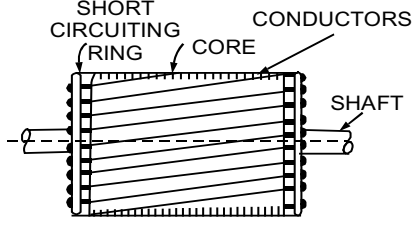


आकृती 3.2(अ): 3-फेज प्रेरण मोटरचे वेगळे केलेले भाग

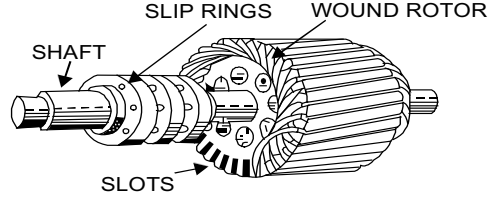


आकृती 3.2(ब): 3-फेज प्रेरण मोटरचे विभागीय दृश्य

- (i) **गिलहरी पिंजरा रोटर:** या प्रकारच्या रोटरचा वापर करणाऱ्या मोटर्सला गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर्स म्हणतात. रोटरच्या साध्या आणि खडबडीत बांधकामामुळे बहुतेक प्रेरण मोटर्स या प्रकारच्या असतात गिलहरी पिंजरा रोटरमध्ये लॅमिनेटेड दंडगोलाकार कोर असतो ज्यामध्ये बाह्य परिघावर अर्ध-बंद गोलाकार स्लॉट असतात. या स्लॉट्समध्ये कॉपर किंवा अॅल्युमिनियम बार वाहक ठेवलेले असतात आणि प्रत्येक टोकाला कॉपर किंवा अॅल्युमिनियमच्या रिंग्सद्वारे शॉर्ट परिपथा केले जातात, ज्याला शॉर्ट सर्किटिंग रिंग म्हणतात.
- (ii) **फेज वाउंड रोटर:** फेज वाउंड च्या रोटरला स्लिप रिंग रोटर देखील म्हणतात आणि या प्रकारच्या रोटरचा वापर करणाऱ्या मोटर्सला फेज वाउंड किंवा स्लिप रिंग प्रेरण मोटर्स म्हणून ओळखले जाते. स्लिप रिंग रोटरमध्ये लॅमिनेटेड दंडगोलाकार कोर असतो ज्यामध्ये बाह्य परिघावर अर्ध-बंद स्लॉट असतात आणि त्यात 3-फेज इन्सुलेटेड वळण असते. रोटर वळण तारेने जोडलेले आहे आणि उर्वरित तीन टर्मिनल शाफ्टला जोडलेल्या तीन तांब्याच्या स्लिप रिंगशी जोडलेले आहेत. शाफ्ट: एक सौम्य स्टीलचा शाफ्ट रोटरच्या मध्यभागी जातो आणि त्यास किल्लीने निश्चित केले जाते. शाफ्टचा उद्देश यांत्रिक शक्ती हस्तांतरित करणे आहे



आकृती 3.2(क): गिलहरी पिंजरा रोटर



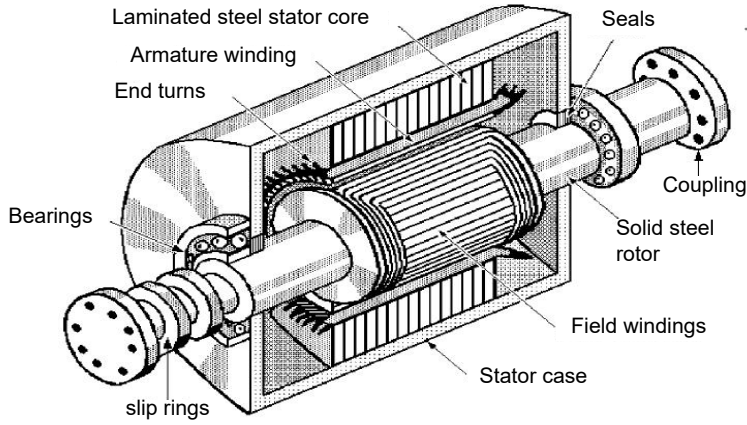
आकृती 3.2(ड): फेज-वाउंड/स्लिप-रिंग रोटर

3. समकालिक यंत्र (फील्ड वळण स्लिप रिंग व्यवस्था)

फक्त लहान समकालिक यंत्रामध्ये फील्ड सिस्टम स्टेटरवर आणि आर्मेचर वळण रोटरवर ठेवली जाते, परंतु मोठ्या यंत्रामध्ये फील्ड वळण रोटरवर ठेवले जाते आणि स्टेटरवर आर्मेचर वळण लावले जाते.

समकालिक यंत्राचे महत्वाचे भाग आहेत:

- (i) स्टेटर (ii) रोटर (iii) काही विविध भाग



आकृती 5.3: 1-फेज समकालिक मोटरचे विभागीय दृश्य

समकालिक यंत्राचे रचना तपशील दिष्ट यंत्राच्या सारखेच असतात. या व्यतिरिक्त, या प्रकरणात, कम्युटेटरच्या जागी, स्लिपिंग्स वापरल्या जातात कारण या यंत्रामध्ये एसी दिष्ट मध्ये बदलले जाऊ शकत नाही. आर्मेचर वळण डिझाइन देखील भिन्न आहे.

4. सिंगल फेज प्रेरण यंत्र

1-फेज प्रेरण मोटरमध्ये स्टेटर आणि रोटर असे दोन मुख्य भाग असतात.

1. स्टेटर: हा मोटरचा स्थिर भाग आहे. त्यात समाविष्ट आहे

- (i) **बाह्य फ्रेम:** हे मोटरचे बाह्य भाग आहे. स्टेटर कोरला समर्थन देणे आणि यंत्राच्या आतील भागांचे संरक्षण करणे हे त्याचे कार्य आहे. हे कास्ट आयर्न, फॅब्रिकेटेड स्टील किंवा सिंथेटिक प्लास्टिक यांसारख्या यांत्रिकदृष्ट्या मजबूत सामग्रीपासून बनलेले आहे.

- (ii) **स्टेटर कोर:** स्टेटर कोर हे अल्टरनेटिंग चुंबकीय क्षेत्र वाहून नेण्यासाठी असते जे हिस्टेरिसिस आणि एडी विद्युतधारा लॉस निर्माण करते; म्हणून, कोर उच्च-दर्जाच्या सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंगचा बनलेला आहे. स्टेटर वळणाला सामावून घेण्यासाठी स्टॅम्पिंगच्या आतील परिघावर स्लॉट्स पंच केले जातात.
- (iii) **स्टेटर वळण:** स्टेटर कोरमध्ये दोन भागांमध्ये विभाजित केलेले सिंगल-फेज वळण असते; एकाला रनिंग वळण म्हणतात आणि दुसऱ्याला स्टार्टिंग वळण म्हणतात ज्यामुळे मोटार स्व-स्टार्ट होते. मोटर सिंगल फेज सप्लाय प्रणाली मधून चालवली जाते.

2. **रोटर:** हा मोटरचा फिरणारा भाग आहे. या मोटर्समध्ये एक गिलहरी पिंजरा रोटर कार्यरत आहे.

तोंडी परीक्षा

1. आर्मेचर कोरची कार्ये काय आहेत?
2. दिष्ट मशीनमधील एक्सायटेशन कॉइलचे कार्य काय आहे?
3. दिष्ट यंत्रामध्ये योकची मुख्य कार्ये काय आहेत?
4. पोल शूजचे मुख्य कार्य काय आहेत?
5. कार्बन ब्रशचे कार्य काय आहे?
6. दिष्ट यंत्राचे आर्मेचर सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंगने का बनलेले असते?
7. दिष्ट यंत्रामध्ये कम्युटेटरचे कार्य काय आहे?
8. इंडक्टर मोटरची बाह्य फ्रेम प्लास्टिकची बनू शकते का? औचित्य सिद्ध करा.
9. दिष्ट मशीनची बाह्य फ्रेम प्लास्टिकची बनू शकते का? औचित्य सिद्ध करा.
10. प्रेरण मोटरचा स्टेटर कोर लॅमिनेटेड का असतो?
11. समकालिक यंत्रामध्ये स्लिपिंगचे कार्य काय आहे?
12. समकालिक यंत्रामध्ये, कम्युटेटरच्या जागी स्लिप रिंग का वापरल्या जातात?
13. सिंगल-फेज प्रेरण मोटर्समध्ये, सिंगल-फेज वळण दोन भागांमध्ये का विभाजित केले जाते?
14. सिंगल-फेज प्रेरण मोटर्सचा स्टेटर कोर सिलिकॉन स्टील स्टॅम्पिंगचा बनलेला का असतो?

प्रयोग क्र 6

टॉर्क स्पीड स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट मोटरचे वैशिष्ट्य.

उद्देश:

विद्यार्थ्यांना स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट मोटरची ओळख करून देण्यासाठी आणि त्याची टॉर्क-स्पीड वैशिष्ट्ये शोधण्यासाठी.

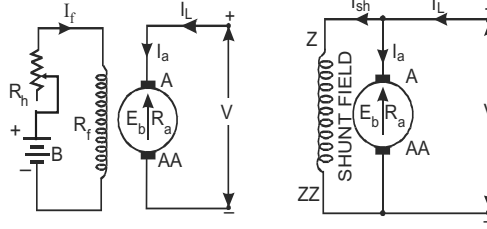
उपकरणे/ साधने /घटक आवश्यक:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट मोटर | 2. दिष्ट पुरवठा (230/250 V), |
| 3. एक एक्सायटर किंवा बॅटरी | 4. क्षेत्रीय विद्युतधारा नियंत्रित करण्यासाठी रियोस्टॅट |
| 5. दोन दिष्ट व्होल्टमीटर | 6. दोन दिष्ट अॅमीटर |

सिद्धांत:

आर्मेचर आणि त्यांच्या फील्ड वळणाच्या जोडणीच्या आधारावर, दिष्ट यंत्राचे वर्गीकरण स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट मोटर्स आणि सेल्फ एक्सायटेड दिष्ट मोटर्स म्हणून केले जाऊ शकते.

- स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट मोटर्स: स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट चे पारंपारिक आकृती. मोटर आकृती 6.1 मध्ये दर्शविली आहे. त्याचे व्होल्टेज समीकरण असेल; $E_b = V - I_a R_a - 2V_b$



आकृती 6.1: स्वतंत्रपणे एक्सायटेड दिष्ट यंत्र

दिष्ट मोटर्सची वैशिष्ट्ये:

दिष्ट यंत्राच्या कामगिरीचा त्याच्या वैशिष्ट्यपूर्ण वक्रांवरून सहज अंदाज लावला जाऊ शकतो, ज्याला मोटर वैशिष्ट्ये म्हणतात. मोटरची वैशिष्ट्ये म्हणजे वक्र जे दोन प्रमाणांमधील संबंध दर्शवतात. या प्रमाणांच्या आधारे, खालील वैशिष्ट्ये मिळू शकतात.

- स्पीड आणि आर्मेचर विद्युतधारा म्हणजेच $N - I_a$ वैशिष्ट्य: हा वेग N आणि आर्मेचर विद्युतधारा I_a दरम्यान काढलेला वक्र आहे. याला गती वैशिष्ट्ये असेही म्हणतात.
- टॉर्क आणि आर्मेचर विद्युतधारा म्हणजे $T - I_a$ वैशिष्ट्ये: आर्मेचर T आणि आर्मेचर विद्युतधारा I_a मध्ये विकसित टॉर्क दरम्यान काढलेला वक्र आहे. हे विद्युत वैशिष्ट्य म्हणून देखील ओळखले जाते.
- वेग आणि टॉर्क म्हणजेच $N - T$ वैशिष्ट्ये: ही आर्मेचर T मध्ये विकसित गती N आणि टॉर्क यांच्यामध्ये काढलेली वक्र आहे. याला यांत्रिक वैशिष्ट्ये असेही म्हणतात.

मोटर वैशिष्ट्यांवर चर्चा करताना खालील महत्त्वाचे संबंध लक्षात ठेवले पाहिजेत:

$$E_b \propto N \text{ या } N \propto \frac{E_b}{\phi} \text{ और } T \propto I_a$$

स्वतंत्रपणे एक्सायटेड मोटर्सची वैशिष्ट्ये:

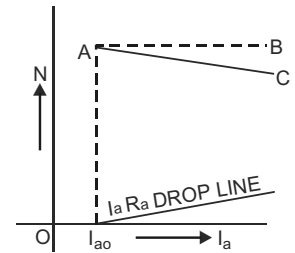
या यंत्राची पारंपारिक आकृती 6.1 मध्ये दर्शविली आहे.

या मोटर्समध्ये, पुरवठा व्होल्टेज V स्थिर असल्यामुळे फील्ड विद्युतधारा $I_f = V / R_f$ स्थिर राहतो. त्यामुळे, दिष्ट प्रवाह मध्ये शंट यंत्र व्यावहारिकदृष्ट्या स्थिर आहे.

1. $N - I_a$ वैशिष्ट्ये:

आपल्याला माहित आहे की, $N \propto \frac{E_b}{\phi}$

प्रवाह स्थिर असल्याने: $N \propto E_b$ या $N \propto V - I_a R_a$



आकृती 6.2: $N - I_a$ वैशिष्ट्ये

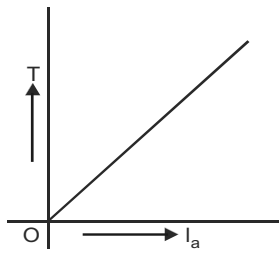
जर आर्मेचर ड्रॉप ($I_a R_a$) नगण्य असेल तर, आकृती 6.2 मधील डॉटेड रेषा AB द्वारे दर्शविल्याप्रमाणे लोडच्या सर्व मूल्यांसाठी मोटरचा वेग स्थिर राहील. पण काटेकोरपणे बो, आर्मेचर वर्तमान वाढते म्हणून लोडच्या वाढीमुळे, आर्मेचर ड्रॉप $I_a R_a$ वाढते, आणि आकृती P6.2 (आर्मेचर प्रतिक्रिया दुर्लक्षित करणे) मधील सरळ रेषा AC द्वारे दर्शविल्याप्रमाणे मोटरचा वेग थोडा कमी होतो. शिवाय, वैशिष्ट्यपूर्ण वक्र शून्य आर्मेचर विद्युतधारेच्या बिंदूपासून सुरू होत नाही कारण एक लहान प्रवाह, विना -भार आर्मेचर विद्युतधारा I_{a0} , भार नसताना मोटरचे परिभ्रमण राखण्यासाठी आवश्यक आहे. वैशिष्ट्ये. दिष्ट शंट मोटरच्या गतीमध्ये भार नसलेल्या ते पूर्ण भारापर्यंत कोणतेही लक्षणीय बदल होत नसल्यामुळे ती स्थिर गतीची मोटर मानली जाते.

2. $T-I_a$ वैशिष्ट्ये:

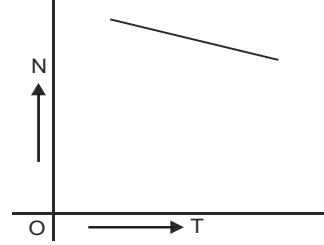
आपल्याला माहीत आहे की, $T \propto I_a$

प्रवाह स्थिर असल्याने, $T \propto I_a$

म्हणून, विद्युत वैशिष्ट्य (म्हणजे $T - I_a$) ही आकृती P 6.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे मूलमधून जाणारी सरळ रेषा आहे. वैशिष्ट्यपूर्ण वक्रवरून हे स्पष्ट होते की जर मशीनवर जास्त भार असेल तर सुरुवातीला मोठ्या आर्मेचर करंटची आवश्यकता असते. अशा प्रकारे, या मोटर्स कधीही लोडवर सुरू करू नयेत.



आकृती P6.3: $T-I_a$ वैशिष्ट्ये

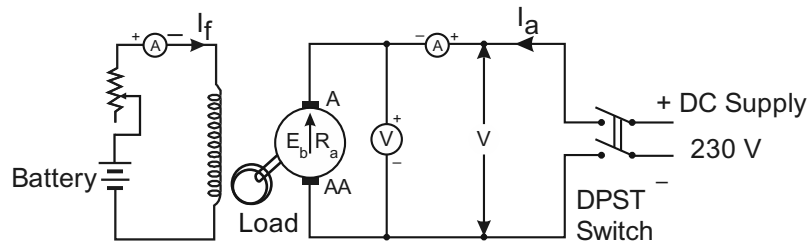


आकृती P6.4: $N-T$ वैशिष्ट्ये

3. $N - T$ वैशिष्ट्य:

पहिल्या दोन वैशिष्ट्यांमधून प्राप्त झाले आहे. जेव्हा भार टॉर्क वाढते, आर्मेचर विद्युतधारा I_a वाढतो परंतु गती थोडी कमी होते. अशा प्रकारे, भार किंवा टॉर्क वाढल्याने, आकृती 6.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे वेग थोडा कमी होतो. तथापि, जेव्हा $N - T$ वैशिष्ट्ये व्यावहारिकरित्या काढायची असतात, तेव्हा मशीनवरील यांत्रिक भार टप्प्याटप्प्याने वाढविला जातो आणि आर्मेचर परिपथामध्ये जोडलेल्या अमीटरच्या मदतीने भार किंवा आर्मेचर विद्युतधारा मोजला जातो आणि संबंधित गती ही टॅकोमीटरच्या मदतीने मोजली जाते.

परिपथ आकृती:



आकृती P6.5: $N-T$ वैशिष्ट्ये निर्धारित करण्यासाठी परिपथ

प्रक्रिया:

1. आकृती P6.5 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथानुसार उपकरणे जोडा.
2. प्रभारी शिक्षकांकडून तुमची जोडणी तपासा.
3. DPST स्विचद्वारे पुरवठा चालू करा.
4. परिपथ रोधाचे मूल्य समायोजित करून फील्ड विद्युतधारेचे मूल्य समायोजित करा.
5. मशीनवर कोणताही भार लागू करू नका आणि आर्मेचर विद्युतधारा I_0 मोजा, ते मशीनमधील लॉसमुळे मशीनवरील भार दर्शविते. तसेच मोटरची संबंधित गती देखील मोजा जी N_0 दाखवली जाईल.
6. मोटरवर यांत्रिक भार लावा, आर्मेचर विद्युतधारा I_{a1} मोजा आणि मोटरचा संबंधित वेग N_1 शोधा.
7. टप्प्याटप्प्याने मशीनवरील भार वाढवा आणि संबंधित नोंदी घ्या आणि संकलित करा

नोट: प्रात्यक्षिक करत असताना, आर्मेचर आणि फील्ड विद्युतधारेमधील विद्युतदाब स्थिर ठेवावे लागते.

निरीक्षण सारणी:

अनुक्रमांक	फील्ड विद्युतधारा If अॅमपीयर मध्ये (I)	आर्मेचर भोवती विद्युतदाब V व्होल्टस मध्ये	आर्मेचर विद्युतधारा I_a अॅमपीयर मध्ये (I)	मोटर गती N r.p.m. मध्ये
1	I	V	I_{a0}	N_0

निष्कर्ष:

1. वक्र आकार आकृती 6.4 मध्ये दर्शवल्याप्रमाणे जवळजवळ समान आहे.
2. या मोटरचा वेग जवळपास कायम असल्याचे वक्र दाखवते जेव्हा त्यावर भार लागू केला जातो तेव्हा त्याला स्थिर गती मोटर म्हणतात.

तोंडी परीक्षा

स्वतंत्रपणे एक्सायटेड मोटरमध्ये, आम्हाला फील्ड परिपथ आणि आर्मेचरला वीज पुरवण्यासाठी स्वतंत्र पुरवठा स्त्रोतांची आवश्यकता आहे किंवा दोन्ही एकाच स्रोतातून पुरवले जाऊ शकतात, तुमच्या उत्तराचे समर्थन करा?

स्वतंत्रपणे एक्सायटेड मोटरला स्थिर गती मोटर का म्हणतात?

प्रयोग क्र. 7

दोन आणि चार-ध्रुव, तीन-फेज प्रेरण मोटर्सची समकालिक गती. जोडणीच्या फेज-क्रमात बदल करून दिशा उलट करणे. टॉर्क-स्लिप प्रेरण मोटरचे वैशिष्ट्य. सुपर-समकालिक वेगाने चालविलेल्या प्रेरण यंत्राचे जनरेटर ऑपरेशन.

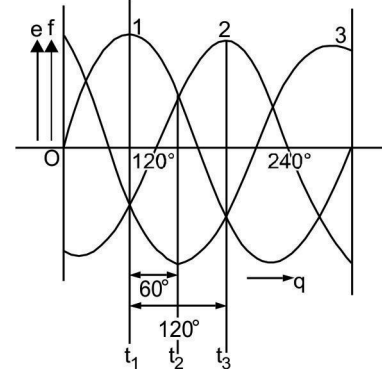
उद्देश:

1. विद्यार्थ्यांना 3-फेज प्रेरण मोटर्समध्ये फिरणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्राच्या समकालिक गतीची ओळख करून देणे.
2. 3-फेज प्रेरण मोटर्सच्या परिभ्रमणाची दिशा कशी उलट करावी.

3. 3-फेज प्रेरण मोटरचे टॉर्क-स्लिपचे वैशिष्ट्य महत्त्व.
4. प्रेरण मोटर प्रेरण जनरेटर म्हणून केव्हा आणि कसे कार्य करते.

उपकरणे/ साधने /घटक आवश्यक:

1. तीन-फेज एसी पुरवठा.
2. तीन-फेज प्रेरण मोटर.
3. एक स्टार्टर (स्टार-डेल्टा स्टार्टर)
4. रिव्हर्सिंग स्विच (स्विचवर बदला)
5. गती मोजण्यासाठी टॅकोमीटर (यांत्रिक किंवा डिजिटल).
6. सुरुवातीला नमूद केल्याप्रमाणे साधने (उदा. प्लियर, स्कू ड्रायव्हर, टेस्ट पिन इ.)
7. कनेक्टिंग लीड्स इ. उत्पादन



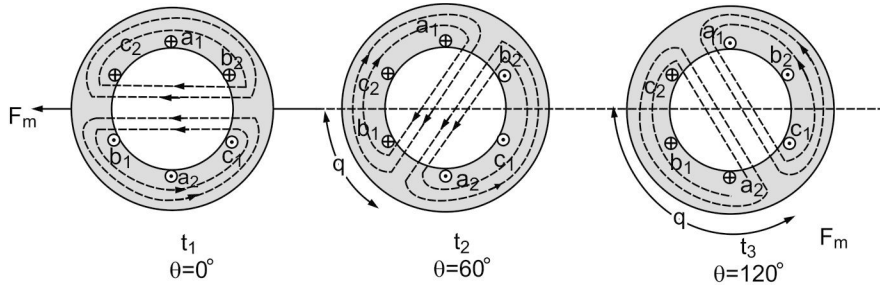
आकृती P 7.1: 3-फेज पुरवठ्याचे तरंग
आकृती

सिद्धांत:

फिरत्या फील्डचे उत्पादन

एका स्टेटरचा विचार करा ज्यावर तीन एकाग्र कॉइल a_1a_2 , b_1b_2 आणि c_1c_2 द्वारे दर्शविल्या जाणाऱ्या तीन भिन्न गुंडाळ्या अनुक्रमे 120° वैद्युत अंतरावर ठेवल्या जातात. A1 जेव्हा 3-फेज पुरवठा, आकृती P 7.1 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे. स्टेटरवर लागू केले जाते. तीन फेज प्रवाह तीन कॉइलमधून वाहतील आणि त्यांचे स्वतःचे चुंबकीय क्षेत्र तयार करतील.

तीन झटपट t_1 , t_2 आणि t_3 चिन्हांकित केले आहेत. त्यानुसार, परिणामी फील्ड F_m ची दिशा आणि स्थिती आकृती P 7.2 मध्ये दर्शविली आहे. यावरून असे दिसून येते की एका चक्रात, परिणामी फील्ड एक रिव्होल्यूशन पूर्ण करते.



आकृती P 7.2: परिणामी परिभ्रमण क्षेत्राची दिशा आणि स्थिती

म्हणून, आम्ही असा निष्कर्ष काढतो की जेव्हा प्रेरण मोटरच्या 3-फेज स्टेटर वाउंडच्या 3-फेज पुरवठा केला जातो तेव्हा परिणामी फील्ड तयार होते जे फेज क्रमाच्या दिशेने स्थिर वेगाने फिरते, हे फील्ड ज्या वेगाने फिरते त्याला समकालिक गती म्हणतात आणि ती खालिल संबंधाने दिलेली असते,

$$N_s = \frac{120^\circ \times f}{P}$$

या प्रकरणात, टप्प्याटप्प्याने 1, 2 आणि 3 मधील पुरवठा अनुक्रमे a_1a_2 , b_1b_2 आणि c_1c_2 कॉइलला दिला जातो, एक अँटिक्लॉकवाइज रोटेटिंग फील्ड तयार होते. फेज 1, 3 आणि 2 मधून अनुक्रमे a_1a_2 , b_1b_2 आणि c_1c_2 कॉइलला पुरवठा दिल्यास, फिरणाऱ्या फील्डची दिशा उलट केली जाते.

अशा प्रकारे, फिरत्या क्षेत्राच्या परिभ्रमणाची दिशा उलट करण्यासाठी कोणत्याही दोन पुरवठा टर्मिनल्सची जोडणी परस्पर बदलली जाते.

दोन आणि चार-ध्रुव, तीन-फेज प्रेरण मोटर्सची समकालिक गती

2-पोल, 3-फेज प्रेरण मोटरसाठी, समकालिक गती असेल

$$N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{2} = 3000 \text{ rpm}$$

4-पोल, 3-फेज प्रेरण मोटरसाठी, समकालिक गती असेल

$$N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

जोडणीच्या फेज-क्रमात बदल करून दिशा उलट

असे दिसून आले आहे की 3-फेज प्रेरण मोटरच्या स्टेटरमध्ये फिरणारे फील्ड स्थापित केले जाते जेव्हा त्याच्या वळणांना 3-फेज पुरवठा केला जातो आणि परिभ्रमणाची दिशा पुरवठ्याच्या क्रमावर अवलंबून असते.

पुरवठ्याचा क्रम उलट केल्यास फिरणाऱ्या फील्डच्या किंवा रोटारच्या फिरण्याची दिशा उलट केली जाऊ शकते. स्टेटर टर्मिनल्सवर कोणत्याही दोन पुरवठा लीड्सच्या जोडणीची अदलाबदल करून पुरवठा अनुक्रम उलट केला जाऊ शकतो.

म्हणून, स्टेटर टर्मिनल्सवर कोणत्याही दोन पुरवठा लीड्सच्या जोडणीची अदलाबदल करून 3-फेज प्रेरण मोटरच्या परिभ्रमणाची दिशा उलट केली जाऊ शकते.

टॉर्क-स्लिप प्रेरण मोटरचे वैशिष्ट्य

प्रेरण मोटरद्वारे विकसित पूर्ण भार टॉर्क खालिल एक्सप्रेसनद्वारे दिले जाते,

$$T = \frac{3}{\omega_2} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_{2s})^2]}$$

टॉर्क-स्लिप किंवा टॉर्क-स्पीड वक्र काढण्यासाठी खालिल मुद्द्यांचा विचार केला जातो,

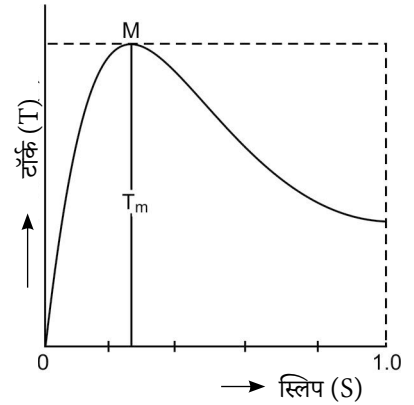
- समकालिक वेगाने (N_s); स्लिप, $S = 0$ आणि टॉर्क $T = 0$.
- जेव्हा रोटारची गती समकालिक गतीच्या अगदी जवळ असते, म्हणजे, जेव्हा स्लिप खूप कमी असते तेव्हा $(SX_{2s})^2$ चे मूल्य R_2^2 [म्हणजे, $(SX_{2s})^2 \ll R_2^2$] च्या तुलनेत खूपच लहान असते आणि त्याकडे दुर्लक्ष केले जाते.

म्हणून, एक्सप्रेसनद्वारे टॉर्क दिला जातो,

$$T = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_{2s}^2 R_2}{R_2^2}$$

अशा प्रकारे, स्लिपच्या कमी मूल्यांवर, टॉर्क स्लिप S च्या अंदाजे प्रमाणात आहे आणि टॉर्क-स्लिप वक्र ही सरळ रेषा आहे, आकृती 7.2 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे.

- स्लिप वाढल्याने टॉर्क वाढतो आणि $s = R_2/X_{2s}$ असताना त्याचे कमाल मूल्य गाठते. टॉर्कच्या या कमाल मूल्याला ब्रेक डाउन किंवा पुल आउट टॉर्क असेही म्हणतात.



आकृती P7.3: परिणामी परिभ्रमण क्षेत्राची दिशा आणि स्थिती

- (iv) कमाल टॉर्कच्या बिंदूच्या पलीकडे भारामध्ये वाढ झाल्यामुळे स्लिपमध्ये आणखी वाढ होते, म्हणजे स्लिप जास्त असताना, टर्म $(SX_{2s})^2$ चे मूल्य R_2^2 [म्हणजे, $(SX_{2s})^2 \gg R_2^2$] च्या तुलनेत खूप मोठे आहे. म्हणून, $(SX_{2s})^2$ च्या तुलनेत R_2^2 दुर्लक्षित आहे आणि एक्सप्रेशनद्वारे टॉर्क दिला जातो.

$$T = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_2 S^2 R_2}{S^2 X_{2S}^2 + S^2 X_{2S}^2} = \frac{3}{\omega_s} \frac{SE_2 S^2 R_2}{2S^2 X_{2S}^2} \text{ or } T = K' \frac{1}{S} \text{ or } T \propto \frac{1}{S}$$

अशाप्रकारे, स्लिपच्या उच्च मूल्यावर (म्हणजे, कमाल टॉर्कशी संबंधित त्यापलीकडे असलेली स्लिप), टॉर्क स्लिप S च्या अंदाजे व्यस्त प्रमाणात असते आणि टॉर्क-स्लिप वक्र हा आकृती P 7.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आयताकृती हायपरबोला असतो.

सुपर-समकालिक वेगाने चालविलेल्या प्रेरण यंत्राचे जनरेटर ऑपरेशन

जेव्हा प्रेरण यंत्राच्या 3-फेज स्टॅटरला 3-फेज पुरवठा केला जातो तेव्हा टॉर्क विकसित होते आणि रोटार वेग वाढतो. या प्रकरणात, मशीन मोटर म्हणून कार्य करते आणि रोटारची गती फिरत्या क्षेत्राच्या समकालिक गतीपेक्षा कमी असते.

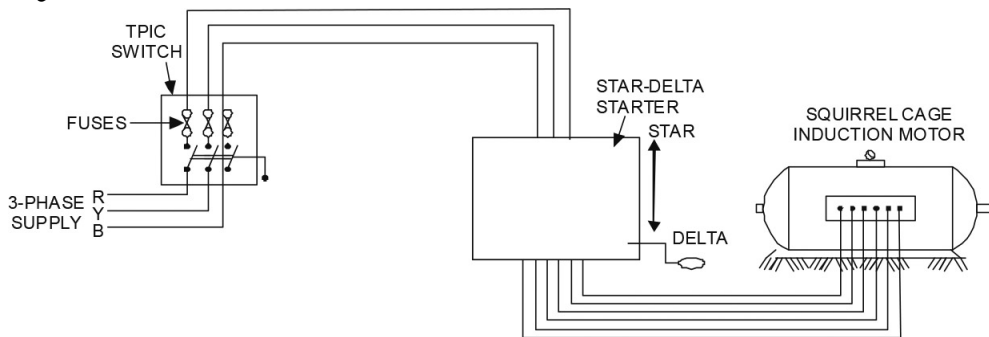
तथापि, जर 3-फेज प्रेरण यंत्राच्या रोटारला प्राइम मूव्हरशी जोडले गेले असेल तर ते समकालिक वेगापेक्षा जास्त वेगाने चालविण्यास सक्षम असेल तर असे लक्षात येईल की यंत्राद्वारे ऊर्जा परत मेनमध्ये पुरवली जाते. या स्थितीत यंत्र जनरेटर म्हणून काम करत असल्याचे सांगितले जाते. जेव्हा यंत्र प्रेरणच्या घटनेवर कार्य करते आणि मशीनला उत्तेजन दिले जात नाही, अशा यंत्राला प्रेरण जनरेटर म्हणतात.

या यंत्राबाबत खालील मुद्दे लक्षात घेण्यासारखे आहेत

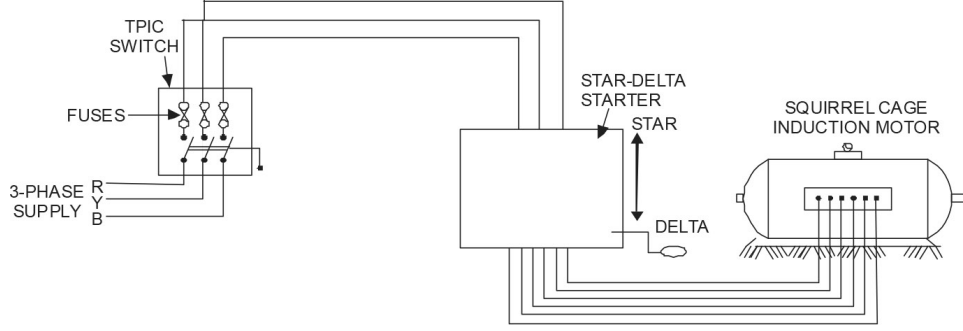
1. हे यंत्र मुख्य पुरवठ्याशी जोडलेले असते आणि प्रथम मोटर म्हणून चालवले जाते आणि नंतर प्राइम मूव्हरच्या मदतीने रोटारला समकालिक वेगापेक्षा जास्त वेगाने फिरवून जनरेटर म्हणून चालवता येते.
2. मशीन कधीही जनरेटर म्हणून स्वतंत्रपणे चालवता येत नाही कारण यंत्राच्या कोणत्याही भागाला उत्तेजन दिले जात नाही. शिवाय, प्रेरण घटना केवळ या प्रकरणात शक्य आहे जर यंत्र प्रथम मोटर म्हणून चालविली गेली असेल, म्हणजे यंत्र मुख्य पुरवठ्याशी जोडलेली असेल, स्वतंत्रपणे काम करत नसेल.
3. जेव्हा रोटारचा वेग प्राइम-मूव्हरच्या मदतीने स्टॅटर रिव्हॉल्व्हिंग फील्डच्या समकालिक वेगापेक्षा जास्त केला जातो, तेव्हा प्राइम-मूव्हरद्वारे पुरविलेल्या यांत्रिक उर्जेचे विद्युत उर्जेमध्ये रूपांतर होते. म्हणून, यंत्र जनरेटर म्हणून काम करते.
4. जनरेटर म्हणून मशीनची कार्यरत श्रेणी कमाल टॉर्कच्या मूल्याशी संबंधित स्लिपपर्यंत मर्यादित आहे.

3-फेज प्रेरण मोटर्सच्या परिभ्रमणाची दिशा कशी उलट करायची याचे परीक्षण करूया

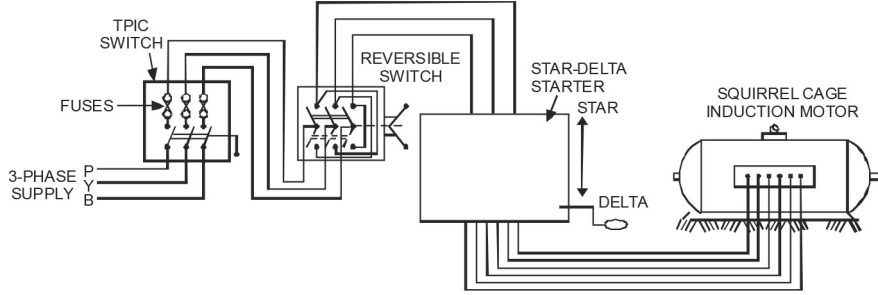
परिपथ आकृती:



आकृती P7.4: 3-फेज प्रेरण मोटर स्टार-डेल्टा स्टार्टर आणि TPIC स्विचद्वारे पुरवठ्यासाठी जोडलेली आहे



आकृती 7.6: 3-फेज इंडक्शन मोटर, रिवर्सिबल स्विच की मदद से टर्मिनलों R और Y को इंटरचेंज करके रोटेशन को उलट दिया जाता है



आकृती P7.6: 3-फेज प्रेरण मोटर, रिवर्सिबल स्विचच्या मदतीने R आणि Y टर्मिनल्स बदलून परिभ्रमण उलट केले जाते

प्रक्रिया:

1. आकृती 7.4 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे TPIC स्विच आणि स्टार-डेल्टा स्टार्टरद्वारे मोटरशी जोडणी करा.
2. प्रभारी शिक्षकांकडून जोडणी तपासा.
3. हँडल प्रथम स्टार आणि नंतर डेल्टा स्थितीत ठेऊन मोटर सुरू करा
4. मोटरच्या फिरण्याच्या दिशेकडे लक्ष द्या.
5. स्टार्टरवर स्टॉप बटण दाबून मोटर थांबवा आणि TPIC स्विच बंद करा
6. आकृती P7.5 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे TPIC स्विचच्या कोणत्याही दोन टर्मिनल्सवर मोटरच्या परिभ्रमणाची दिशा बदलण्यासाठी मोटरचे लीड्स बदला.

किंवा

मोटरच्या परिभ्रमणाची दिशा उलट करण्यासाठी, आकृती 7.6 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे उलट करता येण्याजोग्या स्विचमधील कोणत्याही दोन टर्मिनलवर मोटरच्या लीड्सची अदलाबदल करा

7. TPIC स्विच चालू करा आणि मोटर पुन्हा सुरू करा. मोटरच्या फिरण्याच्या दिशेकडे लक्ष द्या.
8. जर मोटरला 2-ध्रुवांवर वाउंड केले असेल तर तिचा वेग 3000 r.p.m. पेक्षा कमी असेल कारण प्रेरण मोटर फक्त समकालिक वेगापेक्षा कमी वेगाने चालू शकते तर 4-पोल प्रेरण मोटर 1500 r.p.m. पेक्षा किंचित कमी वेगाने फिरू शकते. फिरण्याचा वेग टॅकोमीटरने मोजता येतो.

निरीक्षणे:

1. पहिल्या प्रकरणात मोटरच्या फिरण्याची दिशा - घड्याळाच्या दिशेने/घड्याळाच्या उलट दिशेने.
2. जोडणी बदलल्यानंतर मोटरच्या फिरण्याची दिशा - घड्याळाच्या दिशेने/घड्याळाच्या उलट दिशेने.

परिणाम:

1. जेव्हा कोणत्याही दोन टर्मिनल्समधील जोडणीची अदलाबदल केली जाते तेव्हा मोटरच्या फिरण्याची दिशा उलट केली जाते.

निष्कर्ष:

प्रेरण यंत्र हे एक अ-समकालिक यंत्र आहे.

तोंडी परीक्षा

1. 6-पोल प्रेरण मोटरची सिंक्रोनस गती किती असेल?
2. जर RB टर्मिनल्सवरील जोडणीचे अदलाबदल केले तर प्रेरण मोटरच्या फिरण्याची दिशा उलटेल का?
3. काम करत असताना, 3-फेज प्रेरण मोटरचा वेग समकालिक वेगापेक्षा काही मार्गांनी वाढवला, तर तुम्ही काय अपेक्षा कराल?

5

विद्युत शक्ती परिवर्तक (पॉवर कन्व्हर्टरस)

शिकण्याचे उद्दिष्ट:

- उद्दिष्ट क्रं 1 : विद्युतशक्ती परिवर्तक आणि साध्या रेखीय विद्युतदाबाचे नियमक कार्य.
- उद्दिष्ट क्रं 2 : बक परिवर्तक च्या कार्याचे विश्लेषण करणे.
- उद्दिष्ट क्रं 3 : बूस्ट परिवर्तक च्या कार्याचे विश्लेषण करणे.
- उद्दिष्ट क्रं 4 : बक- बूस्ट परिवर्तक च्या कार्याचे विश्लेषण करणे.
- उद्दिष्ट क्रं 5 : विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टरचे कार्य.
- उद्दिष्ट क्रं 6 : मोड्युलेशन ची आवश्यकता

प्रस्तावना

विद्युत प्रणालीमध्ये, विद्युतशक्तीचे रूपांतरण म्हणजे विद्युत ऊर्जेचे एका प्रकारातून दुसऱ्या प्रकारात रूपांतर केले जाते जसे की अदिष्ट ते दिष्ट, दिष्ट ते अदिष्ट, दिष्ट ते दिष्ट किंवा अदिष्ट ते अदिष्ट. कधीकधी फक्त विद्युतदाब किंवा वारंवारता किंवा दोन्ही मूल्ये बदलतात.

विद्युत शक्ती परिवर्तक हे एक विद्युत किंवा यंत्र-विद्युत (इलेक्ट्रो-मेकॅनिकल) साधन (डिव्हाइस) आहे, हे विद्युत ऊर्जेच्या रूपांतरणासाठी एक साधे रोहीत असू शकते, जे अदिष्ट विद्युत शक्ती मधील संभाव्यतेचे स्तर बदलण्यासाठी वापरले जाते, परंतु दुसरीकडे ते अधिक जटिल प्रणाली साठी वापरले जाऊ शकते. विद्युतशक्ती परिवर्तक हा शब्द विद्युत उपकरणांचा एक प्रकार म्हणून वापरला जातो जो आधी वर्णन केल्याप्रमाणे एका वारंवारता मधून दुस-या वारंवारता प्रवाहात रूपांतरित करतो. विद्युतशक्ती रूपांतरण प्रणालींचे त्यांच्या अनुप्रयोगानुसार विविध प्रकारे वर्गीकरण केले जाऊ शकते. विद्युतशक्ती परिवर्तक प्रणालीचे वर्गीकरण करण्याचा एक मार्ग आहे ज्यानुसार पुरविलेली माहिती (इनपुट) आणि उत्पादन (उत्पादन) अदिष्ट किंवा दिष्ट असू शकतात.

दिष्ट ते दिष्ट विद्युतशक्ती रूपांतरण: दिष्ट ते दिष्ट परिवर्तक या श्रेणीमध्ये येतात. दिष्ट विद्युतदाबाची संभाव्य पातळी बदलण्यासाठी हे सहसा वापरले जातात. विद्युत दाब नियमक आणि रेखीय नियमक दिष्ट ला दिष्ट मध्ये रूपांतरित करतात.

दिष्ट ते अदिष्ट विद्युतशक्ती रूपांतरण: दिष्ट ते अदिष्ट मध्ये रूपांतरित करण्यासाठी विद्युतशक्ती परिवर्तक वापरला जातो.

अदिष्ट ते दिष्ट विद्युतशक्ती रूपांतरण: अदिष्ट ते दिष्ट रूपांतरित करण्यासाठी वापरलेली उपकरणे रेक्टिफायर्स, मुख्य वीज पुरवठा युनिट (पीएसयू) आणि स्वीच-मोड वीज पुरवठा आहेत.

अदिष्ट ते अदिष्ट विद्युतशक्ती रूपांतरण: जी साधने अदिष्ट ते अदिष्ट परिवर्तन करण्यासाठी वापरले जातात त्यांना ट्रान्सफॉर्मर/ऑटो ट्रान्सफॉर्मर/विद्युतदाब परिवर्तक, विद्युतदाब रेग्युलेटर, सायक्लो कनवर्टर आणि वेरियेबल (बदलणारी) वारंवारता ट्रान्सफॉर्मर असे म्हणतात. काही साधने आणि पद्धती या एक आणि तीन-फेज ऑपरेशन मध्ये शक्ती रूपांतरणा साठी देखील उपलब्ध आहेत.

जसे आपल्याला माहित आहे की प्रमाणित वीजेचा विद्युतदाब आणि वारंवारता ही देशानुसार किंवा कधीकधी त्याच देशात भिन्न आढळते. अमेरिकेत ते सामान्यतः 120 व्होल्ट, 60 हर्ट्झ असते, परंतु युरोप, आशिया, आफ्रिका आणि जगाच्या इतर अनेक भागांमध्ये हे साधारणपणे 230 व्होल्ट, 50 हर्ट्झ असते.

जमिनीवर उभ्या असलेल्या विमानामध्ये, 400 हर्ट्झ वापरले जाते. अशा विमानांना शक्ती प्रणालीच्या कार्यान्वयासाठी एक तर 50 हर्ट्झ / 60 हर्ट्झ पासून 400 हर्ट्झ वारंवारता बदल आवश्यक असतो. उलट, प्रवास करताना अंतर्गत 400 हर्ट्झ शक्ती 50 हर्ट्झ किंवा 60 हर्ट्झ मध्ये रूपांतरित केले जावू शकते.

हे हि सत्य आहे कि काही अणुविद्युत उपकरणे, जसे कि अदिष्ट ऍडॉप्टर्स, हे मुख्य अदिष्ट विद्युतदाबला तुलनेत कमी दाबाच्या दिष्ट विद्युतदाबात परिवर्तन करते जे कि मायक्रोचिप्स मध्ये वापरण्या योग्य असते. त्याचप्रमाणे, विद्युतदाब परिवर्तक (ज्याला “ट्रॅव्हल परिवर्तक” असेही म्हणतात) देशांदरम्यान प्रवास करताना वापरले जातात. जे $\sim 120\text{ V}$ विरुद्ध $\sim 240\text{ V}$ अदिष्ट मुख्य शक्ती वापरतात. तेथे ग्राहक “अडॉप्टर्स” देखील आहेत जे फक्त दोन भिन्न आकाराच्या अदिष्ट विद्युतशक्ती प्लग आणि सॉकेट्स दरम्यान विद्युत संपर्क बनवतात, जिथे विद्युतदाब किंवा वारंवारता बदलत नाहीत.

या अध्यायात आपण काही महत्त्वाच्या परिवर्तकांचा विचार करू.

घटकवार परिणाम

U5-O1: घटक-5 शिक्षण परिणाम-1

विद्युतशक्ती परिवर्तक चे कार्य समजून घेणे.

U5-O2: घटक-5 शिक्षण परिणाम-2

बक परिवर्तकच्या कार्याचे आणि अनुप्रयोगांचे विश्लेषण करणे

U5-O3: घटक-5 शिक्षण परिणाम-3

बूस्ट परिवर्तकच्या कार्याचे आणि अनुप्रयोगांचे विश्लेषण करणे

U5-O4: घटक-5 शिक्षण परिणाम-4

बक- बूस्ट परिवर्तकच्या कामकाजाचे आणि अनुप्रयोगांचे विश्लेषण करण्यासाठी विविध मॉड्युलेटरचे मोड्युलेशन आणि विश्लेषणाचा समजून घेणे.

घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन

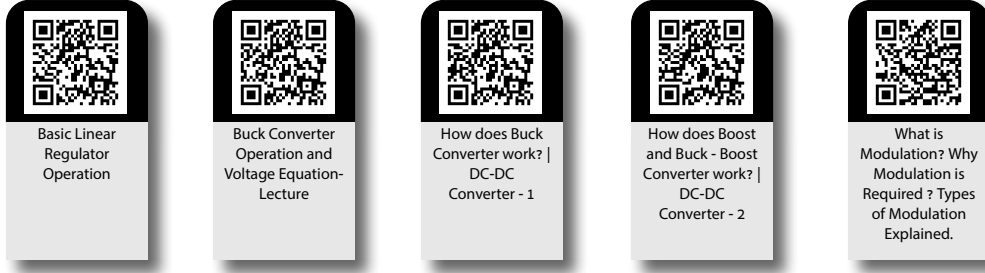
घटक क्र.-2 चे उद्दिष्टे	अभ्यासक्रम उद्दिष्टांसोबतचे अपेक्षित संयोजन		
	01- निम्न स्तर परस्परसंबंध; 02- मध्यम स्तर परस्परसंबंध; 03- उच्च स्तर परस्परसंबंध		
	CO-1	CO-2	CO-3
U5-O1	1	3	–
U5-O2	1	3	–
U5-O3	1	3	–
U5-O4	1	3	–
U5-O5	1	3	–

काही मनोरंजक तथ्ये

- जगातील सर्वात मोठा विजेचा दिवा एडिसन, न्यू जर्सी येथे स्थित आहे. तो 14 फूट उंच व आठ टन वजनी आहे आणि थॉमस एडिसन स्मृती मनोऱ्याच्या शीर्षस्थानी स्थापन आहे.
- आपल्या शरीरात विद्युत शक्ती असते-आपले मज्जातंतू विविध स्नायूंना विद्युत संवेदना पाठविण्यासाठी याचा वापर करतात.
- आइसलँड हा दरवर्षी सर्वाधिक विद्युत शक्ती वापरणारा देश आहे. त्यांचा वापर अमेरिकेच्या तुलनेत सुमारे 23% जास्त आहे.

चलचित्र संपर्क दुवे

परिपाथासाठीचे चलचित्र दुवे



5.1 दिष्ट-दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तक

दिष्ट-दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तक विविध अनुप्रयोगांमध्ये वापरले जातात जसे की वैयक्तिक संगणकांसाठी वीज पुरवठा, लॅपटॉप, कार्यालयीन उपकरणे, अंतराळ यान उर्जा यंत्रणा, दूरसंचार उपकरणे, दिष्ट मोटर ड्राइव्ह इ. दिष्ट-दिष्ट परिवर्तकाला पुरविलेले इनपूट हे एक अनियमित दिष्ट विद्युतदाब आहे आणि ते नियमन केलेले भिन्न परिमाणाचे विद्युतदाब तयार करते.

दिष्ट-दिष्ट परिवर्तकचे खालील प्रमाणे वर्गीकरण केले जाऊ शकते:

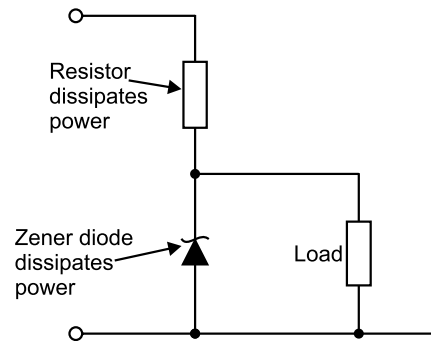
बक परिवर्तक: हे स्टेपडाऊन परिवर्तक आहेत. पुरवलेल्या दिष्ट विद्युतदाबापेक्षा आऊटपूट विद्युतदाब हा कमी असतो

बुस्ट परिवर्तक: हे स्टेपअप परिवर्तक आहेत, पुरवलेल्या दिष्ट विद्युतदाबापेक्षा आऊटपूट विद्युतदाब हा जास्त असतो

बक-बुस्ट परिवर्तक: पुरवलेल्या दिष्ट विद्युतदाबापेक्षा आऊटपूट विद्युतदाब हा जास्त किंवा कमी असू शकतो

5.2 समान (लिनिअर) विद्युतदाब नियमक

नियमक भार (लोड) वापरून साध्या रेखीय क्षमतेची दिष्ट क्षमता कमी केली जाऊ शकते आकृती 5.1 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे मध्ये सर्वात मूलभूत प्रकार म्हणजे विद्युतदाब विभाजक किंवा विद्युतदाब ड्रॉपर म्हणून प्रतिरोधक वापरावा काही प्रकरणांमध्ये विद्युतदाब स्थिर करण्यासाठी आकृती मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, झिनर डायोड देखील वापरता येतात. विद्युतदाब ड्रॉपर किंवा आगमनात्मक परिवर्तकच्या या स्वरूपाची समस्या आहे खूप शक्ती व्यर्थ किंवा वाया जाईल, रोधामध्ये सोडलेले



आकृती 5.1: समान विद्युतदाब नियामक

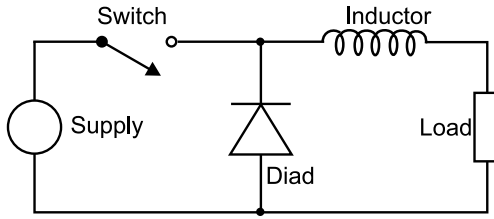
कोणतेही विद्युतदाब उष्णता निर्माण करेल, आणि कोणतीही विद्युतधारा झिनर डायोड मधून वाहून ऊष्णता तयार होईल.. या दोन्ही घटकांमुळे मौल्यवान ऊर्जेचे नुकसान होते. शिवाय, अशा परिस्थितीत, जेव्हा विद्युतदाब कमी असतो, तेव्हा प्रवाह वाढत नाही. तर, बक-परिवर्तक च्या बाबतीत, जेव्हा विद्युतदाब कमी होतो, तेव्हा विद्युतधारा वाढते (म्हणजे $i.e. P_{in} = P_{out}$).

5.3 बक परिवर्तक

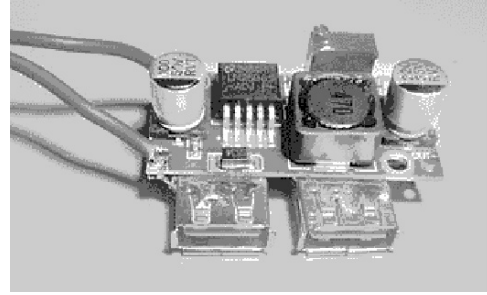
बक परिवर्तक एक दिष्ट-दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तक आहे जो एकाच वेळी विद्युतदाब कमी करतो आणि विद्युतधारा वाढवितो ज्यामुळे पुरविलेला वीज पुरवठा हा उत्पादन (लोड) केलेल्या वीजे सारखाच राहतो.

ब्लॉक आकृती (पारंपारिक परिपथ) आणि बक परिवर्तकचे रेखा चित्र अनुक्रमे आकृती 5.2 आणि 5.3 मध्ये दर्शविले आहे. यात मूलभूतपणे समाविष्ट आहे;

- **कमीतकमी दोन सेमीकंडक्टर डिव्हाइसेस:** एक डायोड आणि ट्रान्झिस्टर, तथापि, आधुनिक बक परिवर्तक मध्ये सहसा डायोड दुसऱ्या ट्रान्झिस्टरने बदलला जातो आणि ट्रान्झिस्टरची जागा मॉस्फेट किंवा आयजीबीटी घेते.
- **किमान एक ऊर्जा संचय घटक:** एक कॅपेसिटर, प्रेरक, किंवा दोन्हीचे संयोजन.
- **अतिरिक्त कॅपेसिटर (किंवा कधीकधी कॅपेसिटर आणि इंडक्टर्सचे संयोजन):** या वापराच्या लाटा फिल्टर करण्यासाठी वापरल्या जातात. हे घटक सहसा उत्पादन (लोड-साइड) आणि पुरविलेली माहिती (सप्लायसाइड) वर जोडलेले असतात.



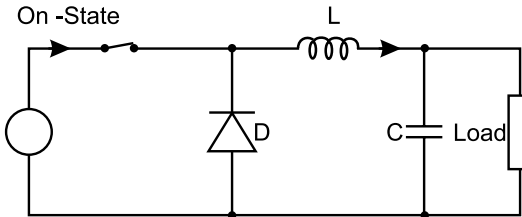
आकृती 5.2: बक परिवर्तक परिपथ आकृती



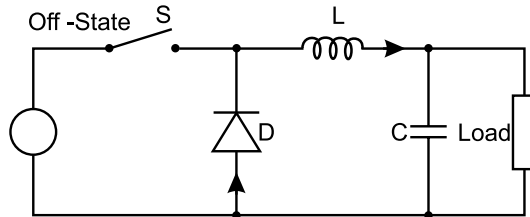
आकृती 5.3: बक परिवर्तकचे रेखा चित्र दृश्य

कार्य तत्त्व

बक परिवर्तकची दोन परिपथ कॉन्फिगरेशन अर्थात ऑन-स्टेट, जेव्हा की (बटन) बंद असते, आणि ऑफ-स्टेट, जेव्हा बटन उघडे असते, अनुक्रमे आकृती 5.4 आणि 5.5 मध्ये दर्शविले जाते. बाण पारंपारिक विद्युत प्रवाहाच्या प्रवाहाची दिशा दर्शवतात.



आकृती 5.4: ऑन स्थिति



आकृती 5.5: ऑफ-स्टेट

आदर्श ऑपरेशनसाठी, असे मानले जाते कि:

- सर्व घटक परिपूर्ण आहेत विशेषतः स्विच व डायोड चालू असताना शुन्य विद्युतदाब व बंद असताना शुन्य विद्युतप्रवाह आणि प्रेरकाच्या सिरीज मध्ये शुन्य रोध असतो
- एका सायकल (cycle) मध्ये पुरवलेली वीज आणि उत्पादित वीज यामध्ये कोणताही बदल होत नाही. . याचा अर्थ असा की उत्पादन कॅपेसिटन्स अनंत आहे.

(बक) परिवर्तकच्या कार्याच्या चांगल्या आकलनासाठी, प्रेरकातील विद्युतदाब व विद्युतप्रवाह यांचा संबंध समजून घेणे.

ऑफ स्टेट

जेव्हा आकृती 5.2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे बटन ओपन (बंद स्थिति) असतो, तेव्हा परिपथ मधील विद्युतधारा शून्य असते.

ऑन-स्टेट

आकृती 5.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे बटन, चालू होईल (ऑन-स्टेट), प्रवाह वाढण्यास सुरवात होईल आणि ह्या बदलणार्या विद्युतप्रवाहा मुळे प्रेरक एक असा विद्युतदाब निर्माण करेल जो या प्रवाहाला विरोध करेल. प्रेरकाभोवती असणारा हा विद्युतदाब पुरवठा विद्युतदाबाचा प्रतिकार करतो त्यामुळे लोडभोवती असणारा एकंदर विद्युतदाब कमी होतो. विद्युतधारा बदलाचा दर कमी झाल्यावर, प्रेरकातील विद्युतदाब देखील कमी होतो, यामुळे लोडभोवती विद्युतदाब वाढतो. ह्या काळात, प्रेरक चुंबकीय क्षेत्राच्या स्वरूपात ऊर्जा साठवतो.

प्रेरकाभोवती नेहमीच विद्युतदाब असेल जर विद्युतधारा बदलत असताना स्वीच उघडले गेले तर, म्हणून लोडभोवती असणारा एकंदर विद्युतदाब हा पुरवठा विद्युतदाबापेक्षा कमी असतो.

ऑफ स्टेट

जेव्हा बटन पुन्हा उघडले जाते (बंद स्थिति), 5.5 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, विद्युतधारा कमी होऊ लागेल. कमी होणाऱ्या प्रवाहाच्या या भिन्नतेमुळे इंडक्टरच्या टोकांवर विद्युतदाब ड्रॉप होईल आणि विद्युतधारा स्त्रोत बनेल. इंडक्टरच्या चुंबकीय क्षेत्रात साठवलेली ऊर्जा सोडली जाते जी लोडद्वारे विद्युतधारा प्रवाहाला समर्थन देते. ही ऑफ स्टेट विद्युतधारा चालू स्थिति दरम्यान प्रवाहित होणाऱ्या प्रवाहात जोडली जाते, म्हणून, एकूण प्रवाह बनतो आणि सरासरी पुरवलेल्या विद्युतधारेपेक्षा जास्त असतो (बंद स्थिति दरम्यान शून्य असणे).

अशा प्रकारे, बंद स्थिति दरम्यान, विद्युतदाब कमी होतो, परंतु ही कमतरता सरासरी विद्युतधारेत वाढ करून भरून काढली जाते. आदर्शपणे हे लोडला वितरित केलेली शक्ती वाचवते.

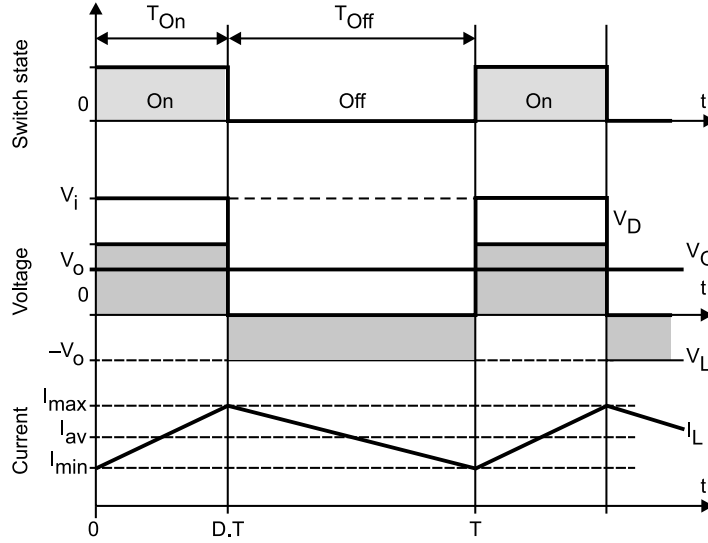
हे सर्व काही घडते आहे कारण प्रेरक हा साठवलेली उर्जा मुक्त करत आहे.

जर इंडक्टर पूर्णपणे डिस्चार्ज होण्यापूर्वी बटन पुन्हा चालू झाले, तर लोडभोवती असलेला विद्युतदाब हा पुरवलेल्या विद्युतदाबापेक्षा जास्त असेल.

बक परिवर्तक हा सतत मोड किंवा खंडित मोड मध्ये कार्य करू शकतात.

बक परिवर्तक सतत मोडमध्ये कार्यरत असल्याचे म्हटले जाते जर प्रेरकातील विद्युत प्रवाहाचे मूल्य हे एका कम्युटेशन सायकल मध्ये कधीच शून्यावर येत नाही.

या मोडमध्ये बक परिवर्तकचे ऑपरेटिंग सिद्धांत स्पष्ट करण्यासाठी, आकृती 5.6 मध्ये दर्शविलेल्या प्लॉटचा विचार करा. (डायोड च्या विद्युतदाब ड्रॉपकडे दुर्लक्ष करणे) (विद्युतधारा मूल्य कमी करणे)



आकृती 5.6: बक परिवर्तकांमधील स्थिर स्टेट मधील विद्युत दाब व विद्युत धारा चित्रण

- स्वीच बंद केल्यावर आकृती 5.4 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे प्रेरकाभोवती असलेला विद्युतदाब हा, $V_L = V_i - V_o$ आहे. प्रेरकातून वाहणारी विद्युतधारा ही रेखीय पद्धतीने वाढत असते (साधारणतः जोपर्यंत विद्युतदाब हा स्थिर राहतो). या क्षणाला डायोड हा उलट पक्षपाती विद्युतदाब V मुळे होतो म्हणून विद्युतधारा त्यातून जात नाही
- आकृती 5.5 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे बटन चालू असेल, तेव्हा डायोड पुढे पूर्वग्रहदूषित (पुढे पूर्वग्रहदूषित) होईल प्रेरकाभोवती असलेला विद्युतदाब हा $V_L = -V_o$ आहे. (डायोडभोवती असलेला विद्युतदाब दुर्लक्षित करुन). I_L कमी होतो.

प्रेरक L च्या चुंबकीय क्षेत्रात साठवलेली ऊर्जा आहे $E = \frac{1}{2} L I_L^2$

चालू स्थितीत प्रेरक L मधील विद्युतधारा I_L ही वाढते तसेच साठवलेली ऊर्जा ही वाढते. व नंतर बंद स्थितीत ती कमी होते. तर प्रेरक L हा परिवर्तकाला पुरवलेली ऊर्जा ही आउटपूटला पाठवतो

- बदलाचा दर या सूत्रानुसार निर्धारित केला जाऊ शकतो: $V_L = L \frac{dI_L}{dt}$
- ऑन-टाइम (ऑन-टाइम) V_L चे बंद स्थिति दरम्यानचे मूल्य असेल $V_i - V_o$, म्हणून, चालू स्थिति $-V_o$ दरम्यान करंटमध्ये वाढ चालू स्थितीतील संबंधाने दिली जाते:

$$\Delta I_{Lon} = \int_0^{t_{on}} \frac{V_L}{L} dt = \frac{(V_i - V_o)}{L} t_{on}, t_{on} = DT$$

जेथे डी कर्तव्य चक्र (एक स्कॅलर प्रमाण) म्हटले जाते जे 0 आणि 1 दरम्यान असते.

- दुसरीकडे कमी चालू होते, बंद स्थिति, जे संबंध द्वारे दर्शविले जाते:
- असे गृहीत धरून की परिवर्तक स्थिर स्थिती मध्ये कार्यरत आहे व, त्या कम्युटेशन सायकलच्या शेवटी (T) प्रत्येक घटका मध्ये साठवलेली ऊर्जा ही सुरवातीच्या उर्जे एवढीच असते. हे दाखवते की विद्युतधारा I_L चे परिमाण स्थिर राहते $t = 0$ आणि $t = T$ (आकृती 5. 6 बघावी)

वरील समीकरणांमधून आपल्याला मिळते

$$\Delta I_{Loff} = \int_{t_{on}}^{t_{on}+t_{off}} \frac{V_L}{L} dt = \frac{(V_i - V_o)}{L} t_{off}, t_{off} = (1 - D)T$$

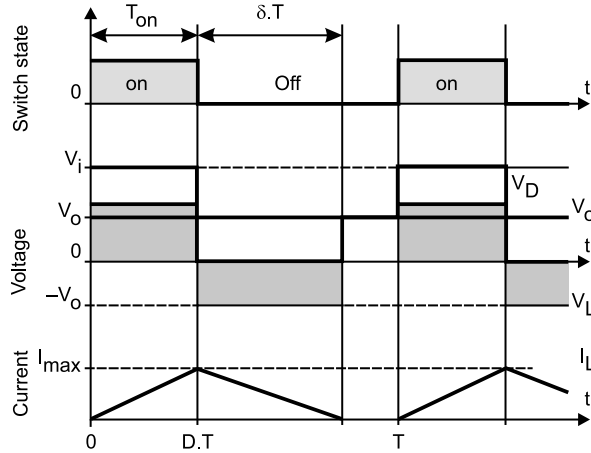
- वरील समीकरणांनुसार, 5.6 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे आलेखांद्वारे प्रतिमांचे प्रमाण प्रदर्शित केले जाऊ शकते. येथे आणि विविध आयत (राखाडी आणि गडद राखाडी) द्वारे दर्शविले जाते. स्थिर स्थितीत $(V_i - V_o)t_{on}$ या प्रमाणाचे आयताकृती क्षेत्रफळ हे $(-V_o)t_{off}$ या प्रमाणाच्या आयताकृती क्षेत्रफळाशी हा समान असणे आवश्यक आहे. आकृती 5.6 ने हे स्पष्ट होते की $t_{on} = D T$ आणि $t_{off} = (1 - D) T$

$$\Delta I_{Lon} + \Delta I_{Loff} = 0 \quad \text{या} \quad \frac{(V_i - V_o)}{L} t_{on} - \frac{(V_o)}{L} t_{off} = 0$$

- आकृती 5.6 वरून हे स्पष्ट आहे की $(V_i - V_o)DT - V_o(1 - D)T = 0$ या $V_o - DV_i = 0 \rightarrow D = \frac{V_o}{V_i}$
- वरील समीकरण हे दर्शवते की, दिलेल्या इनपुट विद्युतदाबासाठी परिवर्तकाचा आउटपुट विद्युतदाब हा ड्यूटी सायकलसह रेषीयरित्या बदलतो. t_{on} व कालावधी T यांचे गुणोत्तर म्हणजेज ड्यूटी सायकल D , म्हणूनच तो 1 पेक्षा जास्त असू शकत नाही. म्हणूनच या परिवर्तकाला स्टेप डाउन परिवर्तक म्हणतात, कारण $V_o \leq V_i$
- उदाहरणार्थ, जर $12 V$ दिष्ट ला $3 V$ दिष्ट खाली उतरवण्याची गरज आहे, (म्हणजे उत्पादन विद्युतदाब पुरविलेली माहिती विद्युत दाब च्या एक चतुर्थांश आहे) तर आम्हाला 25% च्या युटिलिटी रेशोसह परिवर्तकची आवश्यकता आहे.

असलग्न मोड

जर कम्युटेशन सायकलच्या काही कालावधीसाठी इंडक्टर (I_L) द्वारे विद्युत प्रवाह शून्यावर आला तर बक कन्व्हर्टरला खंडित मोडमध्ये ऑपरेट केले जाईल असे म्हटले जाते. जेव्हा लोडसाठी आवश्यक असलेली उर्जा खूप कमी असते तेव्हाच बक कन्व्हर्टर या मोडमध्ये चालवले जाते.. वर वर्णन केलेल्या तत्वातील फरक एवढाच आहे की आकृती 5.7 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे कम्युटेशन सायकलच्या शेवटी प्रेरक पूर्णपणे मुक्त केला जातो. तथापि, हे शेवटच्या काही समीकरणांवर परिणाम करते.



आकृती 5.7: बक परिवर्तकांमधील अस्थिर स्टेट मधील विद्युत दाब व विद्युत धारा चित्रण

या परिवर्तकामध्ये, प्रत्येक कम्युटेशन सायकलमध्ये, विद्युत् प्रवाह शून्यावर येतो. यामुळे उत्पादन कॅपेसिटर मुक्त होतो (डिस्चार्ज) व अधिक स्विचिंग नुकसान(लॉस)होते. हे कमी करण्यासाठी पल्स-वारंवारता मॉड्यूलेशनम्हणून ओळखले जाणारे एक वेगळे नियंत्रण तंत्र स्वीकारले जाते.

तरीसुद्धा असे मानले जाते की परिवर्तक स्थिर स्थितीत कार्य म्हणून, इंडक्टरमधील उर्जा सायकलच्या सुरुवातीस आणि शेवटी समान मानली जाते (येथे खंडित मोडमध्ये, ती शून्य आहे) जाते. याचा अर्थ असा की प्रारंभकर्त्याची सरासरी क्षमता VL_L शून्य आहे); म्हणजेच, प्रकाश आणि गडद आयतांचे क्षेत्रफळ 5.7 मध्ये समान आहे.

$$\text{जे दर्शवते } (V_i - V_o)DT - V_o \delta T = 0$$

$$\text{तर मूल्य} \quad \delta = \frac{(V_i - V_o)D}{V_o}$$

लोड (I_o) ला दिलेले उत्पादन विद्युतधारा स्थिर आहे कारण आम्ही असे गृहीत धरले आहे की उत्पादन कॅपेसिटर एक कम्युटेशन सायकल दरम्यान त्याच्या टर्मिनल्समध्ये स्थिर क्षमता राखण्यासाठी पुरेसे मोठे आहे. याचा अर्थ कॅपेसिटरमधून वाहणाऱ्या प्रवाहाचे सरासरी मूल्य शून्य आहे. म्हणून, आपण असे म्हणू शकतो की प्रेरक प्रवाहाचे सरासरी मूल्य आहे.

हे आकृती 5.7 मध्ये पाहिले जाऊ शकते की आगमनात्मक विद्युतधारा लाटाचा लिकोणी आकार असतो. म्हणून I_L' चे सरासरी मूल्य भौमितीय पद्धतीने खालीलप्रमाणे सोडवता येते:

$$\begin{aligned} I_L' &= \left(\frac{1}{2} I_{L\max} DT + \frac{1}{2} I_{L\max} \delta T \right) \frac{1}{T} \\ &= \frac{I_{L\max} (D + \delta)}{2} = I_o \end{aligned}$$

सुरुवातीला, प्रेरक मध्ये विद्युतधारा शून्य आहे आणि t_{on} दरम्यान वाढतो तो $I_{L\max}$ पर्यंत. म्हणून, समान असेल:

$$I_{L\max} = \frac{(V_i - V_o)DT}{V_o}$$

मागील समीकरणात $I_{L\max}$ चे मूल्य बदलून, आम्हाला मिळते, वरील अभिव्यक्तीमध्ये δ चे मूल्य बदलून, ते खालीलप्रमाणे प्राप्त केले आहे:

$$I_o = \frac{(V_i - V_o)DT(D + \delta)}{2L}$$

$$\text{किंवा} \quad I_o = \frac{(V_i - V_o)DT \left(D + \frac{V_i - V_o}{V_o} D \right)}{2L}$$

$$\text{या} \quad V_o = V_i \frac{1}{\frac{2LI_o}{D^2 V_i T} + 1}$$

निष्कर्ष: वरील समीकरणातून, हे स्पष्ट आहे की बक परिवर्तकची उत्पादन क्षमता खालीलप्रमाणे बंद मोडमध्ये कार्य करते:

- त्याच्या समकक्ष सतत मोड पेक्षा खूप क्लिष्ट आहे.
- उत्पादन विद्युतदाब आता केवळ पुरवलेला विद्युतदाब (V_i) आणि कर्तव्य चक्र D चे कार्य नाही, परंतु मूल्य (L), कम्युटेशन कालावधी (T) आणि उत्पादन विद्युतधारा (I_o) यावर अवलंबून आहे.

त्यामुळे, खंडित मोड पेक्षा अविरत मोड अधिक सामान्यपणे जास्त वापरले जाते.

वापरा

बक परिवर्तक लक्षणीय कार्यक्षम आहेत (बहुतेकदा 90% पेक्षा जास्त). संगणकांसाठी मुख्य पुरवठा क्षमता (240 V) कमी विद्युतदाब (अनेकदा 12 व्होल्ट) USB, DRAM आणि CPUs (1.8 व्होल्ट किंवा त्यापेक्षा कमी) मध्ये रूपांतरित करण्यासाठी हे परिवर्तक अतिशय उपयुक्त आहेत.

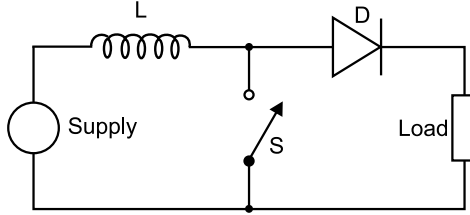
5.4 बूस्ट परिवर्तक

बूस्ट परिवर्तक हे दिष्ट-टू-दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तक आहे जे विद्युतदाब वाढवते आणि विद्युतधारा कमी करते तर पुरविलेली वीज व पुरवठा उत्पादन (लोड) सारखाच राहतो.

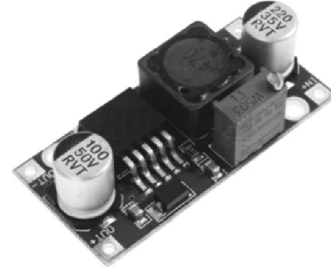
साधे परिपथ

विभाग आकृती (साधी किंवा पारंपारिक परिपथ) आणि बूस्ट परिवर्तकचे सचित्र दृश्य अनुक्रमे आकृती 5.8 आणि आकृती 5.9 मध्ये दर्शविले आहे.

यामध्ये मूलतः खालील गोष्टींचा समावेश आहे;



आकृती 5.8: बूस्ट परिवर्तक आकृती



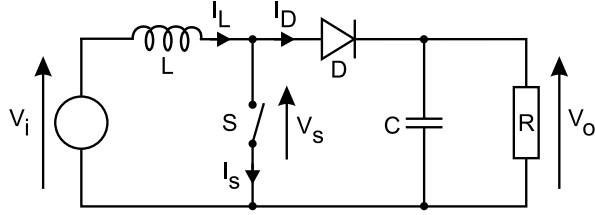
आकृती 5.9: बूस्ट परिवर्तकचे सचित्र दृश्य

- येथे किमान दोन अर्धवाहक - एक डायोड आणि एक ट्रान्झिस्टर, तथापि, आधुनिक बूस्ट परिवर्तक मध्ये डायोड सहसा दुसऱ्या ट्रान्झिस्टर ने बदलले जाते आणि ट्रान्झिस्टर एक MOSFET किंवा IGBT ने बदलले आहे.
- येथे किमान एक ऊर्जा संचय स्रोत - एक कॅपेसिटर, एक इंडक्टर किंवा एक दोन एकलितपणे.
- अतिरिक्त कॅपेसिटर (किंवा कधीकधी कॅपेसिटर आणि प्रेरणादायी संयोजन) - हे तरंग फिल्टर करण्यासाठी वापरले जातात. हे घटक साधारणपणे उत्पादन (लोड-साइड) आणि पुरवठा (सप्लाय-साइड) मध्ये जोडले जातात; साधेपणासाठी येथे दाखवले नाही.

सिद्धांत

बूस्ट परिवर्तकचे मूलभूत तत्त्व

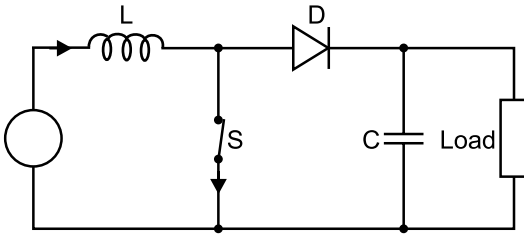
बूस्ट परिवर्तकाचे मूलभूत तत्त्व म्हणजे चुंबकीय क्षेत्र तयार करून आणि नष्ट करून विद्युतप्रवाहातील बदलांना विरोध करण्याची प्रेरकाची प्रवृत्ती. या परिवर्तकामध्ये, उत्पादन विद्युतदाब नेहमी पुरवठा विद्युतदाबापेक्षा जास्त असते.. बूस्ट विद्युतशक्ती स्टेजचे परिपथ आकृती 5.10 मध्ये दर्शविले आहे.



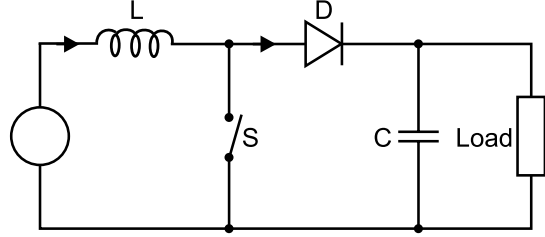
आकृती 5.10: बूस्ट परिवर्तक परिपथ

कार्य:

बूस्ट परिवर्तकची दोन परिपथ कॉन्फिगरेशन अर्थात चालु-स्थिति, जेव्हा बटन बंद असते, आणि ऑफ स्टेट, जेव्हा बटन उघडे असते, अनुक्रमे आकृती 5.11 आणि 5.12 मध्ये दर्शविले जाते. बाण विद्युतधारा प्रवाहाची दिशा दर्शवतात.



आकृती 5.11: चालु स्थिति



आकृती 5.12: बंद स्थिति

- **सर्व घटक परिपूर्ण आहेत विशेषतः** स्विच आणि डायोड चालू असताना शून्य विद्युतदाब ड्रॉप आणि बंद असताना शून्य विद्युतप्रवाह आहे आणि प्रेरकाच्या सिरीज मध्ये शून्य रोध आहे.
- पुरवठा विद्युतदाब व उत्पादन विद्युतदाब हे एका चक्राच्या दरम्यान बदलत नाहीत. हे सुचित करते की उत्पादन कॅपेसिटन्स हा अनंत आहे.

त्याचे कार्य खालीलप्रमाणे समजले जाऊ शकते.

ऑन-स्टेट

जेव्हा बटन बंद असते (ऑन-स्टेट), म्हणून प्रेरक एका घड्याळाच्या दिशेने एक चुंबकीय क्षेत्र विकसित करत आहे, आणि तेथे काही प्रमाणात ऊर्जा स्टोअर करून ध्रुवीयता प्राप्त करते.

ऑफ स्टेट

- जेव्हा बटन उघडला जातो (बंद स्थिति), प्रतिबाधा मुळे विद्युतधारा कमी होईल. लोडच्या दिशेने प्रवाह राखण्यासाठी आधीच विकसित केलेले चुंबकीय क्षेत्र नष्ट होईल. अशा प्रकारे दोन स्त्रोतांचे एकूण ईएमएफ मालिकेत असतील जेणेकरून कॅपेसिटरला डायोड डी द्वारे उच्च क्षमतेने चार्ज केले जाईल.

बूस्ट परिवर्तक कंटिन्यूअस मोड

- जर स्विच पुरेसा जलद चालत असेल, तर चार्जिंगच्या दरम्यान इंडक्टर पूर्णपणे डिस्चार्ज होणार नाही आणि स्विच उघडल्यावर लोडमध्ये नेहमी पुरवठा स्रोतापेक्षा जास्त विद्युतदाब दिसेल. शिवाय, जेव्हा स्विच उघडला स्थितीमध्ये असते तेव्हा लोडच्या समांतर असलेला कॅपेसिटर या संयुक्त विद्युतदाबावर चार्ज होतो.

- पुन्हा स्वीच बंद झाल्यावर, उजवी बाजू ही डाव्याबाजूकडून शॉर्ट सर्किट झालेली आहे, या स्थितीमध्ये कॅपेसिटर हा लोडच्या गरजेनुसार विद्युतदाब व उर्जा प्रदान करतो. यावेळी ब्लॉकिंग डायोड हा कॅपेसिटरला स्वीच मधून डिस्चार्ज होण्यापासून परावृत्त करतो. तसेच कॅपेसिटरला अजून डिस्चार्ज होण्यापासून रोखण्यासाठी स्वीच पुन्हा लवकर उघडणे आवश्यक आहे.
- यातून निष्कर्ष असा आहे, बूस्ट परिवर्तक हा दोन भिन्न स्थिती मध्ये काम करतो.
- ऑन-स्टेटमध्ये (जेव्हा स्विच बंद असतो), यामुळे इंडक्टर विद्युतधारा मध्ये वाढ होते.
- ऑफ-स्टेटमध्ये (जेव्हा स्विच उघडा असतो), या प्रकरणात इंडक्टर विद्युतधारा ला ऑफर केलेला एकमेव मार्ग फ्लायबॅक डायोड डी, कॅपेसिटर सी आणि लोड आर द्वारे आहे. ऑन स्टेट दरम्यान कॅपेसिटर मध्ये जमा झालेली उर्जा यामुळे हस्तांतरित होते.

बूस्ट परिवर्तक सतत मोडमध्ये किंवा खंडीत मोडमध्ये कार्य करू शकतात.

सतत मोड

बूस्ट परिवर्तक सतत मोडमध्ये कार्य करते असे म्हटले जाते जर प्रवाहाद्वारे चालू (I_L) प्रवाहाच्या चक्रादरम्यान कधीही शून्यावर येत नाही. या मोडमध्ये बूस्ट परिवर्तकच्या ऑपरेटिंग तत्वाचे वर्णन करण्यासाठी, आकृती 5.13 मध्ये दर्शविलेल्या आलेख प्लॉटचा विचार करा.

जेव्हा आकृती 5.11 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे स्विच बंद (ऑन-स्टेट) असते, तेव्हा V_i विद्युतदाब हा प्रेरकाभोवती येतो. यामुळे इंडक्टरमधून वाहणारी विद्युतधारा (I_L) मध्ये एका कालावधी (t) मध्ये बदल होतो, हे सूत्राने दिले आहे सुत्र खाली दिलेले नाही !!!.

जेथे L हे प्रेरक चे अधिष्ठापन आहे.

सुत्र दिलेले नाही

ड्यूटी सायकल D हा संचार कालावधी T चा अंश दर्शवते ज्या दरम्यान स्विच चालू ठेवला जातो. म्हणून, डी 0 (जेव्हा एस बंद असते किंवा कधीही चालू नसते) आणि 1 (जेव्हा एस नेहमी चालू असते) दरम्यान असते.

जेव्हा आकृती 5.12 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे स्विच उघडला जातो (ऑफ-स्टेट), प्रेरकातिल विद्युतप्रवाह हा लोड मधून वाहतो. असे मानले की डायोडमध्ये शून्य विद्युतदाब ड्रॉप आहे आणि कॅपेसिटर इतका मोठा आहे की. त्याचा विद्युतदाब स्थिर राहण्यासाठी पुरेसा आहे, I_L ची तयार होत आहे ? आहे:

सुत्र लिहिलेले नाही

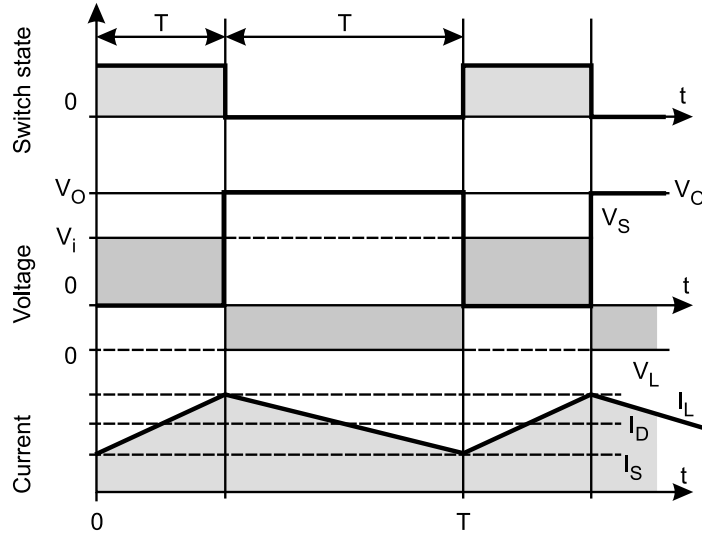
परिवर्तक स्थिर-स्थितीत चालत असल्याने, प्रेरका मध्ये साठवलेली उर्जा ही खालील सुत्राने दिली जाते.

योग्य कार्य काजासाठी, कम्प्युटेशन सायकलच्या प्रारंभाच्या आणि शेवटीच्या दरम्यान प्रेरकातिल विद्युतप्रवाह समान असणे आवश्यक आहे याचा अर्थ वर्तमानातील एकूण बदल (म्हणजे बदलांची बेरीज) शून्य आहे:

म्हणून,

समीकरण लिहिलेले नाही

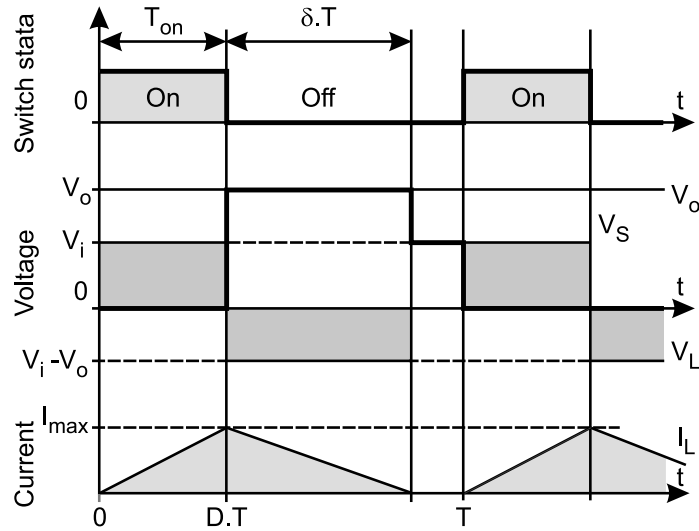
वरील समीकरण हे उघड करते की उत्पादन विद्युतदाब नेहमी पुरवलेल्या विद्युत दाब पेक्षा जास्त असते (ड्यूटी सायकल 0 ते 1 पर्यंत बदलते). सैद्धांतिकदृष्ट्या ते अनंत पर्यंत वाढू शकते कारण डी 1 जवळ येते. म्हणूनच हे परिवर्तक स्टेप-अप परिवर्तक मानले जाते. ड्यूटी वरील समीकरणाची पुनर्रचना करून ड्यूटी सायकल हे खालीलप्रमाणे निश्चित केले जाऊ शकते.



आकृती 5.13: सतत मोडमध्ये बूस्ट परिवर्तकच्या प्रवाह विद्युत दाब वर्णन

स्वतंत्र मोड

जर एका पूर्ण कम्युटेशन सायकलचे शेवट होण्यापूर्वी प्रेरक हा पूर्णपणे डिस्चार्ज झाला असेल तर बूस्ट परिवर्तक हा खंडीत मोड मध्ये चालत आहे. कमी विद्युत भार असताना हे सहसा घडते. या स्थितीत इंडक्टरमधून जाणाऱ्या विद्युत प्रवाहाचे मूल्य शून्यावर येते. आकृती मध्ये तरंग पहा. 5.14 अशा कालावधीत जेव्हा फरक खूप लहान असतो परंतु उत्पादन विद्युतदाब समीकरणावर त्याचा प्रभाव जास्त असतो. संभाव्य लाभ (विद्युतदाब वाढ) ची गणना खालीलप्रमाणे केली जाऊ शकते -



आकृती. 5.14: खंडीत मोडमध्ये विद्युतदाब आणि बूस्ट किंवा बूस्ट परिवर्तकचा तरंग

वेळ चक्राच्या सुरुवातीला विद्युतधारा शून्य असल्याने, $I_{L \max}(t = DT)$ चे कमाल मूल्य आहे-

$$I_{L \max} = \frac{V_i DT}{L}$$

बंद कालावधी दरम्यान, I_L नंतर शून्यावर येते

$$I_{L \max} + \frac{(V_i - V_o) \delta T}{L} = 0$$

वरील दोन समीकरणे सोडवल्यास, आपण त्याचे मूल्य ठरवू शकतो

$$\delta = \frac{V_i D}{(V_o - V_i)}$$

लोड विद्युतधारा I_o डायोड विद्युतधारा (I_D) च्या बरोबरीचे आहे. हे आकृती 5.14 मध्ये दृश्यमान केले जाऊ शकते. डायोड विद्युतधारा ऑफ-स्टेट दरम्यान इंडक्टर विद्युतधारेच्या च्या बरोबरीचे आहे. म्हणून, उत्पादन विद्युतधारा असे लिहिले जाऊ शकते:

$$I_o = I_D = \frac{I_{L \max}}{2} \delta$$

$I_{L \max}$ आणि δ एक्सप्रेशनचे ? मूल्य प्रतिस्थापित करणे:

$$I_o = \frac{V_i DT}{2L}, \frac{V_i D}{V_o - V_i} = \frac{V_i^2 D^2 T}{2L (V_o - V_i)}$$

$$\text{अशा प्रकारे, उत्पादन विद्युतदाब वाढ} \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{V_i D^2 T}{2LI_o}$$

सतत मोड उत्पादन विद्युतदाब वाढीच्या तुलनेत खंडीत मोड उत्पादन विद्युतदाब वाढचे एक्सप्रेशन हे अधिक क्लिष्ट आहे. शिवाय, खंडीत मोड मध्ये, उत्पादन विद्युतदाब वाढ ही केवळ ड्यूटी सायकल वर अवलंबून नसून ती प्रारंभकर्ता मूल्य (L), पुरवलेला विद्युतदाब (व्होल्ट) प्रवास कालावधी (t) आणि उत्पादन विद्युतधारा (I_o).

अर्ज

बूस्ट परिवर्तक लक्षणीय कार्यक्षम आहेत (बहुतेकदा 90% पेक्षा जास्त). उच्च विद्युतदाब मिळवण्यासाठी, बॅटरी विद्युत प्रणाली विद्युत घटक (सेल्स) सिरीज मध्ये नेहमी जोडतात. तथापि, पुष्कळ विद्युत घटक (सेल्स) ची पुरेशी स्टॅकिंग जागेच्या अभावामुळे उच्च विद्युतदाब अनुप्रयोग शक्य नाही. बूस्ट परिवर्तक विद्युतदाब वाढवू शकतात आणि कमी करू शकतात. बॅटरीवर चालणारे दोन अनुप्रयोग ज्यांमध्ये बूस्ट परिवर्तक वापरले जातात ते हायब्रीड इलेक्ट्रीक वेहिकल्स (HEV) व प्रकाश व्यवस्था. बूस्ट परिवर्तकचा वापर दोन एए रिचार्जेबल सेल्स द्वारे प्रदान केलेल्या 2.4 व्होल्ट पासून T_I कॅल्क्युलेटर साठी 9 व्होल्ट पर्यंत स्टेप-अप करण्यासाठी केला जातो.

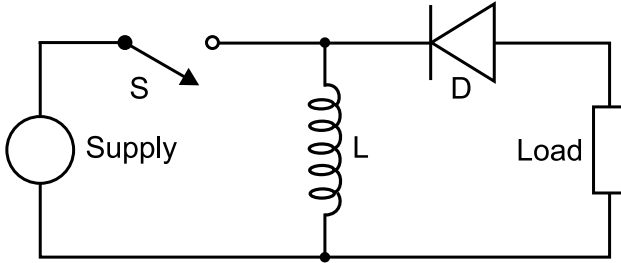
बूस्ट परिवर्तक पोर्टेबल लाइटिंग सारख्या छोट्या स्केल ॲप्लिकेशन्स डिव्हाइसेस ला देखील विद्युतशक्ती प्रदान करतात पांढऱ्या एलईडीला प्रकाश सोडण्यासाठी साधारणपणे 3.3 व्होल्ट ची आवश्यकता असते आणि बूस्ट परिवर्तक दिव्याला शक्ती देण्यासाठी एकाच 1.5 व्होल्ट क्षारीय सेलमधून विद्युत दाब वाढवून देऊ शकतो.

5.5 बक बूस्ट परिवर्तक

बक-बूस्ट परिवर्तक हा दिष्ट दिष्ट शक्ती परिवर्तक आहे जो उत्पादन विद्युतदाब (परिमाण) व विद्युतधारा एकाच वेळी स्टेप-अप किंवा स्टेप-डाउन करण्याची क्षमता ठेवतो व त्यावेळी पुरवठा वीज उत्पादन लोड एवढीच राहते. बक-बूस्ट परिवर्तकसाठी दोन भिन्न टोपोलॉजी (नेटवर्क तंत्रज्ञान) कार्यरत आहेत. ते दोन्ही उत्पादन विद्युतदाब श्रेणी तयार करू शकतात, ज्यांचा विस्तार हा पुरवठा विद्युतदाबापेक्षा खूप जास्त (परिपूर्ण परिमाण) ते जवळजवळ शुन्य आहे.

पारंपारिक परिपथ

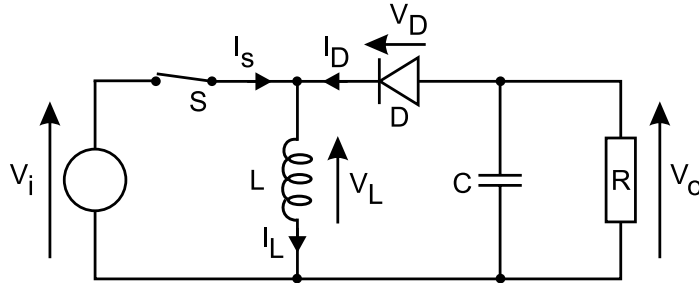
पारंपारिक परिपथाची आकृती आणि बक बूस्ट परिवर्तकसह आकृतीमध्ये दृश्य अनुक्रमे आकृती 5.15 आणि आकृती 5.16 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती 5.15: व्यस्त बक बूस्ट परिवर्तकचे मूलभूत



आकृती 5.16: आकृतीमधील बक बूस्ट परिवर्तकचे दृश्य



आकृती 5.17: बक बूस्ट परिवर्तक

बक बूस्ट परिवर्तकचा तपशीलवार आकृती, आकृती 5.17 मध्ये दर्शविला आहे. त्याचे आवश्यक भाग आहेत

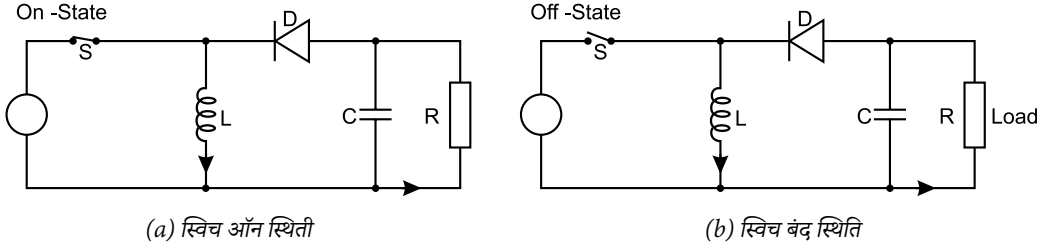
- कमीतकमी दोन अर्धवाहक : एक डायोड व एक ट्रान्झिस्टर, तरीही आधुनिक बक परिवर्तकांमध्ये डायोडच्या बदली दुसरा ट्रान्झिस्टर आणि ट्रान्झिस्टरच्या बदली मॉस्फेट किंवा आयजीबीटी वापरला जातो.
- येथे किमान एक ऊर्जा गोळा घटक : एक कॅपेसिटर, एक प्रारंभकर्ता किंवा या दोन्हींचा समन्वय.
- अतिरिक्त कॅपेसिटर (किंवा कधीकधी कॅपेसिटर आणि इंडक्टर्सचे संयोजन): हे तरंग फिल्टर करण्यासाठी वापरले जातात हे घटक साधारणपणे उत्पादन (लोड-साइड) आणि पुरविलेली माहिती (सप्लायसाइड) मध्ये जोडले जातात; साधेपणासाठी येथे दाखवले नाही

व्यस्त (इनव्हर्टिंग) सोनस्थिती (टोपोलॉजी) किंवा संरचना तंत्रज्ञान

या टोपोलॉजीमध्ये, उत्पादन विद्युतदाब हा पुरविलेली माहितीपेक्षा उलट ध्रुवीयतेचे असते. हा एक स्विच मोड वीज पुरवठा आहे. हे एक समान नेटवर्क तंत्रज्ञान आहे जे बूस्ट आणि बक परिवर्तकांमध्ये वापरले जाते. स्विचिंग ट्रान्झिस्टरच्या कर्तव्य चक्रावर आधारित उत्पादन विद्युतदाब हा समायोज्य आहे. या नेटवर्क तंत्रज्ञानातील कमतरता म्हणजे; हे ड्रायव्हिंग सर्किट्री क्लिष्ट करते. तथापि, वीज पुरवठा लोड परिपथ पासून वेगळे असल्यास या कमतरतेचा कोणताही परिणाम होत नाही.

ऑपरेटिंग तत्त्व

व्यस्त बक-बूस्ट इन्व्हर्टरची मूलभूत तत्त्वे अगदी सोपी आहेत (आकृती 5.18 पहा)



आकृती 5.18: बक-बूस्ट परिवर्तकाची दोन ऑपरेटिंग स्थिती

- जेव्हा स्विच ऑन-स्टेटमध्ये असतो, तेव्हा पुरविलेली माहिती विद्युतदाब स्रोत थेट इंडक्टरशी जोडलेला असतो (एल). यामुळे L मध्ये चुंबकीय क्षेत्राच्या स्वरूपात ऊर्जा जमा होते. या टप्प्यात, लोडला कॅपेसिटरद्वारे ऊर्जा पुरवली जाते.
- जेव्हा स्विच ऑफ-स्टेटमध्ये असतो, तेव्हा इंडक्टर लोड आणि कॅपेसिटरशी जोडलेले असते. म्हणून, प्रेरक L हा लोड R व कॅपेसिटर C ला ऊर्जा पुरवठा करतो. बक आणि बूस्ट परिवर्तकांच्या तुलनेत, इनव्हर्टिंग बक-बूस्ट परिवर्तकाची वैशिष्ट्ये प्रामुख्याने ही आहेत.
- उत्पादन विद्युत दाब ची ध्रुवीयता पुरविलेली माहितीच्या उलट आहे, उत्पादन विद्युतदाब सतत बदलू शकते 0 ते अनंत (आदर्श परिवर्तकासाठी). उत्पादन विद्युतदाब बक आणि बूस्ट परिवर्तकासाठी आहे अनुक्रमे V_i ते 0 आणि V_i ते अनंत आहेत.

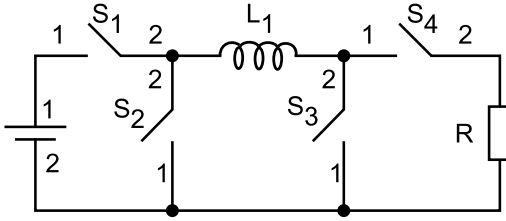
बूस्ट परिवर्तकासह एकत्रित बक परिवर्तक (4 स्विच टोपोलॉजी)

उत्पादन विद्युतदाब सामान्यतः पुरविलेली माहितीच्या समान ध्रुवीयतेचे असते आणि ते कमी किंवा जास्त असू शकते. असा नॉन-इनव्हर्टिंग बक-बूस्ट परिवर्तक एकच इंडक्टर वापरू शकतो जो बक इंडक्टर मोड आणि बूस्ट इंडक्टर मोड दोन्हीसाठी वापरला जातो. या टोपोलॉजीमध्ये डायोड ऐवजी स्विच वापरले जातात, म्हणूनच याला “फोर-स्विच बक-बूस्ट परिवर्तक” असेही म्हणतात.

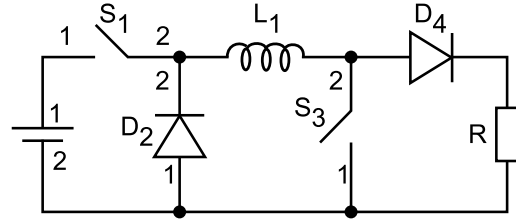
ऑपरेटिंग तत्त्व

बक आणि बूस्ट परिवर्तक हे 4 बटन टोपोलॉजीमध्ये समायोजित केले जातात. बँक फक्त एक की (बटन), उपयुक्तता प्रमाण (कार्यकालचक्र), दोन्ही रीती एका वेळी दुसऱ्या की ठेवली जाऊ शकते किंवा वाढ मोड नियंत्रित जागा एक changer आणि माजी कळ W_{yut} करण्यासाठी वापरा आणि उर्वरित कळा जडत्व स्थितीत आहेत.

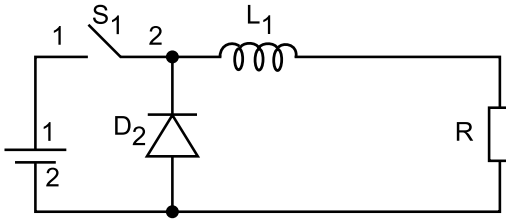
4-स्विच टोपोलॉजीमध्ये, बक आणि बूस्ट परिवर्तक एकत्र केले जातात. हे एकतर बक किंवा बूस्ट मोड. ऑपरेट करू शकते दोन्ही मोडमध्ये, एका वेळी फक्त एक स्विच कार्यकालचक्र नियंत्रित करतो, दुसरा कम्युटेशन साठी आणि आधीच्या व्युत्क्रमाने ऑपरेट करणे आवश्यक आहे आणि उर्वरित दोन स्विच स्थिर आहेत.



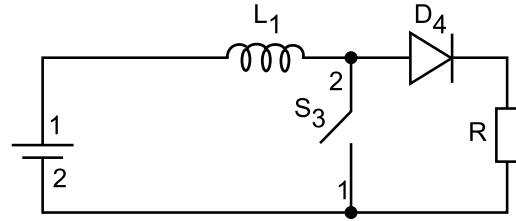
(a) 4 की बक-बूस्ट बेसिक परिपथ



(b) S_2 आणि S_4 कार डायोड म्हणून कार्यरत



(c) बक मोड S_3 उघडा D_4 चालू



(d) बूस्ट मोड S_1 बंद D_2 व्यत्यय

आकृती 5.19: चार मुख्य स्थितीचे मूलभूत स्पष्टीकरण

क्षेत्र 5.19 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे दोन डायोड वापरून 2 की बक बूस्ट परिवर्तक बनवता येते. डायोड परिवर्तक, मध्ये सुधारणा करण्यासाठी FET किंवा MOSFET ने बदलली जातात याने जास्त किंमत वाढत नाही पण कार्यक्षमता वाढते आणि विद्युतदाब तोटा कमी होतो.

बक-बूस्ट परिवर्तक हे बक परिवर्तक आणि बूस्ट परिवर्तक प्रमाणेच सतत तसेच खंडित मोडमध्ये देखील कार्यरत केले जाऊ शकतात. जेव्हा इन्डक्टरचा विद्युत प्रवाह एका कम्युटेशन सायकलमध्ये कधीही शून्यावर येत नाही, तेव्हा त्याला सतत मोड प्रकार म्हणतात परंतु जर ती विद्युतधारा काही कालावधीसाठी (शून्य पर्यंत) आली, मग त्याला खंडित मोड म्हणतात.

बक बूस्ट परिवर्तकाचे अनुप्रयोग

- याचा वापर एक नियमन शक्ती स्रोत म्हणून करा
- याचा वापर बॅटरीवर चालणाऱ्या प्रणालीमध्ये होतो
- विद्युतशक्ती वर्धन अनुप्रयोग
- उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स
- अनुकूली नियंत्रण अनुप्रयोग

बक बूस्ट परिवर्तकाचे फायदे

- हे उच्च उत्पादन विद्युतदाब प्रदान करते.
- MOSFET संभाव्य भार कमी
- कमी ऑपरेटिंग कर्तव्य चक्र

5.6 उपयुक्तता प्रमाण किंवा कर्तव्य चक्र

ज्या कालावधीत किंवा कालावधीमध्ये संदेश किंवा यंत्रणा सक्रिय राहते त्याला कर्तव्य चक्र म्हणतात. कर्तव्य चक्र सामान्यतः टक्केवारी किंवा गुणोत्तर म्हणून व्यक्त केले जाते. ऑन व ऑफ सायकल पूर्ण करण्यासाठी संदेशाला लागणारा वेळ यालाच कालावधी म्हणतात. सूत्र उपयोगिता गुणोत्तर (%) व्यक्त केले जाते-

त्याचप्रमाणे, एक कर्तव्य चक्र (गुणोत्तर) व्यक्त केले जाऊ शकते:

$$D = \frac{PW}{T} \times 100$$

येथे डी युटिलिटी रेशो ड्यूटी सायकल, PW नाडी रुंदी (नाडी रुंदी) आहे आणि T संदेशाचा पूर्ण कालावधी आहे.

परिवर्तक साठी, $D = V_{out} / V_{in}$

त्याचप्रमाणे 60 % वापर गुणोत्तर म्हणजे संदेश 60 % वेळ चालू राहतो परंतु 40 % वेळ बंद राहतो.

टीप: वेळेच्या लांबीच्या कालावधीनुसार "चालू वेळ" करिता 60% ड्यूटी सायकल म्हणजे तो एका सेकंदाचा अंश, एका दिवसाचा, एका आठवड्याचा भाग असू शकतो.

विद्युत उपकरणामध्ये (शक्ती परिवर्तक ई.) ड्यूटी सायकल हे चालू संदेशाचा टक्केवारी वेळ दाखवण्यासाठी होतो

5.7 संभाव्य स्त्रोत शेवटची तरतूद वर्तक (विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर)

एक परिपथ जे ताठ दिष्ट स्त्रोतापासून चालतो आणि अदिष्ट उत्पादन विकसित करतो त्याला सहसा विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर म्हणतात. जर पुरविलेली माहिती दिष्ट विद्युतदाब स्त्रोत असेल तर इन्व्हर्टरला विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर (व्हीएसआय) म्हणतात. विद्युतधारा स्त्रोत इन्व्हर्टर (CSI) चा विचार करा, जेथे परिपथ मधील पुरविलेली माहिती ही विद्युतधारा स्त्रोत आहे. व्हीएसआय परिपथाचे उत्पादन (अदिष्ट) विद्युतदाबा वर थेट नियंत्रण असते तर सीएसआयचे उत्पादन (अदिष्ट) विद्युतधारेवर थेट नियंत्रण असते आदर्श व्हीएसआयद्वारे विद्युतदाब तरंगांचा आकार हा उत्पादनावर जोडलेल्या लोडपासून स्वतंत्र असावा.

संभाव्य स्त्रोत इन्व्हर्टर / विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर (व्हीएसआय) एक अखंडित वीज पुरवठा / अखंडित वीज पुरवठा (यूपीएस) युनिट म्हणून वापरला जातो. आपल्यापैकी बरेचजण व्यावसायिकदृष्ट्या उपलब्ध इन्व्हर्टर युनिटशी परिचित आहेत जे आमच्या घरांमध्ये आणि कार्यालयांमध्ये आवश्यक उपकरणे चालविण्यासाठी उर्जेचा पूरक म्हणून वापरला जातो. जेथे वीज पुरवठा खंडित केला जातो अशा प्रकारे इन्व्हर्टर किंवा इन्व्हर्टर युनिटमध्ये बॅटरी पुरवठा पुरविलेली माहिती दिष्ट संभाव्य स्त्रोत म्हणून वापरला जातो आणि इन्व्हर्टर परिपथ दिष्ट ला आवश्यक विद्युतशक्ती वारंवारता सह अदिष्ट मध्ये रूपांतरित करते जे प्राप्त करण्यायोग्य अदिष्ट क्षमता आहे. मूल्य मर्यादित झाल्यामुळे पुरविलेली माहिती दिष्ट बस संभाव्यतेसाठी. सामान्य घरगुती इन्व्हर्टरमध्ये केवळ 12 व्होल्टची क्षमता असू शकते आणि इन्व्हर्टर परिपथ केवळ 10 व्होल्ट (आरएमएस) पुरवण्यास सक्षम असेल, अशा परिस्थितीत बाहेरील लोडच्या आवश्यकतेनुसार रिझल्ट फ्रेंडचा वापर करून इन्व्हर्टर उत्पादन क्षमता वाढवली जाते. 2 30 व्होल्ट सारखे आहे.

व्हीएसआयसाठी सर्वात सोपा दिष्ट विद्युतदाब स्त्रोत बॅटरी बँक असू शकते, ज्यामध्ये अनेक एकसर-समांतर संयोजन सेल असू शकतात. सौर फोटोवोल्टिक सेल आणखी एक दिष्ट विद्युतदाब स्त्रोत असू शकतो. एक अदिष्ट विद्युतदाब पुरवठा, दिष्ट मध्ये रेक्टिफाय केल्यानंतर दिष्ट विद्युतदाब स्त्रोत म्हणून देखील पाल होईल. विद्युतदाब स्त्रोताला कडक म्हणतात, जर स्त्रोत विद्युतदाब परिमाण त्याच्याशी जोडलेल्या लोडवर अवलंबून नसेल.

विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर (व्हीएसआय) अखंडित वीज पुरवठा (यूपीएस) युनिट्स, समायोज्य गतीमध्ये ड्राइव्ह (एएसडी) अदिष्ट मोटर्स करिता, इलेक्ट्रॉनिक वारंवारता चेंजर परिपथ इत्यादींसाठी ड्राइव्ह (एएसडी) म्हणून वापरले जातात.

वीज पुरवठा खंडित झाल्यास काही अत्यावश्यक अदिष्ट भारांना वीज देण्यासाठी स्टँड-बाय युनिट म्हणून वापरल्या जाणाऱ्या व्यावसायिकदृष्ट्या उपलब्ध इन्व्हर्टर युनिट्सबद्दल आपल्यापैकी बरेच जण परिचित आहेत. अशा इन्व्हर्टर युनिट्स मध्ये, बॅटरीचा पुरवठा पुरवठा दिष्ट विद्युतदाब स्त्रोत म्हणून वापरला जातो आणि इन्व्हर्टर परिपथ दिष्ट ला इच्छित पॉवर वारंवारता मध्ये (50Hz) च्या अदिष्ट विद्युतदाबामध्ये मध्ये रूपांतरित करते. अदिष्ट विद्युतदाबाचे साध्य करण्या योग्य परिमाण हे पुरवठा विद्युतदाबाच्या परिमाणाने मर्यादित आहे. सामान्य घरगुती इन्व्हर्टरमध्ये बॅटरीचा विद्युतदाब हा फक्त 12 व्होल्ट असू शकतो आणि इन्व्हर्टर परिपथ फक्त 10 व्होल्ट (आरएमएस) च्या अदिष्ट विद्युतदाबाचा पुरवठा करण्यास सक्षम असू शकतो. अशा परिस्थितीत 230 व्होल्ट लोडची आवश्यकता पूर्ण करण्यासाठी ट्रान्सफॉर्मर वापरून इन्व्हर्टरचा उत्पादन विद्युतदाब वाढवला जातो.

5.8 दिष्ट पुरविलेली माहितीचे अदिष्ट उत्पादनमध्ये रूपांतरण

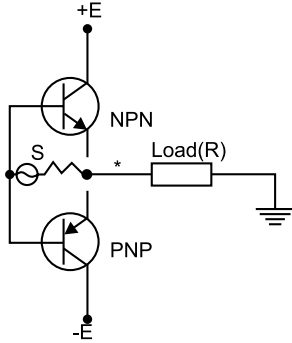
डायग्रामॅटिक परिपथ

दिष्ट ते अदिष्ट मध्ये रूपांतरित करण्यासाठी ट्रान्झिस्टर-स्विचेस वापरून दोन योजनाबद्ध परिपथ आकृती 5.20 (अ) आणि 5.21 (अ) मध्ये दर्शविल्या आहेत. दोन्ही परिपथ मध्ये, ट्रान्झिस्टर सामान्य एमिटर कॉन्फिगरेशनमध्ये कार्य करतात आणि पुश-पुल पद्धतीने एकमेकांशी जोडलेले असतात. ट्रान्झिस्टर स्विचेससाठी एकच कंट्रोल संदेश ठेवण्यासाठी, एक ट्रान्झिस्टर *NPN* प्रकारचा असतो आणि दुसरा *PNP* प्रकारचा असतो आणि त्यांचे एमिटर आणि बेस शॉर्ट केले आहेत जसे चित्रात दाखवले आहे. दोन्ही परिपथ मध्ये सममितीय द्विध्रुवीय दिष्ट पुरवठा आवश्यक आहे. एनपीएन ट्रान्झिस्टरचा कलेक्टर पॉझिटिव्ह दिष्ट सप्लाय (+ई) शी जोडलेला असतो, तर पीएनपी ट्रान्झिस्टरचा कलेक्टर समान परिमाण (-ई) च्या निगेटीव्ह दिष्ट सप्लायशी जोडलेला असतो. एमिटर शॉर्टिंग पॉईंट आणि वीज पुरवठा ग्राउंड दरम्यान एक प्रतिरोधक भार जोडलेला आहे.

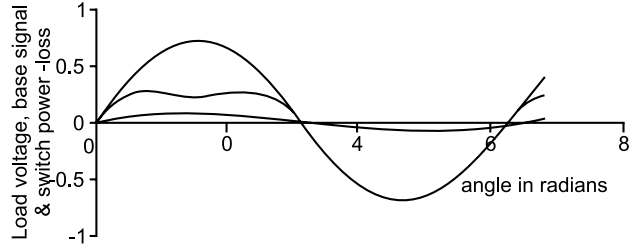
कार्यपद्धती

जेव्हा ट्रान्झिस्टर सक्रिय (एम्पलीफायर) मोडमध्ये कार्य करतात

सक्रिय (एम्पलीफायर) मोडमध्ये कार्यरत असलेल्या ट्रान्झिस्टरचे परिपथ आकृती 5.20 (अ) मध्ये दर्शविले आहे. जेव्हा बेस ला दिलेला संदेश पॉझिटिव्ह असतो, *npn* ट्रान्झिस्टर हा रिव्हर्स बायस्ड असतो आणि *NPN* ट्रान्झिस्टर लोड विद्युतधारा चालवतो. त्याचप्रमाणे निगेटीव्ह बेस विद्युत दाब साठी पीएनपी ट्रान्झिस्टर चालतो तर एनपीएन ट्रान्झिस्टर रिव्हर्स बायस्ड राहतो. बेस संदेश सह सिरीज मध्ये जोडलेला एक योग्य रेझिस्टर बेस विद्युतधारेला ला मर्यादित करेल आणि ते साइनसॉइडल ठेवेल जर लागू (साइनसॉइडल) बेस संदेश चे परिमाण बेस ते एमिटर कंडक्शन-विद्युतदाब ड्रॉपपेक्षा जास्त असेल. ट्रान्झिस्टरच्या त्याच्या कार्यक्षेत्रावर सतत वाढ गृहित धरून, लोड विद्युतधारा बेसला दिलेल्या संदेशानुसार पाहिली जाऊ शकते. आकृती 5.20 (ब) ठराविक लोड विद्युतदाब आणि बेस संदेश व्हेवफॉर्म, इतर ट्रान्झिस्टरच्या वहन दरम्यान तेवढ्याच शक्तीचा अपव्यय होतो.



(अ) परिपथ आकृती

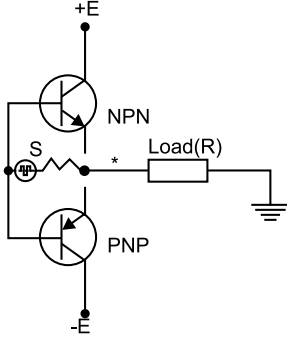


(ब) तरंग आकृती

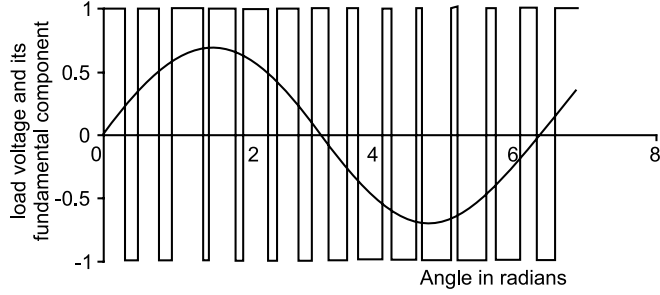
आकृती 5.20

जेव्हा ट्रान्झिस्टर स्विच-मोडमध्ये कार्य करतात

स्विच-मोडमध्ये कार्यरत असलेल्या ट्रान्झिस्टरचे परिपथ आकृती 5.21 (अ) मध्ये दर्शविले आहे. जेव्हा चालू स्थिति विद्युतदाब ड्रॉप नगण्य असतो आणि नॉन-कंडक्टिंग बटन पूर्णपणे बंद होते तेव्हा त्यातून कोणताही लीकेज विद्युतधारा जात नाही व कंडक्टिंग बटन पूर्णपणे चालू राहतो स्विच मोड परिपथाचे उत्पादन लोड विद्युतदाब तरंग हे आकृती 5.21 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे आयताकृती आहेत व त्यांचे परिमाण हे +E जेव्हा एनपीएन ट्रान्झिस्टर चालू असतो व -E जेव्हा पीएनपी ट्रान्झिस्टर चालू असतो



(अ) परिपथ आकृती



(ब) तरंग आकृती

आकृती 5.21: बटन मोडमध्ये ट्रान्झिस्टर

अशी तरंग आकृती 5.21 (ब) मध्ये दर्शविली आहे. दोन ट्रान्झिस्टरच्या चालू आणि बंद कालावधी नियंत्रित केल्या जातात जेणेकरून (i) परिणामी आयताकृती तरंगमध्ये दिष्ट घटक नसतो (ii) मूलभूत (साइनसॉइडल) घटक जो इच्छित वारंवारता व परिमाण देईल (iii) अवांछित हार्मोनिक विद्युतदाबेची वारंवारता मूलभूत घटकापेक्षा खूप जास्त आहे जेणेकरून ते फिल्टर करता येतील. मूळ साइन तरंग आकृती 5.21 (ब) मध्ये देखील दर्शविली आहे. हे तरंग सिस्टम विद्युत दाब च्या साइनसॉइडल उत्पादन विद्युतदाब तरंगांशी अनुरूप आहे.

तात्पर्य: एम्पलीफायर मोड आणि स्विच मोड हे दोन्ही परिपथांमध्ये नियंत्रणीय परिमाण आणि वारंवारतेची अदिष्ट विद्युतदाबनिर्माण करण्यास सक्षम आहेत. तथापि, उच्च स्विचिंग विद्युतशक्ती लॉसमुळे एम्पलीफायर परिपथ विद्युत शक्ती-इलेक्ट्रॉनिक अनुप्रयोगांमध्ये स्वीकार्य नाही. स्विच मोड परिपथ स्वीकार्य आहे, जरी ते इच्छित मूलभूत वारंवारता नको असलेले अवांछित हार्मोनिक विद्युतदाबाचे जास्त प्रमाण तयार करते. हे उच्च वारंवारता विद्युतदाबाचे हार्मोनिक्स लहान आकाराचे फिल्टर वापरून सहज अवरोधित केले जाऊ शकतात. अशा प्रकारे, लोड विद्युतदाबाची इच्छित गुणवत्ता प्राप्त केली जाऊ शकते.

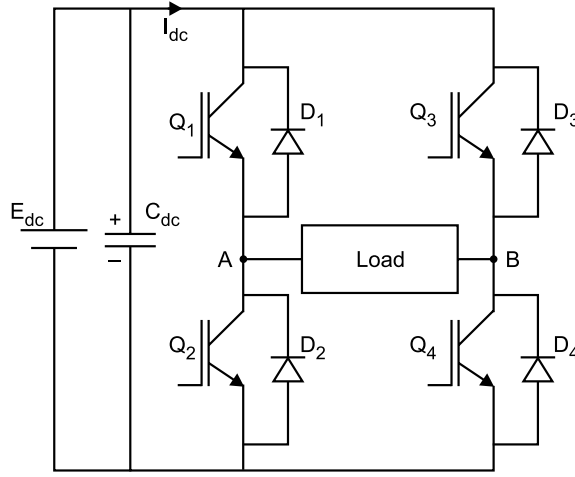
5.9 संभाव्य स्रोत विद्युतदाब इन्व्हर्टरची सामान्य रचना

सिंगल-फेज विद्युतदाब स्रोत इन्व्हर्टर

ठराविक विद्युत शक्ती-परिपथ टोपोलॉजी आकृती 5.2.2. मध्ये दर्शविली आहे. मध्यम उत्पादन विद्युतशक्ती अनुप्रयोगांसाठी, फक्त एकच दिष्ट स्रोत आहे आणि पसंतीची साधन ही खालीलप्रमाणे आहेत

- N -चॅनेल IGBTs (Q_1, Q_2, Q_3 इत्यादी-जलद आणि नियंत्रणीय स्विचेस म्हणून कार्य करतात)
- एक मोठा दिष्ट लिंक कॅपेसिटर (C_{dc})
- जलद पुनर्प्राप्ती डायोड ($डी_1, डी_2, डी_3$ इ.)

दिष्ट बसद्वारे इन्व्हर्टर स्विचेसला पुरवलेल्या विद्युतधारेला ला दिष्ट लिंक विद्युतधारा असे संबोधले जाते आणि आकृती 5.22 मध्ये ' I_{dc} ' म्हणून दाखवले जाते. इन्व्हर्टर स्विचेस (Q_1, Q_2, Q_3 आणि Q_4) चालू आणि बंद केल्यामुळे दिष्ट लिंक करंटचे परिमाण बरेचदा बदलते. स्विचेस मधील कमी नुकसानासाठी इन्व्हर्टर पूर्णपणे चालू किंवा पूर्णपणे बंद मोडमध्ये चालते. इन्व्हर्टर अदिष्ट उत्पादन भारावर स्थिर शक्ती काढत असला तरीही तात्कालिक दिष्ट लिंक विद्युतधारा मध्ये स्टेप बदल होतो. तथापि, दिष्ट बस पासून अदिष्ट लोड पर्यंत निव्वळ वीज-प्रवाह असेल तर दिष्ट लिंक विद्युतधारेची सरासरी परिमाण पॉझिटिव्ह राहते. जर इन्व्हर्टरला जोडलेले अदिष्ट लोड पुन्हा निर्माण होत असेल असेल तर परिणामी उर्जा-प्रवाहाची दिशा उलट होईल निर्माण होत असताना, दिष्ट विद्युतधारेचे सरासरी परिमाण हे निगेटीव्ह आहे.



आकृती 5.22: सिंगल-फेज विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टर

आदर्श पुरविलेली माहिती (दिष्ट) पुरवठ्यासाठी, कोणतीही एकसर प्रतिबाधा नसताना, दिष्ट लिंक कॅपेसिटरची कोणतीही भूमिका नसते. तथापि व्यावहारिक विद्युतदाब पुरवठ्यात मोठ्या प्रमाणात उत्पादन प्रतिबाधा असू शकते. पुरेशा मोठ्या दिष्ट लिंक कॅपेसिटरने बायपास न केल्यास पुरवठा लाइन प्रतिबाधा, इन्व्हर्टर ऑपरेशन दरम्यान दिष्ट बसमध्ये लक्षणीय विद्युतदाब वाढ होऊ शकते. यामुळे उत्पादन संभाव्यतेची गुणवत्ता खराब होऊ शकते, यामुळे इन्व्हर्टर स्वित्चेसमध्ये बिघाड होऊ शकतो कारण इन्व्हर्टरच्या नॉन-ऑपरेटिंग बटनमध्ये बसचा विद्युतदाब दिसून येतो. शिवाय, दिष्ट लिंक कॅपेसिटरच्या अनुपस्थितीत, पुरवठा रेषेची एकसर प्रेरण त्याच्याद्वारे वेगवान बिल्ड-अप किंवा प्रवाह कमी होण्यास प्रतिबंध करेल आणि परिपथ आदर्श व्हीएसआयपेक्षा वेगळी वागणूक देईल जिथे दिष्ट विद्युतदाब परिपथ च्या मागणीनुसार विद्युतधारा वाढण्याची आणि पडण्याची परवानगी आहे.

म्हणून, लहरी काढून टाकण्यासाठी दिष्ट लिंक कॅपेसिटर स्थापित करणे आवश्यक आहे. हे स्वित्चेसच्या अगदी जवळ ठेवले पाहिजे जेणेकरून ते स्वित्चिंग करंट्सच्या उच्च वारंवारता घटकास कमी प्रतिबाधा मार्ग प्रदान करेल. कॅपेसिटर स्वतः खूप कमी समतुल्य एकसर रेझिस्टर आणि इंडक्टरसह चांगल्या गुणवत्तेचे असावे.

जेव्हा एन-चॅनेल *IGBTs*, गेट (बेस) वापरून स्वित्चेस ब्रिज पद्धतीने जोडला जातो. व्हीएसआय स्वित्चेसच्या गेट (बेस) चे संदेश वेगळे करणे आवश्यक आहे.

परिपथ तयार करताना, परिपथातिल जास्त प्रमाणातील स्वैर इंडक्टर शिरण्यापासून टाळण्यासाठी दिष्ट बसमध्ये स्वित्च आणि डायोड एकमेकांना जोडणारे लीडस कमी असणे आवश्यक आहे विद्युतशक्ती परिपथ च्या लेआउटचा इन्व्हर्टर परिपथ च्या कार्य गिरीवर लक्षणीय परिणाम होतो.

प्रत्येक नियंत्रित स्वित्चेसच्या समांतर, *IGBT* सारख्या डायोडचा वापर व्हीएसआयमध्ये उत्पादनवर नॉन-युनिटी विद्युतशक्ती फॅक्टर लोडला परवानगी देण्यासाठी केला जातो.

मूलभूतपणे, आकृती 5.22 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे हे एक संपूर्ण ब्रिज परिपथ आहे. परिपथ मध्ये स्वित्च चे दोन लांब भाग असतात, प्रत्येक लांब भाग ज्यामध्ये वरचे स्वित्च आणि खालचे स्वित्च असते. वरच्या आणि खालच्या स्वित्च चा जंक्शन बिंदू हा त्या विशिष्ट लेगाचा उत्पादन पॉइंट आहे. पायांच्या उत्पादन बिंदू आणि दिष्ट च्या मध्य-विद्युतदाब दरम्यान विद्युतदाब बसला 'पोल विद्युत दाब' असे म्हटले जाते ज्याला दिष्ट बसच्या मध्य क्षमतेचा संदर्भ दिला जातो. एखादा ध्रुव विद्युत दाब चा विचार करू शकतो निगेटीव्ह बसचा संदर्भ दिला जातो किंवा पॉझिटिव्ह बसचा संदर्भ दिला जातो परंतु जोपर्यंत अन्यथा ध्रुव विद्युत दाब चा उल्लेख केला जात नाही.

परंतु अन्यथा लक्षात घेतल्याशिवाय, ध्रुव विद्युतदाब दिष्ट बसच्या मध्य क्षमतेचे मानले जाते. दिष्ट बसच्या मध्य-संभाव्यतेचा संदर्भ दिला जाईल असे गृहीत धरले जाते. सिंगल-फेजचे दोन ध्रुव विद्युत दाब.

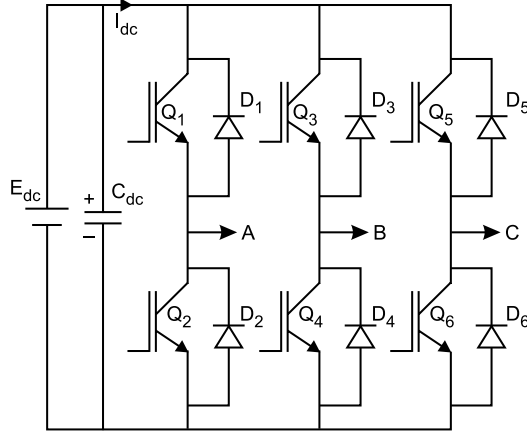
ब्रिज इन्व्हर्टरमध्ये सामान्यतः समान परिमाण आणि वारंवारता असते परंतु त्यांचे फेज 180° वेगळे असतात. अशा प्रकारे या दोन ध्रुव आऊटपुट दरम्यान जोडलेल्या भार (बिंदू 'A' आणि 'B' दरम्यान) चा विद्युतदाब हा वैयक्तिक ध्रुव विद्युत दाब च्या दुप्पट परिमाणाचा असेल.

तीन-फेज संभव्य स्रोत इन्व्हर्टर

ठराविक विद्युत शक्ती-परिपथ टोपोलॉजी आकृती 5.23 मध्ये दर्शविली आहे. मध्यम उत्पादन विद्युतशक्ती अनुप्रयोगांसाठी, फक्त एकच दिष्ट स्रोत आहे आणि पसंतीची उपकरणे आहेत:

- (i) एन-चॅनेल IGBTs ($Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$ - वेगवान आणि नियंत्रणीय स्विच म्हणून कार्य करते)
- (ii) एक मोठा दिष्ट लिंक कॅपेसिटर (C_{dc})
- (iii) जलद पुनर्प्राप्ती डायोड ($D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$)

3-फेज इन्व्हर्टर ब्रिज आकृती 5.23 मध्ये दर्शविला आहे



आकृती 5.23: 3-फेज विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टर

3-फेज इन्व्हर्टर ब्रिजची आकृती 5.23 मध्ये दर्शविली आहे-1-फेज इन्व्हर्टरशी सारखी आहे . फरक एवढाच आहे की टर्मिनल A, B आणि C मध्ये 3-फेज पोल विद्युतदाब हे इन्व्हर्टर ब्रिज मध्ये 120° अंशाच्या फरकाने असतात. व्यतिरिक्त.

5.10 मॉड्युलेशन

मॉड्युलेशन संदेशद्वारे वाहक लहरीची काही वैशिष्ट्ये (उदा. अॅम्प्लिट्यूड, वारंवारता किंवा फेज) बदलण्याच्या प्रक्रियेला मॉड्युलेशन म्हणतात.

ऑडिओ (संदेश) संदेश किंवा लहरीची शक्ती कमी असते आणि ते लांब अंतरावर प्रसारित करता येत नाही. म्हणून, या लाटा किंवा संदेश वारंवारता (वाहक) लाटांमध्ये 'जोडलेले' असतात कारण त्यांच्याकडे लांब अंतरावर प्रवास करण्यासाठी पुरेशी शक्ती असते.

वाहक लहर सहसा या समीकरणाद्वारे दर्शविले जाते-

$$v_c = V_c \sin(\phi_c t + \phi)$$

या समीकरणातील तीन व्हेरिएबल अॅम्प्लिट्यूड (V_c), वारंवारता (f_c) आणि फेज अँगल (ϕ) आहेत. म्हणून, ऑडिओ लाटा अशा प्रकारे वाहक लहरीमध्ये एकत्र केल्या जातात की संदेश नुसार वाहकाचे काही वैशिष्ट्य (मोठेपणा, वारंवारता किंवा टप्पा) बदलते. ही प्रक्रिया ज्याद्वारे वाहक संदेश नुसार सुधारित केले जाते त्याला मॉड्यूलेशन म्हणतात.

5.11 मॉड्यूलेशनची आवश्यकता

रेडिओ/टीव्ही संप्रेषण, कमकुवत संदेश वर प्रक्रिया करणाऱ्या उपकरणांमध्ये आणि इतर इलेक्ट्रॉनिक प्रणालींमध्ये मॉड्यूलेशन आवश्यक आहे.

- (i) ऑपरेटिंग रेंज वाढवते
- (ii) तारांशिवाय संदेश प्रसारित करते आणि
- (iii) ट्रान्समिटिंग अँटेनाचा आकार कमी करते.

5.12 मॉड्यूलेशनचे प्रकार

पहिल्या चर्चेप्रमाणे, मॉड्यूलेशनसंदेश वाहक लहर वारंवारतेची विशिष्ट वैशिष्ट्ये अॅम्प्लिट्यू फेज किंवा वारंवारता ही बदलण्याची प्रक्रिया आहे. त्यानुसार, मॉड्यूलेशन चे तीन प्रकार आहेत, म्हणजे;

- (i) अॅम्प्लिट्यूड मॉड्यूलेशन
- (ii) वारंवारता मॉड्यूलेशन
- (iii) फेज मॉड्यूलेशन.

आम्ही आमचे लक्ष पहिल्या दोन प्रकारच्या मॉड्यूलेशनवर मर्यादित ठेवतो म्हणजे अॅम्प्लिट्यूडमॉड्यूलेशन आणि वारंवारता मॉड्यूलेशन. याचे कारण असे की, भारतात, रेडिओ ब्रॉडकास्टिंग प्रणालीमध्ये अॅम्प्लिट्यूड मॉड्यूलेशन वापरले जाते, तर वारंवारता मॉड्यूलेशन ध्वनी संदेश साठी वापरले जाते आणि टीव्ही ब्रॉडकास्टिंगमध्ये पिकचर (व्हिडिओ) संदेश साठी अॅम्प्लिट्यूडवापरला जातो.

5.13 अॅम्प्लिट्यूड मॉड्यूलेशन

ज्या प्रक्रियेद्वारे वाहक लहरीचे अॅम्प्लिट्यूड संदेश नुसार बदलले जाते त्याला अॅम्प्लिट्यूड मॉड्यूलेशन म्हणतात.

अॅम्प्लिट्यूडमॉड्यूलेशनचे तत्त्व आकृती 5.24 मध्ये दर्शविले आहे. आकृती 5.24 मध्ये दाखवलेल्या तीन लाटा आहेत (अ) मॉड्युलेटिंग संदेश, (ब) वाहक तरंग आणि (क) अॅम्प्लिट्यूडमॉड्युलेटेड तरंग चा परिणाम. हे लक्षात घेतले जाऊ शकते की जेव्हा संदेश वारंवारता f_s चे वारंवारता f_c च्या वाहक तरंग सह मॉड्युलेट केले जाते, परिणामी तरंग (मॉड्युलेटेड तरंग) तयार होते.

हे वाहक लहरीची वारंवारता म्हणजेच f_c राखून ठेवते, परंतु त्याचे अॅम्प्लिट्यूडसंदेश नुसार बदलते. परिणामी लाटाचे अॅम्प्लिट्यूडदोन्ही भागांमध्ये (पॉझिटिव्ह आणि निगेटीव्ह) एकाच वेळी बदलते. याचे कारण असे की जेव्हा संदेश पॉझिटिव्ह अर्थाने वाढतो तेव्हा वाहक लहरीचे अॅम्प्लिट्यूडदेखील वाढते. दुसरीकडे जेव्हा संदेश निगेटीव्ह अर्थाने बदलत असतो, तेव्हा वाहकांचा अॅम्प्लिट्यूडकमी होतो. हे मॉड्यूलेशन (दोन लहरींचे मिश्रण) सॉलिड स्टेट डिव्हाइसेस किंवा वाल्व्ह वापरून इलेक्ट्रॉन परिपथ च्या मदतीने केले जाते. परिपथ ला मॉड्युलेटर म्हणून ओळखले जाते.

लक्षात घेण्यासारखे महत्वाचे मुद्दे आहेत;

- (i) मॉड्युलेटेड तरंग चे आयाम संदेशनुसार बदलते.
- (ii) मॉड्युलेटेड तरंग ची वारंवारता वाहक वारंवारता (f_c) सारखीच असते.
- (iii) मॉड्यूलेशन करताना, वाहकाचे आयाम संदेश नुसार दोन्ही भागांवर एकाच वेळी बदलते.

5.14 मॉड्यूलेशन फॅक्टर आणि त्याचे महत्त्व

आम्ही पाहिले आहे की आयाम मोड्यूलेशनमध्ये, संदेश च्या पॉझिटिव्ह अर्ध-चक्रादरम्यान वाहक आयाम वाढतो, तर संदेश च्या निगेटीव्ह अर्ध-चक्राच्या दरम्यान तो कमी होतो (चित्र 5.2 4 पहा). वाहक लहरीचे आयाम संदेश द्वारे किती प्रमाणात बदलले जाते याचे वर्णन मॉड्यूलेशन फॅक्टर नावाच्या घटकाद्वारे केले जाते. हे खालीलप्रमाणे परिभाषित केले जाऊ शकते:

मॉड्यूलेशनमुळे वाहक लहरीच्या ॲम्प्लिट्यूडमध्ये सामान्य वाहक लहरीच्या मूळ ॲम्प्लिट्यूडमध्ये बदल होण्याच्या गुणोत्तराला मॉड्यूलेशन फॅक्टर म्हणतात. हे सामान्यतः (m) अक्षराने दर्शविले जाते.

$$\text{मॉड्यूलेशन फॅक्टर, } m = \frac{\text{वाहकाच्या आयामातील बदल}}{\text{सामान्य वाहकाचा आयाम}}$$

वरील संबंध स्पष्टपणे दर्शवितो की मॉड्यूलेशन घटक दोन्ही लहरींच्या मोठेपणावर अवलंबून असतो; वाहक आणि संदेश.

मॉड्यूलेशन फॅक्टरचे महत्त्व: आयाम मोड्यूलेशनमध्ये, वाहक लहरीचे आयाम हे संदेश तरंग नुसार बदलते. मॉड्यूलेशन फॅक्टरची डिग्री संदेश ची ताकद प्रतिबिंबित करते म्हणजेच मोड्यूलेशन ची उच्च पदवी (एम), संदेश मजबूत आणि स्पष्ट असेल आणि वॉईस-व्हर्सा. म्हणून, $m = 1$ किंवा 100% साठी, प्रसारित होणारा संदेश सर्वात मजबूत असेल. तथापि, जेव्हा वाहक अति-मॉड्युलेट होते (म्हणजे $m > 1$ किंवा 100%), AM तरंग थांबेल आणि रिसेप्शन दरम्यान मोठ्या प्रमाणात विकृती होईल. म्हणून, मॉड्यूलेशनची डिग्री कधीही 100% पेक्षा जास्त नसावी.

5.15 आयाम मोड्यूलेशन तरंगांचे विश्लेषण

वाहक विद्युतदाब तरंग समीकरणाद्वारे दर्शवू-

$$v_c = V_c \sin (\omega_c t + \phi)$$

साधेपणासाठी , नंतर फेज कोन शून्य आहे असे समजा-

$$v_c = V_c \sin \omega_c t \quad \dots(i)$$

जिथे, v_c = वाहकाचे तात्कालिक मुल्य

$$V_c = \text{वाहकाची ॲम्प्लिट्यूड}$$

$$\omega_c = 2\pi f_c = \text{वाहकाच्या वारंवारतेची कोनात्मक गती } f_c$$

खालील समीकरणाद्वारे दर्शविलेल्या मोड्युलेटिंग संदेशसह वरील वाहकाचे मॉड्यूलेशन-

$$v_s = V_s \cos \omega_s t \quad \dots(ii)$$

जिथे, v_s = संदेशाचे तात्कालिक मुल्य

$$V_s = \text{संदेशाचे आयाम}$$

$$\omega_s = 2\pi f_s = \text{संदेशाच्या वारंवारतेची कोनात्मक गती } f_s$$

जर m is the मॉड्यूलेशन फॅक्टर, तर

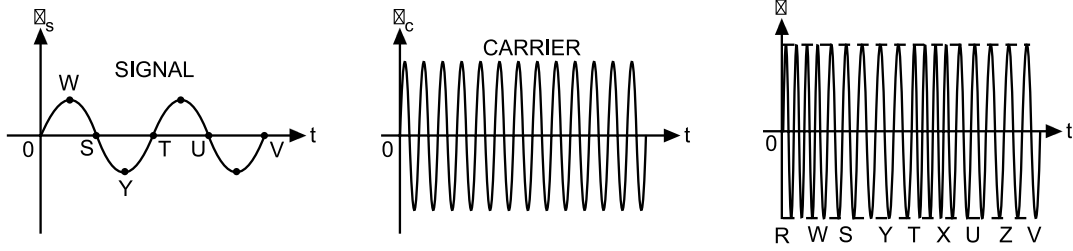
$$m = \frac{V_s}{V_c} \quad \text{or} \quad V_s = m V_c \quad \dots(iii)$$

Substituting the value of V_s in equation (ii), we get,

$$v_s = m V_c \cos \omega_s t \quad \dots(iv)$$

आयाम मोड्युलेशनमध्ये, वाहक तरंग (V_c) चे आयाम आकृती 5.24 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे संदेश सह बदलते. त्यामुळे परिणामी मॉड्युलेटेड संदेश तरंगाचे अँप्लिट्यूड हे संदेश वारंवारतेने बदलतात. म्हणून, एएम तरंग चे आयाम(अँप्लिट्यूड) म्हणून दिले जाते:

$$\begin{aligned} &= V_c + m V_c \cos \omega_s t \\ &= V_c (1 + m \cos \omega_s t) \end{aligned} \quad \dots(v)$$



आकृती 5.24: आयाम (अँप्लिट्यूड) मॉड्युलेशन तरंग

अशा प्रकारे, परिणामी मॉड्युलेटेड तरंगचे तात्कालिक मूल्य-

$$\begin{aligned} v &= \text{Amplitude} \times \sin \omega_c t \\ &= V_c (1 + m \cos \omega_s t) \sin \omega_c t \\ &= V_c \sin \omega_c t + m V_c \sin \omega_c t \cos \omega_s t \\ &= V_c \sin \omega_c t + \frac{m V_c}{2} (2 \sin \omega_c t \cos \omega_s t) \\ &= V_c \sin \omega_c t + \frac{m V_c}{2} [\sin(\omega_c t - \omega_s t) + \sin(\omega_c t + \omega_s t)] \\ &= V_c \sin \omega_c t + \frac{m V_c}{2} \sin(\omega_c - \omega_s)t + \frac{m V_c}{2} \sin(\omega_c + \omega_s)t \end{aligned} \quad \dots(vi)$$

मॉड्युलेटेड विद्युतदाब तरंग च्या समीकरण (vi) कडून, खालील मुद्दे लक्षात घेतले जाऊ शकतात;

- (i) AM लाटा खालील तीन लाटांची बेरीज आहेत जी साइनसाइडली भिन्न आहेत
 - (अ) प्रथम परिमाण V_c आणि वारंवारता f_c
 - (ब) दुसरा परिमाण $m V_c/2$ आणि वारंवारता $(f_c - f_s)$
 - (क) तिसरा परिमाण $m V_c/2$ आणि वारंवारता $(f_c + f_s)$.
- (ii) AM तरंग मधील वाहक f_c ची मूलभूत वारंवारता असते f_c आणि आणखी दोन वारंवारता निर्माण करते $(f_c - f_s)$ आणि $(f_c + f_s)$ ज्याला साईड-बँड वारंवारता म्हणतात. जिथे, $(f_c - f_s)$ लोअर साईडबँड वारंवारता म्हणतात $(f_c + f_s)$ आणि अप्पर साईडबँड वारंवारता म्हणतात.

5.16 आयाम मोड्युलेशन मधील मर्यादा

आयाम मोड्युलेशनमध्ये खालील मर्यादा आहेत:

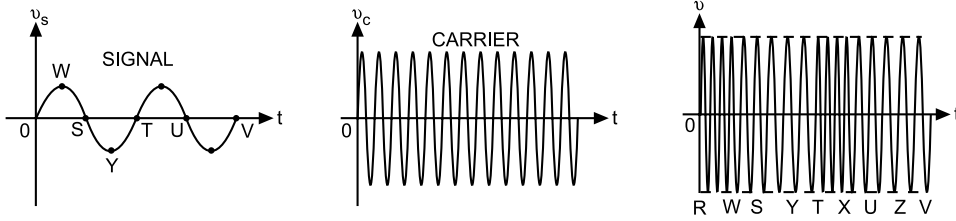
1. **कमी कार्यक्षमता:** आयाम मोड्युलेशनमध्ये, संदेश साईडबँडमध्ये आहे, म्हणून साईडबँडमधील शक्ती केवळ उपयुक्त शक्ती आहे. साईडबँडसची शक्ती ही पूर्ण आयाम तरंगाच्या शक्तीच्या केवळ 33.33% आहे. म्हणून, असे म्हटले जाते की आयाम मॉड्युलेशन खराब कार्यक्षमतेवर संदेश प्रसारित करते.

2. **रिसेप्शन दरम्यान असलेले आवाज:** AM तरंगामध्ये, वाहकातिल ॲम्प्लिट्यूड बदलामध्ये संदेश असतो. दुर्दैवाने, सर्व नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित नॉइजमध्ये विद्युत व्यत्यय असतो. शिवाय, रेडिओ रिसीव्हर हे असे उपकरण आहे की ते इच्छित सिग्नल किंवा नॉइजमुळे उपस्थित ॲम्प्लिट्यूड फरकांमध्ये फरक करू शकत नाही. त्यामुळे रिसेप्शनमध्ये नॉइज आहे. जसेकी, जर आपण रेडिओ रिसीव्हर जवळ स्कूटर किंवा मोटर सायकल चालू केली तर त्यामुळे रिसेप्शनमध्ये नॉइज आहे..
3. **मर्यादित ऑपरेटिंग रेंज:** आयाम मोड्यूलेशनच्या कमकुवत कार्यक्षमतेमुळे, या पद्धतीचा वापर करणाऱ्या ट्रान्समीटरमध्ये एक लहान रेंज असते म्हणजे संदेश (संदेश) लांब अंतरावर प्रसारित केला जाऊ शकत नाही.
4. **मर्यादित ऑडिओ क्वालिटी:** विद्युत ॲम्प्लिट्यूड डिस्टर्बन्सच्या अति हस्तक्षेपामुळे, ट्रान्समीटर ॲम्प्लिट्यूड मोड्यूलेशन द्वारे संदेश असताना प्राप्त केलेली ऑडिओ गुणवत्ता खराब असते.

5.17 वारंवारता मोड्यूलेशन

ज्या प्रक्रियेद्वारे वाहक लहरीची वारंवारता मॉड्यूलेशन संदेश नुसार बदलली जाते त्याला वारंवारता मॉड्यूलेशन असे म्हणतात.

वारंवारता मॉड्यूलेशनचे सिद्धांत आकृती 5.25 मध्ये दर्शविले आहे. आकृतीत दाखवलेल्या तीन वेव्हज म्हणजे (अ) संदेश, (ब) वाहक आणि (क) परिणामी वारंवारता मोड्युलेटेड तरंग. हे लक्षात घेतले जाऊ शकते की जेव्हा वारंवारता f_s चे सिग्नल वारंवारता f_c च्या वाहक वेव्हसह मोड्युलेट केले जाते, तेव्हा परिणामी मॉड्युलेटेड वेव्ह तयार होते.



आकृती 5.25: वारंवारता मॉड्यूलेशन तरंग

हे वाहक लहरीचे आयाम (म्हणजेच V_c) टिकवून ठेवते परंतु त्याची वारंवारता संदेश च्या तात्कालिक परिमाणानुसार बदलते. अशाप्रकारे, जेव्हा संदेश चा विद्युतदाब शून्य असतो, वाहक लहरीची वारंवारता बदलली जात नाही आणि तीच राहते (स्थिती RSTU आणि v पहा आकृती मध्ये. 2.25 – c). तथापि, जेव्हा संदेशा ची परिमाण त्याच्या पॉझिटिव्ह पीक मूल्यापर्यंत पोहोचत असते, तेव्हा वाहक लहरीची वारंवारता (मॉड्यूलेशन नंतर) देखील वाढते, जवळच्या अंतराच्या चक्रांद्वारे दर्शविल्याप्रमाणे (चित्र 5.25 – c मध्ये स्थिती W आणि X पहा). तर, निगेटीव्ह शिखर मूल्यांच्या दरम्यान, वाहक वारंवारता मोठ्या प्रमाणात अंतराच्या चक्रांद्वारे दर्शविल्याप्रमाणे कमी होते (चित्र 5.25 – c मध्ये Y आणि Z स्थिती पहा).

गणिती पद्धतीने;

वाहक विद्युतदाब मध्ये समीकरण द्वारे दिले जाते;

$$v_c = V_c \sin \omega_c t$$

आणि मॉड्युलेटिंग संदेशाचे समीकरण खालीलप्रमाणे दिले जाते

$$v_s = V_s \cos \omega_s t$$

अशा प्रकारे, एफएम विद्युतदाब चे तात्कालिक मूल्य खालीलप्रमाणे दिले जाते;

$$V_c = \text{वाहकाची ॲम्प्लिट्यूड}$$

$$\omega_s = 2\pi f_c = \text{वाहकाच्या वारंवारतेची कोनात्मक गती } f_c$$

$$\omega_s = 2\pi f_s = \text{संदेशाच्या वारंवारतेची कोनात्मक गती } f_s$$

$\delta =$ जास्तीत जास्त वारंवारता विचलन

$= k V_s f_c$ जेथे k हा आनुपातिकता स्थिर आहे आणि V_s हा संदेशाची ॲम्प्लिट्यूड आहे

FM चा मॉड्यूलेशन इंडेक्स ची व्याख्या-

$$m = \frac{\text{कमाल वारंवारता विचलन}}{\text{मॉड्यूलेशन संदेश वारंवारता}}$$

म्हणून, खालील मुद्दे लक्षात घेण्यासारखे आहेत:

- (i) मोड्युलेटेड वेव्ह चे आयाम वाहक लहरीसारखेच आहे.
- (ii) मोड्युलेटेड वेव्हची वारंवारता हि मॅसेज संदेशानुसार बदलते.

फायदा

- (i) **उच्च प्रसारण कार्यक्षमता:** AM च्या तुलनेत FM ची प्रसारण कार्यक्षमता खूप जास्त आहे. याचे कारण असे की AM मध्ये प्रसारित शक्ती मॉड्यूलेशन डेपथद्वारे नियंत्रित केली जाते तर FM मध्ये ती मॉड्यूलेशन डेपथपासून स्वतंत्र असते कारण FM तरंग चे आयाम स्थिर असते. शिवाय, FM मध्ये सर्व प्रसारित शक्ती उपयुक्त आहे, तर AM मध्ये बहुतेक ती वाहक प्रसारित करण्यासाठी वापरली जाते.
- (ii) **नॉइजलेस प्राप्ती:** नॉइजलेसमुळे आयामच्या फरकांवर मात करण्यासाठी एफएम रिसेव्हर्सला आयाम मर्यादित बसवले जाऊ शकते, म्हणून, एफएम रिसेव्हर्स नॉइज मुक्त रिसेप्शन करतात. याव्यतिरिक्त, एफएम ब्रॉडकास्ट वरच्या *व्हीएचएफ आणि यूएचएफ वारंवारता रेंजमध्ये चालतात, ज्यात एएम ब्रॉडकास्टद्वारे व्यापलेले एमएफ आणि एचएफ रेंजसंपेक्षा कमी नॉइज असतो.
- (iii) **उत्तम ऑडिओ गुणवत्ता:** AM च्या तुलनेत FM मध्ये कमी समीप-चॅनेल हस्तक्षेप आहे . याचे कारण असे की ** मानक वारंवारता वाटप व्यावसायिक एफएम स्टेशन दरम्यान एक गार्ड बँड प्रदान करते.

कमतरता

एफएम प्रसारण देखील काही कमतरतेमुळे ग्रस्त आहे, अन्यथा AM प्रेषण शिल्लक राहणार नाही. हे तोटे खाली सूचीबद्ध आहेत:

- (i) **विस्तीर्ण चॅनेलची आवश्यकता:** FM ला जास्त विस्तीर्ण चॅनेल आवश्यक आहे, जे AM च्या आवश्यकतेपेक्षा 10 पट मोठे आहे. हे एक मोठे नुकसान आहे.
- (ii) **वापरलेली उपकरणे अधिक गुंतागुंतीची आणि महाग आहेत:** एफएम प्रसारित करणे आणि प्राप्त करण्याची उपकरणे विशेषतः मॉड्युलेटर आणि डिमॉड्युलेटर अधिक जटिल आणि महाग आहेत.
- (iii) **मर्यादित रिसेप्शन क्षेत्र:** या प्रकरणात रिसेप्शन दृष्टीक्षेत्रापर्यंत (लाइन ऑफ साईट) मर्यादित आहे, म्हणून, एफएमसाठी रिसेप्शन क्षेत्र एएमपेक्षा खूपच लहान आहे. ही गुणवत्ता सह-चॅनेल वाटपासाठी एक फायदा म्हणून मानली जाऊ शकते अन्यथा ते रिसेप्टरचे क्षेत्र कमी करते हे खरे आहे.

5.18 फेज मॉड्यूलेशन

ज्या प्रक्रियेद्वारे वाहक तरंगांचे फेज अँगल मॉड्युलेटिंग संदेशाप्रमाणे बदलले जाते फेज फेस मॉड्यूलेशन असे म्हणतात.

फेज मॉड्यूलेशन, फेज विचलन मॉड्युलेटिंग संदेश (V_s) च्या आयाम च्या प्रमाणात आहे, परंतु त्याच्या वारंवारतेपासून (f_s) स्वतंत्र आहे. या प्रकरणात, मॉड्युलेटिंग संदेश च्या सकारात्मक अर्ध्या चक्राच्या दरम्यान मोड्युलेटेड तरंग ही संदर्भ स्थिती च्या पुढे

* VHF म्हणजे अति उच्च वारंवारता आणि यूएचएफ म्हणजे अल्ट्रा-अल्ट्रा हाय वारंवारता, एमएफ म्हणजे मध्यम वारंवारता HF म्हणजे उच्च वारंवारता.

** ITU च्या आंतरराष्ट्रीय रेडिओ सल्लागार समिती ($CCIR$) द्वारे जागतिक स्तरावरील मानक वारंवारता चे वाटप केले जाते.

आहे आणि मॉड्युलेटिंग संदेश निगेटीव्ह अर्ध्या चक्राच्या दरम्यान संदर्भ स्थितीच्या मागे राहते. मोड्युलेटेड तरंग (f_s) च्या फेज (फेज) चे कोनीय विस्थापन मोड्युलेटिंग संदेश द्वारे श्रेणीमध्ये प्रतिबंधित आहे.

गणितीयदृष्ट्या

वाहक विद्युतदाब समीकरणाने दिले असल्यास:

$$v_c = V_c \sin (\omega_c t + \phi) \quad \dots(i)$$

आणि मोड्युलेटिंग संदेश तरंग समीकरणाद्वारे दिले जाते;

$$v_s = V_s \cos \omega_s t \quad \dots(ii)$$

फेज मोड्युलेशन मध्ये, फेज समीकरणात (i) विद्युत दाब च्या तात्कालिक आयाम नुसार मॉड्युलेशन बदलते. PM तरंग साठी एक्सप्रेसन असेल

$$v = V_c \sin (\omega_c t + \phi_s \sin \phi_s t) \quad \dots(iii)$$

जेथे फेज बदलाचे जास्तीत जास्त मूल्य हे या विशिष्ट मोड्युलेटिंग संदेश द्वारे दर्शविले जाते आणि या मॉड्युलेशनच्या आयाम च्या प्रमाणात असते. समतुल्यपणे, वरील समीकरण म्हणून पुन्हा लिहीले जाऊ शकते;

$$v = V_c \sin (\omega_c t + m_p \sin \omega_s t) \quad \dots(iii)$$

$$m_p = \phi_s = \text{फेज मॉड्युलेशनसाठी मॉड्युलेशन इंडेक्स} \quad \dots(iv)$$

प्रकल्प



Project-1:
How To Make
Simple Inverter 12v
To 220v IRFZ44N,
No IC



Project-2:
WOW Experiment
Electric Science
Magnet & Speaker
/ New Ideas Free
Energy 100%

सारांश

1. **विद्युतशक्ती परिवर्तक:** विद्युतशक्ती परिवर्तक हा एक विद्युत किंवा विद्युत-यांत्रिकी किंवा अणु-विद्युत आहे विद्युत ऊर्जेचे यांत्रिक, यांत्रिक उर्जेचे विद्युत, दिष्ट ते अदिष्ट, अदिष्ट ते दिष्ट, दिष्ट ते दिष्ट भिन्न व्होल्टेज पातळी, अदिष्ट ते अदिष्ट भिन्न विद्युतदाब पातळी किंवा भिन्न वारंवारतेचे यंत्र.
2. **साधे रेणीय विद्युतदाब रेग्युलेटर:** हे फक्त एक संभाव्य-विभाजक आहे.
3. **बक परिवर्तक:** हे एक दिष्ट-दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तक आहे जे एकाच वेळी विद्युतदाब कमी करते आणि विद्युतधारा वाढवते जेणेकरून पुरविलेली माहिती वीज पुरवठा उत्पादन (लोड) सारखाच राहतो.
4. **बक परिवर्तकचे ॲप्लिकेशन:** संगणकाची मुख्य पुरवठा क्षमता (अनेकदा 12 वी) यूएसबी, रॅम आणि सीपीयू (1.8 वी किंवा त्यापेक्षा कमी) साठी आवश्यक असलेल्या कमी क्षमतेमध्ये रूपांतरित करण्यासाठी हे खूप उपयुक्त आहेत.

5. **बूस्ट परिवर्तक:** हे एक दिष्ट-दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तक आहे जे विद्युतदाब वाढवते आणि एकाच वेळी विद्युत प्रवाह खाली करते जेणेकरून पुरविलेली माहिती वीज पुरवठा उत्पादन (लोड) सारखाच राहील.
6. **अनुप्रयोग बूस्ट परिवर्तक:** दोन बॅटरीवर चालणारे अनुप्रयोग ज्यामध्ये बूस्ट परिवर्तक वापरले जातात त्यातिल एक हे हायब्रीड ईलेक्ट्रीक वेहिकल्स (HEV) व दुसरे हे प्रकाश प्रणाली आहे.
7. **बक-बूस्ट परिवर्तक:** हा दिष्ट-टू-दिष्ट विद्युतशक्ती परिवर्तकचा एक प्रकार आहे ज्यामध्ये उत्पादन पोटेन्शियल (आयाम) आणि स्टेप-अप किंवा स्टेप-डाउन विद्युतधारा एकाच वेळी स्टेप-अप किंवा स्टेप-डाउन करण्याची क्षमता आहे. पुरविलेली माहिती वीज पुरवठा उत्पादन (लोड) सारखाच राहतो.
8. **उपयुक्तता गुणोत्तर:** ज्या कालावधीत किंवा कालावधीमध्ये संदेश किंवा प्रणाली सक्रिय असते त्याला उपयोगिता गुणोत्तर म्हणतात.
9. **विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर:** एक परिपथ जो इन्टियल दिष्ट स्त्रोतापासून चालतो आणि अदिष्ट उत्पादन विकसित करतो त्याला सामान्यतः विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टर म्हणून ओळखले जाते.
10. **मॉड्यूलेशन:** ज्या प्रक्रियेद्वारे एका वेहिकी (वाहक) वैशिष्ट्ये दुसऱ्या लहरीतील फरकानुसार बदलली जातात (संदेश तरंग मॉड्युलेट करणे) त्याला मॉड्यूलेशन म्हणतात.
11. **वाहक तरंग साठी समीकरण:** वाहक तरंग समीकरण खालीलद्वारे दिले जाते: आयाम व्हीसी, वारंवारता एफसी (सी = 2 एफसी) आणि फेज अँगलच्या तरंगची तीन व्हेरिएबल वैशिष्ट्ये समीकरण खाली लिहिलेले नाही.
12. **मॉड्यूलेशनची आवश्यकता:**
 - (i) ऑपरेटिंग रेंज वाढवणे
 - (ii) वायरलेस ट्रान्समिशनला परवानगी देणे
 - (iii) प्रसारित अँटेनाचा आकार कमी करणे.
13. **आयाम मॉड्यूलेशन:** जेव्हा वाहक लहरीचे आयाम मॉड्युलेटिंग संदेश नुसार बदलले जाते, तेव्हा या प्रक्रियेला आयाम मॉड्यूलेशन म्हणतात.
14. **मॉड्यूलेशनफॅक्टर:** वाहकाची बदलणारी अॅम्प्लिट्यूड व मुळ वाहकाचे मॉड्यूलेशन यांचे गुणोत्तर याला मॉड्यूलेशन फॅक्टर म्हणतात.
15. **आयाम मॉड्यूलेशनची मर्यादा:**
 - (i) खराब कार्यक्षमता
 - (ii) नॉइज ग्रहणक्षमता
 - (iii) लहान कार्य श्रेणी
 - (iv) खराब ऑडिओ गुणवत्ता.
16. **वारंवारता मॉड्यूलेशन:** ज्या प्रक्रियेद्वारे वाहक लहरीची वारंवारता मॉड्युलेटिंग संदेश नुसार बदलली जाते त्याला वारंवारता मॉड्यूलेशन म्हणतात.
17. **एफएमचे फायदे:**
 - (i) उच्च प्रक्षेपण कार्यक्षमता
 - (ii) नॉइज नसलेले रिसेप्शन
 - (iii) उत्तम ऑडिओ गुणवत्ता.
- एफएमचे तोटे:**
 - (i) विस्तृत वाहिन्यांची गरज आहे
 - (ii) वापरलेली उपकरणे अधिक जटिल आणि महाग आहेत
 - (iv) रिसेप्शनचे लहान क्षेत्र.
18. **फेज मॉड्यूलेशन:** वाहकाचा फेज अँगल हा मॉड्युलेटिंग संदेशानुसार बदलला जातो या प्रक्रियेला फेज मॉड्यूलेशन म्हणतात.

लघू प्रश्नांची उत्तरे

1. विद्युतशक्ती परिवर्तक म्हणजे काय?
2. विद्युतशक्ती परिवर्तक कसे कार्य करते?
3. इन्व्हर्टर आणि परिवर्तकमध्ये काय फरक आहे?
4. तुम्ही दिष्ट ला अदिष्ट मध्ये कसे रूपांतरित करता?
5. रेक्टिफायर आणि इन्व्हर्टरमध्ये काय फरक आहे?
6. कमी विद्युतदाब मिळवण्यासाठी विद्युतदाब दुभाजक कसे वापरले जाते?
7. विद्युतदाब विभाजकाएवजी बक परिवर्तकाला प्राधान्य का दिले जाते?
8. बक परिवर्तक कसे कार्य करते?
9. परिपथ मधील विद्युतधारा कशी वाढवता येते?
10. बूस्ट परिवर्तक कसे कार्य करते?
11. बूस्ट परिवर्तकचा उपयोग काय आहे?
12. बक बूस्ट परिवर्तक म्हणजे काय?
13. बक बूस्ट परिवर्तक कसे कार्य करते?
14. दिष्ट ते अदिष्ट इन्व्हर्टर कसे कार्य करते?
15. उपयोगिता गुणोत्तर म्हणजे काय?
16. उपयोगिता गुणोत्तर 60 % म्हणजे काय?
17. 100 % उपयोगिता गुणोत्तर म्हणजे काय ?
18. विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टर दिष्ट ते अदिष्ट कसे करतो?
19. VSI मध्ये वापरल्या जाणाऱ्या प्रमुख घटकांची नावे सांगा, त्याचे परिपथ काढा.
20. 1-फेज आणि 3-फेज VSI मध्ये काय फरक आहे?
21. यूपीएस आणि इन्व्हर्टरमध्ये काय फरक आहे?
22. साइनसॉइडल मॉड्युलेटर म्हणजे काय?
23. मोड्युलेशनचे विविध प्रकार कोणते आहेत?
24. अति-मॉड्युलेशनम्हणजे काय?
25. अंडर-मॉड्युलेशनम्हणजे काय?
26. आयाम मॉड्युलेशनकोठे वापरले जाते?
27. आयाम मोड्युलेशन तुम्हाला काय समजते?
28. FM AM पेक्षा चांगले का आहे?

29. आयाम मोड्यूलेशन कसे कार्य करते?
30. आयाम मोड्यूलेशन इंडेक्स म्हणजे काय?
31. एफएम संदेश म्हणजे काय?

बहुपर्यायी प्रश्न

1. *IGBT* सारख्या नियंत्रित बटनसह समांतर एक डायोड *VSI* मध्ये वापरला जातो :
 - (अ) दिष्ट लिंक विद्युतधारा उलटणे प्रतिबंधित करा.
 - (ब) उत्पादनवर नॉन-युनिटी साठी विद्युतशक्ती गुणांकला परवानगी द्या.
 - (क) दिष्ट बसच्या ध्रुवीयतेच्या अपघाती रिव्हर्सलपासून परिपथ चे संरक्षण करा.
 - (ड) वरीलपैकी काहीही नाही.
2. विद्युतदाब स्त्रोत इन्व्हर्टरच्या दिष्ट बसमध्ये ठेवलेल्या मोठ्या कॅपेसिटरचा हेतू आहे:
 - (अ) बटन अपयशापासून संरक्षण करण्यासाठी.
 - (ब) आदर्श दिष्ट स्त्रोताद्वारे उच्च वारंवारता विद्युतधारा लहरी कमी करण्यासाठी.
 - (क) सतत दिष्ट लिंक चालू ठेवण्यासाठी.
 - (डी) दिष्ट लिंक विद्युतधारा च्या उच्च वारंवारता घटकासाठी कमी प्रतिबाधा मार्गास अनुमती द्या.
3. *N-channel IGBT* वापरून *VSI* बटनचे गेट (बेस) संदेश वेगळे करणे आवश्यक आहे:
 - (अ) इन्व्हर्टर उत्पादन टर्मिनल्सवर शॉर्ट विरुद्ध स्विचचे संरक्षण.
 - (ब) गेट ड्राइव्ह परिपथ मध्ये कमी नुकसान.
 - (क) ब्रिज फॅशनमध्ये कनेक्ट होण्यासाठी स्विच करा.
 - (डी) दिष्ट लिंक विद्युतदाब बटन विद्युतदाब रेटिंगपेक्षा जास्त आहे.
4. इन्व्हर्टर बटन पूर्णपणे किंवा पूर्णपणे बंद मोडमध्ये ऑपरेट करण्यासाठी:
 - (अ) स्विचमध्ये कमी नुकसान.
 - (ब) उत्पादन विद्युतदाब तरंगमध्ये किमान विकृती.
 - (क) साधने स्विच करण्यासाठी सुलभ गेट कंट्रोल परिपथ.
 - (डी) उत्पादनवर प्रतिरोधक नसलेल्या भारांसाठी समाधानकारक ऑपरेशन.
5. *AM* ही एक प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे
 - (अ) वाहक वारंवारता संदेशानुसार बदलते.
 - (ब) वाहकाचे आयाम संदेश नुसार बदलते.
 - (क) वाहकाची फेज दर्शविल्याप्रमाणे बदलते.
 - (ड) वारंवारता आणि आयाम दोन्ही संदेशानुसार बदलते.

बहुपर्यायी प्रश्नांची उत्तरे

बहु-पर्यायी प्रश्न									
1.	(ब)	2.	(ड)	3.	(क)	4.	(अ)	5.	(ब)

1. विद्युतशक्ती परिवर्तकद्वारे तुम्हाला काय समजते? तुम्ही त्यांचे वर्गीकरण कसे कराल?
2. परिपथ आकृतीच्या मदतीने बक परिवर्तकचे कार्य स्पष्ट करा.
3. सतत मोडमध्ये कार्यरत बक परिवर्तकचे पुरविलेली माहिती आणि उत्पादन तरंग काढा.
4. बक परिवर्तकच्या ऑपरेशनच्या सतत आणि बंद मोडमध्ये तुम्ही फरक कसा कराल?
5. परिपथ आकृतीच्या मदतीने बूस्ट परिवर्तकचे कार्य स्पष्ट करा.
6. बंद मोडमध्ये कार्यरत बूस्ट परिवर्तकचे पुरविलेली माहिती आणि उत्पादन तरंग-आकार काढा.
7. बूस्ट परिवर्तकच्या ऑपरेशनच्या सतत आणि बंद मोडमध्ये तुम्ही फरक कसा कराल?
8. बक परिवर्तक आणि बूस्ट परिवर्तकची वैशिष्ट्ये आणि महत्त्वाच्या अनुप्रयोगांचा उल्लेख करा.
9. परिपथ आकृतीच्या मदतीने बक-बूस्ट परिवर्तकचे कार्य स्पष्ट करा.
10. उपयोगिता गुणोत्तराचे महत्त्व काय आहे?
11. विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टर (VSI) च्या मदतीने द्विष्ट चे अदिष्ट मध्ये रूपांतर कसे होते?
12. ॲम्प्लीफायर मोड VSI पेक्षा स्विच मोड VSI ला प्राधान्य का दिले जाते?
13. परिपथ आकृतीच्या मदतीने सिंगल फेज VSI चे कार्य स्पष्ट करा.
14. मॉड्यूलेशनमंजरे काय? संप्रेषण प्रणालीमध्ये मॉड्यूलेशन ची आवश्यकता नमूद करा. किंवा मॉड्यूलेशनचा तुम्हाला काय अर्थ आहे समजले? का आवश्यक आहे?
15. AM आणि FM परिभाषित करा. या व्याख्या स्पष्ट करण्यासाठी आकृत्या वापरा. या कुठे कार्य करतात?
16. मॉड्यूलेशनफॅक्टरद्वारे तुम्हाला काय समजते? त्याचे महत्त्व काय आहे?
17. FM AM पेक्षा वेगळे कसे आहे? मॉड्यूलेशन च्या दोन पद्धतींचे सापेक्ष गुण आणि तोटे यांची चर्चा करा.
18. आयाम मॉड्यूलेशनपरिभाषित करा आणि साइनसाईडल वाहक विद्युतदाबासाठी एक्सप्रेसन मिळवा, आयाम दुसर्‍या विद्युतदाब विद्युतदाब द्वारे सुधारित?

लक्ष आणि अंतर विश्लेषण

अंतर विश्लेषण आयोजित करण्यासाठी आणि उपचारात्मक उपाययोजना करण्यासाठी कार्यक्रमाच्या परिणामांची पावती खालील सारणीमध्ये संकलित केली जाईल:

[illegible]

प्रयोगशाळा कार्य

प्रयोग क्र. 8

जनरेटर म्हणून काम करणारी समकालिक यंत्र - लोडसह स्टँड-अलोन ऑपरेशन. फील्ड एक्सायटेशनद्वारे विद्युतदाबाचे नियंत्रण. हा प्रयोग दोन भागात विभागता येईल

- स्थिर गतीने समकालिक जनरेटरमध्ये कोणतेही लोड टर्मिनल विद्युतदाब आणि एक्सायटेशन प्रवाह यांच्यातील संबंध प्लॉट करणे .
- एक्सायटेशन आणि वेग स्थिर ठेवून अल्टरनेटरचा विद्युतदाब आणि भार विद्युतधारा यांच्यातील संबंधांचे निर्धारण.

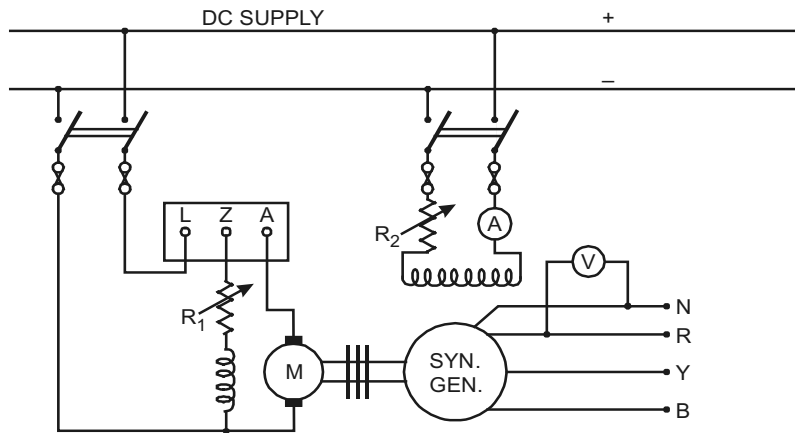
उद्देश:

- अल्टरनेटरमधील तयार विद्युतदाब सॅच्युरेशनपूर्वी एक्सायटेशन (फील्ड विद्युतधारा) च्या प्रमाणात आहे हे दाखविणे.
- अल्टरनेटरचे टर्मिनल विद्युतदाब भार वाढल्याने कमी होते हे दाखविणे (जेव्हा भार प्रतिरोधक किंवा प्रेरक असतो)

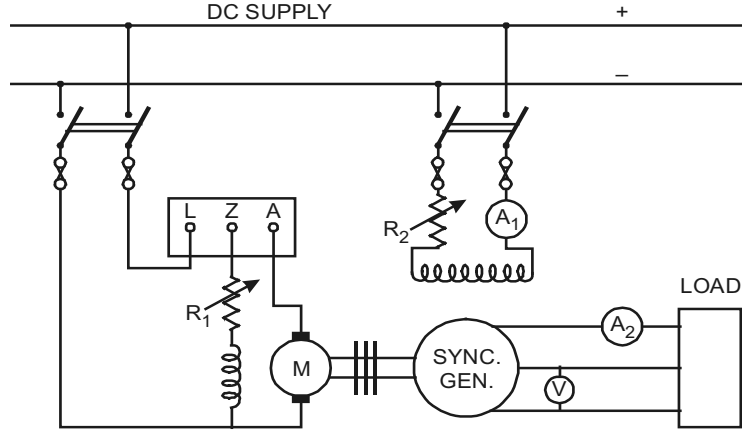
आवश्यक उपकरणे/ साधने /घटक

- मानकांच्या दिष्ट मोटरसह समकालिक यंत्र
- गती नियंत्रित करण्यासाठी दिष्ट मोटरसाठी फील्ड रेग्युलेटिंग रेझिस्टन्स R_1
- दिष्ट मानकांचा अमीटर (कमाल फील्ड विद्युतधारा मानके)
- अदिष्ट मानकांचा व्होल्टमीटर (कमाल लाइन विद्युतदाब मानके)
- टॅकोमीटर
- अल्टरनेटरच्या पूर्ण भार विद्युतधारेच्या समान श्रेणीचे अदिष्ट अमीटर
- 3-फेज भार

परिपथ आकृती



आकृती P8.1: भार नसलेल्या टर्मिनल विद्युतदाबावर फील्ड एक्सायटेशनचा प्रभाव पाहण्यासाठी परिपथ आकृती



आकृती P8.2: टर्मिनल विद्युतदाबावर भाराचा प्रभाव पाहण्यासाठी परिपथ आकृती

सिद्धांत:

अल्टरनेटरमध्ये प्रेरित e.m.f. चे परिमाण प्रति फेज खाली दिले आहे

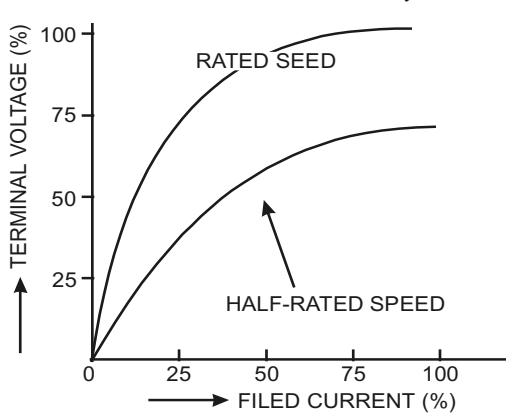
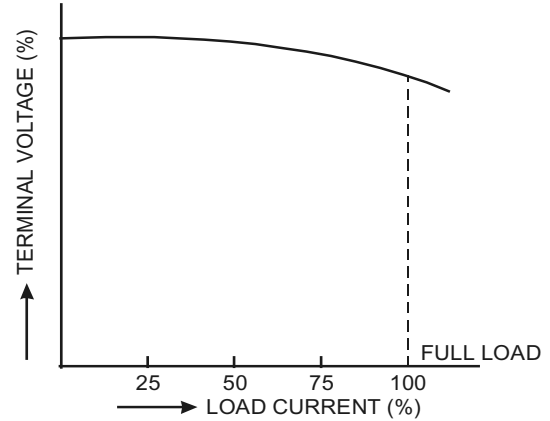
$$E = 4.44 K_c K_d f \phi T$$

(जेथे E हे प्रति फेज टर्मिनल विद्युतदाब आहे)

$$E \propto \phi f$$

जेव्हा वेग किंवा वारंवारता स्थिर ठेवली जाते

$$E \propto \phi \text{ किंवा } E \propto I_f \text{ (सॅचुरेशनपूर्वी)}$$

आकृती P8.3: I_f व V मधील वक्रआकृती P8.3: I_L व V मधील वक्र

जेथे ϕ प्रति ध्रुव फ्लक्स आहे आणि f ही वारंवारता आहे जी पर्यायाने अल्टरनेटरच्या गतीवर अवलंबून असते. फ्लक्सचे मूल्य ϕ फील्ड विद्युतधारा आणि फील्ड वळणांच्या संख्येवर अवलंबून असते. फील्ड वायंडिंगच्या वळणांची संख्या निश्चित असल्यामुळे, फ्लक्स फील्ड विद्युतधारा (I_f) च्या थेट प्रमाणात बदलतो. वरील परिस्थिती केवळ यंत्राच्या चुंबकीय परिपथच्या सॅचुरेशनच्या अवस्थेपर्यंतच सत्य आहे ज्यानंतर फील्ड विद्युतधारा वाढल्याने फ्लक्स वाढत नाही. अल्टरनेटरचा वेग स्थिर ठेवल्यास, त्याचा e.m.f. फ्लक्सच्या प्रमाणात थेट बदलतो. फील्ड विद्युतधारा आणि प्रेरित e.m.f मधील संबंध (फेज व्हॅल्यू) ग्राफ पेपरवर प्लॉट केल्यावर

अल्टरनेटरची चुंबकीकरण वैशिष्ट्ये किंवा विना-भार वैशिष्ट्ये देतात. आकृती 8.3. मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे समान चुंबकीकरण वैशिष्ट्ये वेगवेगळ्या रोटार वेगाने काढली जाऊ शकतात.

भार वाढल्याने अल्टरनेटरचे टर्मिनल विद्युतदाब कमी होते (सिस्टीमवर क्वचितच आढळणारे कॅपेसिटिव्ह भार वगळता). दुसऱ्या शब्दांत, असे म्हटले जाऊ शकते की जेव्हा अल्टरनेटरमधून पूर्ण भार काढून टाकला जातो तेव्हा त्याचे टर्मिनल विद्युतदाब आकृती P8.4 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे वाढते.

प्रक्रिया:

विना-भार चाचणी/प्रयोग करण्यासाठी, खालील चरणांचे अनुसरण करा:

1. आकृती P8.1 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथ आकृतीनुसार जोडणी करा.
2. प्रभारी शिक्षकांकडून जोडणी तपासा.
3. अल्टरनेटरशी जोडलेली दिष्ट मोटर सुरू करा आणि अल्टरनेटरचे फील्ड परिपथ उघडे ठेवून त्याचा वेग रेट केलेल्या मूल्यानुसार समायोजित करा.
4. प्रेरित emf चे मूल्य मोजा जे खूप लहान असेल (जवळजवळ शून्य).
5. आता अल्टरनेटरचे फील्ड एक्सिटेशन चालू करा आणि फील्ड विद्युतधारा जर स्टेप्समध्ये वाढवा. प्रत्येक स्टेपवर फील्ड विद्युतधारा I_f (अॅमीटर रीडिंग A) ची मूल्ये आणि प्रेरित ईएमएफ E (व्होल्टमीटर रीडिंग V एका फेज आणि न्यूट्रल दरम्यान जोडलेले) ची मूल्ये लक्षात घ्या. हे वाचन सारणीबद्ध करा.
6. मोटरचा वेग रेट केलेल्या मूल्याच्या अर्ध्यापर्यंत कमी करा (टॅकोमीटरने तपासा).
7. एक्सायटेशन शून्यावर कमी करा आणि फील्ड विद्युतधारा जर स्टेप्समध्ये असेल तर वाढवा. प्रत्येक टप्प्यावर प्रेरित ईएमएफचे मूल्य लक्षात घ्या आणि वाचन सारणीबद्ध करा.

प्रक्रिया:

भार चाचणी/प्रयोग करण्यासाठी, खालील चरणांचे अनुसरण करा:

1. आकृती P8.2 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथ आकृतीनुसार जोडणी करा.
2. प्रभारी शिक्षकांकडून जोडणी तपासा.
3. दिष्ट मोटर सुरू करा आणि त्याचा वेग अल्टरनेटरच्या रेट केलेल्या वेगाशी समायोजित करा.
4. अल्टरनेटरवर पुरवठा चालू करा आणि रेटेड टर्मिनल विद्युतदाब मिळेपर्यंत त्याचे मूल्य समायोजित करा.
5. एक्सायटेशन स्थिर ठेवून, भार कनेक्ट करा आणि ते स्टेप्समध्ये वाढवा, हे लक्षात घ्या की विद्युतदाब कमी होत आहे परंतु या टप्प्यावर कोणतेही वाचन रेकॉर्ड करू नका.
6. भार, पूर्ण भार मूल्यापर्यंत वाढवा आणि फील्ड विद्युतधारा समायोजित करा जेणेकरून रेटेड टर्मिनल विद्युतदाब रेट केलेल्या गतीने प्राप्त होईल.
7. या मूल्यावर एक्सायटेशन स्थिर ठेवून, भार कमी करत जा (म्हणजे भार विद्युतधारा). गती स्थिर ठेवून प्रत्येक टप्प्यावर भार विद्युतधारा (I_L) आणि टर्मिनल विद्युतदाब (V) चे मूल्य लक्षात घ्या.
8. भार पूर्णपणे बंद करा आणि रेट केलेल्या वेगाने टर्मिनल विद्युतदाब रेकॉर्ड करा.
9. भार विद्युतधारा (I_L) आणि टर्मिनल विद्युतदाब (V) दरम्यान आलेख काढा.

निरीक्षण सारणी: I_f आणि V मधील वक्र काढण्यासाठी

अनुक्रमांक	वेग N_1	फील्ड विद्युतधारा I_f	टर्मिनल विद्युतदाब V	वेग N_2	फील्ड विद्युतधारा I_f	टर्मिनल

निरीक्षण सारणी: I_L आणि V मधील वक्र काढण्यासाठी

अनुक्रमांक	फील्ड विद्युतधारा $I_f(A_1)$	वेग N	भार विद्युतधारा (I_L) (A_2)	टर्मिनल विद्युतदाब V

परिणाम:

1. वक्राचा संभाव्य आकार आकृती P8.3 मध्ये दर्शविला आहे.
2. I_f आणि V मधील वक्र प्लॉट केला, संभाव्य वक्र आकृती P8.4 मध्ये दाखवले आहेत.

6

विद्युत उपकरणांची स्थापना (इन्स्टॉलेशन)

शिकण्याचे उद्दिष्ट:

- उद्दिष्ट क्रं 1: स्विचगियर आणि त्याची कार्ये.
- उद्दिष्ट क्रं 2: LV, MV आणि HV स्विचगियर्स आणि LV स्विचगियर मध्ये कार्यरत प्रमुख उपकरणे किंवा उपकरणे.
- उद्दिष्ट क्रं 3: स्विच विद्युततारिका घटक (SFU), MCB, ELCB/RCCB, MCCB इत्यादी LV स्विचगियर उपकरणांद्वारे प्रदान केलेले संरक्षण.
- उद्दिष्ट क्रं 4: वायरिंग इन्स्टॉलेशनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या वेगवेगळ्या प्रकारच्या जोडणी (केबल्स).
- उद्दिष्ट क्रं 5: घरगुती, व्यावसायिक आणि औद्योगिक प्रतिष्ठानांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या विविध प्रकारच्या वायरिंग सिस्टीम.
- उद्दिष्ट क्रं 6: इन्स्टॉलेशनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या उपकरणांवर अवलंबून वायरिंग आकारांची निवड.
- उद्दिष्ट क्रं 7: अर्थिंग आणि त्याचे महत्त्व.
- उद्दिष्ट क्रं 8: लीड-अॅसिड बॅटरीचे उत्पादन वैशिष्ट्ये आणि कार्ये.
- उद्दिष्ट क्रं 9: ऊर्जा वापर शुल्काची गणना आणि बिलिंग.

प्रस्तावना

वेगवान औद्योगिक वाढ प्रामुख्याने विविध क्षेत्रांमध्ये विद्युत ऊर्जेच्या वापरामुळे होते. आजच्या काळात, विद्युत ऊर्जेवर अवलंबित्व इतके जास्त आहे की ते आपल्या दैनंदिन जीवनाचा एक आवश्यक भाग बनले आहे.

वीज हा एक चांगला सेवक आहे. पण योग्य हाताळला नाही तर वाईट मालक हि आहे. म्हणून, विद्युत उपकरणांची स्थापना आणि विद्युत उपकरणे हाताळताना आपण नेहमी आपल्या स्वतःच्या आणि इतरांच्या सुरक्षिततेची काळजी घेतली पाहिजे. थोडीसा निष्काळजीपणा मुळे अपघात होऊ शकतो जी जीवघेणी ठरू शकते. त्यामुळे विजेचा व्यवहार करण्यापूर्वी काही सुरक्षा उपायांचे पालन केले पाहिजे.

यंत्रचालक (ऑपरेटर) आणि उपकरणांना सुरक्षा देण्यासाठी विविध सुरक्षा साधने विकसित करण्यात आली आहेत. या अभ्यासात, आपण विविध सामान्य सुरक्षा साधने, अर्थिंग इत्यादींवर चर्चा करू.

घटकवार परिणाम:**U6 -O1: घटक - 6 शिक्षण परिणाम -1**

स्विचगियरची सामग्री आणि कार्ये समजून घेणे.

U6 -O2: घटक - 6- शिक्षण परिणाम - 2

LV, MV आणि HV स्विचगियर मधील फरक

U6 -O3: घटक - 6 शिकण्याचे परिणाम - 3

स्विच विद्युततारिका घटक (SFU), MCB, ELCB/RCCB, आणि MCCB सारख्या LV स्विचगियर उपकरणांच्या कार्याचे विश्लेषण.

U6 -O4: घटक - 6 शिकण्याचे परिणाम - 4

विविध प्रकारच्या वायरिंग इंस्टॉलेशनस आणि इंस्टॉलेशनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या इन्सुलेटेड वायर/केबल्सचे विश्लेषण.

U6 -O5: घटक - 6 शिकण्याचे परिणाम - 5

अर्थिंग आणि त्याचा उद्देश.

U6 -O6: घटक - 6 शिकण्याचे परिणाम - 6

लीड-अॅसिड बॅटरीचे उत्पादन, कार्ये आणि अनुप्रयोग.

घटकवार व अभ्यासक्रम उद्दिष्टांचे अपेक्षित संयोजन

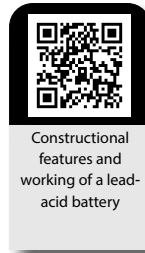
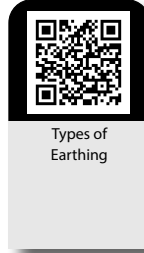
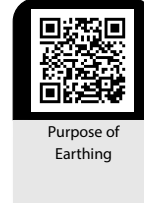
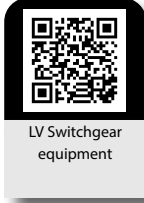
घटक क्रं .- 6 चे उद्दिष्टे	अभ्यासक्रम उद्दिष्टांसोबतचे अपेक्षित संयोजन		
	01- निम्न स्तर परस्परसंबंध; 02- मध्यम स्तर परस्परसंबंध; 03- उच्च स्तर परस्परसंबंध		
	CO-1	CO-2	CO-3
U6-O1	1	-	3
U6-O2	1	-	3
U6-O3	1	-	3
U6-O4	1	-	3
U6-O5	1	-	3
U6-O6	1	-	3

मनोरंजक तथ्ये

- जगातील सर्वात मोठा बल्ब (एडिसन) न्यू जर्सीमध्ये आहे. तो 14 फूट उंच आहे, आठ टन वजनाचा आहे. तो थॉमस एडिसन मेमोरियल टॉवरच्या शीर्षस्थानी बसवला आहे.
- आपल्या शरीरात वीज आहे - आपल्या मज्जातंतू पेशी त्याचा वापर आपल्या स्नायूंना सिग्नल पाठवण्यासाठी करतात.
- आइसलँड हा दरवर्षी सर्वाधिक वीज वापरणारा देश आहे. त्याचा खप अमेरिकेपेक्षा सुमारे 23% अधिक आहे.

चलचित्र संपर्क दुवे

अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेण्यासाठी तुम्ही इतर कोणताही उपयुक्त प्रकल्प निवडू शकता.



6.1 स्विचगियर

इलेक्ट्रिकल पॉवर सिस्टीममध्ये, इलेक्ट्रिकल स्विचेस, विद्युततारिका किंवा परिपथ ब्रेकर्सच्या संयोजनाला स्विचगियर असे म्हणतात. ते इलेक्ट्रिकल उपकरणांचे नियंत्रण, संरक्षण आणि वेगळे करण्यासाठी वापरले जाते.

विद्युत पुरवठ्याची विश्वासार्हता सुधारण्यासाठी स्विचगियरचा (SWITCHGEAR) वापर केला जातो

व्यापकपणे, स्विचगियरमध्ये दोन प्रकारचे घटक असतात:

- पॉवर कंडक्टिंग घटक, जसे की स्विच, परिपथ ब्रेकर, विद्युततारिका आणि लाइटनिंग अरेस्टर्स, जे विद्युत शक्तीच्या प्रवाहाचे संचालन करतात किंवा व्यत्यय आणतात.
- नियंत्रण घटक, जसे की नियंत्रण पॅनेल, विद्युतधारा ट्रान्सफॉर्मर्स, संभाव्य ट्रान्सफॉर्मर्स, संरक्षक रिले आणि संबंधित परिपथे जे पॉवर कंडक्टिंग घटकांचे निरीक्षण, नियंत्रण आणि संरक्षण करतात.

अशा प्रकारे, स्विचगियरचे मूलभूत कार्य संरक्षण आहे. हे अप्रभावित परिपथची सेवा राखताना शॉर्ट-परिपथ आणि ओव्हरलोड फॉल्ट प्रवाहांमध्ये व्यत्यय आणते. स्विचगियर वीज पुरवठ्यापासून परिपथचे पृथक्करण देखील प्रदान करते. पॉवर सिस्टममध्ये, इलेक्ट्रिकल स्विचगियर्सचे वर्गीकरण HV, MV आणि LV स्विचगियर्स म्हणून केले जाते.

एचव्ही स्विचगियर्स: 33 केव्ही वरील व्होल्टेजशी संबंधित स्विचगियर सिस्टमला उच्च व्होल्टेज स्विचगियर म्हणतात. उच्च व्होल्टेज परिपथ ब्रेकर हा एचव्ही स्विचगियरचा मुख्य घटक आहे.

एमव्ही स्विचगियर्स: 3 केव्ही ते 33 केव्ही दरम्यान व्होल्टेज हाताळणारी स्विचगियर सिस्टीम मध्यम व्होल्टेज स्विचगियर किंवा एमव्ही स्विचगियर म्हणून वर्गीकृत केली जातात. स्विचगियर्सचे अनेक प्रकार आहेत.

एलव्ही स्विचगियर: साधारणपणे 1 केव्ही पर्यंत रेट केलेल्या इलेक्ट्रिकल स्विचगियरला कमी व्होल्टेज स्विचगियर म्हणतात. LV स्विचगियर या शब्दामध्ये कमी व्होल्टेज परिपथ ब्रेकर, स्विच, ऑफ लोड इलेक्ट्रिकल आइसोलेटर, HRC विद्युततारिका, पृथ्वी गळती परिपथ ब्रेकर, लघु परिपथ ब्रेकर (MCBs) आणि मोल्डेड केस परिपथ ब्रेकर्स (MCCBs) इत्यादींचा समावेश आहे.

6.2 कमी दाबाचे स्विचगियर किंवा एल. व्ही. स्विचगियर

रेटिंग औष्णिक	अदिष्ट विद्युतधारा (AC) -23 विलग करणे	अदिष्ट विद्युतधारा -22 विद्युततारिका स्विच रेटिंग	अदिष्ट विद्युतधारा -23 विद्युततारिका स्विच रेटिंग	प्रस्तावित विद्युततारिका प्रकार	अदिष्ट विद्युतधारा -23 मोटर्सस्विच रेटिंग	यांत्रिक सहनशक्ती (कार्यरत सायकल)
63 A	80 A	80 A	63 A	H TS	28 KW	10,000
100 A	125 A	125 A	100 A	H TSD	45 KW	10,000
160 A	200 A	200 A	160 A	H TSF	80 KW	8,000
200 A	250 A	250 A	200 A	H TSF	90 KW	8,000
320 A	400 A	320 A	320 A	HTSK	150 KW	5,000
400 A	500 A	460 A	400 A	T TSMF	185 KW	5,000
500 A	630 A	630 A	500 A	H TTM	225 KW	5,000
800 A	800 A	750 A	630 A	H TLM	300 KW	3,000

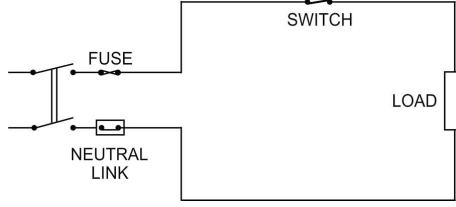
एल.व्ही. (LV) स्विचगियर सिस्टीममध्ये, विद्युत उपकरणे शॉर्ट परिपथ आणि ओव्हरलोड कंडिशनपासून इलेक्ट्रिकल विद्युततारिका किंवा इलेक्ट्रिकल परिपथ ब्रेकरद्वारे संरक्षित असतात. तथापि, मानवी ऑपरेटर हे उपकरणामधील दोषापासून पुरेसे संरक्षित नाही. अर्थिंग गळती परिपथ ब्रेकरचा वापर करून समस्येवर मात करता येते. हे कमी गळती प्रवाहावर कार्य करते. अर्थिंग गळती परिपथ ब्रेकर 100 mA पेक्षा कमी गळतीचा प्रवाह ओळखू शकतो आणि 100 mS पेक्षा कमी मध्ये उपकरणे डिस्कनेक्ट करण्यास सक्षम आहे.

स्विच विद्युततारिका युनिट्स (SFU), MCB, ELCB, MCCB यांसारखी सर्वात लोकप्रिय स्विचगियर उपकरणे मिळू द्या.

6.3 विद्युततारिका (फ्यूज)

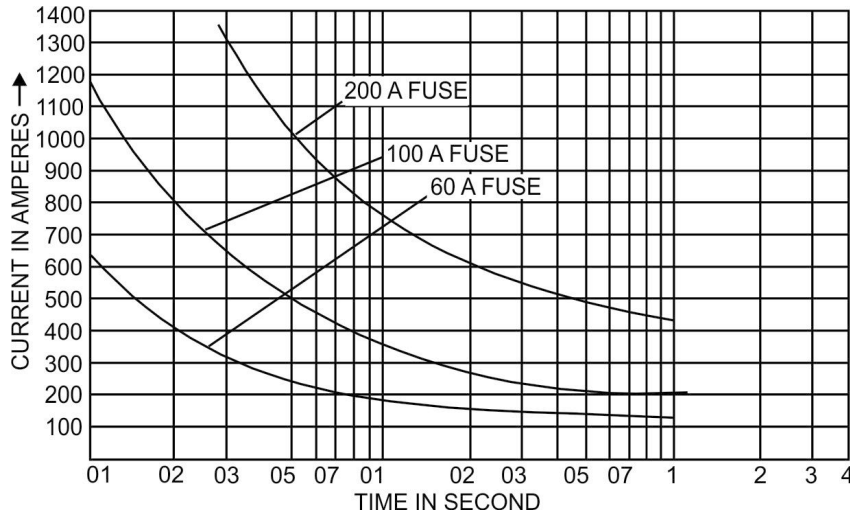
धातू जोडणीचा एक लहान तुकडा, जो परिपथासह संरचनेत एकसर वापरला जातो, जेव्हा विद्युत् प्रवाहाचे पूर्वनिर्धारित मूल्य त्यातून वाहते तेव्हा तो वितळतो आणि परिपथ खंडित करते त्याला विद्युततारिका म्हणतात.

परिपथमध्ये संरक्षित करण्यासाठी विद्युततारिका मालिकेत जोडलेले आहे (आकृती 6.1 पहा) आणि सामान्य परिस्थितीत स्वतःला जास्त गरम न करता लोड करंट वाहून नेतो. तथापि, जेव्हा एक असामान्य स्थिती उद्भवते, तेव्हा एक जास्त करंट (पूर्वनिर्धारित मूल्याच्या अधिक किंवा समान ज्यासाठी विद्युततारिका तयार केले गेले आहे) त्यातून वाहते. हे विद्युततारिका वायरचे तापमान इतके वाढवते की ते वितळते आणि परिपथ उघडते. हे यंत्र किंवा उपकरणांचे नुकसान होण्यापासून संरक्षण करते



आकृती 6.1: परिपथसह मालिकेत जोडलेले विद्युततारिका

वेळ - करंट वैशिष्ट्ये (Time-Current Characteristics): विद्युततारिका बाहेर टाकण्यासाठी लागणारा वेळ जास्त प्रवाहाच्या विशालतेवर अवलंबून असतो. करंट जितका मोठा असेल तितका विद्युततारिका बाहेर पडण्यासाठी लागणारा वेळ कमी असतो. म्हणून विद्युततारिका मध्ये आकृती 6.2 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे व्यस्त वेळ-वर्तमान वैशिष्ट्य आहे जे संरक्षणात्मक उपकरणासाठी आवश्यक आहे.



आकृती 6.2: विविध विद्युततारिकांची वेळ-विद्युत प्रवाह वैशिष्ट्ये

फायदा

- या संरक्षणात्मक उपकरणाची किंमत खूप कमी आहे.
- यासाठी देखभाल आवश्यक नाही.
- तो आवाज किंवा धूर न करता जास्त प्रवाहात अडथळा आणतो.
- विद्युततारिका घटकाच्या लहान आकाराचा शॉर्ट परिपथ अंतर्गत करंट मर्यादित प्रभाव असतो.
- विद्युततारिका वायरची योग्य सामग्री निवडून किमान ऑपरेटिंग वेळ पूर्वनिर्धारित केला जाऊ शकतो.
- व्यस्त वेळ-करंट वैशिष्ट्य ते अति-करंट संरक्षणासाठी योग्य बनवते.

तोटा

- प्रत्येक ऑपरेशननंतर रि-वायरिंग किंवा विद्युततारिका बदलण्यात बराच वेळ वाया जातो.
- शॉर्ट-परिपथवर, संबंधित विद्युततारिका च्या सापेक्ष आकारामध्ये लक्षणीय फरक असेल तरच मालिकेतील विद्युततारिका दरम्यान निर्धार प्राप्त केला जाऊ शकतो.

6.4 स्विच विद्युततारिका घटक

स्विच विद्युततारिका : स्विच विद्युततारिका घटकामध्ये विविध पोर्सिलेन रिवाइरेबल विद्युततारिका किंवा HRC विद्युततारिका फिटिंग्स असतात ज्यांचे संचालन भाग पूर्ण होतात. आकृती 6.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, स्विच क्लिक्ब्रेक प्रकार यंत्रणा असलेल्या बळकट साइड ऑपरेटिंग हँडलसह सुसज्ज आहे.

स्विच विद्युततारिका घटकाचे कॉन्टैक्ट इलेक्ट्रोलाइटिक तांबे चांदीने बनलेले असतात. स्थिरकॉन्टैक्ट काढता येण्याजोग्या शील्डसह प्रदान केले जातात. स्विच विद्युततारिका युनिट्सला पुनर्वापर करण्यायोग्य विद्युततारिका किंवा HRC विद्युततारिका लिंक्स दिले जातात. हे सर्व भाग एका बंदिशीमध्ये एकत्र केले जातात.

स्विच 'चालू' स्थितीत असताना उघडू नये म्हणून दरवाजा इंटर-लॉक देखील बसविला आहे.



(a) दोन-ध्रुव SFU

(b) 3-ध्रुव SFU

आकृती 6.3: स्विच विद्युततारिका घटक (एसएफयू)

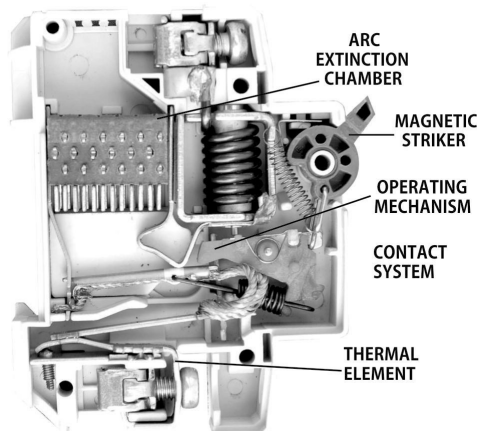
6.5 मिनिएचर परिपथ ब्रेकर

मिनिएचर परिपथ ब्रेकर (MCB) एक असे उपकरण आहे जे वायरिंग सिस्टम आणि अत्याधुनिक उपकरणांचे विशिष्ट संरक्षण करंट आणि शॉर्ट परिपथ दोषांपासून सुनिश्चित करते. सूक्ष्म परिपथ ब्रेकरचे बाह्य दृश्य आणि आतील तपशील अनुक्रमे आकृती 6.4 आणि 6.5 मध्ये दर्शविले आहेत.



MCB

आकृती 6.4: MCB चे बाह्य दृश्य



आकृती 6.5: MCB ची अंतर्गत रचना

रचना

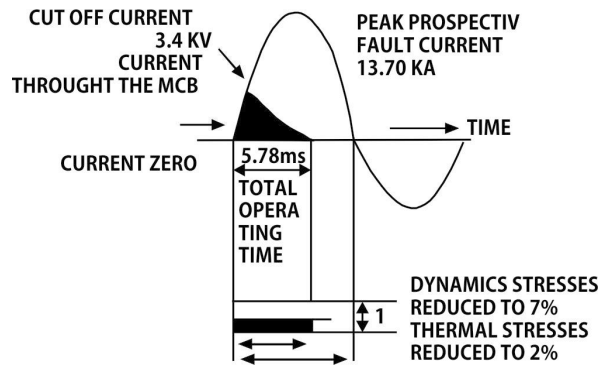
खालील मुख्य भागांचा विचार करून MCB चे बांधणी स्पष्ट केली जाऊ शकते.

- बाह्य भाग किंवा गृहनिर्माण:** MCB चे बाह्य शरीर किंवा गृहनिर्माण इंजेक्शन मोल्डिंग मशीनच्या मदतीने विशेष ग्रेड ग्लास फायबर प्रबलित पॉलिस्टरपासून बनवले जाते. MCB चे बाह्य शरीर आणि इतर पॉलिस्टर घटक अग्निरোধक, अँटी-ट्रॅकिंग आणि नॉनहायग्रोस्कोपिक आहेत. पॉलिस्टर भाग आणि बाहेरील भाग, हे उच्च तापमान आणि यांत्रिक परिणामाचा सामना करण्याची क्षमता ठेवतात.
- संपर्क:** MCB चे कॉन्टैक्ट शुद्ध चांदीचे बनलेले आहेत. हे दीर्घ कॉन्टैक्ट आयुष्य, कमी संपर्क प्रतिकार, जलद चाप काढण्याची आणि कमी उष्णता निर्मिती सुनिश्चित करण्याचे निश्चित फायदे देते.
- ऑपरेटिंग मेकॅनिझमचे सर्व घटक विशेष प्लास्टिकचे बनलेले आहेत जे ते स्वयं वंगण करणारे आहेत जे झीज, गंज आणि गंज काढून टाकतात. हे घटक वजनाने खूप हलके आहेत आणि कमी जडत्व आहे ज्यामुळे स्लॉ ब्रेक क्षमता सुनिश्चित करते. ऑपरेटिंग यंत्रणेची विश्वासार्हता आणि खडतरता राखली जाते.**
- चाप उपकरण चेंबर:** परिपथ ब्रेकिंग दरम्यान उत्पादित कंस एक विशेष आर्क चुट चेंबर प्रदान करून अचानक विझवला जातो.
- फिक्सि व्यवस्था:** MCB माउंटिंग क्लिप सहजपणे डिन-बारवर बसवली जाते आणि स्कू ड्रायव्हरच्या साध्या ऑपरेशनद्वारे सहज काढता येते. हे स्कूसह निराकरण करण्यासाठी आवश्यक असणारा वेळ वाचवते.
- एकाधिक MCB चे यांत्रिक इंटरलॉकिंग:** सर्व (3 किंवा 4) एकाधिक MCB चे लीव्हर आंतरिकरित्या जोडलेले आहेत. हे सर्व ध्रुवांचे एकाच वेळी ट्रिपिंग सुनिश्चित करते, जरी एका टप्प्यात दोष निर्माण झाला तरीही.

सिद्धांत

MCB दोन भिन्न परिस्थितींमध्ये कार्य करू शकते:

- मध्यम ओव्हरलोड स्थिती:** मध्यम ओव्हरलोड स्थिती थर्मो-मेटलच्या वापराद्वारे शोधली जाते, जी त्यातून जाणाऱ्या वर्तमानाच्या प्रतिसादात विचलित होते. थर्मो-मेटल ट्रिप लीव्हर चालते ज्याच्या विरुद्ध ट्रिप यंत्रणा सोडली जाते.
- शॉर्ट परिपथची स्थिती:** जेव्हा MCB मधून वाहणारा प्रवाह पूर्व-निर्धारित पातळीवर (त्याच्या सेटिंग किंवा रेटिंगनुसार) पोहोचतो, तेव्हा तो सोलनॉइड प्लंगरला ढकलतो जे ट्रिप यंत्रणा सोडते तसेच संपर्क वेगळे करते. शॉर्ट परिपथ परिस्थितीत, करंट मर्यादित क्रिया उच्च गती, थेट अभिनय इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक यंत्रणेच्या वापराने प्राप्त होते.



आकृती 6.6: एमसीबीची कार्यकारी (ऑपरेशनल) वैशिष्ट्ये

ही यंत्रणा जबरदस्तीने संपर्क वेगळे करते तसेच प्रवासी यंत्रणा मोकळी करते. उच्च आर्क व्होल्टेज ड्रॉप वेगाने सादर केला जातो जो फॉल्ट करंटला काही मिलिसेकंदांच्या कालावधीपर्यंत मर्यादित करतो आणि जवळजवळ तात्काळ व्यत्यय प्राप्त करतो (तथ्ये आकृती 6.6 मध्ये ग्राफिकली दर्शविली आहेत).

जेव्हा संपर्क विभक्त होतात, तेव्हा चापमुळे विद्युत प्रवाह अजूनही वाढतो. हा कंस आर्क चुट चेंबरमध्ये त्वरीत विझला जातो आणि करंटला सैद्धांतिक कमाल मूल्यापर्यंत पोहोचू देत नाही. एकूण ब्रेकिंग वेळ 5 मिलिसेकंदांपेक्षा कमी आहे.

उपयोग

खालील मुख्य भागांचा विचार करून MCB चे बांधणी स्पष्ट केली जाऊ शकते. याव्यतिरिक्त, त्यांच्याकडे खूप कमी ब्रेकिंग वेळ (5 मिलिसेकंद) आहे, म्हणून, ते सामान्यतः व्यावसायिक आणि घरगुती हेतूसाठी वापरले जातात जसे की संगणक, एअर कंडिशनर, कॉम्प्रेसर, रेफ्रिजरेटर आणि इतर बऱ्याच गंभीर आणि अत्याधुनिक उपकरणांचे संरक्षणच्या साठी.

6.6 अर्थिंग गळती परिपथ ब्रेकर (ELCB)

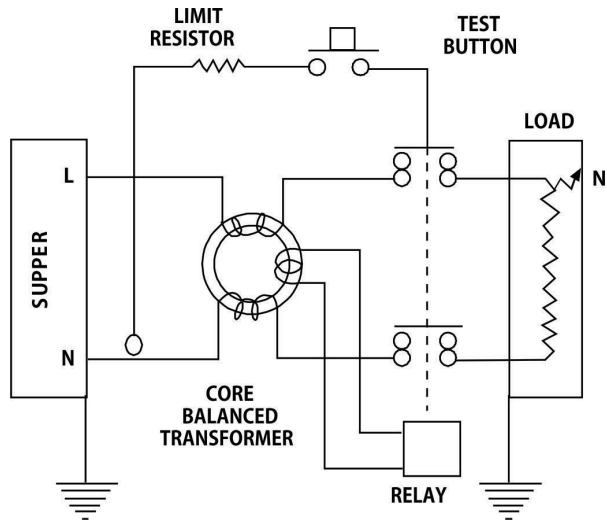
औद्योगिक, व्यावसायिक आणि घरगुती इमारतींमध्ये गळती अधूनमधून (साधारणपणे पावसाळ्याच्या काळात) अर्थिंग वर होते. या गळतीमुळे विद्युत शॉक किंवा आग लागू शकते. म्हणूनच, अर्थिंग गळती खूप धोकादायक आहे आणि संरक्षणाची आवश्यकता आहे. ELCB हे एक साधन आहे जे अर्थिंगच्या गळती दोषांपासून संरक्षण प्रदान करते.

बांधकाम आणि अंतर्गत परिपथ तपशील

ELCB चे आवरण उच्च दर्जाचे इन्सुलेटिंग मटेरियलपासून बनवले जाते. ही सामग्री अग्निरोधक, अँटी-ट्रॅकिंग, नॉन-ह्युग्रेस्कोपिक, प्रभाव प्रतिरोधक आणि उच्च तापमानाचा सामना करू शकते. मुख्य भागात डिन-चॅनेलवर स्प्रिंग लोडेड माउंटिंग व्यवस्था आहे जी ELCB च्या स्थितीत स्लॉट फिटिंग सुनिश्चित करते. तथापि, त्यांच्याकडे दोन स्कूच्या मदतीने कोणत्याही पृष्ठभागावर थेट स्कू करण्याची सुविधा देखील आहे. 2-पोल ELCB 1-फेज सप्लायसाठी आणि 4-पोल ELCB 3-फेज, 4 वायर सप्लायसाठी वापरला जातो. 4-पोल ELCB आकृती 6.7 मध्ये दर्शविले आहे.



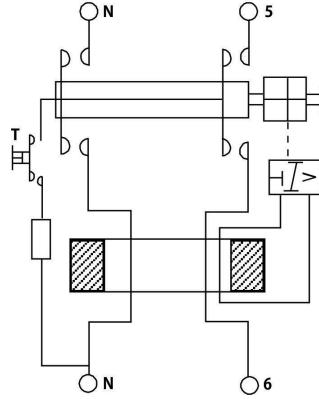
आकृती 6.7 : 4-पोल ELCB



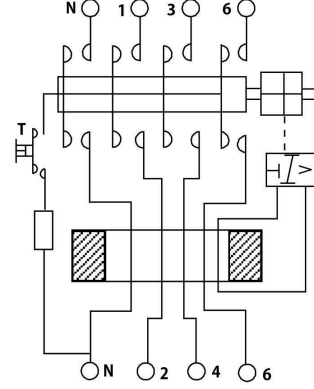
आकृती 6.8: 2-पोल ELCB चे अंतर्गत वायरिंग आकृती

2-पोल ELCB चे अंतर्गत वायरिंग आकृती 6.8 मध्ये दर्शविले आहे. आकृती 6.8 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे ELCB मध्ये कोर संतुलित ट्रान्सफॉर्मर (फेराइट रिंग ज्यावर फेज आणि तटस्थ वायरचे एक किंवा दोन वळणे; आणि रिलेच्या ऑपरेटिंग कॉइलचे काही

वळणे जखमेच्या आहेत) आणि एक रिले असतात. मर्यादित रेझिस्टरसह मालिकेत फेज आणि तटस्थ दरम्यान चाचणी बटण ठेवले आहे. 2-पोल आणि 4-पोल ELCB साठी टर्मिनल पदनाम आणि कनेक्शन आकृती अनुक्रमे आकृती 6.9 आणि आकृती 6.10 मध्ये दर्शविली आहे.



आकृती 6.9: 2 पोल ELCB केंस परिपथ



आकृती 6.10: 4 पोल ELCB. केंस परिपथ

काम तत्त्व

सामान्य परिस्थितीत, फेज वायर आणि न्यूट्रलमधून वाहणारे प्रवाह समान परिमाणांचे असतात आणि कोर संतुलित ट्रान्सफॉर्मरच्या कोरमध्ये कोणताही प्रवाह नसतो (म्हणजे दोन विंडिंग फ्लक्सला तटस्थ करतात). अशाप्रकारे, रिले कॉइल आणि ऑपरेटिंग कॉइलमध्ये समान कोरवर ईएमएफ नाही. तथापि, जेव्हा अर्थिंगचा दोष (अर्थिंग गळती) उद्भवते, तेव्हा फेज वायरमधील प्रवाह तटस्थ वायरपेक्षा जास्त असतो. हे असंतुलित कोर संतुलित ट्रान्सफॉर्मरच्या कोरमध्ये फ्लक्स स्थापित करते जे परिणामी ऑपरेटिंग कॉइलला ईएमएफ तयार करते, प्रेरणा देते. म्हणून, रिले उर्जावान होते आणि ELCB चा प्लंगर ऑफ पोजिशनवर जातो किंवा पुरवठा पासून लोड डिस्कनेक्ट करतो.

चाचणी नॉब वापरा

ELCB च्या यंत्रणा आणि कार्याच्या वेळोवेळी तपासणीसाठी एक चाचणी नॉब प्रदान केले जाते.

6.7 मोल्डेड केंस परिपथ ब्रेकर (MCCB)



100 Amp MCCB मोल्डेड केंस परिपथ ब्रेकर



100 Amp MCCB 4 पोल इलेक्ट्रिकल परिपथ ब्रेकर

आकृती 6.11: मोल्डेड केंस सर्किट ब्रेकर

मोल्डेड केस परिपथ ब्रेकर्स हे इलेक्ट्रिकल प्रोटेक्शन डिवाइसेस आहेत, जे सामान्यतः जेव्हा लोड चालू सूक्ष्म परिपथ ब्रेकरच्या क्षमतेपेक्षा जास्त असतो तेव्हा वापरले जाते. प्लग-इन परिपथ ब्रेकर आणि MCB मध्ये उपलब्ध नसलेल्या ट्रिप सेटिंग्ज समायोजित करून चालू रेटिंग समायोजित करणे आवश्यक आहे तेथे देखील ते वापरले जातात.

मोल्डेड केस परिपथ ब्रेकर (MCCB) हे एक प्रकारचे इलेक्ट्रिकल प्रोटेक्शन डिवाइस आहे जे 50 हर्ट्झ आणि 60 हर्ट्झ दोन्हीच्या व्होल्टेज आणि फ्रिक्वेन्सीच्या विस्तृत श्रेणीसाठी वापरले जाऊ शकते. मोल्डेड-केस आणि लघु परिपथ ब्रेकर्समधील मुख्य फरक असा आहे की एमसीसीबीचे करंट रेटिंग 2500 A पर्यंत असू शकते आणि त्याच्या ट्रिप सेटिंग्ज सामान्यतः समायोज्य असतात. तसेच MCCBs MCBs पेक्षा आकाराने खूप मोठे आहेत. यात खालील तीन मुख्य कार्ये आहेत:

- ओव्हरलोड संरक्षण.
- वीज अपयशापासून संरक्षण.
- परिपथ चालू आणि बंद करणे.

मोल्डेड-केस परिपथ ब्रेकरपासून उपलब्ध असलेल्या करंट रेटिंगची विस्तृत श्रेणी त्यांना विविध प्रकारच्या अनुप्रयोगांमध्ये वापरण्याची परवानगी देते. MCCB वर्तमान रेटिंगसह उपलब्ध आहेत जे 15 A सारख्या कमी मूल्यांपासून ते 2500 A सारख्या औद्योगिक रेटिंगपर्यंत आहेत. मोल्डेड-केस परिपथ ब्रेकरचे बाह्य दृश्य आकृती 6.11 मध्ये दर्शविले आहे.

ऑपरेटिंग यंत्रणा

MCCB थर्मल-मॅग्नेटिक परिपथ ब्रेकर्स वापरलेल्या समान भौतिक तत्वांवर आधारित आहे.

ओव्हरलोड संरक्षण: हे थर्मल यंत्रणेद्वारे केले जाते. MCCBs मध्ये द्विमितीय परस्परसंवाद असतो जो तपमानातील बदलांना प्रतिसाद म्हणून विस्तारतो आणि संकुचित करतो. सामान्य ऑपरेटिंग परिस्थितीत, संपर्क MCCB द्वारे विद्युत प्रवाहास परवानगी देतो. तथापि, जितक्या लवकर करंट समायोजित ट्रिप मूल्यापेक्षा जास्त होईल तितक्या लवकर, संपर्क गरम होण्यास प्रारंभ होईल आणि सर्किटमध्ये व्यत्यय येईपर्यंत विस्तारित होईल.

फॉल्ट प्रोटेक्शन: दुसरीकडे, फॉल्ट प्रोटेक्शन इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनद्वारे पूर्ण केले जाते आणि प्रतिसाद त्वरित असतो. फॉल्ट करंटसचा कालावधी तात्काळ व्यत्यय आणला जाणे आवश्यक आहे, त्यांचा कालावधी कमी किंवा लांब आहे. जेव्हाही दोष आढळतो, अत्यंत उच्च प्रवाह ब्रेकरच्या आत असलेल्या सोलेंनॉइड कॉइलमध्ये चुंबकीय क्षेत्राला प्रेरित करतो, हे चुंबकीय प्रेरण एका संपर्काकडे जाते आणि प्रवाहात व्यत्यय येतो.

मॅन्युअल ऑपरेशन: सर्व प्रकारच्या परिपथ ब्रेकर्स प्रमाणे, MCCBs मध्ये डिस्कनेक्शन स्विचचा समावेश आहे जो ब्रेकरला मॅन्युअली ट्रिप करण्यासाठी वापरला जातो.

6.8 वायर्स आणि केबल्सचे प्रकार

कोणत्याही प्रकारच्या स्थापनेसाठी योग्य असलेल्या विविध प्रकारच्या वायरिंग सिस्टीमचा विचार करण्यापूर्वी, अंतर्गत वायरिंग सिस्टीमसाठी वापरल्या जाणाऱ्या विविध प्रकारच्या केबल्स (इन्सुलेटेड कंडक्टर) बद्दल जाणून घेणे आवश्यक आहे. इन्सुलेशनने झाकलेले घन किंवा अडकलेले कंडक्टर म्हणून ओळखले जाते.

केबल कंडक्टरच्या संख्येवर अवलंबून सिंगल कोर किंवा मल्टी-कोर असू शकते. कंडक्टर कव्हर करण्यासाठी विविध प्रकारचे इन्सुलेटिंग साहित्य वापरले जाते.

त्यानुसार, केबल (वायरिंग कंडक्टर) वर्गीकृत केले जाऊ शकतात:

- (i) व्हल्कनाइज्ड इंडियन रबर (VIR) केबल.
- (ii) पॉली-विनाइल क्लोराईड (पीव्हीसी) केबल.
- (iii) टफ रबर शीथड (टीआरएस) किंवा कॅब टायर शीटड (सीटीएस) केबल.
- (iv) लीड शीटड केबल. (v) वेदर प्रूफ केबल.

6.8.1 वायरिंग प्रकार

निवासी इमारती, व्यावसायिक इमारती आणि उद्योगांमध्ये सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या वायरिंगचे मुख्य प्रकार:

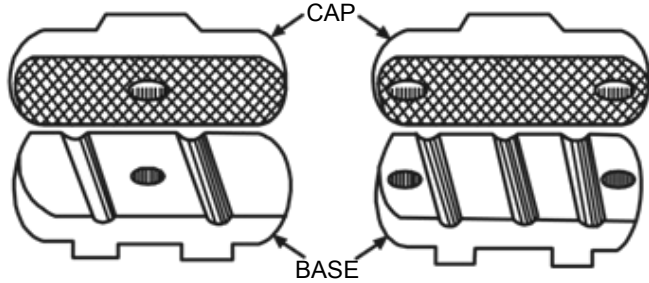
1. क्लीट वायरिंग
2. केसिंग आणि कॅपिंग वायरिंग
3. सीटीएस किंवा टीआरएस वायरिंग
4. मेटल शीटेड वायरिंग;
5. कंड्युट वायरिंग

1. क्लीट वायरिंग

वायरिंगच्या या प्रणालीमध्ये सहसा VIR असते. किंवा पीव्हीसी कंडक्टर वापरला जातो. कंडक्टर पोर्सिलेन क्लीट्समध्ये समर्थित आहेत जे भिंतीपेक्षा कमीतकमी 6 मिमी ठेवलेले आहेत. पोर्सिलेन क्लीट्स दोन भागांनी बनलेले असतात, खालचा भाग बेस म्हणून ओळखला जातो ज्यात कंडक्टर राहण्यासाठी दोन किंवा तीन खोबणी असतात आणि वरचा भाग कॅप म्हणून ओळखला जातो. आकृती 6.12 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे. कंडक्टर ग्रूव्हस मध्ये चालवले जातात, बेसवर कॅप ठेवली जाते. संपूर्ण असेंबली लाकडी स्कू आणि गट्टी (लाकडी किंवा P.V.C. प्लग) च्या साह्याने भिंतीमध्ये फिक्स केलेले असते. कंडक्टर ग्रूव्हस मध्ये चालवले जातात, बेसवर कॅप ठेवली जाते. संपूर्ण असेंबली लाकडी स्कू आणि गट्टी (लाकडी किंवा P.V.C. प्लग) च्या साह्याने भिंतीमध्ये फिक्स केलेले असते.

फायदा

- (i) वायरिंगसाठी ही सर्वात स्वस्त प्रणाली आहे.
- (ii) तारा घालण्यासाठी थोडे कौशल्य आवश्यक आहे.
- (iii) ही वायरिंग खूप लवकर बसवता येते.
- (iv) तात्पुरत्या वायरिंगसाठी ही सर्वात योग्य प्रणाली आहे.
- (v) तारा खूप लवकर नष्ट केल्या जाऊ शकतात आणि संपूर्ण सामग्री पुनर्प्राप्त केली जाऊ शकते.
- (vi) तपासणी, बदल आणि जोडणे सहज करता येते



आकृती 6.12: पोर्सिलीन क्लीट्स

तोटा

- (i) हे ओबड धोबड/ बोजड दिसते.
- (ii) हे कायम वापरासाठी क्वचितच वापरले जाते.
- (iii) ब्लीचिंग किंवा डिस्टेंपरिंग दरम्यान, चुना तारांवर पडतात ज्यामुळे इन्सुलेशन खराब होऊ शकते.
- (iv) तेल आणि धूर देखील VIR साठी हानिकारक आहेत.
- (v) यांत्रिक मुळे कंडक्टरला नुकसान होऊ शकते कारण कोणतेही संरक्षक आवरण नाही.

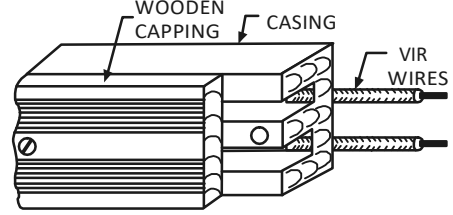
2. केसिंग आणि कॅपिंग वायरिंग

वायरिंगच्या या प्रणालीमध्ये सहसा VIR असते. गुंडाळी वापरून लीड्स आहेत. आच्छादन हा फक्त एक आधार आहे ज्यामध्ये पीव्हीसी किंवा सागवानी लाकडाचा आयताकृती लाकडी ब्लॉक असतो आणि तारांना सामावून घेण्यासाठी सहसा दोन खोबणी

असतात. भिंतीमध्ये आधीच लाकडी स्कू आणि सिमेंट स्लॅट्सच्या मदतीने आवरण भिंतीशी जोडलेले आहे.

केसिंगला ओलसरपणापासून संरक्षण करण्यासाठी पॉर्सीलेन डिस्कसद्वारे आवरण सहसा भिंतीपासून 3 मिमी अंतरावर ठेवले जाते.

मग उलट ध्रुवीयतेच्या तारा स्वतंत्र ग्रूव्हस घातल्या जातात. तारा शीर्षस्थानी केसिंगच्या ग्रूव्हसमध्ये ठेवल्यानंतर, समान रुंदीच्या लाकडाची एक आयताकृती पट्टी लाकडी स्कूच्या मदतीने कॅपिंग म्हणून ओळखली जाते. व्हीआयआरसह कॅपिंग केसिंगचे एकत्रित दृश्य. ग्रूव्हस ठेवलेल्या तारा आकृती 6.13 मध्ये दर्शविल्या आहेत.



आकृती 6.13: VIR वायरसह कॅपिंग कॅसिंग

फायदा

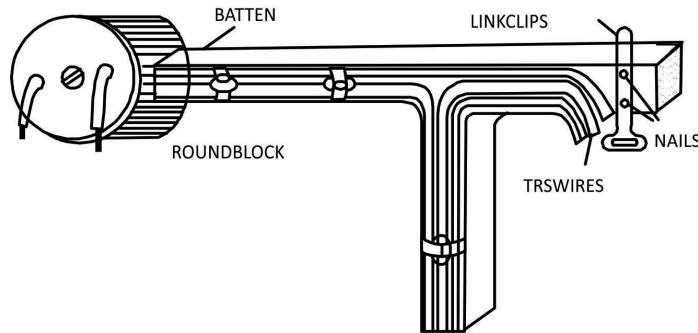
- क्लीट वायरिंग दृश्यमान वैशिष्ट्यांपेक्षा चांगले आहे .
- क्लीट वायरिंग वगळता इतर वायरिंग सिस्टमच्या तुलनेत त्याची किंमत खूप कमी आहे .
- हे स्थापित करणे सोपे आहे.
- कंडक्टर जोरदार पृथक् आहे.
- कॅपिंग यांत्रिक इजापासून संरक्षण प्रदान करते

तोटा

- ओलसर परिस्थितीत योग्य नाही.
- आग लागण्याचा धोका आहे.
- काम चांगले दिसण्यासाठी अत्यंत कुशल कामगारांची आवश्यकता असते.

3. सीटीएस किंवा टीआरएस वायरिंग

सिस्टममध्ये वायरिंग सहसा सीटीएस (कॅब टायर म्यान केलेले) किंवा टीआरएस (चिवट रबर मल त्यागलेली व्यक्ती) मार्गदर्शक च्या वापर केला आहे. मार्गदर्शक करण्यासाठी सागवानी लाकूड पूर्णपणे सरळ आणि तसेच राखाडी सावली रीफ 13 मिमी जाडी एल गायन ई. बॅटनची रुंदी त्यावर चालणाऱ्या तारांच्या संख्येवर आधारित निवडली जाते. या प्रकारचे वायरिंग करताना, भिंतीवर लाकडी स्कू आणि सिमेंटच्या स्लॅट्सद्वारे बॅटन भिंतीवर लावले जाते. आकृती 6.14 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे नखांच्या साहाय्याने बॅटनवर आधीच क्लिपच्या साहाय्याने वायर ठेवल्या जातात.



आकृती 6.14: सीटीएस वायरिंग

फायदा

- (i) स्थापित करणे आणि दुरुस्त करणे सोपे आहे.
- (ii) दिसण्यास रेखीव असते
- (iii) कंडक्टरमध्ये मजबूत इन्सुलेशन असते, म्हणून त्यांचे आयुष्य जास्त असते.
- (iv) हे काही प्रमाणात अग्निरोधक आहे.
- (v) रसायने कंडक्टर इन्सुलेशनवर परिणाम करत नाहीत.

तोटा

- (i) कंडक्टर उघडे असतात आणि यांत्रिक इजा होण्यास जबाबदार असतात, म्हणून, या प्रकारच्या वायरिंगचा वापर कार्यशाळेत केला जाऊ शकत नाही.
- (ii) सूर्यप्रकाश आणि पावसासाठी खुल्या ठिकाणी त्याचा वापर प्रतिबंधित आहे.

4. मेटल शीटेड वायरिंग

ही वायरिंग सिस्टीम सीटीएस आहे. किंवा टीआरएस वायरिंग प्रमाणेच. फरक एवढाच आहे की या प्रकरणात व्हीआयआर. लीड अॅलॉय शीथ (मेटल शीटेड केबल) ने झाकलेले कंडक्टर वापरले जातात. धातूने झाकलेल्या केबल्स लाकडी बॅटनवर चालतात. बॅटन्स भिंतीवर स्क्रू आणि गॅबल्सद्वारे आधीच सिमेंट केलेल्या आहेत. लिंक क्लिपच्या साहाय्याने केबल्स बॅटनवर धरल्या जातात.

फायदा

- (i) कंडक्टर यांत्रिक इजापासून संरक्षित आहेत.
- (ii) हे ओलसर परिस्थितीत योग्यरित्या वापरले जाऊ शकते.
- (iii) हे चांगले स्वरूप देते.
- (iv) हे चांगले स्वरूप देते.
- (v) कंडक्टर रसायनांपासून संरक्षित असतात.
- (vi) हे खुल्या जागेत स्थापित केले जाऊ शकते.

तोटा

- (i) मेटल शीटेड केबल सीटीएस किंवा टीआरएस वायरपेक्षा महाग आहेत.
- (ii) गळती झाल्यास धक्का बसण्याचा धोका असतो.
- (iii) कुशल श्रम आणि योग्य देखरेख आवश्यक आहे.

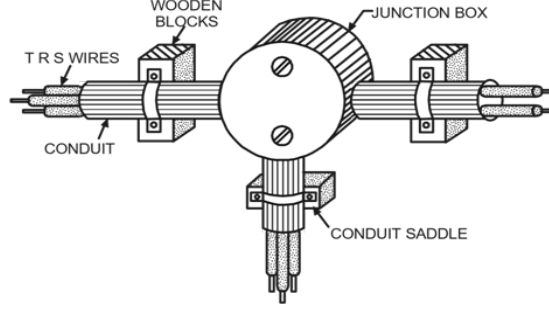
5. नाली (कंड्यूट) वायरिंग

वायरिंगच्या या प्रणालीमध्ये, व्हीआयआर किंवा टीआरएस कंडक्टर धातू किंवा पीव्हीसी ट्यूबमध्ये चालवले जातात ज्याला कंड्यूट म्हणतात. वायरिंगची ही प्रणाली सर्वोत्तम यांत्रिक संरक्षण, आग आणि शॉकपासून सुरक्षितता प्रदान करते. म्हणून, कार्यशाळा आणि व्यावसायिक इमारतींसाठी वायरिंगची सर्वात योग्य प्रणाली मानली जाते.

कॉर्ड मटेरियल (कंड्यूट) एकतर खाली गाडले केले जाऊ शकते किंवा प्लास्टरद्वारे भिंतीवर आधारले जाऊ शकते. त्यानुसार, नाली वायरिंगचे दोन प्रकार आहेत, म्हणजे;

- (i) पृष्ठभागाची नाली वायरिंग
- (ii) लपलेली (कंसील्ड) नाली वायरिंग

पृष्ठभागाच्या नालीच्या वायरिंगमध्ये, आकृती 6.15 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे नाली खोगीरातून समर्थित भिंतीपर्यंत चालवली जाते, तर, लपलेल्या नालीच्या वायरिंगमध्ये, नाली भिंती आणि छतामध्ये पूर्वनिर्मित पोकळीत ठेवून अंतर्भूत केली जाते. नाली ठेवल्यानंतर जी.आय. इन्सुलेटेड कंडक्टरद्वारे (किंवा केबल्स) त्यांच्यामध्ये ओढले जातात. वायरला पायलट वायर म्हणून ओळखले जाते. वायरिंग रेखांकन सुलभ करण्यासाठी अनेक तपासणी बॉक्स (नाली पेटी) नालीच्या ट्रेडसह प्रदान केले जातात.



आकृती 6.15: नाली वायरिंग

फायदा

- नाली वायरिंग यांत्रिक इजा आणि आगीपासून संरक्षण प्रदान करते.
- हे रसायनांपासून संरक्षण प्रदान करते.
- मार्गदर्शक ओलावा सुरक्षित आराम भागात आहेत समावेश असू शकतो.
- हे वायरिंग अधिक चांगले दिसते.
- त्याचे आयुष्य जास्त असते.

तोटा

- ही वायरिंगची एक महाग प्रणाली आहे.
- त्याच्या उभारणीसाठी जास्त वेळ लागतो.
- त्यासाठी अत्यंत कुशल श्रम आवश्यक आहेत.

6.8.2 मूलभूत घरगुती उपकरणांचे पॉवर मानक

इमारतीसाठी वितरण मंडळावर वापरल्या जाणाऱ्या मुख्य स्विचेस आणि एमसीबीएस/विद्युततारिका च्या रेटिंगची गणना करण्यासाठी आणि सर्व्हिस कनेक्शन आणि अंतर्गत वायरिंगसाठी केबलचा आकार अंतिम करण्यासाठी, अँपिअरमध्ये इमारतीच्या लोडचा अंदाज घेणे आवश्यक असते. या हेतूसाठी इमारतीत स्थापित होणाऱ्या आउटलेटची संख्या आणि प्रकार निश्चित केल्यानंतर खालील मार्गदर्शक तत्वे स्वीकारली जाऊ शकतात.

तापदायक प्रकाश बिंदू (बल्ब बिंदू)	60 वॅट्स
फ्लोरोसेंट ट्यूब 2 फूट लांब (0.6 मी)	20 वॅट्स
4 फूट उंच (1.2 मीटर)	40 वॅट्स
सीलिंग फॅन	60 वॅट
सॉकेट आउटलेट (5 ए)	100 वॅट
15 अँपिअर सॉकेट आउटलेट (पॉवर सॉकेट)	1000 वॅट्स

एक्झॉस्ट फॅन

100 वॅट

सीएफएल/एलईडी दिवा

40 वॅट

वायरिंग इन्स्टॉलेशनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या केबल्स किंवा इन्सुलेटेड वायरची निवड.

इन्स्टॉलेशनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या वायरचा योग्य आकार शोधण्यासाठी, केबल्सद्वारे वाहून नेल्या जाणाऱ्या अ‍ॅपिअरमध्ये लोड शोधणे आवश्यक आहे.

खालील तक्ता आपल्याला कंडक्टरच्या वर्तमान आणि व्होल्टेज ड्रॉपवर आधारित इन्सुलेटेड वायरचा योग्य आकार निवडण्यास मदत करतात. तक्त्यामध्ये 28 अ‍ॅपिअरच्या विद्युत् वहन क्षमतेपर्यंत अंतर्गत वायरिंग सिस्टीममध्ये वापरल्या जाणाऱ्या तांब्याच्या तारा दाखवल्या आहेत, जरी मोठ्या आकाराच्या तारा देखील उपलब्ध आहेत.

तक्ता 6.1: कॉपर कंडक्टर सिंगल कोर केबल्सचे वर्तमान मानक (रेटिंग)

(वीआयआर, पीव्हीसी किंवा पॉलिथिलीन इन्सुलेटेड हार्ड रबर शीट, पीव्हीसी किंवा लीड शीटेड केबल्ससह)

कंडक्टरचा आकार		दोन केबल डीसी किंवा एकच टप्पा एसी		तीन किंवा चार केबल्स संतुलित तीन फेज एसी	
नाममात्र क्षेत्र (मिमी)	वायरची संख्या आणि व्यास (मिमी)	वर्तमान मानक (A)	अंदाज धावण्याची लांबी एक व्होल्ट ड्रॉप (मीटर)	वर्तमान मानक (A)	अंदाज धावण्याची लांबी एक व्होल्ट ड्रॉप (मीटर)
1.0	1/1.12	5	2.9	3	2.8
1.5	3/0.737	10	3	10	3.7
2.5	3/1.06	15	3.4	13	4.3
4.0	7/0.737	20	3.7	15	4.8
6.0	7/1.06	28	4.0	25	5.2

खालील सारणीमध्ये दिलेल्या करंट मानक आणि आकारानुसार अ‍ॅल्युमिनियम कोर केबल्स किंवा इन्सुलेटेड वायर देखील वापरल्या जाऊ शकतात. परंतु इमारतीच्या अंतर्गत वायरिंगमध्ये अ‍ॅल्युमिनियम कोर केबल्स टाळली जातात कारण त्यांची यांत्रिक शक्ती कमी असते. तथापि, हे सामान्यतः सेवा कनेक्शनमध्ये वापरले जातात.

तक्ता 6.2: एल अ‍ॅल्युमिनियम कंडक्टर सिंगल कोर केबल्सचे वर्तमान रेटिंग

(वीआयआर, पीव्हीसी किंवा पॉलिथिलीन इन्सुलेटेड हार्ड रबर शीट, पीव्हीसी किंवा लीड शीटेड केबल्ससह)

कंडक्टरचा आकार		2 केबल डीसी किंवा एकच टप्पा एसी		3-4 केबल संतुलित तीन फेज एसी		4 केबल डीसी किंवा एकच टप्पा एसी . .	
नाममात्र क्षेत्र मिमी 2	वायरची संख्या आणि व्यास (मिमी)	करंट मानक (A)	एका व्होल्ट ड्रॉपसाठी अंदाजे धाव (मी)	करंट मानक (A)	एका व्होल्ट ड्रॉपसाठी अंदाजे धाव (मी)	करंट मानक (A)	एका व्होल्ट ड्रॉपसाठी अंदाजे धाव (मी)
1.5	1/1.40	10	2.3	9	2.9	9	2.5
2.5	1/1.80	15	2.5	12	3.6	11	3.4
4	1/2.24	20	2.9	17	3.9	15	4.1
6	1/2.80	27	3.4	24	4.3	21	4.3
10	1/3.55	34	4.3	31	5.4	27	5.4
16	7/1.70	43	5.4	38	7.0	35	6.8

25	7/2.24	5	6.8	54	8.5	48	8.5
35	7/2.50	69	7.2	62	9.8	55	9.0
50	7/3.00	91	7.9	82	10.1	69	10.0
50	19/1.80	91	7.9	82	10.1	69	10.0
70	19/2.24	134	8.0	131	9.5	-	-
95	19/2.50	153	8.8	152	10.0	-	-

6.9 केबल्सचे वर्गीकरण

भूमिगत केबल्स साधारणपणे ज्या व्होल्टेजसाठी बांधल्या जातात त्यानुसार वर्गीकृत केल्या जातात. म्हणून त्यांचे खालीलप्रमाणे वर्गीकरण केले आहे:

- कमी ताण (LT) केबल - 10.00V. पर्यंत ऑपरेटिंग व्होल्टेजसाठी .
- उच्च ताण (HT) केबल - 11 KV पर्यंत ऑपरेटिंग व्होल्टेजसाठी .
- सुपर टेंशन (ST) केबल्स - 22 KV ते 33 KV पर्यंतच्या ऑपरेटिंग व्होल्टेजसाठी
- अतिरिक्त उच्च ताण (ईएचटी) केबल्स - 33 केव्ही ते 66 केव्ही पर्यंत व्होल्टेज ऑपरेट करण्यासाठी .
- अतिरिक्त सुपर व्होल्टेज केबल- 66 केव्ही ते 132 केव्ही आणि त्यावरील ऑपरेटिंग व्होल्टेजसाठी.

कमी ताण (LT) केबल्स

या केबल्स 1000 व्होल्ट पर्यंतच्या सिस्टम व्होल्टेजसाठी वापरल्या जातात. सामान्यतः या केबल्सचा वापर 400 V वर विद्युत शक्ती वितरणासाठी केला जातो. सिंगल-कोर आणि मल्टी-कोर केबल्स अशा दोन प्रकारच्या केबल आहेत. आर्थिक कारणांमुळे 4-कोर केबल्सचा वापर मुख्यत्वे कमी व्होल्टेजवर विद्युत शक्ती वितरणासाठी केला जातो.

कमी व्होल्टेज केबल्सवर त्यांच्या बांधणीकडे विशेष लक्ष दिले जात नाही कारण या केबल्समध्ये इलेक्ट्रोस्टॅटिक स्ट्रेस कमी असतात. याव्यतिरिक्त, त्यांची थर्मल चालकता उष्णता नष्ट करण्यासाठी पुरेशी आहे. आकृती 6.16 चार-कोर केबलचे बांधकाम दर्शवते. कंडक्टरला रबर किंवा पॉलिक्लिनिल क्लोराईडने इन्सुलेट केले जाते. चार कंडक्टरच्या सभोवताल तंतुमय संमिश्र साहित्याचा थर प्रदान केला जातो. ओलावा आत येऊ नये म्हणून या लेयरवर शिशाचे आवरण दिले जाते .

शिशाचे आवरण मिश्रित तंतुमय पदार्थाने झाकलेले असते. या प्रकरणात, वायर आर्मर्ड कव्हर प्रदान केले जाऊ शकते किंवा नाही, तथापि ते प्रदान केले असल्यास, ते सर्व्हिंगच्या थराने झाकले जाते.

6.10 अर्थिंग / ग्राउंडिंग

सर्व विद्युत उपकरणे आणि उपकरणे यांच्या धातूच्या शरीराला नगण्य प्रतिरोधक तारेद्वारे पृथ्वीच्या प्रचंड वस्तुमानाशी जोडण्याच्या प्रक्रियेला अर्थिंग म्हणतात. जेव्हा एखादा भाग पृथ्वीवर टाकला जाते, तेव्हा ते मूलतः पृथ्वीच्या प्रचंड वस्तुमानाशी नगण्य प्रतिकार असलेल्या वायरद्वारे जोडलेले असते. अशा प्रकारे, भागाला शून्य क्षमता म्हणजेच पृथ्वीची क्षमता प्राप्त होते. हे सुनिश्चित करते की जेव्हाही जिवंत वाहक बाह्य शरीराच्या संपर्कात येतो, तेव्हा शुल्क त्वरित पृथ्वीवर सोडले जाते.

6.10.1 अर्थिंगचा उद्देश

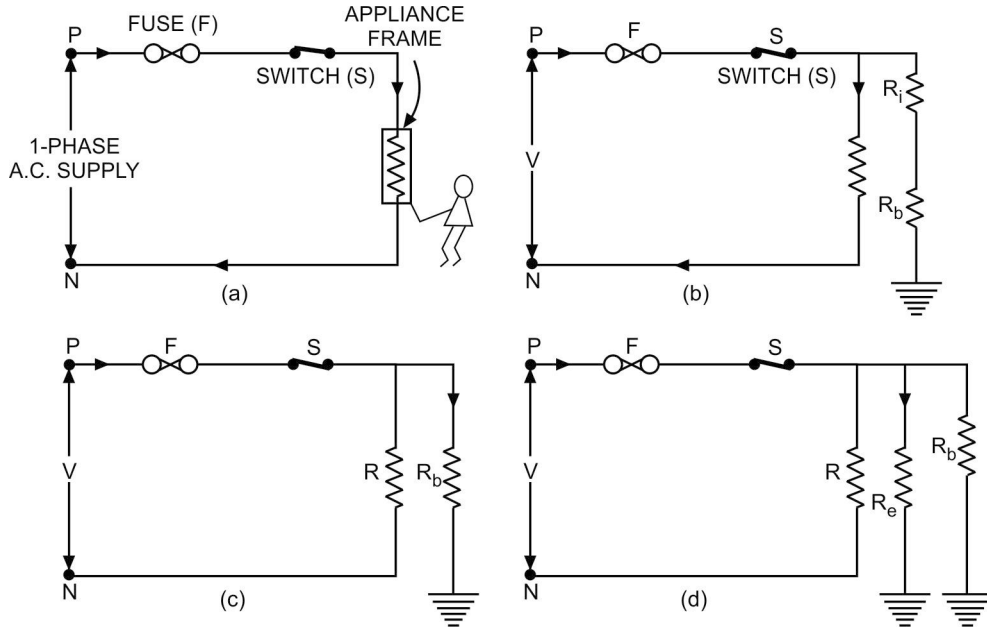
अर्थिंगचा मूळ उद्देश मानवी शरीराचे (ऑपरेटर) विद्युत शॉकपासून संरक्षण करणे आहे.

अर्थिंगचा हेतू स्पष्ट करण्यासाठी आकृती 6.17 मध्ये दर्शविलेल्या इलेक्ट्रिकल परिपथचा विचार करा जेथे प्रतिकार R चे विद्युत उपकरण विद्युततारिका आणि स्विचद्वारे पुरवठाशी जोडलेले आहे. जेव्हा कंडक्टर इन्स्ट्रुमेंटच्या धातूच्या शरीराला स्पर्श करतो

[आकृतीपहा. 6.17 (a)] पूर्ण इन्सुलेशनसह, समतुल्य परिपथ आकृती 6.17 (b) मध्ये दर्शविले आहे. जिथे दोन समांतर मार्ग तयार होतात. इन्सुलेशन रेझिस्टन्स R_i हे उपकरणाच्या प्रतिकार R पेक्षा खूपच जास्त असल्याने, संपूर्ण विद्युत प्रवाह उपकरणाच्या प्रतिकारातून वाहतो आणि मानवी शरीराच्या (कंडक्टरचे शरीर) प्रतिकारातून कोणताही प्रवाह प्रवाहित होत नाही.

जेव्हा पृथ्वीचा दोष आढळतो, तेव्हा थेट (फेज) वायर बाह्य शरीराशी थेट संपर्क त येते आणि आकृती 6.17 (c) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे इन्सुलेशन प्रतिरोध शून्यावर कमी होतो. आता शरीराचा प्रतिकार यंत्राच्या प्रतिकाराला समांतर आहे. मानवी शरीरातून जोरदार प्रवाह वाहतो आणि ऑपरेटरला जोरदार धक्का बसतो.

तथापि, जर पृथ्वीची बिघाड झाल्यास जर धातूचा भाग किंवा उपकरणाची बाह्य फ्रेम योग्यरित्या बसविली गेली असेल तर परिपथ आकृती 6.17 (d) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे असेल. जेथे पृथ्वी प्रतिरोध रे उपकरणे प्रतिरोध R आणि शरीर प्रतिकार R_b ला समांतर होतो. पृथ्वीच्या प्रतिकारशक्तीच्या तुलनेत पृथ्वीचा प्रतिकार खूपच लहान असल्याने, जवळजवळ संपूर्ण फॉल्ट प्रवाह पृथ्वीच्या प्रतिकारातून वाहतो आणि मानवी शरीरातून कोणताही प्रवाह वाहात नाही. अशा प्रकारे, ऑपरेटर इलेक्ट्रिक शॉकपासून संरक्षित आहे. तसेच, फॉल्ट करंट परिपथच्या पूर्ण भार प्रवाहापेक्षा खूप जास्त आहे जे विद्युततारिका वितळवते. त्यामुळे, पुरवठा साधनांपासून उपकरणे आपोआप डिस्कनेक्ट होतात.



आकृती 6.17: अर्थिंग द्वारे ऑपरेटरांचा बचाव

6.10.2 अर्थिंग उपकरणे

भारतीय वीज नियम 1956 नियम 61, नुसार खालील घटकांची जेथे विद्युत दाब 125 वोल्ट पेक्षा जास्त असतो, तेथे अर्थिंग करणे अनिवार्य असते-

- मोटर्स, जनरेटर, ट्रान्सफॉर्मर आणि नियंत्रण उपकरणांच्या सर्व मेटल फ्रेम.
- स्टील टॉवर आणि स्टील ट्यूबलर किंवा रेल्वे पोल जे हेड कंडक्टर घेऊन जातात.
- पोर्टेबल इलेक्ट्रिकल उपकरणांच्या मेटल फ्रेम जसे हीटर, टेबल पंखे, इलेक्ट्रिक इस्त्री, रेफ्रिजरेटर, एअर कंडिशनर, व्हॅक्यूम क्लीनर इ.

- (iv) इतर धातूचे भाग जसे नाली, स्विच गियर केसिंग इ.
- (v) सर्व 3-पिन आउटलेट सॉकेटचे पृथ्वी टर्मिनल.
- (vi) एकाग्र केबल्सच्या बाबतीत, बाह्य वाहक म्हणजे अशा केबल्सचे आर्मरिंग.
- (vii) स्टे इन्सुलेटर न दिल्यास ओव्हरहेड लाइनच्या स्टे वायर.

इन्सुलेशन अयशस्वी झाल्यास, वरील सर्व मुद्दे आणि उपकरणे मिळवण्याचा प्राथमिक हेतू म्हणजे त्यांच्यावरील जमा झालेले शुल्क त्वरित पृथ्वीवर सोडणे जेणेकरून संपर्कात असलेल्या व्यक्तीला पॉवर स्टॉकचा अनुभव येऊ नये. दुसरी गोष्ट म्हणजे परिपथमधून वाहताना जड प्रवाह सुरक्षात्मक उपकरणे (म्हणजे विद्युततारिका किंवा लघु परिपथ ब्रेकर) चालवतो जे परिपथ उघडते. साधारणपणे, अर्थिंग करताना पृथ्वीच्या प्रतिकाराची खालील मूल्ये प्राप्त करणे आवश्यक आहे.

मातीची उपकरणे	सर्वात वाईट परिस्थितीत पृथ्वीच्या प्रतिकाराचे कमाल मूल्य
मोठे उर्जा केंद्र	0.5 Ω
प्रमुख उपकेंद्र	1.0 Ω
लहान उपकेंद्रे	2.0 Ω
कारखाना उपकेंद्र	1.0 Ω
जाळी / स्टील टॉवर	3.0 Ω
औद्योगिक मशीन्स आणि उपकरणे	0.5 Ω

जमिनीचा/पृथ्वीचा रोध दर महिन्यात बदलते. त्यामुळे पृथ्वीचा रोध नियमितपणे तपासून उच्चतम मूल्य मिळविण्यासाठी पाण्याचे संयोजन फनेल मध्ये केले पाहिजे.

6.10.3 सिस्टम अर्थिंग

अर्थिंग करताना योग्य प्रणाली अवलंब करणे आवश्यक आहे. खरं तर, सर्व जड उर्जा उपकरणे दोन स्वतंत्र अर्थिंगच्या ताराद्वारे वेगळ्या मार्गांनी चालविली पाहिजेत. विश्वासाहता सुधारण्यासाठी दोन अर्थिंग कनेक्शन लागू केले जातात. जर अर्थिंगची एक तार तुटली किंवा फॉल्ट करंट वाहून नेण्यात अपयशी ठरली तर दुसरी ती करंट वाहून नेते आणि आवश्यक संरक्षण देते. शिवाय, कारखाने आणि सबस्टेशनमध्ये जिथे एकापेक्षा जास्त उपकरणे बसवायची आहेत, समांतर जोडणी नेहमी वापरली जावी. कोणत्याही परिस्थितीत मालिका कनेक्शन बनवू नये, कारण एकच खराब संपर्क किंवा अर्थिंग-लीड पृथ्वीवरील सर्व यशस्वी उपकरणे खंडित करेल.

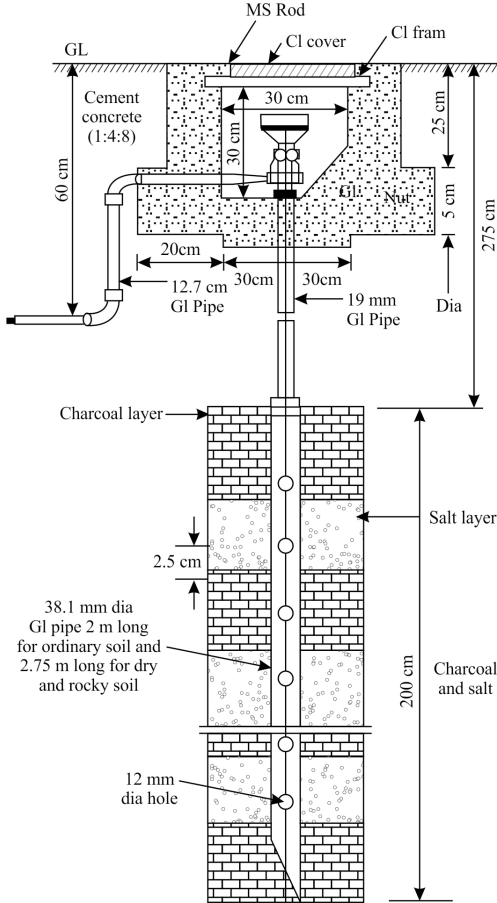
अशा प्रकारे, हेवी पॉवर उपकरणांच्या योग्य अर्थिंगसाठी दुहेरी अर्थिंग सिस्टम स्वीकारावी लागते. याव्यतिरिक्त, अनेक उपकरणे पृथ्वीला समांतर जोडलेली असणे आवश्यक आहे.

6.10.4 अर्थिंगचा मार्ग

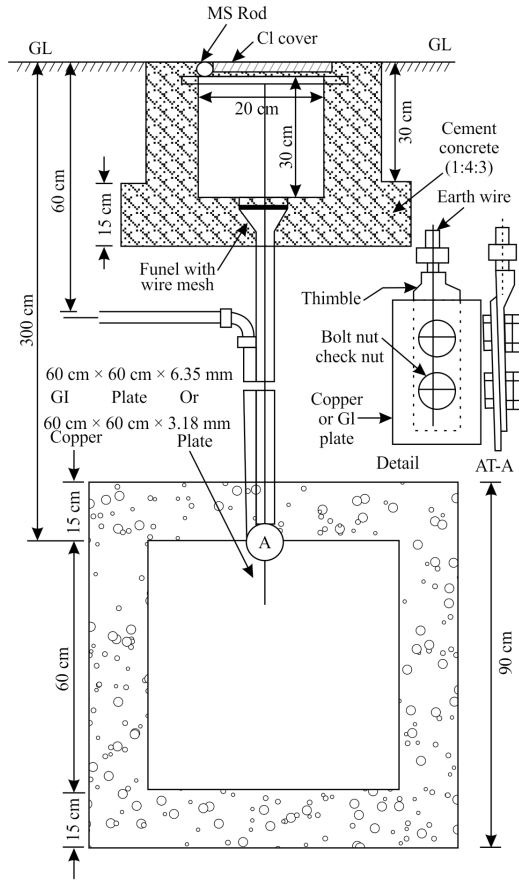
आधीच चर्चा केल्याप्रमाणे, अर्थिंग म्हणजे उपकरणाच्या धातूच्या शरीराला नगण्य प्रतिकाराच्या ताराने पृथ्वीच्या सामान्य वस्तुमानाशी जोडणे. हे संबंध साध्य करण्याचे विविध मार्ग आहेत, त्यापैकी काही खाली दिले आहेत:

- स्ट्रिप अर्थिंग:** अर्थिंगची ही प्रणाली 5 SWG कॉपर वायर किंवा 25 मिमी \times 1.6 मिमी पेक्षा कमी नसलेल्या क्रॉस-सेक्शनची पट्टी वापरते. पट्ट्या किंवा तारा आडव्या खंदकांमध्ये पुरल्या जातात. या प्रकारच्या मातीचा वापर केला जातो जिथे मातीचा बिछाना खडकाळ मातीचा असतो आणि उत्खननाचे काम कठीण असते.
- पाणी मुख्य माध्यमातून अर्थिंग:** या प्रकारच्या अर्थिंगमध्ये, एक अडकलेली तांबे शिसे वापरली जाते जी पाईपवर स्टीलच्या बंधनकारक वायरच्या सहाय्याने गोल केली जाते आणि योग्यरित्या डिझाइन केलेली अर्थिंग क्लिप. कॉपर लीड सॉलिड केले जाते जेणेकरून ते घन बनते. मुख्य जलमार्गाशी जोडणी घेण्यापूर्वी, G.I. संपूर्ण पाईपमध्ये वापरला जातो.

3. **रॉड अर्थिंग:** ही अर्थिंगची सर्वात स्वस्त पद्धत आहे आणि वालुकामय भागात वापरली जाते. या पद्धतीत तांब्याची काठी थेट जमिनीत पुरली जाते आणि खोदकामाची गरज नसते. या रॉडला नट आणि बोल्टच्या मदतीने अर्थिंग लीड जोडलेले आहे.
4. **पाईप अर्थिंग:** प्रारंभिक खर्च, तपासणी, प्रतिकार मापन इत्यादी घटक विचारात घेऊन, जी.आय. पाईप अर्थिंग हा ग्राउंड कनेक्शनचा सर्वोत्तम प्रकार आहे. लोह ही सर्वात स्वस्त सामग्री आहे आणि पृथ्वीच्या खारट वस्तुमानात जोडली तरी ती उपयुक्त राहते. पृथ्वी इलेक्ट्रोड म्हणून वापरलेली पाईप गॅल्वनाइज्ड आणि छिद्रयुक्त आहे. त्याचा व्यास 38.1 मिमी आणि लांबी 2 मीटर आहे. कोरड्या मातीच्या बाबतीत लांबी 2.75 मीटर पर्यंत वाढवता येते. पाईपच्या व्यासाचा पृथ्वीच्या कनेक्शनच्या प्रतिकारावर फारसा परिणाम होत नाही. जमिनीत पाईप टाकण्याच्या सोयीसाठी, त्याला खालच्या टोकाला टेपर्ड कास्टिंग दिले जाते. 19.05 मिमी व्यासाचा आणि 2.45 मीटर लांबीचा दुसरा पाईप वरील पाईपच्या शीर्षस्थानी जोडलेला आहे. आकृती 6.18 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे या पाईप्समधील कनेक्शन कमी करणाऱ्या सॉकेटद्वारे केले जाते. अर्थिंग लीड सोल्डर आणि पाईपला जोडलेले असणे आवश्यक आहे. GI च्या सभोवताली कोळशाचे आणि मीठाचे पर्यायी थर दिले जातात. परिसर पुरेसे ओलसर ठेवण्यासाठी पाईप्स. मीठ तळाशी ओतले जाते आणि नंतर कोळशाचे आणि मीठाचे पर्यायी थर लावले जातात.



आकृती 6.18: पाईप अर्थिंग



आकृती 6.19: प्लेट अर्थिंग

5. **प्लेट अर्थिंग:** या प्रकारच्या अर्थिंग कॉपर किंवा जीआय मध्ये. 60 सेमी × 60 सेमी × 3.18 मिमी किंवा 60 सेमी × 60 सेमी × 6.35 मिमी पेक्षा कमी आकाराच्या प्लेट्स जीआयऐवजी पृथ्वी इलेक्ट्रोड म्हणून वापरल्या जातात. पाईप, प्लेट जमिनीवर अशा प्रकारे दाबली जाते की तिचा चेहरा उभा आहे आणि वरचा भाग जमिनीच्या पातळीपेक्षा 3 मीटरपेक्षा कमी नाही. जीआय प्लेट अर्थिंगसाठी जीआय तार वापरली जाते आणि तांबेच्या प्लेट अर्थिंगसाठी तांब्याची तार वापरली जाते. वायरचा आकार इन्स्टॉलेशन आणि फॉल्ट करंटनुसार निवडला जातो. आकृती 6.19 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे जमिनीच्या खाली पाईपमध्ये ठेवून अर्थिंग लीड योग्यरित्या संरक्षित आहे.

प्लेटभोवती कोळशाचे आणि मीठाचे पर्यायी थर वापरले जातात. कोळशाचे थर प्लेटच्या वर लगेच ठेवण्यात येतील आणि त्यानंतर मीठ आणि कोळशाच्या सलग थरांमुळे परिसर पुरेसे ओलसर राहील.

टीप: पाईप अर्थिंग आणि प्लेट अर्थिंग सर्वोत्तम मानले जातात कारण त्यांच्याकडे पृथ्वीचे प्रतिरोधक मूल्य खूप कमी आहे.

6.10.5 दुहेरी अर्थिंग

अधिक चांगले संरक्षण देण्यासाठी उपकरणाच्या एकाच मेटल बॉडीला दोन वेगवेगळ्या बिंदूवर जोडलेल्या दोन वेगवेगळ्या पृथ्वीच्या इलेक्ट्रोडमधून दोन वेगळ्या पृथ्वीच्या तारा प्रदान करणे उचित आहे. याला दुहेरी अर्थिंग असे म्हणतात. भारतीय विद्युत नियमांनुसार, 400 व्होल्ट आणि त्याहून अधिक वर चालणाऱ्या ट्रान्सफॉर्मर्स, मोटर्स इत्यादी मोठ्या मानक उपकरणांच्या मेटल बॉडीजसाठी डबल अर्थिंग आवश्यक आहे.

दुहेरी अर्थिंगचे फायदे

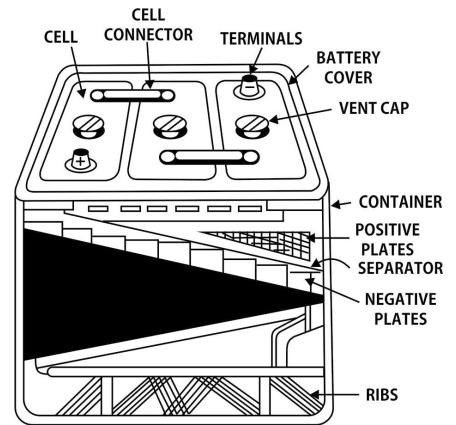
1. सुरक्षिततेची हमी, कारण जर कोणत्याही वेळी एक अर्थिंग कुचकामी असेल, तर दुसरा फॉल्ट करंटसाठी पृथ्वीचा मार्ग प्रदान करेल.
2. पृथ्वीच्या दोन तारा समांतर असल्याने, उपकरणापासून पृथ्वीच्या इलेक्ट्रोडपर्यंत प्रभावी प्रतिकार कमी होतो

6.11 बॅटरी

सेल (सेल) सिरीज (Series), समांतर किंवा सिरीज-समांतर गट ज्याला बॅटरी म्हणतात.

साधारणपणे, सेल कमी व्होल्टेजवर एक लहान विद्युत प्रवाह देऊ शकते. परिपथसाठी, जर उच्च व्होल्टेज आवश्यक असेल - मालिकेत जोडलेल्या समान संख्येच्या सेल असलेली बॅटरी लागू केली जाते; जर जास्त विद्युत प्रवाह आवश्यक असेल तर समांतर जोडलेल्या अनेक सेल असलेली बॅटरी लागू आहे; जर जास्त व्होल्टेजवर मोठा प्रवाह आवश्यक असेल तर मालिकेतील पेशींच्या संख्येसह बॅटरी पुढे समांतर जोडली जाते.

सहसा, एकाच कंटेनरमध्ये ठेवलेल्या मालिकांमध्ये जोडलेल्या अनेक सेल ला बॅटरी म्हणतात.



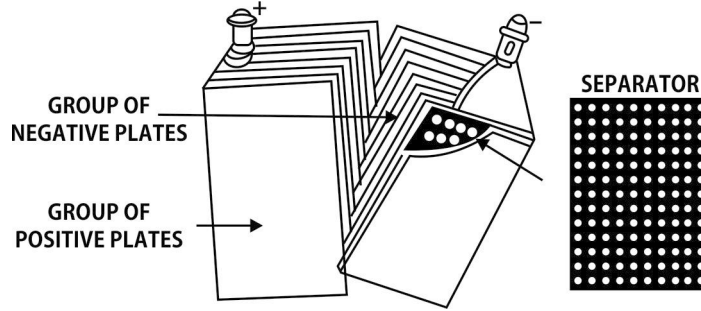
आकृती 6.20: लीड-ॲसिड विद्युतघट

6.11.1 लीड ॲसिड बॅटरी

आकृती 6.20, 6V स्विच व्यावसायिक प्रास्ताविक ॲसिड बॅटरी कट-दृश्य दर्शवित आहे. बॅटरीचे महत्वाचे भाग खालीलप्रमाणे आहेत.

1. **कंटेनर :** हा बॅटरीचा बाह्य भाग आहे. हे एक कडक रबर किंवा प्लास्टिकच्या साहित्याने बनलेले आहे आणि इलेक्ट्रोलाइट बाहेर पडू नये म्हणून शीर्षस्थानी सीलबंद केले आहे. कंटेनरच्या तळाशी एक मोठी जागा शिल्लक आहे जेणेकरून प्लेट्समधून पडणारे गाळ येथे गोळा होतील आणि सकारात्मक आणि नकारात्मक प्लेट्स शॉर्ट परिपथ करू नयेत.

2. **प्लेट्स:** सामान्यतः लीड-पेरोक्साइड (lead-peroxide) आणि स्पॉन्जी (spongy) लीडने झाकलेल्या लीड-अँटीमनी (Lead-Antimony) शीट्सचे मिश्र धातु अनुक्रमे सकारात्मक आणि नकारात्मक प्लेट्स तयार करण्यासाठी इलेक्ट्रोड म्हणून वापरली जातात. बॅटरीची क्षमता वाढवण्यासाठी आम्ही प्रत्येक सेलमध्ये फक्त दोन प्लेट्सऐवजी मोठ्या संख्येने प्लेट्स वापरतो. प्रत्येक सेल च्या सकारात्मक आणि नकारात्मक प्लेट्सची संख्या (म्हणजे 11,13, 15 किंवा 17) आळीपाळीने ठेवली जाते आणि आकृती 6.21 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे विभाजक नावाच्या इन्सुलेटरशी जोडलेली असते. सकारात्मक आणि नकारात्मक प्लेट्सचा समूह एक सेल तयार करतो जो 2.0 व्होल्टचा ईएमएफ विकसित करतो. बॅटरीच्या कंटेनरमध्ये प्रत्येक सेल स्टे पॉवरसाठी वेगळा डबा असतो.



आकृती 6.21: बॅटरी प्लेट आणि विभाजक

3. **विभाजक :** सेलचा अंतर्गत प्रतिकार कमी करण्यासाठी आणि जागा वाचवण्यासाठी प्लेट्स एकमेकांच्या अगदी जवळ ठेवल्या जातात. प्लेट्स गुंडाळल्या किंवा वाकवल्यास एकमेकांना स्पर्श करू नयेत म्हणून, त्यांना रबर शीटने (नॉन-कंडक्टिंग मटेरियल) वेगळे केले जाते ज्यामध्ये मोठ्या संख्येने लहान छिद्रे असतात ज्याला विभाजक म्हणतात [आकृती 6.21 पहा].
4. **इलेक्ट्रोलाइट :** पातळ सल्फ्यूरिक-ऑसिड (H_2SO_4) लीड-ऑसिड बॅटरीमध्ये इलेक्ट्रोलाइट म्हणून वापरले जाते. सल्फ्यूरिक-ऑसिड पाण्यात अशा प्रमाणात जोडले जाते की पूर्ण चार्ज केलेल्या बॅटरीसह त्याचे विशिष्ट गुरुत्व अंदाजे 1.28 ते 1.29 असते.
5. **बॅटरी कव्हर:** प्रत्येक सेल कंपार्टमेंट साधारणपणे मोल्डेड हार्ड रबरने झाकलेले असते आणि कव्हर आणि कंटेनरमधील सांधे आम्ल-प्रतिरोधक साहित्याने सीलबंद असतात. प्रत्येक सेलमध्ये कव्हर ओपनिंग दिले जाते - सकारात्मक आणि नकारात्मक टर्मिनल्ससाठी दोन आणि व्हेंटसाठी तिसरा. संपूर्ण कंटेनर लीक प्रूफ कव्हरने सुसज्ज असतो.
6. **व्हेंट कॅप्स:** व्हेंट-कॅप्समध्ये व्हेंट होल असते जे चार्जिंग दरम्यान सेलमध्ये तयार होणाऱ्या वायूंना मुक्तपणे बाहेर टाकण्याची परवानगी देते. पाणी घालण्यासाठी व्हेंट कॅप सहज काढता येते. बॅटरी चार्जची स्थिती तपासण्यासाठी इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व तपासण्यासाठी हायड्रोमीटरचा नोजल घालण्यासाठी व्हेंट कॅप देखील काढला जातो.
7. **आंतर-सेल कनेक्टर:** एकाच कंटेनरमध्ये ठेवलेल्या सेल एका लीड अॅलॉय लिंकसह मालिकेत जोडल्या जातात ज्याला इंटर-सेल कनेक्टर म्हणतात.
8. **सेल टर्मिनल:** प्रत्येक सेलमध्ये दोन टर्मिनल असतात जे साधारणपणे शिशाचे बनलेले असतात कारण ते इलेक्ट्रोलाइटमुळे खराब होत नाहीत. बॅटरीचे पॉझिटिव्ह टर्मिनल लाल किंवा मोठ्या सकारात्मक (+) चिन्हासह चिन्हांकित केले आहे.

6.11.2 बॅटरी च्या क्षमता

बॅटरी एका डिस्चार्ज दरम्यान 1.8 V//सेलवर येईपर्यंत विजेचे प्रमाण जे बॅटरी पुरवू शकते तिला बॅटरीची क्षमता म्हणतात.

बॅटरी किंवा सेल क्षमता व्यावसायिकपणे एम्पीयर-तासांमध्ये व्यक्त केली जाते आणि सहसा AH द्वारे दर्शविली जाते.

बॅटरी किंवा सेल क्षमता = $I_d T_d$ ampere-hour

जेथे, आयडी = अँपिअरमध्ये विद्युत प्रवाह

टीडी = बॅटरी किंवा सेलचा डिस्चार्ज वेळ तासांमध्ये.

6.11.3. बॅटरी च्या क्षमता

बॅटरी (किंवा सेल) ची कार्यक्षमता खालील दोन प्रकारे परिभाषित केली जाऊ शकते:

- (i) व्हॉल्यूम किंवा एएच कार्यक्षमता: बॅटरी चार्जिंग दरम्यान इनपुट एम्पीयर-तासांपर्यंत डिस्चार्ज करताना आउटपुट एम्पीयर-तासांचे गुणोत्तराला बॅटरीचे व्हॉल्यूम किंवा एम्पीयर-कार्यक्षमता म्हणतात.

$$\eta_{AH} = \frac{I_d T_d}{I_c T_c}$$

I_d = अँपिअरमध्ये विद्युत प्रवाह; T_d = तासांमध्ये डिस्चार्ज वेळ.

I_c = अँपिअरमध्ये विद्युत प्रवाह; T_c = तासांमध्ये चार्जिंग वेळ.

- (ii) ऊर्जा किंवा डब्ल्यूएच कार्यक्षमता: डिस्चार्ज दरम्यान आउटपुट वॉट-तास आणि बॅटरी चार्जिंग दरम्यान इनपुट वॉट-तास च्या गुणोत्तराला बॅटरीची ऊर्जा किंवा वॉट-तास कार्यक्षमता म्हणतात.

$$\eta_{WH} = \frac{I_d T_d V_d}{I_c T_c V_c}$$

इथे,

V_d = डिस्चार्ज दरम्यान सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज,

V_c = चार्जिंग दरम्यान सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज

बॅटरी बँकअप

वेळ (तासांमध्ये) ज्यासाठी बॅटरी इच्छित प्रवाह देऊ शकते त्याला बँकेचा बॅटरी बँकअप म्हणतात.

उदाहरण 6.1: एक अल्कधर्मी बॅटरी 4 A च्या स्थिर प्रवाहावर 12 तासांसाठी सोडली असता, सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज 1.2 V असते. ते त्याच्या मूळ व्होल्टेजमध्ये पुनर्संचयित करण्यासाठी, 20 A साठी 3 A चा स्थिर प्रवाह आवश्यक असतो. सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज 1.44 V आहे. या विशिष्ट परिमाणासाठी अँपिअर-अव्हर आणि वॉट -अव्हर एफिशियंस चे गणन करा .

उपाय :

$$\text{Ampere-hour efficiency, } \eta_{AH} = \frac{I_d T_d}{I_c T_c} \times 100$$

where, $I_d = 4A$; $T_d = 12$ hour ; $I_c = 3A$; $T_c = 20$ hour ;

$$\eta_{AH} = \frac{4 \times 12}{3 \times 20} \times 100 = \mathbf{80\%} \text{ (उत्तर)}$$

$$\text{Watt-hour efficiency, } \eta_{WH} = \frac{I_d T_d V_d}{I_c T_c V_c} \times 100 \quad \text{where, } V_d = 1.2 \text{ V ; } V_c = 1.44 \text{ V ;}$$

$$\eta_{WH} = \frac{4 \times 12 \times 1.2}{3 \times 20 \times 1.44} \times 100 = \mathbf{66.67 \%} \text{ (उत्तर)}$$

उदाहरण 6.2: डिस्चार्ज केलेली बॅटरी 13.5 V च्या सरासरी चार्जिंग व्होल्टेजवर 5A वर 4 तासांसाठी चार्ज केली जाते. त्यानंतर आर ओहमच्या प्रतिकाराद्वारे 12 V च्या स्थिर टर्मिनल व्होल्टेजवर 6 तासात ते डिस्चार्ज केले जाते. 85%च्या अँपिअर-तास कार्यक्षमतेसाठी R च्या मूल्याची गणना करा.

उपाय :

$$\text{एम्पीयर-घंटे की दक्षता, } \eta_{AH} = \frac{I_d T_d}{I_c T_c} \times 100$$

$$\eta_{AH} = 85\% ; T_d = 6 \text{ hour} ; I_c = 5 \text{ A} ; T_c = 3.5 \text{ hour.}$$

$$\therefore 85 = \frac{I_d \times 6}{5 \times 3.5} \times 100 \text{ or } I_d = 2.48 \text{ A}$$

$$\text{and } R = \frac{V_d}{I_d} = \frac{12}{2.48} = \mathbf{4.84 \text{ ohm}} \text{ (उत्तर)}$$

6.11.4 लीड-अॅसिड बॅटरी किंवा सेल ची चार्ज चाहूल

बॅटरीची चार्ज स्थिती सामान्यतः इलेक्ट्रोलाइट (H_2SO_4) चे विशिष्ट गुरुत्व तपासून तपासली जाते. बॅटरी पूर्णपणे चार्ज झाली, H_2SO_4 च्या 1.29 विशिष्ट गुरुत्व 1.28 असेल. तथापि, जेव्हा विशिष्ट गुरुत्व 1.15 च्या खाली येते, तेव्हा बॅटरी पूर्णपणे डिस्चार्ज होते. खरं तर, बॅटरीचे आयुष्य वाढवण्यासाठी, जेव्हा इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व 1.18 पेक्षा कमी असेल तेव्हा ते रिचार्ज करणे आवश्यक आहे. प्रभारी विविध पदांसाठी विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाची मूल्ये खाली दिली आहेत:

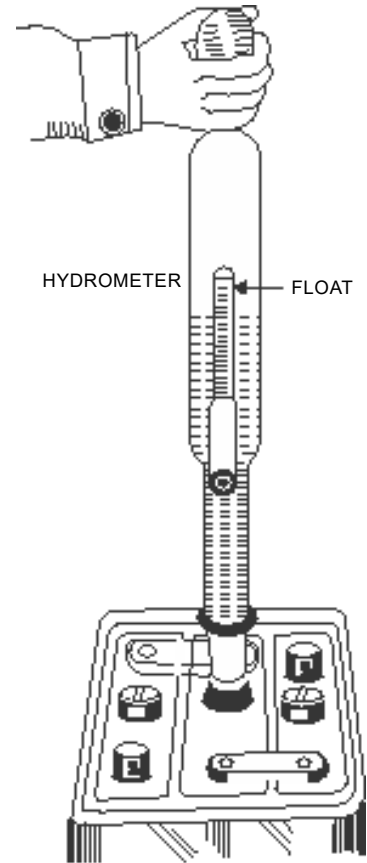
विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाची	स्थिती
1.280 ते 1.290	100% चार्ज
1.230 ते 1.250	75% चार्ज
1.190 ते 1.200	50% चार्ज
1.150 ते 1.160	25% पेक्षाकमीचार्ज
1.130	पूर्णडिस्चार्ज

H_2SO_4 च्या विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाचे मोजमाप करण्यासाठी हायड्रोमीटर नावाचे उपकरण वापरले जाते (आकृती 6.22 पहा) जे आर्किमिडीज तत्त्वावर कार्य करते. सामान्य वापरात, विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाच्या मूल्यापासून दशांश बिंदू वगळला जातो म्हणजे 1.280. विशिष्ट गुरुत्व 1.280 वगैरे म्हणून उच्चारले जाते.

तथापि, बॅटरीची स्थिती देखील तपासून तपासली जाऊ शकते.

- व्होल्टेज:** जेव्हा लोडवर बॅटरीचे टर्मिनल व्होल्टेज 2.1 ते 2.5 V प्रति सेल असते, तेव्हा बॅटरी पूर्णपणे चार्ज होते असे म्हटले जाते. तर, जेव्हा बॅटरीचे व्होल्टेज 1.8 V प्रति सेल खाली येते, तेव्हा बॅटरी पूर्णपणे डिस्चार्ज मानली जाते आणि लगेच चार्ज केली जाते.
- प्लेट्सचा रंग:** जेव्हा लीड-अॅसिड सेल किंवा बॅटरी पूर्णपणे चार्ज होते, तेव्हा त्याचा एनोड PbO_2 असतो जो चॉकलेट ब्राऊन रंगाचा असतो आणि कॅथोड Pb असतो.

ज्याचा रंग तपकिरी आहे. तथापि, जेव्हा बॅटरी पूर्णपणे डिस्चार्ज होते, तेव्हा दोन्ही प्लेट्स PbSO_4 सक्रिय सामग्री म्हणून घेतात ज्याचा रंग पांढरा असतो.



आकृती 6.22: इलेक्ट्रोलाइट तपासणी

लीड ऑसिड बॅटरीची वैशिष्ट्ये

- (i) E.M.F. पूर्णपणे चार्ज केलेल्या लीड-ऑसिड सेलचे मूल्य 2.2 V आहे जे वेगाने घटून 2.0 V होते. तथापि, सरासरी e.m.f. सेलची क्षमता 2.0 V आहे जी पूर्णपणे डिस्चार्ज झाल्यावर 1.8 V पर्यंत कमी होते.
- (ii) या सेल चा अंतर्गत प्रतिकार खूप कमी आहे.
 - सेलची AH कार्यक्षमता सुमारे 80% आहे, तर WH कार्यक्षमता 60% आहे.
 - इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व 1280 ते 1290 पर्यंत असते परंतु जेव्हा बॅटरी पूर्णपणे डिस्चार्ज होते तेव्हा ते 1150 पर्यंत असते.

6.11.5 लीड ऑसिड बॅटरी चार्ज करणे

जेव्हा जेव्हा बॅटरीचे टर्मिनल व्होल्टेज 1.8 V प्रति सेल खाली येते, तेव्हा ते रिचार्जिंगसाठी ठेवले जाते . बॅटरी चार्ज करताना खालील मुद्दे लक्षात ठेवले पाहिजेत:

- (i) फक्त एक D.C. रिचार्जिंगसाठी व्होल्टेज स्रोत लागू केला जातो.

6.11.6 लीड ऑसिड बॅटरीची काळजी आणि देखभाल

लीड-ऑसिड बॅटरीचे सरासरी आयुष्य दोन ते चार वर्षे असते, जे त्याच्या उत्पादन गुणधर्मावर आणि तंत्रज्ञानावर अवलंबून असते. तथापि, दीर्घ आयुष्य आणि कार्यक्षम सेवा प्राप्त करण्यासाठी, खालील मुद्दे लक्षात ठेवले पाहिजेत:

1. जेव्हा E.M.F. प्रति सेल 1.8 V पर्यंत खाली येते. अन्यथा, प्लेट्सवरील लीड सल्फेट अंशतः गैर -प्रतिक्रियाशील लीड सल्फेटमध्ये रूपांतरित होते आणि बॅटरीचे आयुष्य कमी करते.
2. इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व 1.15 च्या खाली येऊ नये.
3. बॅटरी कधीही डिस्चार्ज अवस्थेत उभी राहू नये, अन्यथा सल्फेशन होईल आणि बॅटरी सेल्स कायमचे खराब होतील.
4. वापरात नसताना, बॅटरी पूर्णपणे चार्ज झाली पाहिजे आणि थंड आणि कोरड्या जागी साठवली पाहिजे.
5. इलेक्ट्रोलाइट म्हणून वापरल्या जाणाऱ्या ऑसिड मध्ये कोणतीही ठोस अशुद्धी नाही याची खूप काळजी घेतली पाहिजे. 12 सेमीच्या स्तंभातून पाहिल्यावर ते रंगहीन असावे.
6. इलेक्ट्रोड इलेक्ट्रोलाइटमध्ये पूर्णपणे विसर्जित केले पाहिजे, शक्यतो इलेक्ट्रोलाइट पातळी नेहमी इलेक्ट्रोडच्या वर अंदाजे 10 मिमी असावी.
7. जेव्हाही बाष्पीभवन किंवा वायूमुळे इलेक्ट्रोलाइटची पातळी कमी होते, डिस्टिल्ड वॉटर घालावे जेणेकरून इलेक्ट्रोलाइटची समान एकाग्रता कायम राहील.
8. बॅटरी कमी दराने चार्ज आणि डिस्चार्ज केली पाहिजे जेणेकरून त्याचे तापमान 45 डिग्री सेल्सियसपेक्षा जास्त वाढू नये. उच्च तापमान प्लेट्स चिकटवू शकते आणि विभाजक खराब करू शकते आणि बॅटरी पूर्णपणे खराब करू शकते.
9. बॅटरी टर्मिनल्स कधीही शॉर्ट परिपथ होऊ नयेत.
10. चार्ज करताना ध्रुवीयता काळजीपूर्वक तपासली पाहिजे.
11. ज्या खोलीत बॅटरी चार्ज केली जाते ती खोली हवेशीर असावी कारण बॅटरीच्या सभोवतालचे वातावरण संबंधित ऑसिड धूराने चार्ज होईल.
12. ज्वाला बॅटरीच्या बाहेर जाण्याइतकी दूर ठेवल्या पाहिजेत, अन्यथा बॅटरी पेशींमध्ये निर्माण होणारे हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन आग लावू शकतात.
13. गंज टाळण्यासाठी बॅटरी टर्मिनल्स नेहमी स्वच्छ आणि वेळोवेळी व्हॅसलीनने ग्रीस केली पाहिजेत.

6.11.7 लीड-ऑसिड बॅटरीचा वापर

लीड-ऑसिड बॅटरीमध्ये असंख्य व्यावसायिक अनुप्रयोग आहेत. काही महत्वाचे अनुप्रयोग खाली दिले आहेत:

1. ऑटोमोबाईल सुरू करण्यासाठी आणि प्रकाश योजनासाठी वापरला जातो.
2. स्टीम आणि डिझेल गाड्यांमध्ये प्रकाश योजनासाठी.
3. उत्पादन केंद्रे आणि उपकेंद्रांवर संरक्षक उपकरणांच्या ऑपरेशनसाठी आणि आपत्कालीन प्रकाशासाठी वापरले जाते.
4. टेलिफोन एक्सचेंजमध्ये वापरले जाते.
5. रुग्णालये, चित्रपटगृहे, बँका इत्यादी महत्त्वाच्या ठिकाणी आपत्कालीन प्रकाश योजनासाठी वापरला जातो.
6. दुर्गम ग्रामीण भागात प्रकाश योजनासाठी वापरला जातो.

6.12 निकेल लोह क्षारीय सेल

हे एडिसन-सेल म्हणूनही ओळखले जाते कारण ते अमेरिकन शास्त्रज्ञ थॉमसन ए. एडिसन यांनी 1909 मध्ये विकसित केले होते.

बांधणी

यात दोन प्लेट्स असतात म्हणजे एक सकारात्मक प्लेट (एनोड) आणि एक नकारात्मक प्लेट (कॅथोड). एनोडचा सक्रिय पदार्थ Ni(OH)_4 असतो आणि कॅथोडचा पूर्ण चार्ज झाल्यावर लोह (Fe) असतो. दोन प्लेट्स इलेक्ट्रोलाइट, पोटॅशियम हायड्रॉक्साईड (KOH) च्या द्रावणात विसर्जित केल्या जातात. इलेक्ट्रोलाइटमध्ये थोड्या प्रमाणात लिथियम हायड्रेट (LiOH) देखील जोडले जाते ज्यामुळे सेल ची क्षमता आणि आयुष्य वाढते. इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व 1.2 आहे. या प्रकरणात, कंटेनर निकेल-प्लेटेड लोखंडाचा बनलेला असतो ज्यात नकारात्मक प्लेट्स जोडलेले असतात. वापरलेल्या इलेक्ट्रोलाइटच्या कमी प्रमाणामुळे हा सेल कॉम्पॅक्ट राहिला आहे.

विद्युत वैशिष्ट्ये

- (i) E.M.F. पूर्ण चार्ज झालेल्या सेलचे मूल्य 1.4 V आहे जे वेगाने घटून 1.3 V होते. तथापि, सरासरी e.m.f. सेलमध्ये 1.2 V आहे जे पूर्णपणे डिस्चार्ज झाल्यावर 1.0 V पर्यंत कमी होते.
- (ii) या सेल चा अंतर्गत प्रतिकार लीड-ऑसिड सेल च्या 5 पट आहे.
- (iii) या सेलची AH कार्यक्षमता सुमारे 80% आहे, तर WH कार्यक्षमता 60% आहे.

फायदे:

सेलवर सेलवर त्याचे खालील फायदे आहेत.

- (i) दीर्घ आयुष्य - सुमारे 5 वर्षे
- (ii) त्याचे इलेक्ट्रोलाइट (KOH) बाहेर काढल्यास हानिकारक नाही.
- (iii) डिस्चार्ज झाल्यावर त्याच्या इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व बदलत नाही, त्यामुळे ते कोणत्याही प्रकारचे नुकसान न होता दीर्घकाळ पूर्णपणे डिस्चार्ज अवस्थेत सोडले जाऊ शकते.
- (iv) कमी वजन-लीड-ऑसिड सेल पेक्षा अर्धा.
- (v) ते कोणत्याही हानीशिवाय दीर्घ कालावधीसाठी डिस्चार्ज आणि रिचार्ज केले जाऊ शकते.
- (vi) हे उच्च तापमान सहन करू शकते.
- (vii) हे अधिक मजबूत आहे आणि जास्त यांत्रिक आणि विद्युत ताण सहन करू शकते.

तोटा

- (i) उच्च किंमत-जवळजवळ दुप्पट.
- (ii) उच्च किंमत-जवळजवळ दुप्पट.
- (iii) प्रति सेल विकसित झालेला emf कमी आहे (फक्त 1.2V), एका विशिष्ट व्होल्टेजसाठी जास्त संख्येने सेलची आवश्यकता असते.
- (iv) उच्च अंतर्गत प्रतिकार - सुमारे 5 वेळा. म्हणूनच, तो मोठा प्रवाह देऊ शकत नाही आणि ऑटोमोबाईल सुरू करण्यासाठी अयोग्य आहे.
- (v) कमी कार्यक्षमता.

6.13 ऊर्जा वापराची गणना

विद्युत ऊर्जा पुरवठादाराकडून ग्राहकांना पुरवली जाते. ग्राहकाने वापरलेल्या विद्युत उर्जेवर शुल्क आकारण्यासाठी, त्याच्या प्रमाणात ऊर्जा मीटर स्थापित केले जाते. दर महिन्याला वीज मीटरचे रीडिंग घेतले जाते. नवीन रीडिंग आणि मागील रीडिंग यातील फरक त्या महिन्यात विद्युत उर्जेच्या वापराबद्दल माहिती सांगतो. वीज बिल तयार करण्यासाठी पुरवठादाराने निश्चित केलेल्या दराने (किंवा दर) ऊर्जेचे हे प्रमाण गुणाकार केले जाते. तथापि, मीटरचे भाडे, जीएसटी, लागू होणारे इतर कर इत्यादी काही इतर शुल्क देखील बिलात जोडले जातात.

उदाहरण 6.3 : एका इमारतीत (i) 60W वॅट्सचे 12 लाईट्स पॉइंट्स असतात, त्यापैकी प्रत्येक दिवसाला 4 तास प्रज्वलित केला जातो, (ii) 75 W फॅन पॉइंट, दररोज 10 तास चालतो, (iii) 750 W हीटरसाठी दिवसाला 1 तास प्लग पॉइंट वापरला जातो. (iv) एक रेडिओ 80 वॅट दिवसातून 6 तास वापरला जातो आणि (v) 0.5 अश्वशक्ती. 80% कार्यक्षमता असलेला पंप दिवसाला 2 तास चालतो. किलोवॅटमध्ये एकूण जोडलेले भार, जास्तीत जास्त संभाव्य करंट, दैनंदिन ऊर्जेचा वापर आणि मासिक बिलाची गणना करा. पुरवठा 230 व्होल्टवर दिला जातो आणि ऊर्जा खर्च रु. 5.15 प्रति घटक . एका मीटरचे भाडे रु. 50 दरमहा. 30 दिवसांचा महिना असे गृहीत धरा.

उपाय क्रमांक:

भार गुण	एकूण वजन	ऊर्जा वापर / दिवस
(i) प्रत्येकी 60W 12 चे 12 लाईट्स दररोज 4 तास	$12 \times 60 = 720 \text{ W}$	$\frac{720 \times 4}{1000} = 2.88 \text{ kWh}$
(ii) प्रत्येकी 75W चे 4 फॅन पॉइंट - दररोज 10 तास	$4 \times 75 = 300 \text{ W}$	$\frac{300 \times 10}{1000} = 3.00 \text{ kWh}$
(iii) 750W हीटरचा 1 प्लग पॉइंट - दररोज 1 तास	$1 \times 750 = 750 \text{ W}$	$\frac{750 \times 1}{1000} = 0.75 \text{ kWh}$
(iv) 80W चे 1 गुणोत्तर - दररोज 6 तास	$1 \times 80 = 80 \text{ W}$	$\frac{80 \times 6}{1000} = 0.48 \text{ kWh}$
(v) 1/2 HP पंप 80% एफ़ी. - दररोज 2 तास	$\frac{1}{2} \times \frac{735 \cdot 5}{80} \times 100 = 460 \text{ W}$	$\frac{460 \times 2}{1000} = 0.92 \text{ kWh}$
एकूण	2310 W	8.03 kWh

त्यामुळे जोडलेले भार, $P = 2310 \text{ W} = 2.31 \text{ kW}$ (उत्तर.)

कमाल शक्य वर्तमान, $I = P / V = 2310 / 230 = 10.043 \text{ A}$ (उत्तर)

ऊर्जा वापर/दिवस = 8.03 kWh (उत्तर.)

ऊर्जा वापर/महिना = $8.03 \times 30 = 240.9 \text{ kWh}$ (उत्तर.)

ऊर्जा दर/महिना = रु. 5.15

ऊर्जा खर्च/महिना = $5.15 \times 240.9 = \text{रु. } 1240.60$

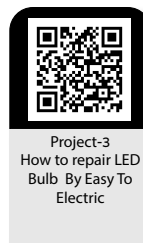
मीटर भाडे/महिना = रु. 50.00

म्हणून मासिक बिल = $50 + 1240.60 = \text{रु. } 1290.60$ (उत्तर)

सराव

1. एक अल्कधर्मी सेल 12 तासांसाठी 4 A च्या स्थिर विद्युत् प्रवाहावर सोडला जातो, सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज 1.2 V आहे तो व्होल्टेजच्या मूळ स्थितीत पुनर्संचयित करण्यासाठी, 20 तासांसाठी 3 A चा स्थिर प्रवाह आवश्यक आहे, सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज 1.44 V. या विशिष्ट प्रकरणात ॲपिअर-तास आणि वॅट-तास कार्यक्षमतेची गणना करा.
(उत्तर, 80 %; 66,67 %)
2. डिस्चार्ज केलेली बॅटरी 13.5 V च्या सरासरी चार्जिंग व्होल्टेजवर 5A वर 4 तासांसाठी चार्ज केली जाते. त्यानंतर आर ओहमच्या प्रतिकाराद्वारे 12 V च्या स्थिर टर्मिनल व्होल्टेजवर 6 तासात ते सोडले जाते. 85%च्या ॲपिअर-तास कार्यक्षमतेसाठी R च्या मूल्याची गणना करा.
(उत्तर, 4.84 ओम)
3. एका इमारतीमध्ये (i) 60 वॅट्सचे 12 लाईट पॉइंट्स असतात, त्यापैकी प्रत्येक दिवसात 4 तास जळतो, (ii) 75 वॅटचा फॅन पॉइंट, दररोज 10 तास चालतो, (iii) 750 वॅटचा हीटर एक प्लग पॉइंट दिवसातून एक तास वापरला जातो. (iv) एक रेडिओ 80 वॅट्स प्रतिदिन 6 तास आणि (v) 1/2 एचपी. 80% कार्यक्षमता असलेला पंप दिवसाला 2 तास चालतो. किलोवॅटमध्ये एकूण जोडलेले भार, जास्तीत जास्त संभाव्य करंट, दैनंदिन ऊर्जेचा वापर आणि मासिक बिलाची गणना करा. पुरवठा 230 व्होल्टवर दिला जातो आणि ऊर्जा खर्च रु. 5.15 प्रति घटक . एका मीटरचे भाडे रु. 50 दरमहा. 30 दिवसांचा महिना मानू.
(उत्तर, 2.31 किलोवॅट; 10.043 ए; 240.9 किलोवॅट; 1290.60)

प्रकल्प



सारांश

1. **स्विचगियर:** इलेक्ट्रिक पॉवर सिस्टममध्ये, इलेक्ट्रिकल उपकरणे नियंत्रित करण्यासाठी, संरक्षित करण्यासाठी आणि वेगळे करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या इलेक्ट्रिकल स्विच, फ्यूज किंवा सर्किट ब्रेकर्सच्या संयोजनाला स्विचगियर म्हणतात..
2. **पॉवर कंडक्टिंग कॉम्पोनेंट्स:** सर्व स्विचेस, परिपथ ब्रेकर्स, फ्यूजेस आणि लाइटनिंग अरेस्टर्स जे विद्युत शक्तीचा प्रवाह चालवतात किंवा व्यत्यय आणतात ते या श्रेणीमध्ये येतात.

3. **घटक नियंत्रित करणे:** सर्व नियंत्रण पॅनेल, करंट ट्रान्सफॉर्मर्स, व्होल्टेज ट्रान्सफॉर्मर्स, संरक्षणात्मक रिले आणि संबंधित परिपथरी जे वीज वाहक घटकांचे निरीक्षण, नियंत्रण आणि संरक्षण करतात ते या श्रेणीमध्ये येतात.
4. **एचव्ही, एमव्ही आणि एलव्ही स्विचगियर्स:** पॉवर सिस्टममध्ये, इलेक्ट्रिकल स्विचगियर्सचे वर्गीकरण एचव्ही, एमव्ही आणि एलव्ही स्विचगियर्स म्हणून केले जाते.
5. **एचव्ही स्विचगियर्स:** हाय व्होल्टेज परिपथ ब्रेकर हा एचव्ही स्विचगियरचा मुख्य घटक आहे.
6. **एमव्ही स्विचगियर्स:** स्विचगियर सिस्टीम 3 केव्ही ते 33 केव्ही दरम्यान व्होल्टेज हाताळण्यासाठी मध्यम व्होल्टेज स्विचगियर किंवा एमव्ही स्विचगियर म्हणून वर्गीकृत आहेत. स्विचगियर्सचे विविध प्रकार आहेत.
7. **LV स्विचगियर:** साधारणपणे 1 केव्ही पर्यंत रेट केलेल्या इलेक्ट्रिकल स्विचगियरला कमी व्होल्टेज स्विचगियर म्हणतात. LV स्विचगियर या शब्दामध्ये कमी व्होल्टेज परिपथ ब्रेकर, स्विच, ऑफ लोड इलेक्ट्रिकल आइसोलेटर, HRC विद्युततारिका, पृथ्वी गळती परिपथ ब्रेकर, लघु परिपथ ब्रेकर (MCBs) आणि मोल्डेड केस परिपथ ब्रेकर्स (MCCBs) इत्यादींचा समावेश आहे. LV प्रणालीचे संरक्षण करण्यासाठी आवश्यक असलेले सर्व सामान.
8. **स्विच विद्युततारिका घटक (एसएफयू):** यात पोर्सिलेन किंवा एचआरसी विद्युततारिका आणि स्विच असतात. हँडलच्या मदतीने स्विच स्वहस्ते चालवला जातो.
9. **लघु परिपथ ब्रेकर (एमसीबी):** हे एक असे उपकरण आहे जे वायरिंग सिस्टमचे निश्चित संरक्षण आणि अत्याधुनिक उपकरणे चालू आणि शॉर्ट परिपथच्या दोषांपासून सुनिश्चित करते.
10. **ELCB किंवा RCCB:** पृथ्वी गळती परिपथ ब्रेकर किंवा अवशिष्ट चालू परिपथ ब्रेकर हे एक उपकरण आहे जे पृथ्वीच्या गळती बिघाडापासून संरक्षण प्रदान करते.
11. **मोल्डेड केस परिपथ ब्रेकर:** मोल्डेड केस सर्किट ब्रेकर: मोल्डेड केस सर्किट ब्रेकर हे विद्युत संरक्षण उपकरण आहे जे सामान्यतः लोड करंट जेव्हा लघु सर्किट ब्रेकर्सच्या क्षमतेपेक्षा जास्त असते तेव्हा वापरले जाते.
12. **वायर आणि केबल्स:** इन्सुलेशनने झाकलेले घन किंवा अडकलेले कंडक्टर इन्सुलेटेड वायर किंवा केबल म्हणून ओळखले जातात.
13. **लो टेन्शन (एलटी) केबल्स:** या केबल्स 1000 व्ही पर्यंतच्या सिस्टम व्होल्टेजसाठी वापरल्या जातात. सहसा, या केबल्सचा वापर 400 वी वर विद्युत शक्ती वितरणासाठी केला जातो. सिंगल-कोर आणि मल्टी-कोर केबल्स अशा दोन प्रकारच्या केबल आहेत.
14. **अर्थिंग :** सर्व विद्युतीय उपकरणे आणि साधनांच्या धातूच्या शरीराला पृथ्वीच्या मोठ्या वस्तुमानास नगण्य प्रतिकार असलेल्या ताराने जोडण्याच्या प्रक्रियेला अर्थिंग म्हणतात.
15. **अर्थिंगचा उद्देश :** अर्थिंगचा मूळ हेतू मानवी शरीराचे (ऑपरेटर) विद्युत शॉकपासून संरक्षण करणे आहे.
16. **उपकरणे अर्थिंग :** भारतीय विद्युत नियमांनुसार, सर्व विद्युत उपकरणे/यंत्रे/उपकरणे जे 125 V किंवा यापेक्षा जास्त वर चालतात त्यांचे अर्थिंग करणे बंधनकारक आहे.
17. **अर्थिंग सिस्टीम :** 125 वी किंवा त्यापेक्षा जास्त चालणारी सर्व विद्युत उपकरणे/उपकरणे/उपकरणे किमान दोन ठिकाणी डबल अर्थिंग असल्याचे म्हटले पाहिजे.
18. **अर्थिंगच्या पद्धती :** अर्थिंगसाठी खालील पद्धत अवलंबली जाऊ शकते (i) स्ट्रिप अर्थिंग (ii) वॉटर मेन्सद्वारे अर्थिंग (iii) रॉड अर्थिंग (iv) पाईप अर्थिंग (v) प्लेट अर्थिंग. पाईप अर्थिंग ही सर्वोत्तम पद्धत मानली जाते.
19. **बॅटरी:** एकाच कंटेनरमध्ये ठेवलेल्या सिरीज मध्ये जोडलेल्या अनेक सेल्सना बॅटरी म्हणतात.
20. **बॅटरी क्षमता:** बॅटरी एकाच डिस्चार्जमध्ये वितरीत करू शकणाऱ्या शक्तीचे प्रमाण (AH मध्ये) त्याला त्याची क्षमता म्हणतात.

21. सेल किंवा बॅटरीची क्षमता :

$$\eta_{AH} = \frac{I_d T_d}{I_c T_c}; \eta_{WH} = \frac{I_d T_d V_d}{I_c T_c V_c}$$

22. लीड-ऑसिड सेल किंवा बॅटरीचे चार्ज संकेत:

- (i) इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व: 1.280 ते 1.290 - 100% शुल्क
- (ii) व्होल्टेज: 2V पेक्षा जास्त - पूर्णपणे चार्ज केलेले; 1.8 V च्या खाली - पूर्णपणे डिस्चार्ज.
- (iii) प्लेट्सचा रंग: एनोड - चॉकलेट ब्राऊन आणि कॅथोड - फे; इलेक्ट्रोलाइट - KOH

23. निकेल-लोह क्षारीय सेल: एनोड - नी (ओएच) 4; कॅथोड - फे; इलेक्ट्रोलाइट - KOH

विद्युत वैशिष्ट्ये:

- (i) E.M.F. पूर्ण चार्ज झालेल्या सेलमध्ये 1.4 V असते जे वेगाने कमी होऊन 1.3 V होते. सरासरी E.M.F. सेल व्हॉल्यूम 1.2 V आहे जे पूर्णपणे डिस्चार्ज झाल्यावर 1.0 V पर्यंत कमी होते.
- (ii) उच्च अंतर्गत प्रतिकार-लीड-ऑसिड सेलसाठी 5 पट.
- (iii) AH - 80% (App); WH - 60% (अॅप.)

24. ऊर्जेच्या वापरासाठी गणना: एका विशिष्ट कालावधीत ग्राहकाने वापरलेल्या विद्युत उर्जेची रक्कम पुरवठादाराकडून वीज बिल तयार करण्यासाठी निश्चित केलेल्या दराने (किंवा दराने) गुणाकार केली जाते.

लघु उत्तरात प्रश्ने

1. स्विचगियरने तुम्हाला काय समजते?
2. एलटी स्विचगियरचे महत्वाचे घटक कोणते आहेत?
3. SFU चे कार्य काय आहे?
4. SFU पेक्षा MCB ला प्राधान्य का दिले जाते?
5. ELCB चे मुख्य कार्य काय आहे?
6. तुम्ही MCCB आणि MCB मध्ये फरक कसा करता?
7. CTS आणि VIR वायर म्हणजे काय?
8. निवासी आणि व्यावसायिक इमारतींमध्ये सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या विविध प्रकारच्या वायरिंग सिस्टमची नावे द्या.
9. अर्थिंग करून तुम्हाला काय समजते ?
10. कोरड्या उन्हाळ्यात अर्थिंगचा प्रतिकार कसा कमी ठेवता येईल?
11. डबल अर्थिंगने तुम्हाला काय समजते ?
12. कोणत्या प्रकारच्या अर्थिंगला तुम्ही पार्डप अर्थिंग किंवा प्लेट अर्थिंगला प्राधान्य द्याल ? कारण द्या.
13. विद्युत उपकरणांचे बाह्य धातू शरीर पृथ्वीशी कसे जोडलेले आहेत?
14. लीड-ऑसिड बॅटरीच्या कंटेनरचे कार्य काय आहे.
15. विभाजक मध्ये मोठ्या प्रमाणात छिद्र का आहेत?
16. लीड-ऑसिड बॅटरीच्या पाच महत्वाच्या अनुप्रयोगांचा उल्लेख करा.
17. बॅटरीची स्थिती तपासताना असे दिसून येते की इलेक्ट्रोलाइटच्या वेगवेगळ्या विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणावर फ्लोट वेगवेगळ्या स्तरांवर बुडतो, का?

18. लीड-अॅसिड बॅटरीचे चार्ज संकेत काय आहेत?
19. बॅटरी क्षमतेने तुम्हाला काय समजते ? त्याची युनिट्स काय आहेत?
20. बॅटरीची अॅपिअर-तास कार्यक्षमता परिभाषित करा.
21. बॅटरीच्या क्षमतेने तुम्हाला काय समजते, ते कोणत्या घटकांवर अवलंबून आहे?
22. आम्ही लीड-अॅसिड बॅटरीची काळजी कशी घेऊ? पाच मुख्य मुद्दे लिहा.
23. लीड-अॅसिड बॅटरीचे अनुप्रयोग काय आहेत ?
24. निकेल-लोह क्षारीय सेल च्या महत्त्वाच्या घटकांची नावे सांगा.
25. निकेल-लोह सेलची विद्युत वैशिष्ट्ये कोणती आहेत?
26. ग्राहक वापरत असलेल्या विद्युत उर्जेसाठी शुल्काची गणना कशी करेल?
27. लीड-अॅसिड बॅटरीची चार्ज चिन्हे सांगा.

सराव या साठी अंकीय प्रश्न

1. एक अल्कधर्मी सेल 12 A साठी 5 A च्या स्थिर प्रवाहावर सोडली जाते, सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज 1.2 V असते, ते त्याच्या मूळ व्होल्टेजमध्ये पुनर्संचयित करण्यासाठी, 20 A साठी 4 A चा वर्तमान स्थिर प्रवाह आवश्यक असतो, सरासरी टर्मिनल व्होल्टेज 1.44 V आहे. या विशिष्ट प्रकरणात अॅपिअर-तास आणि वॅट-तास क्षमतेची गणना करा.
(उत्तर: 75%, 62.5%)
2. डिस्चार्ज केलेली बॅटरी 13.5 V च्या सरासरी चार्जिंग व्होल्टेजवर 6A वर 4 तासांसाठी चार्ज केली जाते. त्यानंतर $R \Omega$ प्रतिकाराद्वारे 12 V च्या स्थिर टर्मिनल व्होल्टेजवर 6 तासात ते सोडले जाते. 85%च्या अॅपिअर-तास कार्यक्षमतेसाठी R च्या मूल्याची गणना करा.
(उत्तर: 3.53)
3. 10 Aचा 20 तास चार्ज रेट आणि 5 Aचे डिलिव्हरी रेट असलेल्या 1.4 व्हीच्या सरासरी टर्मिनल व्होल्टेजसह दुय्यम सेलच्या अॅपिअर-तास आणि वॅट-तास क्षमतेची गणना करा. चार्जिंग दरम्यान टर्मिनल व्होल्टेजचे सरासरी मूल्य 2.35 V आहे.
(उत्तर: 90%; 75.06%)
4. एका इमारतीमध्ये (i) 60 वॅट्सचे 20 लाईट पॉईंट्स, प्रत्येक दिवसाला 5 तास प्रकाश, (ii) 70 वॅट्सचे 10 फॅन पॉईंट्स दिवसातून 18 तास चालतात, (iii) 750 वॅटच्या हीटरसह प्लग पॉईंट वापरला जातो. दिवसातून दोन तास. (iv) दिवसात 6 तास दोन 80 वॅटचे टीव्ही आणि (v) 1/2 hp. पंप मोटरची 80% कार्यक्षमता दिवसातून 2 तास चालते. किलोवॅटमध्ये एकूण जोडलेले भार, जास्तीत जास्त संभाव्य करंट, दैनंदिन ऊर्जेचा वापर आणि मासिक बिलाची गणना करा. पुरवठा 230 व्होल्टवर दिला जातो आणि ऊर्जा खर्च रु. 6.00 प्रति घटक . एका मीटरचे भाडे रु. 80 दरमहा. 30 दिवसांचा महिना मानू.
(उत्तर: 3.285 kW, 14.28 A, 22.01 kWh, Rs 3961.80)

बहुपर्यायी प्रश्न

1. मोटर वायरिंग इंस्टॉलेशनमध्ये, डबल इअरिंग आवश्यक आहे.
(a) एकल (b) दुहेरी (c) तिहेरी (d) हे सर्व
2. विद्युततारिका घटकासाठी वापरलेली सामग्री आहे
(a) तांबे (b) अॅल्युमिनियम
(c) टिन-लीड धातूचे मिश्रण (d) A, B किंवा C पैकी कोणतेही

3. विद्युततारिका साठी वापरलेली सामग्री आत असणे आवश्यक आहे
 - (a) कमी वितळण्याचा बिंदू आणि कमी विशिष्ट प्रतिकार
 - (b) कमी वितळण्याचा बिंदू आणि उच्च विशिष्ट प्रतिकार
 - (c) उच्च वितळण्याचा बिंदू आणि कमी विशिष्ट प्रतिकार
 - (d) कोणताही विशिष्ट प्रतिकार नसलेला कमी वितळण्याचा बिंदू.
4. विद्युततारिका नेहमी जोडलेले असते
 - (a) परिपथसह मालिकेत संरक्षित करणे
 - (b) परिपथच्या समांतर संरक्षित करणे
 - (c) एकतर (a) किंवा
 - (d) यापैकी काहीही नाही
5. विद्युततारिका नेहमी जोडलेले असते
 - (a) तटस्थ
 - (b) पृथ्वी
 - (c) टप्पा
 - (d) कोणताही (a), (b) किंवा (c).
6. अर्थिंगचा मूळ हेतू आहे
 - (a) हे दोष टाळते
 - (b) ते परिपथमध्ये प्रवाह वाहू देते
 - (c) ते ऑपरेटरला विजेच्या धक्क्यापासून वाचवते
 - (d) हे परिपथमधील प्रवाह रोखते.
7. योग्य अर्थिंगसाठी, I.E. नुसार, हेवी पॉवर उपकरणांसाठी नियम:
 - (a) सिंगल अर्थिंग पुरेसे आहे
 - (b) डबल अर्थिंग सिस्टीम स्वीकारावी लागेल
 - (c) अर्ध अर्थिंग पुरेसे आहे
 - (d) वरीलपैकी एक.
8. पृथ्वीचा प्रतिकार खूप कमी असणे आवश्यक आहे
 - (a) खूप कमी
 - (b) 10 ohm
 - (c) 100 ohm
 - (d) खूप जास्त
9. सेलची क्षमता यावर अवलंबून असते
 - (a) प्लेट सामग्री आणि इलेक्ट्रोलाइटचे स्वरूप
 - (b) प्लेट्सचा आकार आणि इलेक्ट्रोलाइटचे प्रमाण
 - (c) A आणि B दोन्ही
 - (d) वरीलपैकी काहीही नाही
10. कारमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या 12 व्ही लीड-अॅसिड बॅटरीमध्ये खूप जास्त 100 ओम (डी) असते
 - (a) मालिकेत 10 सेल जोडल्या गेल्या
 - (b) 10 सेल समांतर जोडल्या
 - (c) जोडलेल्या 6 सेल समांतर आहेत
 - (d) 6 सेल मालिकेत जोडलेल्या आहेत.
11. इलेक्ट्रोलाइटच्या विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाची चाचणी करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या साधनाचे नाव आहे
 - (a) हायड्रोमीटर
 - (b) लॅक्टोमीटर
 - (c) बॅरोमीटर
 - (d) व्होल्टमीटर
12. निकेल-लोह बॅटरीमध्ये वापरलेले इलेक्ट्रोलाइट आहे
 - (a) H_2SO_4
 - (b) $K(OH)_2$
 - (c) NaCl
 - (d) वरीलपैकी काहीही नाही
13. जेव्हा लीड-अॅसिड बॅटरी पूर्णपणे चार्ज होते.
 - (a) पॉझिटिव्ह प्लेट्स चॉकलेट ब्राऊन रंगाच्या असतील
 - (b) नकारात्मक प्लेट्स पांढऱ्या रंगाच्या असतील
 - (c) इलेक्ट्रोलाइटचे विशिष्ट गुरुत्व 1.15 असेल
 - (d) वरील सर्व

14. जेव्हा निकेल-लोह सेल पूर्णपणे चार्ज होतो
- (a) सकारात्मक आणि नकारात्मक प्लेट्सची सक्रिय सामग्री अनुक्रमे Ni (OH) 4 आणि Fe असेल.
 - (b) पी.डी. सेलच्या टर्मिनलवर 1.4 V
 - (c) येथे इलेक्ट्रोलाइट (KOH) चे विशिष्ट गुरुत्व 1.2 असेल.
 - (d) वरील सर्व.

चाचणी प्रश्ने

1. इलेक्ट्रिकल स्विचगियरने तुम्हाला काय समजते? तुम्ही त्याचे वर्गीकरण कसे कराल?
2. एल.व्ही स्विचगियरने तुम्हाला काय समजते? एसएफयूचे प्रकार काय आहेत?
3. MCB चे बांधकाम आणि कार्य स्पष्ट करा.
4. एमसीबी विद्युततारिका पेक्षा वेगळे कसे आहे?
5. MCCB तुम्हाला काय समजते? ते MCB पेक्षा वेगळे कसे आहे?
6. ELCB चे बांधकाम आणि कार्य स्पष्ट करा.
7. विद्युततारिका विद्युत उपकरणाच्या जीवनाचे संरक्षण आणि देखभाल कशी करते?
8. घरगुती प्रतिष्ठापनांमध्ये वापरलेल्या केबल्स (किंवा तारा) वर्गीकृत करा
9. व्यवस्थित आकृतीच्या मदतीने 4-कोर एलव्ही केबलचे बांधकाम स्पष्ट करा.
10. अर्थिंग म्हणजे काय. त्याचा उद्देश काय आहे ?
11. सिस्टम अर्थिंग आणि उपकरणे अर्थिंग स्पष्ट करा.
12. अर्थिंगच्या वेगवेगळ्या पद्धती काय आहेत ? पाईप अर्थिंग स्पष्ट करा.
13. डबल अर्थिंगने तुम्हाला काय समजते ?
14. लीड-ऑसिड स्टोरेज बॅटरीचे बांधकाम आणि कार्य स्पष्ट करा.
15. लीड ऑसिड सेलची चार्ज स्थिती निश्चित करण्यासाठी हायड्रोमीटर कसा वापरला जातो? स्पष्ट करणे.
16. लीड-ऑसिड बॅटरीची काळजी आणि देखभाल यावर एक टीप लिहा.
17. लीड-ऑसिड बॅटरी आणि निकेल-लोह बॅटरीची महत्त्वपूर्ण वैशिष्ट्ये स्पष्ट करा.
18. लीड-ऑसिड सेल वापरताना घ्यावयाच्या खबरदारीचा उल्लेख करा.
19. विशिष्ट निकेल-लोह क्षारीय सेल ची संरचनात्मक वैशिष्ट्ये स्पष्ट करा.
20. लीड-ऑसिड बॅटरीचे किमान पाच महत्वाचे अनुप्रयोग द्या.
21. तुम्ही ग्राहकांच्या वीज बिलाची गणना कशी कराल?

लक्ष आणि अंतर विश्लेषण

अंतर विश्लेषण आणि उपाय लिमिटेड एक पत्र Rogram परिणाम आणि अर्थातच परिणाम च्या सहसंबंध

अभ्यासक्रम परिणाम	कार्यक्रम फलित च्या Atennment											
	1-कमकुवत सह - संबंध ; 2 सेंट्रल मध्ये सहकारी - संबंध ; 3 मजबूत सह - संबंध											
	PO-1	PO-2	PO-3	PO -4	PO-5	PO-6	PO -7	PO-8	PO-9	PO-10	PO-11	PO-12
CO-1												
CO-2												
CO-3												
CO-4												
CO-5												

बहु पर्यायी प्रश्नांची उत्तरे													
1.	(b)	2.	(d)	3.	(a)	4.	(a)	5.	(c)	6.	(c)	7.	(b)
8.	(a)	9.	(b)	10.	(d)	11.	(a)	12.	(d)	13.	(a)	14.	(d)

प्रयोगशाळा कार्य

प्रयोग क्र. 9

(अ) दिष्ट-दिष्ट परिवर्तक (ब) दिष्ट-अदिष्ट परिवर्तक – पीडब्ल्यूएम तरंगांचे प्रात्यक्षिक (क) इंडक्शन मोटरच्या वेग नियंत्रणासाठी दिष्ट-अदिष्ट परिवर्तकाचा वापर आणि (ड) एलटी स्विचगियरचे घटक

उद्देश:

1. अल्टरनेटरमधील व्युत्पन्न विद्युतदाब संपृक्ततेपूर्वी उत्तेजना (फील्ड करंट) च्या प्रमाणात आहे हे दाखवण्यासाठी
2. अल्टरनेटरचे टर्मिनल विद्युतदाब लोडच्या वाढीसह (जेव्हा लोड प्रतिरोधक किंवा प्रेरक असतो) कमी होते हे दर्शवण्यासाठी, म्हणजे थेट लोडिंग पद्धतीद्वारे अल्टरनेटरचे नियमन निश्चित करणे.

सिद्धांत:

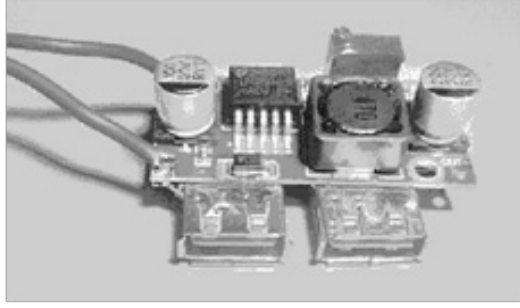
(अ) दिष्ट-दिष्ट परिवर्तक:

दिष्ट-दिष्ट शक्ती परिवर्तक हे वैयक्तिक संगणक, लॅपटॉप, ऑफिस उपकरणे, अवकाश यान शक्ती प्रणाली, दूरसंचार उपकरणे, दिष्ट मोटर ड्राइव्ह इत्यादी विविध अनुप्रयोगांमध्ये वीज पुरवठा म्हणून कार्यरत आहेत. दिष्ट-दिष्ट परिवर्तकाचे इनपुट हे अनियमित दिष्ट विद्युतदाब आहे आणि ते एक भिन्न परिमाणाचे नियंत्रित आउटपुट विद्युतदाब तयार करते.

परिवर्तकाचे वर्गीकरण

दिष्ट-दिष्ट परिवर्तकाचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे केले जाऊ शकते:

बक परिवर्तक : हे स्टेप डाउन परिवर्तक आहेत, त्यांचे आउटपुट विद्युतदाब दिष्ट इनपुट विद्युतदाबापेक्षा कमी आहे.



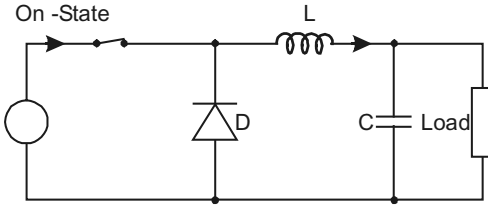
आकृती P9.1: बक परिवर्तकचे सचित्र दृश्य

बूस्ट परिवर्तक: हे स्टेप अप परिवर्तक आहेत, त्यांचे आउटपुट विद्युतदाब दिष्ट इनपुट विद्युतदाबापेक्षा जास्त आहे. बक-बूस्ट परिवर्तक: त्यांचे आउटपुट विद्युतदाब एकतर दिष्ट इनपुट विद्युतदाबापेक्षा जास्त किंवा कमी असू शकते.

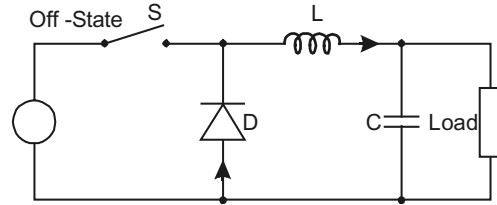
बक परिवर्तक

कार्य:

बक परिवर्तकची दोन परिपथ कॉन्फिगरेशन्स म्हणजे ऑन-स्टेट, स्विच बंद असताना आणि ऑफ-स्टेट, स्विच उघडल्यावर हे अनुक्रमे आकृती P9.2 आणि P9.3 मध्ये दाखवले आहेत. बाण पारंपारिक विद्युत प्रवाहाच्या प्रवाहाची दिशा दर्शवतात.



आकृती P9.2: ऑन-स्टेट



आकृती P9.3: ऑफ-स्टेट

इंडक्टरच्या करंट आणि व्होल्टेजमधील संबंधाच्या संदर्भात बक परिवर्तकचे कार्य उत्तम प्रकारे समजले जाते.

ऑन-स्टेट:

- आकृती P9.2 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे जेव्हा प्रथम स्विच त्वरित बंद केले जाते (ऑन-स्टेट), तेव्हा विद्युत प्रवाह वाढण्यास सुरुवात होईल आणि बदलत्या विद्युत प्रवाहाच्या प्रतिसादात इंडक्टर त्याच्या टर्मिनल्सवर एक विरोधी विद्युतदाब तयार करेल. हे विद्युतदाब स्त्रोताच्या व्होल्टेजचा प्रतिकार करेल आणि म्हणून संपूर्ण भारमध्ये निव्वळ विद्युतदाब कमी करतो.
- विद्युतप्रवाह बदलत असताना स्विच उघडल्यास, इंडक्टरमध्ये नेहमी विद्युतदाब ड्रॉप असेल, त्यामुळे लोडवरील निव्वळ विद्युतदाब नेहमी इनपुट विद्युतदाबापेक्षा कमी असेल, म्हणजेच स्त्रोत विद्युतदाब.

ऑफ-स्टेट:

- जेव्हा स्विच पुन्हा उघडले जाईल (ऑफ-स्टेट), आकृती P9.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, विद्युत प्रवाह कमी होण्यास सुरुवात होईल. कमी होत जाणारा विद्युतप्रवाह इंडक्टरमध्ये विद्युतदाब ड्रॉप तयार करेल जे की ऑन-स्टेट ड्रॉपच्या विरुद्ध असेल

आणि म्हणून, इंडक्टर विद्युतप्रवाहाचा स्त्रोत बनतो. इंडक्टरच्या चुंबकीय क्षेत्रामधून संग्रहित ऊर्जा सोडली जाते जी लोडमधून विद्युतप्रवाहास समर्थन देते. हा ऑफ-स्टेट विद्युतप्रवाह ऑन-स्टेट दरम्यान वाहणाऱ्या विद्युतप्रवाहात जोडला जातो, त्यामुळे एकूण प्रवाह हा सरासरी इनपुट विद्युतप्रवाह (ऑफ-स्टेट दरम्यान शून्य असल्याने) पेक्षा जास्त होतो.

- अशा प्रकारे, ऑफ-स्टेट दरम्यान, व्होल्टेजमध्ये घट होते, परंतु या कपातीची भरपाई सरासरी विद्युतप्रवाहाच्या वाढीद्वारे केली जाते. आदर्शपणे, ते भाराला प्रदान केलेली शक्ती संरक्षित करते. हे सर्व घडते कारण ऑफ-स्टेट दरम्यान, इंडक्टर त्याची संचयित ऊर्जा उर्वरित परिपथामध्ये सोडत असतो.

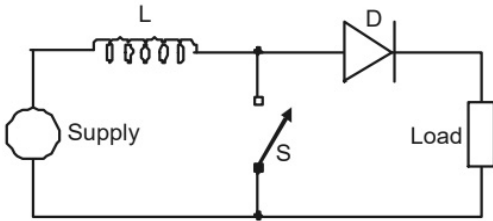
अशाप्रकारे, भारामध्ये कमी विद्युतदाब प्राप्त होते, त्यामुळे बक परिवर्तक आउटपुटवर दिष्ट विद्युतदाब कमी मिळते.

बूस्ट परिवर्तक

बूस्ट परिवर्तक हे दिष्ट -टू-दिष्ट पॉवर परिवर्तक आहे जे एकाच वेळी विद्युतदाब वाढवते आणि करंट खाली उतरवते जेणेकरून इनपुट पॉवर सप्लाय आउटपुट (लोड) सारखाच राहील. बूस्ट परिवर्तक हे दिष्ट -टू-दिष्ट पॉवर परिवर्तक आहे जे एकाच वेळी विद्युतदाब वाढवते आणि करंट खाली उतरवते जेणेकरून इनपुट शक्ती पुरवठा आउटपुट (भार) सारखाच राहील.

पारंपारिक परिपथ:

ब्लॉक आकृती (पारंपारिक परिपथ) आणि बूस्ट परिवर्तकचे सचित्र दृश्य अनुक्रमे P9.4 आणि P9.5 मध्ये दाखवले आहे. त्यात मूलतः समाविष्ट आहे;



आकृती P9.3: बूस्ट परिवर्तक परिपथ डायग्राम

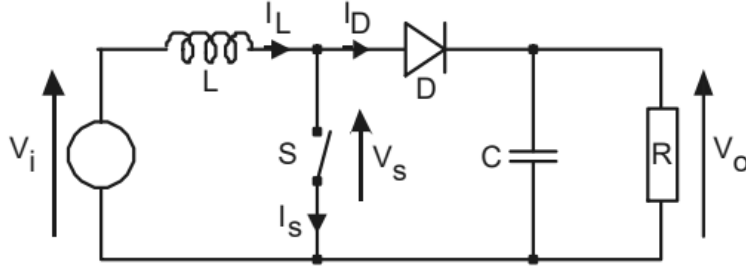


आकृती P9.4: बूस्ट परिवर्तकचे सचित्र दृश्य

- कमीत कमी दोन सेमीकंडक्टर – एक डायोड आणि एक ट्रान्झिस्टर, तथापि, आधुनिक बक परिवर्तक मध्ये सामान्यतः डायोड ट्रान्झिस्टरने बदलला जातो आणि ट्रान्झिस्टर MOSFET किंवा IGBT ने बदलला जातो.
- कमीत कमी एक तरी ऊर्जा साठवण घटक – एक कॅपेसिटर, इंडक्टर किंवा दोन एकलितपणे.
- अतिरिक्त कॅपेसिटर (किंवा कधीकधी कॅपेसिटर आणि इंडक्टरचे संयोजन) - हे रिपल्स फिल्टर करण्यासाठी वापरले जातात. हे घटक साधारणपणे आउटपुट (लोड-साइड) आणि इनपुट (पुरवठा-साइड) मध्ये जोडले जातात; साधेपणासाठी येथे दाखवले नाही.

तत्त्व:

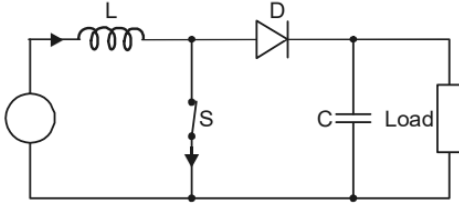
बूस्ट परिवर्तकचे मूलभूत तत्त्व म्हणजे चुंबकीय क्षेत्र तयार करून आणि नष्ट करून विद्युतप्रवाहातील बदलांना विरोध करण्याची इंडक्टरची प्रवृत्ती. या परिवर्तकमध्ये, आउटपुट विद्युतदाब नेहमी इनपुट विद्युतदाबापेक्षा जास्त असते. बूस्ट पॉवर स्टेजची योजना आकृती P9.6 मध्ये दर्शविली आहे.



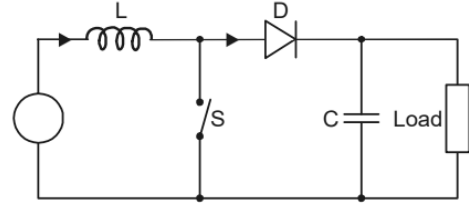
आकृती P9.6: बूस्ट परिवर्तक परिपथ

ऑन-स्टेट

जेव्हा स्विच बंद असतो (ऑन-स्टेट), तेव्हा विद्युत प्रवाह इंडक्टरमधून घड्याळाच्या दिशेने वाहतो, एक चुंबकीय क्षेत्र विकसित होते आणि त्यात काही ऊर्जा साठवली जाते आणि इंडक्टरला ध्रुवता प्राप्त होते.



आकृती P9.7: ऑन-स्टेट



आकृती P9.8: ऑफ-स्टेट

ऑफ-स्टेट

स्विच उघडल्यावर (ऑफ-स्टेट), विद्युतप्रवाह कमी होईल कारण प्रतिबाधा जास्त आहे. भाराकडे विद्युत प्रवाह राखण्यासाठी पूर्वी तयार केलेले चुंबकीय क्षेत्र कोलमडेल. अशाप्रकारे, दोन स्त्रोतांचे emf मालिकेत असतील ज्यामुळे डायोड \$D\$ द्वारे कॅपेसिटर चार्ज करण्यासाठी जास्त व्होल्टेज होईल.

त्यामुळे, लोडमध्ये जास्त विद्युतदाब आणि कमी केलेला विद्युत् प्रवाह प्राप्त होतो, अशा प्रकारे बूस्ट परिवर्तक दिष्ट विद्युतदाब वाढवतो परंतु आउटपुटमध्ये विद्युत प्रवाह कमी करतो.

प्रक्रिया:

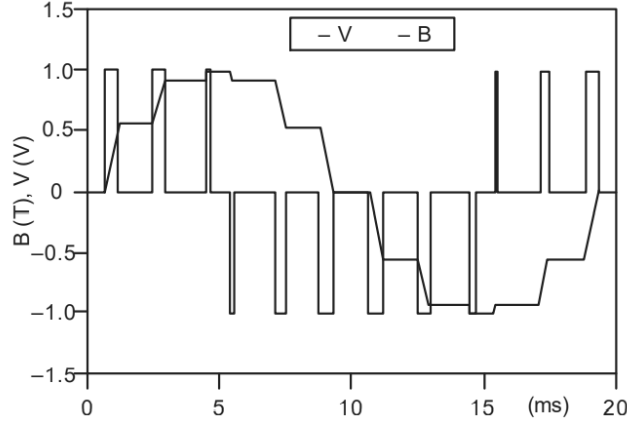
दिष्ट -दिष्ट कन्व्हर्टरचे प्रदर्शन करण्यासाठी:

1. प्रयोगशाळेत उपलब्ध असलेल्या परिवर्तकनुसार जोडणी करा.
2. प्रभारी शिक्षकांकडून जोडणी तपासा.
3. इनपुट आणि आउटपुट दिष्ट विद्युतदाब मोजा आणि सीआरओवरील इनपुट आणि आउटपुटवर तरंगाकार पहा.

(ब) दिष्ट -अदिष्ट परिवर्तक - पीडब्ल्यूएम तरंगाकार:**तत्त्व: पल्स विड्थ मॉड्युलेशन**

पल्स विड्थ मॉड्युलेशन (पीडब्ल्यूएम) हे एक डिजिटल तंत्रज्ञान आहे जे डिव्हाइसला वितरित केलेल्या पॉवरचे प्रमाण बदलण्यासाठी

वापरले जाते. एक पल्स रुंदी मॉड्युलेटर डिजिटल स्त्रोत वापरून ॲनालॉग सिग्नल तयार करतो. PWM सिग्नल हा मुळात एक स्क्वेअर वेव्ह आहे जो चालू आणि बंद स्थिती दरम्यान स्विच केला जातो. PWM सिग्नलचे कर्तव्य चक्र आणि वारंवारता त्याचे वर्तन निर्धारित करते.



आकृती P9.9: पल्स विड्थ मॉड्युलेशन (PWM) चे लहरी आकार

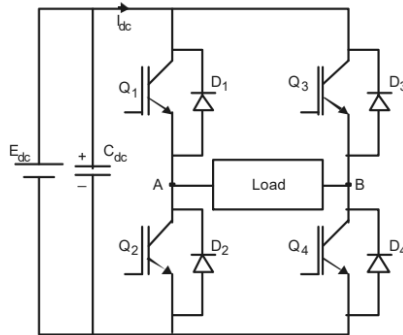
PWM चे उदाहरण एका आदर्शकृत इंडक्टर मधील विद्युतदाब स्त्रोताद्वारे चालविले जाते जे पल्सच्या मालिकेप्रमाणे मोड्युलेट केले जाते, परिणामी इंडक्टरमध्ये साइन वेव्ह सारखा प्रवाह येतो. तरीही आयताकृती विद्युतदाबाच्या पल्सचा परिणाम अधिकाधिक गुळगुळीत विद्युतप्रवाह वेव्हफॉर्ममध्ये होतो, कारण स्विचिंग वारंवारता वाढते. लक्षात घ्या की विद्युतप्रवाहची वेव्हफॉर्म ही विद्युतदाब वेव्हफॉर्मचे अविभाज्य घटक आहे.

(क) इंडक्शन मोटरच्या गती नियंत्रणासाठी दिष्ट -अदिष्ट कनवर्टरचा वापर

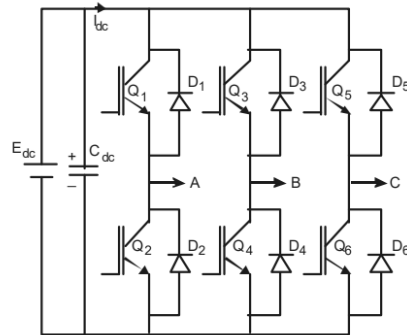
सिंगल-फेज विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टर

सिंगल-फेज विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टरचे ठराविक पॉवर-परिपथ टोपोलॉजी आकृती P9.10. दाखवले आहे. मध्यम आऊटपुट पॉवर अनुप्रयोगांसाठी, फक्त एक दिष्ट स्त्रोत आणि पसंतीची उपकरणे आहेत:

1. n-चॅनल IGBTs (Q_1, Q_2, Q_3 इ. - जलद आणि नियंत्रण करण्यायोग्य स्विच म्हणून कार्य)
2. मोठा दिष्ट लिंक कॅपेसिटर (CDC)
3. जलद रिकवरी डायोड (D_1, D_2, D_3 इ.)



आकृती P9.10: सिंगल-फेज VSI चे टोपोलॉजी



आकृती P9.11: तीन-फेज VSI चे टोपोलॉजी

तीन फेज विद्युतदाब स्रोत इन्व्हर्टर

श्री-फेज विद्युतदाब सोर्स इन्व्हर्टरचे ठराविक पॉवर-परिपथ टोपोलॉजी आकृती P9.11 मध्ये दाखवले आहे. मध्यम आऊटपुट पॉवर अनुप्रयोगांसाठी, फक्त एक दिष्ट स्रोत आणि पसंतीची उपकरणे आहेत:

- (i) n-चॅनल IGBTs ($Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$ - जलद आणि नियंत्रण करण्यायोग्य स्विच म्हणून काम करतात).
- (ii) मोठा दिष्ट लिंक कॅपेसिटर (CDC)
- (iii) जलद रिकवरी डायोड ($D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$)

प्रक्रिया:

- (i) दिष्ट-अदिष्ट परिवर्तक हे फक्त एक इन्व्हर्टर आहे जे दिष्ट ला अदिष्ट मध्ये रूपांतरित करते, जे आमच्या घरगुती प्रतिष्ठानांमध्ये, कार्यालयांमध्ये वापरले जाते. तेच इन्व्हर्टर प्रयोगासाठी वापरले जाऊ शकते किंवा आकृती 9.10 आणि 9.11 मध्ये दर्शविलेल्या परिपथानुसार जोडणी करू शकता.
- (ii) प्रभारी शिक्षकांकडून जोडणी तपासा.
- (iii) इनपुट दिष्ट विद्युतदाब आणि आउटपुट अदिष्ट विद्युतदाब मोजा, CRO वरील इनपुट आणि आउटपुटवर वेव्हचे आकार पहा.

(ड) LT स्विचगियरचे घटक

एलटी स्विचगियरचे काही महत्त्वाचे घटक खाली नमूद केले आहेत

1. स्विच फ्यूज युनिट (SFU)

स्विच फ्यूज: स्विच फ्यूज युनिटमध्ये विविध पोर्सिलेन रिवायर करण्यायोग्य फ्यूज किंवा HRC फ्यूज फिटिंग्ज त्यांच्या कंडक्टिंग भागांसह पूर्ण असतात. आकृती P9.12 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, क्लिक-ब्रेक प्रकारच्या यंत्रणेसह बळकट बाजूच्या ऑपरेटिंग हँडलसह स्विच बसवले आहे. हे लोडला मुख्य पुरवठा जोडण्यासाठी किंवा विद्युत संबंध तोडण्यासाठी वापरले जाते.



(अ) दोन पोल SFU



(ब) तीन पोल SFU

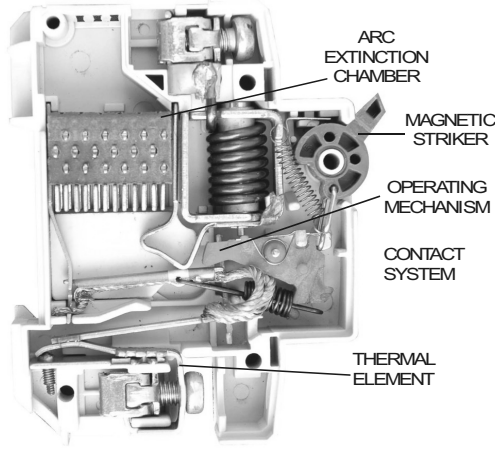
आकृती P9.12: स्विच फ्यूज युनिट (SFU)

2. मिनिएचर परिपथ ब्रेकर (MCB)

मिनिएचर परिपथ ब्रेकर (MCB) हे एक असे उपकरण आहे जे वायरिंग सिस्टम आणि अत्याधुनिक उपकरणांचे ओव्हर करंट आणि शॉर्ट परिपथ दोषांपासून निश्चित संरक्षण सुनिश्चित करते. मिनिएचर परिपथ ब्रेकरचे बाह्य दृश्य आणि अंतर्गत तपशील अनुक्रमे आकृती P9.13 आणि आकृती P9.14 मध्ये दाखवले आहेत.



आकृती P9.13: MCB चे बाह्य दृश्य



आकृती P9.14: MCB ची अंतर्गत रचना

3. अर्थ लीकेज परिपथ ब्रेकर (ELCB)

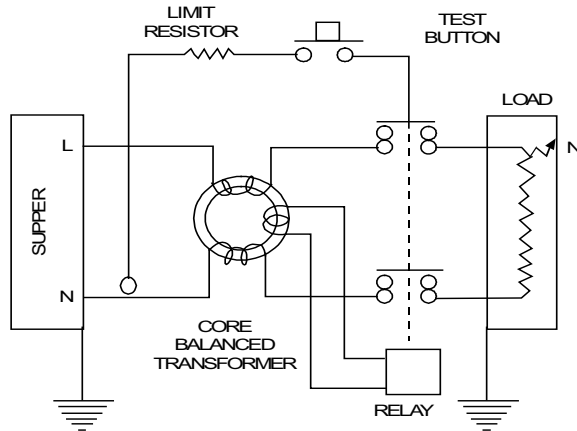
औद्योगिक, व्यावसायिक आणि घरगुती इमारतींमध्ये कधीकधी (सामान्यतः पावसाळ्यात) पृथ्वीला गळती येते. या गळतीमुळे विद्युत शॉक किंवा आग लागू शकते. म्हणून, पृथ्वीची गळती अत्यंत धोकादायक आहे आणि संरक्षणाची आवश्यकता आहे.

ELCB हे एक उपकरण आहे जे पृथ्वीच्या गळतीच्या दोषांपासून संरक्षण प्रदान करते.

- 1-फेज पुरवठ्यासाठी 2-पोल ELCB वापरला जातो आणि 4-पोल ELCB 3-फेज, 4 वायर पुरवठ्यासाठी वापरला जातो. एक 4- ध्रुव ELCB आकृती P9.15 मध्ये दर्शविली आहे.
- 2-पोल ELCB चे अंतर्गत वायरिंग आकृती P9.16 मध्ये दर्शविले आहे.



आकृती P9.15 : 4-पोल ELCB



आकृती P9.16 : 2-पोल ELCB चे अंतर्गत वायरिंग आकृती

4. मोल्टेड केस परिपथ ब्रेकर (MCCB)

मोल्टेड केस परिपथ ब्रेकर्स हे विद्युत संरक्षण उपकरण आहे जे सामान्यतः लोड करंट जेव्हा मिनीएचर परिपथ ब्रेकर क्षमतेपेक्षा जास्त असतो तेव्हा वापरले जाते. प्लग-इन परिपथ ब्रेकर्स आणि MCB मध्ये उपलब्ध नसलेल्या ट्रिप सेटिंग्ज समायोजित करून करंट रेटिंग समायोजित करणे आवश्यक आहे तेथे देखील ते वापरले जातात.



100A मोल्टेड केस सर्किट ब्रेकर्स



100A MCCB 4 पोल विद्युत सर्किट ब्रेकर

आकृती P9.17: मोल्टेड केस परिपथ ब्रेकर्स

असे दोन मोल्टेड केस परिपथ ब्रेकर आकृती P9.17 मध्ये दाखवले आहेत.

5. काही सामान्य उपकरणे आणि साधने



आकृती P9.18: सामान्य विद्युत उपकरणे



आकृती P9.19: काही सामान्य विद्युत साधने

आवश्यक उपकरणे/साधने/घटक:

वर नमूद केल्याप्रमाणे किंवा लॅबमधील उपलब्धतेनुसार

परिपथ आकृती:

वर चर्चा केल्याप्रमाणे.

प्रक्रिया:

एलटी स्विचगियरचे विविध घटक प्रदर्शित करण्यासाठी खालिलप्रमाणे पुढे जा:

- (i) आकृती P9.12 ते P9.19 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे LT स्विचगियरचे सर्व घटक दाखवा.
- (ii) प्रत्येक घटकाच्या कार्याची चर्चा करा.

तोंडी परीक्षा:

- 1. बक परिवर्तक आणि बूस्ट परिवर्तक द्वारे काय समजते?
- 2. दिष्ट चे रूपांतर अदिष्ट मध्ये कसे होते?
- 3. SFU चे कार्य काय आहे?
- 4. MCB हे फ्यूज आणि स्विचचे संयोजन आहे असे तुम्ही कसे म्हणाल?
- 5. ELCB चे कार्य काय आहे?

अभ्यासक्रम परिणाम (CO) आणि कार्यक्रम परिणाम (PO) सारणी

अभ्यासक्रम पूर्ण झाल्यानंतर अभ्यासक्रम फलित(CO) आणि कार्यक्रम फलित(PO) यांचा परस्पर सहबंध स्थापित केला जाऊ शकतो. या दोन्ही घटकांमधील अंतर विश्लेषण करून कार्यक्रम फलित पूर्ण करण्यासाठी सहबंध स्थापित केला जाऊ शकतो. कार्यक्रम फलित प्राप्त करण्यासाठी योग्य विश्लेषण करून कमकुवत घटक सुधारण्यासाठी उपाय योजना करू शकतो.

अभ्यासक्रम परिणाम (CO) आणि कार्यक्रम परिणाम (PO) सारणी

अभ्यासक्रम फलित (COs)	कार्यक्रम परिणामांसोबत (PO) अपेक्षित सहबंध (1-कमकुवत सहबंध ; 2-मध्यम सहबंध; 3-मजबूत सहबंध)											
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7	PO-8	PO-9	PO-10	PO-11	PO-12
CO-1												
CO-2												
CO-3												
CO-4												
CO-5												
CO-6												

वरील सारणीत दिलेली आकडेवारीचा वापर करून अभ्यासक्रम परिणाम (CO) आणि कार्यक्रम परिणाम (PO) या मधील अंतर विश्लेषण करू शकतो.

शब्दकोष

अग्रगामी धारा	Leading Current	परिनालिका	Solenoid
अग्रता	Lead	पश्चता	Lag
अति विद्युतदाब	Over Voltage	समांतर	Parallel
अदिश	Scalar	पार्श्वपथ	Shunt
अभिलक्षण	Characteristics	प्रचालन	Operation
अलग से उत्साहित	Separately Excited	प्रणाली	System
घटक	Element	प्रतिक्रिया	Reactance
अवशिष्ट चुम्बकत्व	Residual Magnetism	प्रतिघात	Reactance
आकृति फॉर्म घटक	Form Factor	प्रतिबाधा	Impedance
आकृती	Diagram	प्रतिरोध	Resistance
आवर्तन / चक्र	Cycle	रोध	Resistance
वारंवारता	Frequency	प्रतिष्टम्भ	Reluctance
वारंवारता मॉड्युलेशन	Frequency Modulation	अदिष्ट	Alternating
उत्क्रमण	Reversal	अदिष्ट राशी	Alternating Quantity
उत्साहित कुंडल	Exciting Coil	प्रमेय	Theorem
एकदिशीय विद्युतधारा	Unidirectional Current	प्रारंभिक	Initial
एक समान क्षेत्र	Uniform Field	प्रेरण	Induction
एकल फेज़	Single Phase	फ्लक्स	Flux
कुंडल	Coil	बलाघूर्ण	Torque
कुण्डली / कुण्डलन	Winding	बहिर्गतपोल	Sailient Pole
क्षेत्र	Field	बहुकला	Poly Phase
गति नियंत्रण	Speed Control	यांत्रिक	Mechanical

गति विनियमन	Speed Regulation
ग्रन्थन	Linkage
वळण / लपेट	Turn
परिभ्रमण क्षेत्र	Rotation
परिभ्रमण क्षेत्र	Rotating Field
चरणाकृती	Phasor Diagram
चालक	Conductor
चालकता	Conductivity
चुंबकीय क्षरण	Magnetic Leakage
चुंबकीय प्रभाव	Magnetic Potential
चुम्बकन	Magnetising
छायांकित पोल मोटर	Shaded Pole Motor
ज्यावक्र्रीय राशि	Sinusoidal Quantity
तरंग आकृति	Waveform
तांबा क्षरण	Copper Loss)
तारा जोडणी	Star Connection
तुल्यकालिक गति	Synchronous Speed
क्षमता	Efficiency
घड्याळाकृती	Clockwise
घड्याळाकृती	Clockwise
विद्युतधारा	Current
ध्रुव	Pole
ध्रुव फलक	Pole Face
ध्रुवता	Polarity
निर्गत	Output
निर्धारण	Rating
निर्धारित	Rated

योक्ल	Yoke
रिसाव, क्षरण	Leakage
लोहा का नुकसान	Iron Loss
वक्र	Curve
वामावर्त	Anit-Clockwise
विद्युत कर्षण	Electric Traction
विद्युत शक्ति	Electrical Power
विद्युत-चुंबकीयप्रेरण	Electromagnetic Induction
विद्युतरोधक	Insulator
विद्युतरोधन	Insulation
विद्युतीय ऊर्जा	Electrical Energy
विभवांतर	Potential Difference
विसमकलीय	Out of Phase
व्युत्क्रम	Reversal
शक्ति गुणक	Power Factor
शिखर गुणक	Peak Factor
शृंखला	Series
श्रेणी	Series
संतृप्ति	Saturation
संवृत	Closed
सक्रिय नेटवर्क	Active Network
सदिश	Vector
चालक	Capacitor
सक्रिय परिपथ	Equivalent Circuit
समकलीय	In Phase
समकोनीय स्थिती	In Quadrature
समतुल्य परिपथ	Equivalent Circuit

निर्माण / बनावट	Construction	सममित घटक	Symmetrical Component
निवेश	Input	समाई / धारिता	Capacitance
निष्क्रिय परिपथ	Passive Network	समानांतर	Parallel
परिपथ	Network	जोड़णी	Connection
परिपथ	Circuit	परिपथ आकृती	Circuit Diagram
परिपथ घटक	Circuit Element	सापेक्ष गति	Relative Speed
पश्चगामी धारा	Lagging Current	स्पंदन राशि	Pulsating Quantity
पद्धति	System	स्फुलिंग	Spark / Sparking
परिवर्तक	Converter	अंतर्वर्तक	Inverter
निरंतर	Continuous	आन्तरायिक	Discontinuous
कार्यचालन	Working	बंद अवस्था	Off-state
निर्वहन	Discharging	चालू अवस्था	On-state
आयाम मॉड्युलेशन	Amplitude Modulation	मॉड्युलेशन	Modulation