



Teach To India Publication
ITI Trade

Electrician इलेक्ट्रिशियन (1st Year)

Second
Edition

CTS | NSQF-Level 4



Dual Language: English | हिंदी

TRADE THEORY + MCQs

All-in-One:

- Trade Theory
- Workshop Calculation and Science
- Engineering Drawing
- Employability Skills
- Exam Mock Test

For ITI Students Across India,
Based on the DGT/NCVT Syllabus and NIMI Exam Pattern



Teach To India
Publication

Electrician - First Year

इलेक्ट्रिशियन - प्रथम वर्ष

A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions
Under the Craftsmen Training Scheme (CTS) | NSQF Level 4

Designed for:

ITI students across all states. This book is prepared as per the latest syllabus prescribed by DGT / NCVT and follows the NIMI examination pattern.

Key Features of the Book:

Dual Language Format: English | हिंदी

Detailed Trade Theory: Structured according to Modules

Comprehensive MCQ Practice: Topic-wise Multiple-Choice Questions with Detailed Solutions

Complete Coverage of ITI Examination Sections:

- Trade Theory
- Workshop Calculation & Science
- Engineering Drawing
- Employability Skills

Question Bank: Includes 2 Full-Length Mock Tests with Complete Solutions.

Also Useful For:

This book is also useful for **CITS** and for preparing for various **technical recruitment examinations** conducted by the **Railways, PSUs, SSC, DRDO, ISRO, state government departments, metro projects, and other government organizations.**

Title: Electrician - First Year

Subtitle: A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions

Dual-Language Edition: English | हिंदी

Editor-in-Chief: Dr. Parvendra Kumar

Editorial and Technical Support: Teach To India Technical Team

Computer Graphics & Layout: Teach To India Design Team

Authors:

Dr. Parvendra Kumar

B.Tech (UPTU), PG Diploma (C-DAC Hyderabad), M.Tech (IIT Roorkee), Ph.D

Dr. Sunil Kumar Chaudhary

Professor, Dept of Electrical Engineering, GCET, Gr. Noida

Dr. Rupesh Kumari

School of Electrical and Electronics Engineering, VIT Bhopal University

Reviewers:

Er. Shailesh Kumar

Trainer, Govt. ITI, Najibabad, Bijnor, U.P.

Manish Kumar Pal

Principal, Govt. ITI, Siddiqpur, Jaunpur, U.P.

Publisher:

Teach To India Publication

Adarsh Colony, Saharanpur, U.P. – 247001

Mobile: +91 9084496877

Email: info@teachtoindia.com | Website: www.teachtoindia.com

Printed at: Shree Education and Publication Private Limited, Ajmer, Rajasthan

Edition: Second Edition, 2026

ISBN: 978-81-69424-61-5

Copyright © Teach To India Publication. All rights reserved.

Legal Note:

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 written permission of the publisher. While every effort has been made to ensure accuracy, the publisher assumes no responsibility for errors. Feedback and suggestions for improvement are always welcome.

Colophon:

This book is printed on environmentally responsible paper. The layout, typesetting, and graphics have been optimized for dual-language (English-Hindi) clarity and accessibility, suitable for technical and vocational training.

Printed in India

Price: ₹795/-

Preface | प्रस्तावना

This book, **Electrician**, has been specially designed to help students succeed in both academic examinations and career-oriented preparation.

It includes detailed Trade Theory, Workshop Calculation and Science, Engineering Drawing, Employability Skills, and a question bank in mock test format based on the NIMI exam pattern.

This book follows the latest syllabus prescribed by **DGT/NCVT** and is aligned with the latest **NIMI** examination pattern. It is structured for easy understanding and practical application.

The MCQs in this book have been designed at multiple levels—**Remembering, Understanding, Application, and Analysis**—in a dual-language format to enhance conceptual clarity and examination readiness.

Our goal is not only to help students excel in **ITI courses and NCVT examinations**, but also to prepare them for competitive employment opportunities in both the **government and private sectors**.

यह पुस्तक, **इलेक्ट्रिशियन**, विद्यार्थियों को शैक्षणिक परीक्षाओं तथा करियर-केंद्रित तैयारी दोनों में सफलता दिलाने के उद्देश्य से विशेष रूप से तैयार की गई है।

इसमें विस्तृत ट्रेड थ्योरी, वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस, इंजीनियरिंग ड्रॉइंग, एम्प्लॉयबिलिटी स्किल्स तथा निमी परीक्षा पैटर्न पर आधारित मॉक टेस्ट प्रारूप में प्रश्न बैंक सम्मिलित किया गया है।

यह पुस्तक **DGT/NCVT** द्वारा निर्धारित नवीनतम पाठ्यक्रम का पालन करती है तथा नवीनतम **NIMI** परीक्षा पैटर्न के अनुरूप तैयार की गई है। इसे सरल समझ और व्यावहारिक उपयोग को ध्यान में रखते हुए संरचित किया गया है।

इस पुस्तक में दिए गए **MCQs** को बहु-स्तरीय स्तरों—**स्मरण, समझ, अनुप्रयोग, और विश्लेषण**—पर द्विभाषी प्रारूप में तैयार किया गया है, ताकि संकल्पनात्मक स्पष्टता तथा परीक्षा-तत्परता को सुदृढ़ किया जा सके।

हमारा उद्देश्य केवल विद्यार्थियों को **ITI पाठ्यक्रमों** एवं **NCVT परीक्षाओं** में उत्कृष्ट प्रदर्शन के लिए सक्षम बनाना ही नहीं, बल्कि उन्हें **सरकारी** तथा **निजी** दोनों क्षेत्रों में प्रतिस्पर्धी रोजगार अवसरों के लिए भी तैयार करना है।

How to Study This Book | इस पुस्तक का अध्ययन कैसे करें

The Trade Theory section is covered in detail. Students are advised to study this section thoroughly and carefully, and to develop a clear conceptual understanding with the help of detailed explanations, diagrams, and a flow-based presentation.

Except for the Trade Theory section, the other sections contain important summaries. These summaries are sufficient in accordance with the weightage of the respective sections.

Practice the MCQs only after completing the theory part of the module.

Students are advised to study this book in only one language, either Hindi or English. They should not compare the Hindi version with the English version during study.

In case of any discrepancy in technical terminology, translation, or conceptual interpretation, the English version shall be considered authoritative.

At the end of the book, practice sets based on the NIMI exam pattern have been provided. Students are strongly advised to practice these questions at least twice before appearing for the examination.

To practice the question bank in a computer-based mock test format, scan the QR code provided in the last part of the book.

ट्रेड थ्योरी अनुभाग को विस्तृत रूप से प्रस्तुत किया गया है। विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे इस अनुभाग का गहन एवं सावधानीपूर्वक अध्ययन करें तथा विस्तृत व्याख्याओं, आरेखों और क्रमबद्ध प्रस्तुतीकरण की सहायता से अपनी अवधारणाओं को स्पष्ट एवं सुदृढ़ करें।

ट्रेड थ्योरी अनुभाग को छोड़कर अन्य सभी अनुभागों में महत्वपूर्ण सारांश दिए गए हैं। ये सारांश संबंधित अनुभागों के वेटेज के अनुसार पर्याप्त हैं।

थ्योरी भाग पूर्ण करने के बाद ही संबंधित बहुविकल्पीय प्रश्नों (MCQs) का अभ्यास करें।

विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे इस पुस्तक का अध्ययन केवल एक ही भाषा—हिंदी अथवा अंग्रेज़ी—में करें। अध्ययन के समय हिंदी और अंग्रेज़ी संस्करणों की आपस में तुलना न करें।

तकनीकी शब्दावली, अनुवाद या अवधारणात्मक व्याख्या में किसी भी असंगति की स्थिति में अंग्रेज़ी संस्करण को प्रामाणिक माना जाएगा।

पुस्तक के अंत में NIMI परीक्षा पैटर्न पर आधारित अभ्यास सेट प्रदान किए गए हैं। विद्यार्थियों को दृढ़तापूर्वक सलाह दी जाती है कि वे परीक्षा में सम्मिलित होने से पूर्व इन प्रश्नों का कम से कम दो बार अभ्यास अवश्य करें।

प्रश्न बैंक का अभ्यास कंप्यूटर-आधारित मॉक टेस्ट प्रारूप में करने के लिए, पुस्तक के अंतिम भाग में दिए गए QR कोड को स्कैन करें।

Acknowledgment | आभार

The content of this book has been developed with reference to the official ITI syllabus and the guidelines issued by the Directorate General of Training (DGT) and the National Instructional Media Institute (NIMI). It has been prepared using the prescribed syllabus documents and standard training resources for educational purposes.

The publishers gratefully acknowledge the contribution of these institutions to curriculum development and the promotion of vocational education in India.

इस पुस्तक की सामग्री का विकास आधिकारिक आईटीआई पाठ्यक्रम तथा प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) और राष्ट्रीय अनुदेशात्मक मीडिया संस्थान (NIMI) द्वारा जारी दिशा-निर्देशों के संदर्भ में किया गया है। इसे शैक्षिक उद्देश्यों के लिए निर्धारित पाठ्यक्रम दस्तावेजों एवं मानक प्रशिक्षण संसाधनों के आधार पर तैयार किया गया है।

प्रकाशक भारत में पाठ्यक्रम विकास तथा व्यावसायिक शिक्षा के प्रोत्साहन में इन संस्थानों के योगदान के प्रति कृतज्ञतापूर्वक आभार व्यक्त करते हैं।

Syllabus

Modules	Trade Theory
Safety Practice & Hand Tools	Organization of ITI's and scope of the electrician trade, Safety rules, safety signs, hazards, Fire types and extinguishers, Rescue operations, first aid, artificial respiration Disposal of waste material, Personal Protective Equipment, Guidelines for cleanliness of workshop and maintenance, Trade hand tools - specification - standards NEC code 2011- lifting of heavy loads.
Wires, Joints, Soldering, UG Cables	Fundamental of electricity - conductors - insulators - wire size measurement-crimping, Wire joints - Types - Soldering methods, Underground (UG) cables - construction - materials - types - joints - testing.
Basic Electrical Practice	Ohm's law - simple electrical circuits and problems, Kirchhoff's law and its applications DC series and parallel circuits, Open and short circuit in series and parallel network, Laws of resistance and various types of resistors, Wheatstone bridge - principle and its application, Effect of variation of temperature on resistance, Series and parallel combination circuit.
Magnetism & Capacitors	Magnetic terms, magnetic material and properties of magnet, Principles and laws of electro magnetism, The magnetic circuits - self and mutually induced emfs, Capacitors - types - functions, grouping and uses.
AC Circuits	Alternating current-terms & definitions-vector diagrams, Series resonance circuit, R-L, R-C and R-L-C parallel circuits, Parallel resonance circuits, Power, energy and power factor in AC single phase system - Problems, Power factor - Improvement of power factor, 3-Phase AC Fundamentals.
Cells & Batteries	Primary cells and secondary cells, Grouping of cells, Battery charging method - Battery charger, Care and maintenance of batteries, Solar cells.
Basic Wiring Practice	B.I.S. Symbols used for electrical accessories, Principle of laying out of domestic wiring, Test board, Extension board and colour code of cables, Special wiring circuits - Tunnel, corridor, godown and hostel wiring.
Wiring Installation & Earthing	Main board with MCB DB Switch and fuse box, NE code of practice and IE Rules for mounting energy meter board, Estimation of load, cable size, bill of material and cost for a wiring installation, Testing a domestic wiring installation - location of faults - Remedies, Earthing - Types - Terms - Megger - Earth resistance Tester.
Illumination	Illumination terms - Laws, Low voltage lamps - different wattage lamps in series, Construction details of various lamps, Lighting for decoration - Serial set design - Flasher, Show case lights and fittings - calculation of lumens efficiency.
Measuring Instruments	Instruments - Scales - Classification - Forces - MC and MI meter, Wattmeter's, 3-phase Wattmeter, Tong- tester (clamp - on ammeter), Smart meters - Automatic meter reading - supply requirements, Extension of range of MC voltmeters - loading effect -voltage drop effect.
Domestic Appliances	Concept of neutral and earth - cooking range, Heating element, heater/immersion heater, electric stove and hot plate, Food mixer.
Transformer	Transformer - Principle - Classification - EMF Equation, Transformer losses - OC and SC test - efficiency - Voltage Regulation, Parallel operation of two single phase transformers Three Phase transformer - Connections, Cooling of transformer - Transformer oil and testing, Small transformer winding - Winding machine, General maintenance of three-phase transformers, Project work.
Modules	Workshop Calculation & Science
Unit, Fractions	Classification of unit system. Fundamental and Derived units F.P.S, C.G.S, M.K.S and SI units. Measurement units and conversion. Factors, HCF, LCM and problems. Fractions - Addition, subtraction, multiplication & division. Decimal fractions - Addition, subtraction, multiplication & division. Solving problems by using calculator.
Square root, Ratio and Proportions, Percentage	Square and square root. Simple problems using calculator. Applications of Pythagoras theorem and related problems. Ratio and proportion. Ratio and proportion - Direct and indirect proportions. Percentage. Percentage - Changing percentage to decimal.
Material Science	Types metals, types of ferrous and nonferrous metals Physical and mechanical properties of metals Introduction of iron and cast-iron Difference between iron & steel, alloy steel and carbon steel Properties and uses of rubber, timber and insulating materials
Mass, Weight, Volume and Density	Mass, volume, density, weight and specific gravity. Related problems for mass, volume, density, weight and specific gravity.
Heat & Temperature and Pressure	Part-A: - Concept of heat and temperature, effects of heat, difference between heat and temperature, boiling point & melting point of different metals and non-metals Scales of temperature, Celsius, Fahrenheit, kelvin and conversion between scales of temperature Heat &Temperature - Temperature measuring instruments, types of thermometers, pyrometer and transmission of heat - Conduction, convection and radiation Co-efficient of linear expansion and related problems with assignments

	Part-B: - Concept of pressure - Units of pressure, atmospheric pressure, absolute pressure, gauge pressure and gauges used for measuring pressure
Mensuration	Area and perimeter of square, rectangle and parallelogram. Mensuration - Area and perimeter of Triangles. Area and perimeter of circle, semi-circle, circular ring, sector of circle, hexagon and ellipse. Surface area and volume of solids - cube, cuboid, cylinder, sphere and hollow cylinder. Finding the lateral surface area, total surface area and capacity in litres of hexagonal, conical and cylindrical shaped vessels.
Trigonometry	Measurement of angles. Trigonometrical ratios. Trigonometrical tables. Application in calculating height and distance (Simple applications)
Modules	Engineering Drawing
Introduction to Engineering Drawing and Drawing Instruments	Introduction to engineering drawing and drawing instruments, Conventions, Sizes and layout of drawing sheets, Title block, its position and content, Drawing instruments
Free hand drawing	Free hand drawing of - Geometrical figures and blocks with dimension. Free hand drawing of - Transferring measurement from the given object to the free hand sketches, Free hand drawing of hand tools
Drawing of Geometrical Figures	Drawing of geometrical figures - Angle & triangle, Drawing of geometrical figures - Circle Geometrical figures - Square, rectangle and parallelogram, Lettering and numbering - Single stroke
Dimensioning Practice	Dimensioning Practice - Types of arrowheads
Symbolic Representation	Symbolic representation - Different electrical symbols used in the related trades
Reading of Electrical Circuit Diagram	Reading of electrical circuit diagram
Reading of Electrical Layout drawing	Reading of electrical layout drawing
Modules	Employability Skills
Introduction to Employability Skills	Outline the importance of Employability Skills for the current job market and future of work. List different learning and employability related GOI and private portals and their usage. Research and prepare a note on different industries, trends, required skills and the available opportunities
Constitutional values - Citizenship	Explain the constitutional values, including civic rights and duties, citizenship, responsibility towards society etc. that are required to be followed to become a responsible citizen. Discuss the role of personal values and ethics such as honesty, integrity, caring and respecting others, etc. in personal and social development.
Becoming a Professional in the 21st Century	Discuss relevant 21st century skills required for employment. Highlight the importance of practicing 21st century skills like Self-Awareness, Behaviour Skills, time management, critical and adaptive thinking, problem-solving, creative thinking, social and cultural awareness, emotional awareness, learning to learn etc. in personal or professional life. Create a pathway for adopting a continuous learning mindset for personal and professional development.
Basic English Skills	Use appropriate grammar and sentences while interacting with others. Role plays a situation on how to talk appropriately to a customer in English, over the phone or in person. Write a brief note/paragraph / letter/e-mail using correct English.
Career Development & Goal Setting	Create a career development plan. Identify well-defined short- and long-term goals
Communication Skills	Demonstrate how to communicate effectively using verbal and nonverbal communication etiquette. Write a brief note/paragraph on a familiar topic. Explain the importance of communication etiquette including active listening for effective communication. Role plays a situation on how to work collaboratively with others in a team.
Diversity and Inclusion	Exhibit how to behave, communicate, and conduct oneself appropriately with all genders and PwD
Financial and Legal Literacy	Discuss various financial institutions, products, and services. Demonstrate how to conduct offline and online financial transactions, safely and securely and check passbook/statement. Explain the common components of salary such as Basic, PF, Allowances (HRA, TA, DA, etc.), tax deductions. Calculate income and expenditure for budgeting. Discuss the legal rights, laws, and aids.
Essential Digital Skills	Describe the role of digital technology in day-to-day life and the workplace. Demonstrate how to operate digital devices and use the associated applications and features, safely and securely. Demonstrate how to connect devices securely to internet using different means. Follow the dos and don'ts of cyber security to protect against cybercrimes. Discuss the significance of

	displaying responsible online behaviour while using various social media platforms. Create an e-mail id and follow e-mail etiquette to exchange e-mails. Show how to create documents, spreadsheets and presentations using appropriate applications utilize virtual collaboration tools to work effectively.
Entrepreneurship	Describe the types of entrepreneurship and enterprises. Discuss the process of identifying opportunities for potential business and relevant regulatory and statutory requirements. Describe the 4Ps of Marketing-Product, Price, Place and Promotion and apply them as per requirement. Create a sample business plan, for the selected business opportunity. Discuss various sources of funding and identify associated financial and legal risks with its mitigation plan.
Customer Service Duration	Describe different types of customers. Role play a situation on how to identify customer needs and respond to them in a professional manner. Explain various tools used to collect customer feedback. Discuss the significance of maintaining hygiene and dressing appropriately.
Getting ready for apprenticeship & Jobs	Draft a professional Curriculum Vitae (CV). Use various offline and online job search sources such as employment exchanges, recruitment agencies, and job portals respectively. Demonstrate how to apply to identified job openings using offline /online methods as per requirement. Discuss how to prepare for an interview. Role play a mock interview. List the steps for searching and registering for apprenticeship opportunities.
Introduction to Artificial Intelligence (AI)	Understanding AI. How does AI work? Types of AI. What can AI do? Impact of AI on Jobs & Industries. Exploring Careers with AI. Learning with AI. Using AI Responsibly.

Table of Contents

Part – 1: Trade Theory ट्रेड थ्योरी.....	1
1. Safety Practice & Hand Tools सुरक्षा अभ्यास एवं हस्त औजार	2
1.1 Organization of ITIs and Scope of Electrician Trade आईटीआई का संगठन एवं इलेक्ट्रीशियन ट्रेड का क्षेत्र	2
1.2 Safety Rules, Safety Signs, Hazards सुरक्षा नियम, सुरक्षा संकेत, जोखिम	3
1.3 Fire Types and Extinguishers आग के प्रकार एवं अग्निशामक यंत्र	4
1.4 Rescue Operations, First Aid, Artificial Respiration बचाव कार्य, प्राथमिक उपचार, कृत्रिम श्वसन ..	5
1.5 Disposal of Waste Material अपशिष्ट पदार्थों का निपटान.....	7
1.6 Personal Protective Equipment (PPE) व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE).....	8
1.7 Guidelines for Cleanliness of Workshop and Maintenance कार्यशाला की स्वच्छता एवं रखरखाव के लिए दिशानिर्देश.....	9
1.8 Trade Hand Tools – Specification – Standards – NEC Code 2011 – Lifting of Heavy Loads ट्रेड हैंड टूल्स – विनिर्देशन – मानक – NEC कोड 2011 – भारी भार उठाना	10
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	12
2. Wires, Joints, Soldering, UG Cables वायर्स, जॉइंट्स, सोल्डरिंग, यू.जी. केबल्स	18
2.1 Fundamentals of Electricity – Conductors – Insulators – Wire Size Measurement – Crimping विद्युत के मूल सिद्धांत – चालक – कुचालक – तार के आकार का मापन – क्रिम्पिंग.....	18
2.2 Wire Joints – Types – Soldering Methods तार जोड़ – प्रकार – सोल्डरिंग विधियाँ	20
2.3 Underground (UG) Cables – Construction – Materials – Types – Joints – Testing भूमिगत (UG) केबल – निर्माण – सामग्री – प्रकार – जोड़ – परीक्षण.....	22
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	24
3. Basic Electrical Practice बेसिक इलेक्ट्रिकल प्रैक्टिस..	30
3.1 Ohm's Law – Simple Electrical Circuits and Problems ओम का नियम – सरल विद्युत परिपथ एवं समस्याएँ.....	30
3.2 Kirchhoff's Law and Its Applications किर्चहॉफ का नियम एवं उसके अनुप्रयोग	32
3.3 DC Series and Parallel Circuits डीसी श्रृंखला एवं समानांतर परिपथ.....	33
3.4 Open and Short Circuit in Series and Parallel Network श्रृंखला एवं समानांतर नेटवर्क में ओपन तथा शॉर्ट सर्किट	36
3.5 Laws of Resistance and Various Types of Resistors प्रतिरोध के नियम एवं विभिन्न प्रकार के प्रतिरोधक.....	37
3.6 Wheatstone Bridge – Principle and Its Application व्हीटस्टोन ब्रिज – सिद्धांत एवं उसके अनुप्रयोग	40
3.7 Effect of Variation of Temperature on Resistance तापमान परिवर्तन का प्रतिरोध पर प्रभाव.....	42
3.8 Series and Parallel Combination Circuit श्रृंखला एवं समानांतर संयोजन परिपथ.....	43
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	45
4. Magnetism & Capacitors चुंबकत्व एवं संधारित्र.....	52
4.1 Magnetic Terms, Magnetic Material and Properties of Magnet चुंबकीय पद, चुंबकीय पदार्थ एवं चुंबक के गुण	52
4.2 Principles and Laws of Electromagnetism विद्युतचुंबकत्व के सिद्धांत एवं नियम	54
4.3 Magnetic Circuits – Self and Mutually Induced EMFs चुंबकीय परिपथ – स्व एवं पारस्परिक प्रेरित EMF	56
4.4 Capacitors – Types, Functions, Grouping and Uses संधारित्र – प्रकार, कार्य, समूहकरण एवं उपयोग	59
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	62
5. AC Circuits ए.सी. परिपथ.....	68
5.1 Alternating Current – Terms & Definitions – Vector Diagrams प्रत्यावर्ती धारा – पद एवं परिभाषाएँ – वेक्टर आरेख	68
5.2 Series Resonance Circuit श्रृंखला अनुनाद परिपथ	70
5.3 R-L, R-C and R-L-C Parallel Circuits R-L, R-C तथा R-L-C समानांतर परिपथ	73
5.4 Parallel Resonance Circuits समानांतर अनुनाद परिपथ	76
5.5 Power, Energy and Power Factor in AC Single Phase System एकल-चरण AC प्रणाली में शक्ति, ऊर्जा एवं पावर फैक्टर.....	78
5.6 Power Factor Improvement पावर फैक्टर सुधार	81
5.7 Three-Phase AC Fundamentals त्रि-चरण AC के मूल सिद्धांत.....	84
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	87
6. Cells & Batteries सेल और बैटरियाँ.....	94

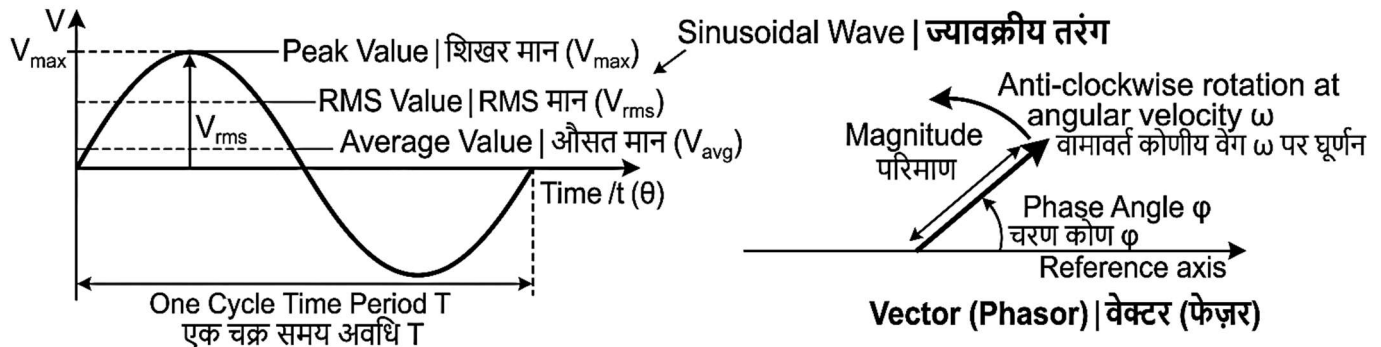
6.1 Primary Cells and Secondary Cells प्राथमिक सेल एवं द्वितीयक सेल.....	94	9.3 Construction Details of Various Lamps विभिन्न लैम्पों के निर्माण विवरण	151
6.2 Grouping of Cells सेल का समूहकरण.....	96	9.4 Lighting for Decoration – Serial Set Design – Flasher सजावटी प्रकाश – सीरियल सेट डिजाइन – फ्लैशर	156
6.3 Battery Charging Method – Battery Charger बैटरी चार्जिंग विधि – बैटरी चार्जर	99	9.5 Show Case Lights and Fittings – Calculation of Lumens Efficiency शो केस लाइट्स और फिटिंग्स – ल्यूमेन दक्षता की गणना.....	158
6.4 Care and Maintenance of Batteries बैटरियों की देखभाल एवं रखरखाव	101	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	161
6.5 Solar Cells सौर सेल	103	10. Measuring Instruments मापन उपकरण.....	168
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	106	10.1 Instruments – Scales – Classification – Forces – MC and MI Meter उपकरण – स्केल – वर्गीकरण – बल – एमसी और एमआई मीटर.....	168
7. Basic Wiring Practice बेसिक वायरिंग प्रैक्टिस	113	10.2 Wattmeters वाटमीटर	171
7.1 B.I.S. Symbols used for Electrical Accessories विद्युत सहायक उपकरणों के लिए प्रयुक्त B.I.S. प्रतीक	113	10.3 Three-Phase Wattmeter त्रि-फेज वाटमीटर....	173
7.2 Principle of Laying Out of Domestic Wiring घरेलू वायरिंग के लेआउट का सिद्धांत.....	115	10.4 Tong Tester (Clamp-On Ammeter) टोंग टेस्टर (क्लैम्प-ऑन एमीटर).....	175
7.3 Test Board, Extension Board and Colour Code of Cables टेस्ट बोर्ड, एक्सटेंशन बोर्ड एवं केबलों का रंग कोड	117	10.5 Smart Meters – Automatic Meter Reading – Supply Requirements स्मार्ट मीटर – स्वचालित मीटर रीडिंग – आपूर्ति आवश्यकताएँ	177
7.4 Special Wiring Circuits – Tunnel, Corridor, Godown and Hostel Wiring विशेष वायरिंग परिपथ – टनल, कॉरिडोर, गोदाम एवं हॉस्टल वायरिंग.....	119	10.6 Extension of Range of MC Voltmeters – Loading Effect – Voltage Drop Effect MC वोल्टमीटर की रेंज का विस्तार – लोडिंग प्रभाव – वोल्टेज ड्रॉप प्रभाव..	179
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	122	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	182
8. Wiring Installation & Earthing वायरिंग स्थापना एवं अर्थिंग.....	129	11. Domestic Appliances घरेलू उपकरण.....	189
8.1 Main Board with MCB DB, Switch and Fuse Box MCB DB, स्विच एवं फ्यूज बॉक्स सहित मुख्य बोर्ड	129	11.1 Concept of Neutral and Earth – Cooking Range न्यूट्रल और अर्थ की संकल्पना – कुकिंग रेंज.....	189
8.2 NE Code of Practice and IE Rules for Mounting Energy Meter Board ऊर्जा मीटर बोर्ड के माउंटिंग हेतु NE कोड ऑफ प्रैक्टिस एवं IE नियम	131	11.2 Heating Element, Heater / Immersion Heater, Electric Stove and Hot Plate हीटिंग एलिमेंट, हीटर / इमर्शन हीटर, इलेक्ट्रिक स्टोव और हॉट प्लेट.....	191
8.3 Estimation of Load, Cable Size, Bill of Material and Cost for a Wiring Installation वायरिंग स्थापना के लिए लोड, केबल आकार, सामग्री सूची एवं लागत का आकलन	133	11.3 Food Mixer फूड मिक्सर	194
8.4 Testing a Domestic Wiring Installation – Location of Faults – Remedies घरेलू वायरिंग स्थापना का परीक्षण – दोषों का स्थान निर्धारण – उपाय	135	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	196
8.5 Earthing – Types – Terms – Megger – Earth Resistance Tester अर्थिंग – प्रकार – शब्दावली – मेगर – अर्थ रेजिस्टेंस टेस्टर.....	137	12. Transformer ट्रांसफॉर्मर.....	203
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	140	12.1 Transformer – Principle – Classification – EMF Equation ट्रांसफॉर्मर – सिद्धांत – वर्गीकरण – EMF समीकरण.....	203
9. Illumination इल्यूमिनेशन.....	147	12.2 Transformer Losses – OC and SC Test – Efficiency – Voltage Regulation ट्रांसफॉर्मर हानियाँ – OC और SC परीक्षण – दक्षता – वोल्टेज विनियमन.....	206
9.1 Illumination Terms – Laws प्रकाशन शब्दावली – नियम	147	12.3 Parallel Operation of Two Single Phase Transformers दो एकल-फेज ट्रांसफॉर्मरों का समानांतर संचालन.....	209
9.2 Low Voltage Lamps – Different Wattage Lamps in Series निम्न वोल्टेज लैम्प – विभिन्न वाटेज के लैम्पों का श्रेणी संयोजन.....	149	12.4 Three Phase Transformer – Connections त्रि-फेज ट्रांसफॉर्मर – संयोजन.....	211

12.5 Cooling of Transformer – Transformer Oil and Testing ट्रांसफॉर्मर का शीतलन – ट्रांसफॉर्मर तेल और परीक्षण	213	6. Reading of Electrical Circuit Diagram विद्युत सर्किट आरेख पढ़ना	296
12.6 Small Transformer Winding – Winding Machine छोटे ट्रांसफॉर्मर की वाइंडिंग – वाइंडिंग मशीन	215	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	298
12.7 General Maintenance of Three-Phase Transformers त्रि-फेज ट्रांसफॉर्मरों का सामान्य रखरखाव	217	7. Reading Electrical Layout Drawings विद्युत लेआउट चित्रों का पठन.....	300
12.8 Project Work परियोजना कार्य.....	218	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	302
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	220	Part – 4: Employability Skills रोजगार योग्य कौशल	304
Part – 2: Workshop Calculation and Science वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस	227	1. Introduction to Employability Skills रोजगारयोग्यता कौशल का परिचय	305
1. Unit, Fractions इकाई, भिन्न	228	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	308
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	230	2. Constitutional values – Citizenship संवैधानिक मूल्य - नागरिकता	314
2. Square Root, Ratio and Proportions, Percentage वर्गमूल, अनुपात और समानुपात, प्रतिशत.....	233	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	316
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	235	3. Becoming a Professional in the 21st Century 21वीं सदी में एक पेशेवर बनना.....	323
3. Material Science भौतिक सामग्री.....	238	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	325
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	240	4. Basic English Skills मूल अंग्रेज़ी कौशल.....	332
4. Mass, Weight, Volume and Density द्रव्यमान, भार, आयतन और घनत्व.....	244	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	334
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	246	5. Career Development & Goal Setting कैरियर विकास और लक्ष्य निर्धारण.....	340
5. Heat & Temperature and Pressure ऊष्मा और तापमान तथा दाब.....	250	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	342
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	252	6. Communication Skills संचार कौशल.....	349
6. Mensuration क्षेत्रमिति	256	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	351
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	258	7. Diversity and Inclusion विविधता और समावेशन	357
7. Trigonometry त्रिकोणमिति.....	261	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	359
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	263	8. Financial and Legal Literacy वित्तीय और कानूनी साक्षरता	366
Part – 3: Engineering Drawing अभियांत्रिकी चित्रण	266	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	368
1. Introduction to Engineering Drawing and Drawing Instruments इंजीनियरिंग ड्राइंग और ड्राइंग उपकरणों का परिचय.....	267	9. Essential Digital Skills आवश्यक डिजिटल कौशल	374
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	269	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	376
2. Free Hand Drawing मुक्त हाथ से चित्रण	273	10. Entrepreneurship उद्यमिता.....	383
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	275	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	385
3. Drawing of Geometrical Figures ज्यामितीय आकृतियों का चित्रण	279	11. Customer Service ग्राहक सेवा	392
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	281	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	394
4. Dimensioning Practice आयामांकन अभ्यास.....	285	12. Getting ready for apprenticeship & Jobs प्रशिक्षुता और नौकरियों के लिए तैयारी.....	401
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	287	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	403
5. Symbolic Representation प्रतीकात्मक निरूपण	291	13. Introduction to Artificial Intelligence (AI) कृत्रिम बुद्धिमत्ता का परिचय	410
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	293	MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	414
		Part – 5: Mock Tests मॉक टेस्ट्स	421
		Mock Tests मॉक टेस्ट - 1.....	422
		Mock Tests मॉक टेस्ट - 2.....	434

Part - 1: Trade Theory | ट्रेड थ्योरी

5. AC Circuits | ए.सी. परिपथ

5.1 Alternating Current - Terms & Definitions - Vector Diagrams | प्रत्यावर्ती धारा - पद एवं परिभाषाएँ - वेक्टर आरेख



$$\text{Peak} \approx \sqrt{2} * \text{RMS}$$

Average = $(2/\pi) * \text{Peak}$. (Using voltage as example, for no voltage is consistent for subseq I पर घूर्णन)

Represents Magnitude and Phase position. परिमाण और चरण स्थिति को दर्शाता है।

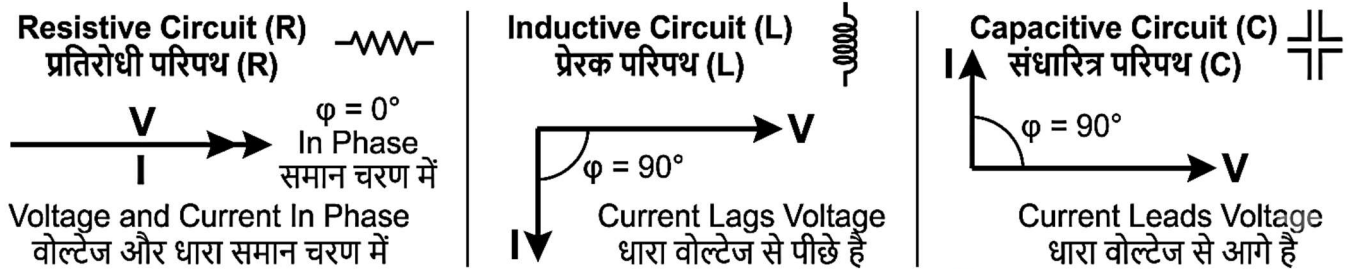


Fig. 5.1: Alternating Current - Terms and Phasor Diagrams | प्रत्यावर्ती धारा - पद एवं फेजर आरेख

5.1.1 Introduction (Fig. 5.1)

Alternating current (AC) is widely used in domestic and industrial electrical systems. It changes its magnitude and direction periodically, making it suitable for power transmission and distribution.

5.1.2 Definition of Alternating Current

Alternating current is the current that varies sinusoidally with time and reverses its direction at regular intervals.

5.1.3 Basic Terms and Definitions

- **Instantaneous Value:** Value of AC at any instant of time.
- **Maximum (Peak) Value:** Highest value attained by AC in a cycle.
- **RMS Value:** Effective value of AC equal to DC producing same heating effect.
- **Average Value:** Mean value over half cycle.
- **Frequency (f):** Number of cycles per second (Hz).
- **Time Period (T):** Time taken for one cycle ($T = 1/f$).
- **Form Factor:** Ratio of RMS value to average value.
- **Peak Factor:** Ratio of maximum value to RMS value.

5.1.4 Waveform of Alternating Current

5.1.1 परिचय (Fig. 5.1)

प्रत्यावर्ती धारा (AC) का व्यापक उपयोग घरेलू एवं औद्योगिक विद्युत प्रणालियों में किया जाता है। यह समय के साथ अपनी परिमाण और दिशा को आवर्त रूप से बदलती है, जिससे यह शक्ति संचरण एवं वितरण के लिए उपयुक्त होती है।

5.1.2 प्रत्यावर्ती धारा की परिभाषा

प्रत्यावर्ती धारा वह धारा है जो समय के साथ साइनाकार रूप में परिवर्तित होती है और नियमित अंतराल पर अपनी दिशा बदलती है।

5.1.3 मूल पद एवं परिभाषाएँ

तात्कालिक मान: किसी भी क्षण पर AC का मान।

अधिकतम (पीक) मान: एक चक्र में AC द्वारा प्राप्त उच्चतम मान।

RMS मान: AC का प्रभावी मान, जो समान ऊष्मीय प्रभाव उत्पन्न करने वाले DC के बराबर होता है।

औसत मान: आधे चक्र का औसत मान।

आवृत्ति (f): प्रति सेकंड चक्रों की संख्या (Hz)।

समय आवर्त (T): एक चक्र के लिए लिया गया समय ($T = 1/f$)।

फॉर्म फैक्टर: RMS मान और औसत मान का अनुपात।

पीक फैक्टर: अधिकतम मान और RMS मान का अनुपात।

AC is represented by a sinusoidal wave showing variation of current with time.

5.1.5 Phase and Phase Difference

Phase indicates the position of a waveform relative to time. Phase difference is the angular displacement between two AC quantities.

Vector Diagram (Phasor Representation)

AC quantities are represented by rotating vectors (phasors) indicating magnitude and phase relationship.

5.1.6 Vector Representation of AC Quantities

AC quantities (voltage and current) are represented by rotating vectors called **phasors**. The length of the vector represents magnitude, and its angular position represents phase. Phasors rotate in anticlockwise direction at angular velocity (ω). This method simplifies AC circuit analysis.

5.1.7 Vector Diagrams

Vector (phasor) diagrams show phase relationship between voltage and current.

Resistive Circuit: Voltage and current are in same phase.

Inductive Circuit: Current lags voltage by 90° .

Capacitive Circuit: Current leads voltage by 90° .

5.1.8 Mathematical Relations

In AC circuits,

$$v = V_m \sin \omega t$$

$$i = I_m \sin (\omega t \pm \phi)$$

Where ϕ is phase angle.

Reactance: $X_L = 2\pi fL$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

These relations are used to calculate current, voltage, and phase angle.

5.1.9 Applications

Vector diagrams are used in AC circuit analysis, power factor calculation, and troubleshooting in motors, transformers, and lighting circuits. They are widely used in workshop measurements and industry.

5.1.4 प्रत्यावर्ती धारा का तरंगरूप

AC को साइनाकार तरंग द्वारा प्रदर्शित किया जाता है, जो समय के साथ धारा के परिवर्तन को दर्शाती है।

5.1.5 फेज एवं फेज अंतर

फेज किसी तरंगरूप की समय के सापेक्ष स्थिति को दर्शाता है। फेज अंतर दो AC राशियों के बीच कोणीय विस्थापन को दर्शाता है।

वेक्टर आरेख (फेजर निरूपण)

AC राशियों को घूर्णनशील वेक्टर (फेजर) द्वारा प्रदर्शित किया जाता है, जो परिमाण और फेज संबंध को दर्शाते हैं।

5.1.6 AC राशियों का वेक्टर निरूपण

AC राशियों (वोल्टेज एवं धारा) को फेजर कहलाने वाले घूर्णनशील वेक्टर द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। वेक्टर की लंबाई परिमाण को दर्शाती है तथा इसका कोणीय स्थान फेज को दर्शाता है। फेजर वामावर्त दिशा में कोणीय वेग (ω) से घूमते हैं। यह विधि AC परिपथ विश्लेषण को सरल बनाती है।

5.1.7 वेक्टर आरेख

वेक्टर (फेजर) आरेख वोल्टेज एवं धारा के बीच फेज संबंध को दर्शाते हैं।

प्रतिरोधी परिपथ: वोल्टेज और धारा समान फेज में होते हैं।

प्रेरक परिपथ: धारा वोल्टेज से 90° पीछे रहती है।

धारिता परिपथ: धारा वोल्टेज से 90° आगे रहती है।

5.1.8 गणितीय संबंध

एसी परिपथों में,

$$v = V_m \sin \omega t$$

$$i = I_m \sin (\omega t \pm \phi)$$

जहाँ ϕ फेज कोण है।

$$\text{प्रतिघात: } X_L = 2\pi fL$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

इन संबंधों का उपयोग धारा, वोल्टेज एवं फेज कोण की गणना में किया जाता है।

5.1.9 अनुप्रयोग

वेक्टर आरेख का उपयोग AC परिपथ विश्लेषण, पावर फैक्टर गणना तथा मोटर, ट्रांसफॉर्मर एवं प्रकाश परिपथों में दोष खोज के लिए किया जाता है। इनका व्यापक उपयोग कार्यशाला माप एवं उद्योग में किया जाता है।

5.2 Series Resonance Circuit | श्रृंखला अनुनाद परिपथ

SERIES RESONANCE CIRCUIT | श्रेणी अनुनाद परिपथ

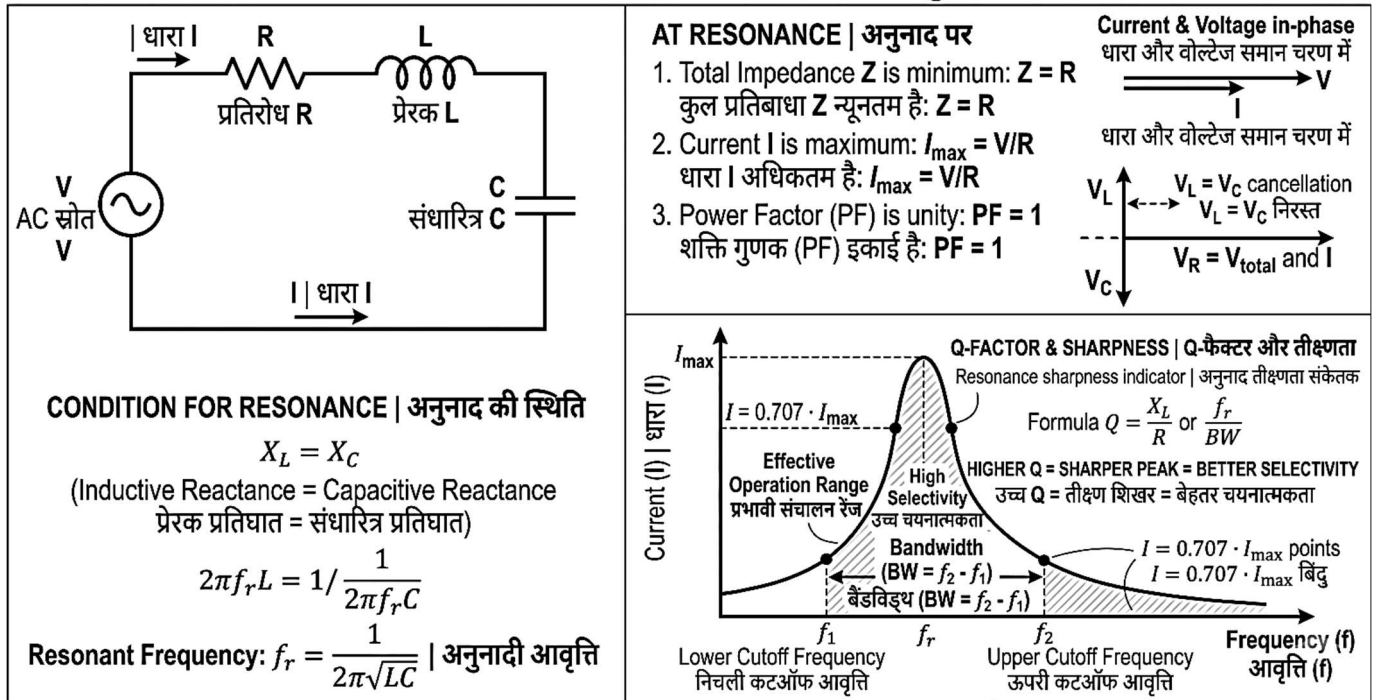


Fig. 5.2: Series Resonance Circuit | श्रृंखला अनुनाद परिपथ

5.2.1 Introduction (Fig. 5.2)

A series resonance circuit consists of resistance (R), inductance (L), and capacitance (C) connected in series to an AC supply. It is widely used in tuning and filtering applications in electrical and electronic systems.

5.2.2 Definition of Series Resonance

Series resonance occurs when inductive reactance (X_L) becomes equal to capacitive reactance (X_C). At this condition, the circuit impedance is minimum and current is maximum.

5.2.3 Circuit Diagram of Series R-L-C Circuit

The circuit includes AC supply connected in series with resistor, inductor, and capacitor.

5.2.4 Working Principle of Series Resonance

In AC circuits, X_L increases with frequency while X_C decreases. At resonance, $X_L = X_C$, and both cancel each other. Hence, only resistance remains in the circuit. The current becomes maximum and is in phase with voltage. Power factor becomes unity, which is important in practical applications.

5.2.5 Condition for Resonance

Resonance occurs when:

$$X_L = X_C$$

The resonant frequency is given by:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

5.2.6 Resonant Frequency

Resonant frequency is the frequency at which inductive reactance equals capacitive reactance in a

5.2.1 परिचय (Fig. 5.2)

श्रृंखला अनुनाद परिपथ में प्रतिरोध (R), प्रेरकत्व (L) तथा धारिता (C) को AC आपूर्ति के साथ श्रृंखला में जोड़ा जाता है। इसका व्यापक उपयोग विद्युत एवं इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों में ट्यूनिंग एवं फिल्टरिंग अनुप्रयोगों में किया जाता है।

5.2.2 श्रृंखला अनुनाद की परिभाषा

श्रृंखला अनुनाद तब होता है जब प्रेरक रिएक्टेंस (X_L) धारिता रिएक्टेंस (X_C) के बराबर हो जाता है। इस स्थिति में परिपथ का प्रतिबाधा न्यूनतम होता है और धारा अधिकतम होती है।

5.2.3 श्रृंखला R-L-C परिपथ का परिपथ आरेख

इस परिपथ में AC आपूर्ति को प्रतिरोधक, प्रेरक तथा संधारित्र के साथ श्रृंखला में जोड़ा जाता है।

5.2.4 श्रृंखला अनुनाद का कार्य सिद्धांत

AC परिपथों में X_L आवृत्ति के साथ बढ़ता है जबकि X_C घटता है। अनुनाद पर $X_L = X_C$ हो जाता है और दोनों एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं। अतः परिपथ में केवल प्रतिरोध रह जाता है। धारा अधिकतम हो जाती है और वोल्टेज के साथ समान फेज में होती है। पावर फैक्टर एकता हो जाता है, जो व्यावहारिक अनुप्रयोगों में महत्वपूर्ण है।

5.2.5 अनुनाद की शर्त

अनुनाद तब होता है जब:

$$X_L = X_C$$

अनुनादी आवृत्ति निम्न प्रकार दी जाती है:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

5.2.6 अनुनादी आवृत्ति

अनुनादी आवृत्ति वह आवृत्ति है जिस पर श्रृंखला R-L-C परिपथ में प्रेरक रिएक्टेंस धारिता रिएक्टेंस के बराबर हो जाता है। इस आवृत्ति पर परिपथ धारा के लिए न्यूनतम विरोध प्रदान करता है।

series R-L-C circuit. At this frequency, the circuit offers minimum opposition to current.

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

5.2.7 Impedance and Current at Resonance

At resonance, $X_L = X_C$, so impedance becomes purely resistive. Hence, total impedance $Z = R$. Current is maximum and is in phase with supply voltage.

5.2.8 Voltage Distribution in Circuit

At resonance, voltage across inductor and capacitor are equal in magnitude but opposite in phase, so they cancel each other. Voltage across resistor equals supply voltage.

5.2.9 Quality Factor (Q-Factor)

Q-factor indicates sharpness of resonance. Higher Q means better selectivity of circuit.

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f_r L}{R}$$

5.2.10 Bandwidth

Bandwidth is the difference between upper and lower frequencies at which current falls to 70.7% of maximum value. It indicates range of frequencies for effective operation.

$$BW = f_2 - f_1$$

5.2. Series Resonance Circuit

5.2.11 Advantages

A series resonance circuit offers **minimum impedance** at resonance, resulting in **maximum current flow**. It provides **high selectivity**, making it useful in tuning specific frequencies. The circuit has **unity power factor**, improving energy efficiency. It is simple in construction and easy to analyze, which is beneficial for workshop practice and troubleshooting.

5.2.12 Disadvantages

At resonance, current becomes very high, which may cause **overheating and damage** to components if not properly rated. Voltage across inductor and capacitor can become very high, leading to **insulation failure**. The circuit is also sensitive to frequency variations, reducing stability in some applications.

5.2.13 Applications

Series resonance circuits are widely used in radio and TV tuning circuits, filter circuits, and frequency selection systems. They are also used in induction heating, communication systems, and testing equipment in electrical workshops and industries.

5.2.14 Numerical Problems

Question

A **series RLC circuit** has the following values:

Resistance (R) = 10 Ω

Inductance (L) = 0.1 H

Capacitance (C) = 100 μF

Supply Voltage (V) = 100 V

Find:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

5.2.7 अनुनाद पर प्रतिबाधा एवं धारा

अनुनाद पर $X_L = X_C$ होता है, इसलिए प्रतिबाधा पूर्णतः प्रतिरोधात्मक हो जाती है। अतः कुल प्रतिबाधा $Z = R$ होती है। धारा अधिकतम होती है और आपूर्ति वोल्टेज के साथ समान फेज में होती है।

5.2.8 परिपथ में वोल्टेज का वितरण

अनुनाद पर प्रेरक एवं संधारित्र के पार वोल्टेज परिमाण में समान लेकिन फेज में विपरीत होते हैं, अतः वे एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं। प्रतिरोधक के पार वोल्टेज आपूर्ति वोल्टेज के बराबर होता है।

5.2.9 गुणवत्ता गुणांक (Q-फैक्टर)

Q-फैक्टर अनुनाद की तीक्ष्णता को दर्शाता है। उच्च Q का अर्थ है परिपथ की बेहतर चयन क्षमता।

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f_r L}{R}$$

5.2.10 बैंडविड्थ

बैंडविड्थ वह अंतर है जो उन उच्च एवं निम्न आवृत्तियों के बीच होता है जहाँ धारा अधिकतम मान के 70.7% तक गिर जाती है। यह प्रभावी संचालन के लिए आवृत्ति की सीमा को दर्शाता है।

$$BW = f_2 - f_1$$

5.2. श्रृंखला अनुनाद परिपथ

5.2.11 लाभ

श्रृंखला अनुनाद परिपथ अनुनाद पर न्यूनतम प्रतिबाधा प्रदान करता है, जिससे अधिकतम धारा प्रवाहित होती है। यह उच्च चयन क्षमता प्रदान करता है, जिससे विशिष्ट आवृत्तियों को ट्यून करने में उपयोगी होता है। परिपथ का पावर फैक्टर एकता होता है, जिससे ऊर्जा दक्षता बढ़ती है। इसका निर्माण सरल होता है तथा विश्लेषण आसान होता है, जो कार्यशाला अभ्यास एवं दोष खोज के लिए उपयोगी है।

5.2.12 हानियाँ

अनुनाद पर धारा बहुत अधिक हो जाती है, जिससे उचित रेटिंग न होने पर अधिक ताप एवं अवयवों को क्षति हो सकती है। प्रेरक एवं संधारित्र के पार वोल्टेज बहुत अधिक हो सकता है, जिससे इन्सुलेशन विफलता हो सकती है। यह परिपथ आवृत्ति परिवर्तन के प्रति संवेदनशील होता है, जिससे कुछ अनुप्रयोगों में स्थिरता कम हो जाती है।

5.2.13 अनुप्रयोग

श्रृंखला अनुनाद परिपथ का व्यापक उपयोग रेडियो एवं टीवी ट्यूनिंग परिपथों, फिल्टर परिपथों तथा आवृत्ति चयन प्रणालियों में किया जाता है। इसका उपयोग इंडक्शन हीटिंग, संचार प्रणालियों तथा विद्युत कार्यशालाओं एवं उद्योगों में परीक्षण उपकरणों में भी किया जाता है।

5.2.14 संख्यात्मक प्रश्न

प्रश्न

एक श्रेणी RLC परिपथ में निम्नलिखित मान दिए गए हैं:

प्रतिरोध (R) = 10 Ω

प्रेरकत्व (L) = 0.1 H

धारिता (C) = 100 μF

आपूर्ति वोल्टेज (V) = 100 V

Resonant frequency, current at resonance, impedance at resonance, Q-factor, and bandwidth.

Solution

Given

$$R = 10 \Omega$$

$$L = 0.1 \text{ H}$$

$$C = 100 \mu\text{F} = 100 \times 10^{-6} \text{ F} = 0.0001 \text{ F}$$

$$V = 100 \text{ V}$$

Resonant Frequency

Formula:

$$f_r = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$$

Putting the values:

$$f_r = 1 / 2 \times 3.14 \times \sqrt{(0.1 \times 0.0001)}$$

$$f_r = 1 / 6.28 \times \sqrt{0.00001}$$

$$f_r = 1 / 6.28 \times 0.00316$$

$$f_r = 1 / 0.0198$$

$$f_r = 50.5 \text{ Hz}$$

Answer:

Resonant frequency = 50.5 Hz

Impedance at Resonance

In a series RLC circuit, at resonance:

Impedance = Resistance

So,

$$Z = R = 10 \Omega$$

Answer:

Impedance at resonance = 10 Ω

Current at Resonance

Formula: $I = V / Z$

$$I = 100 / 10$$

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

Answer:

Current at resonance = 10 A

Q-Factor

Formula: $Q = 2\pi f_r L / R$

$$Q = 2 \times 3.14 \times 50.5 \times 0.1 / 10$$

$$Q = 31.7 / 10$$

$$Q = 3.17$$

Answer:

Q-factor = 3.17

Bandwidth

Formula: Bandwidth = f_r / Q

$$\text{Bandwidth} = 50.5 / 3.17$$

$$\text{Bandwidth} = 15.9 \text{ Hz}$$

Answer:

Bandwidth = 15.9 Hz

ज्ञात कीजिए:

अनुनादी आवृत्ति, अनुनाद पर धारा, अनुनाद पर प्रतिबाधा, Q-फैक्टर और बैंडविड्थ।

हल

दिया गया है:

$$R = 10 \Omega$$

$$L = 0.1 \text{ H}$$

$$C = 100 \mu\text{F} = 100 \times 10^{-6} \text{ F} = 0.0001 \text{ F}$$

$$V = 100 \text{ V}$$

अनुनादी आवृत्ति

सूत्र:

$$f_r = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$$

मान रखने पर:

$$f_r = 1 / 2 \times 3.14 \times \sqrt{(0.1 \times 0.0001)}$$

$$f_r = 1 / 6.28 \times \sqrt{0.00001}$$

$$f_r = 1 / 6.28 \times 0.00316$$

$$f_r = 1 / 0.0198$$

$$f_r = 50.5 \text{ Hz}$$

उत्तर:

अनुनादी आवृत्ति = **50.5 Hz**

अनुनाद पर प्रतिबाधा

श्रेणी RLC परिपथ में अनुनाद की अवस्था में:

प्रतिबाधा = प्रतिरोध

अतः,

$$Z = R = 10 \Omega$$

उत्तर:

अनुनाद पर प्रतिबाधा = **10 Ω**

अनुनाद पर धारा

सूत्र: $I = V / Z$

$$I = 100 / 10$$

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

उत्तर:

अनुनाद पर धारा = **10 A**

Q-फैक्टर

सूत्र: $Q = 2\pi f_r L / R$

$$Q = 2 \times 3.14 \times 50.5 \times 0.1 / 10$$

$$Q = 31.7 / 10$$

$$Q = 3.17$$

उत्तर:

Q-फैक्टर = **3.17**

बैंडविड्थ

सूत्र: Bandwidth = f_r / Q

$$\text{Bandwidth} = 50.5 / 3.17$$

$$\text{Bandwidth} = 15.9 \text{ Hz}$$

उत्तर:

बैंडविड्थ = **15.9 Hz**

5.3 R-L, R-C and R-L-C Parallel Circuits | R-L, R-C तथा R-L-C समानांतर परिपथ

PARALLEL AC CIRCUITS | समानांतर AC परिपथ

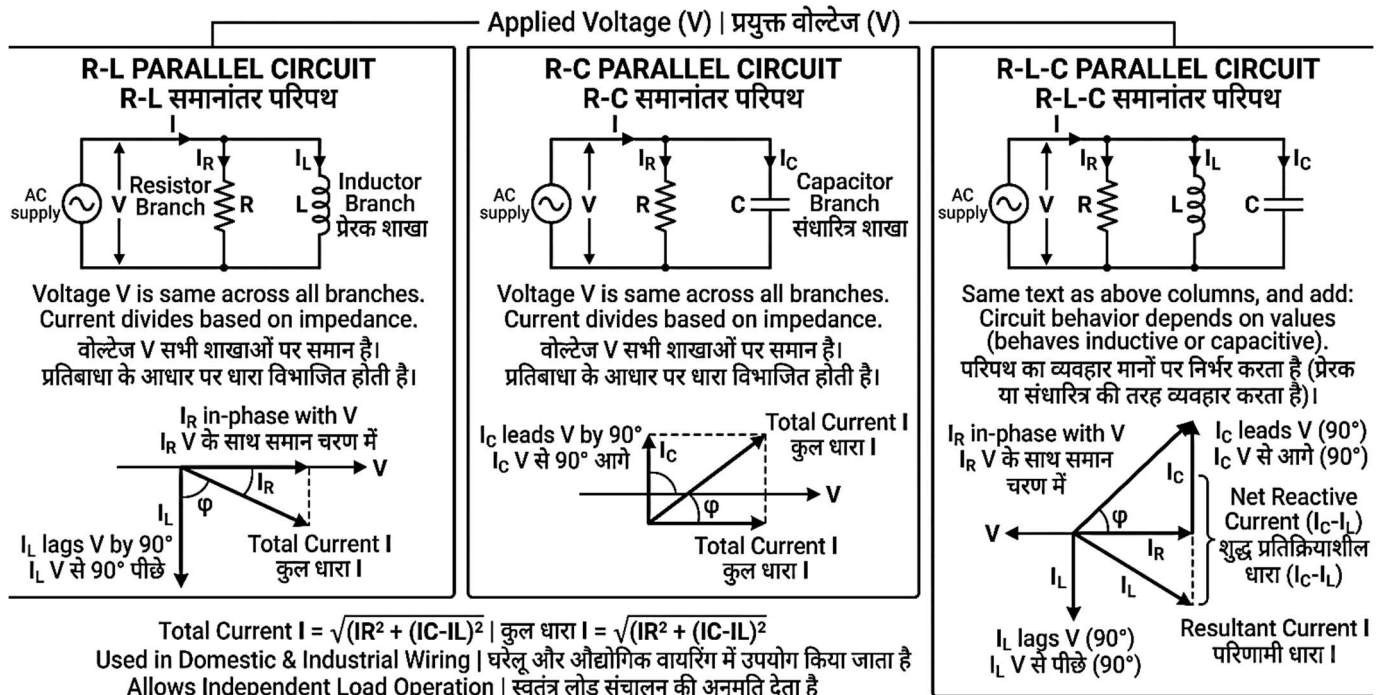


Fig. 5.3: R-L, R-C and R-L-C Parallel AC Circuits | R-L, R-C एवं R-L-C समानांतर AC परिपथ

5.3.1 Introduction (Fig. 5.3)

In parallel AC circuits, components are connected across the same voltage supply. Current divides into different branches depending on impedance. These circuits are important in domestic wiring, power systems, and industrial applications.

5.3.2 R-L Parallel Circuit

Circuit Diagram

Resistor (R) and inductor (L) are connected in parallel across an AC supply.

Working Principle

Voltage across both branches is same. Current through resistor is in phase with voltage, while current through inductor lags by 90° . Total current is vector sum of both branch currents.

5.3.3 R-C Parallel Circuit

Circuit Diagram

Resistor (R) and capacitor (C) are connected in parallel across an AC supply.

Working Principle

Voltage across both branches is same. Current through resistor is in phase, while current through capacitor leads voltage by 90° . Total current is vector sum of branch currents.

5.3.4 R-L-C Parallel Circuit

Circuit Diagram

Resistor (R), Inductor (L), and Capacitor (C) are connected in parallel across an AC supply. Each branch carries its own current depending on

5.3.1 परिचय (Fig. 5.3)

समानांतर AC परिपथों में अवयव एक ही वोल्टेज आपूर्ति के समानांतर जुड़े होते हैं। धारा प्रतिबाधा के अनुसार विभिन्न शाखाओं में विभाजित होती है। ये परिपथ घरेलू वायरिंग, पावर सिस्टम तथा औद्योगिक अनुप्रयोगों में महत्वपूर्ण हैं।

5.3.2 R-L समानांतर परिपथ

परिपथ आरेख

प्रतिरोधक (R) तथा प्रेरक (L) को AC आपूर्ति के समानांतर जोड़ा जाता है।

कार्य सिद्धांत

दोनों शाखाओं में वोल्टेज समान होता है। प्रतिरोधक में धारा वोल्टेज के साथ समान फेज में होती है, जबकि प्रेरक में धारा 90° पीछे रहती है। कुल धारा दोनों शाखाओं की वेक्टर योग होती है।

5.3.3 R-C समानांतर परिपथ

परिपथ आरेख

प्रतिरोधक © तथा संधारित्र © को AC आपूर्ति के समानांतर जोड़ा जाता है।

कार्य सिद्धांत

दोनों शाखाओं में वोल्टेज समान होता है। प्रतिरोधक में धारा समान फेज में होती है, जबकि संधारित्र में धारा वोल्टेज से 90° आगे रहती है। कुल धारा शाखाओं की वेक्टर योग होती है।

5.3.4 R-L-C समानांतर परिपथ

परिपथ आरेख

प्रतिरोधक (R), प्रेरक (L) तथा संधारित्र (C) को AC आपूर्ति के समानांतर जोड़ा जाता है। प्रत्येक शाखा अपनी प्रतिबाधा के अनुसार धारा वहन करती है।

impedance.

Working Principle

The applied voltage is same across all branches. Current through resistor (IR) is in phase with voltage, current through inductor (IL) lags by 90°, and current through capacitor (IC) leads by 90°. The total current is the **vector sum** of IR, IL, and IC. Depending on values, the circuit may behave inductive or capacitive.

5.3.5 Current and Impedance in Parallel Circuits

Total current is the sum of branch currents:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

Impedance in parallel circuits is calculated using admittance. Lower impedance results in higher current. These calculations are important for load analysis and circuit design.

5.3.6 Power in Parallel Circuits

Power is mainly consumed in the resistive branch. Inductor and capacitor store and release energy but do not consume real power.

Real power: $P = VI \cos \phi$

Power factor depends on phase angle between voltage and current.

5.3.7 Advantages

Parallel AC circuits provide constant voltage across all branches, which is useful in domestic and industrial wiring. They allow independent operation of loads, so failure of one branch does not affect others. These circuits improve flexibility in load addition/removal and help in power factor improvement by proper selection of inductive or capacitive branches. They are widely used in practical installations and workshop wiring.

5.3.8 Disadvantages

Parallel circuits may draw **high total current**, increasing conductor size and cost. Analysis is more complex due to **vector addition of currents**. Improper design can lead to **poor power factor** and increased losses. Also, fault detection becomes difficult in large parallel networks.

5.3.9 Applications

These circuits are used in domestic wiring systems, industrial distribution boards, and lighting circuits. R-L and R-C parallel circuits are used in power factor correction and filter circuits. R-L-C parallel circuits are used in tuning circuits, communication systems, and resonance applications.

5.3.10 Numerical Problems (Parallel Circuits)

Numerical problems in R-L, R-C, and R-L-C parallel circuits are based on calculation of branch currents, total current, impedance, power, and power factor. For a parallel circuit, branch currents are calculated as:

कार्य सिद्धांत

सभी शाखाओं में लागू वोल्टेज समान होता है। प्रतिरोधक की धारा (IR) वोल्टेज के साथ समान फेज में होती है, प्रेरक की धारा (IL) 90° पीछे रहती है, तथा संधारित्र की धारा (IC) 90° आगे रहती है। कुल धारा IR, IL तथा IC का वेक्टर योग होती है। मानों के अनुसार परिपथ प्रेरक या धारिता प्रकृति का हो सकता है।

5.3.5 समानांतर परिपथों में धारा एवं प्रतिबाधा

कुल धारा शाखा धाराओं का योग होती है:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

समानांतर परिपथों में प्रतिबाधा एडमिटेंस के माध्यम से ज्ञात की जाती है। कम प्रतिबाधा होने पर धारा अधिक होती है। ये गणनाएँ लोड विश्लेषण एवं परिपथ डिजाइन के लिए महत्वपूर्ण हैं।

5.3.6 समानांतर परिपथों में शक्ति

शक्ति मुख्यतः प्रतिरोधक शाखा में उपभोग होती है। प्रेरक एवं संधारित्र ऊर्जा को संग्रहित एवं मुक्त करते हैं, परंतु वास्तविक शक्ति का उपभोग नहीं करते।

$$P = VI \cos \phi$$

पावर फैक्टर वोल्टेज एवं धारा के बीच फेज कोण पर निर्भर करता है।

5.3.7 लाभ

समानांतर AC परिपथ सभी शाखाओं में स्थिर वोल्टेज प्रदान करते हैं, जो घरेलू एवं औद्योगिक वायरिंग में उपयोगी है। ये लोड के स्वतंत्र संचालन की अनुमति देते हैं, जिससे एक शाखा की विफलता अन्य को प्रभावित नहीं करती। ये लोड जोड़ने/हटाने में लचीलापन प्रदान करते हैं तथा उचित प्रेरक या धारिता शाखाओं के चयन द्वारा पावर फैक्टर सुधार में सहायक होते हैं। इनका व्यापक उपयोग व्यावहारिक स्थापना एवं कार्यशाला वायरिंग में किया जाता है।

5.3.8 हानियाँ

समानांतर परिपथ कुल धारा को अधिक कर सकते हैं, जिससे चालक का आकार एवं लागत बढ़ती है। धारा के वेक्टर योग के कारण विश्लेषण अधिक जटिल होता है। अनुचित डिजाइन से पावर फैक्टर खराब हो सकता है तथा हानियाँ बढ़ सकती हैं। बड़े समानांतर नेटवर्क में दोष खोज भी कठिन हो जाती है।

5.3.9 अनुप्रयोग

इन परिपथों का उपयोग घरेलू वायरिंग प्रणालियों, औद्योगिक वितरण बोर्ड तथा प्रकाश परिपथों में किया जाता है। R-L एवं R-C समानांतर परिपथ पावर फैक्टर सुधार एवं फिल्टर परिपथों में उपयोग होते हैं। R-L-C समानांतर परिपथ ट्यूनिंग परिपथ, संचार प्रणालियों तथा अनुनाद अनुप्रयोगों में उपयोग किए जाते हैं।

5.3.10 संख्यात्मक प्रश्न (समानांतर परिपथ)

R-L, R-C तथा R-L-C समानांतर परिपथों में संख्यात्मक प्रश्न शाखा धाराओं, कुल धारा, प्रतिबाधा, शक्ति एवं पावर फैक्टर की गणना पर आधारित होते हैं। समानांतर परिपथ के लिए शाखा धाराएँ इस प्रकार ज्ञात की जाती हैं:

$$I_R = \frac{V}{R}, I_L = \frac{V}{X_L}, I_C = \frac{V}{X_C}$$

Total current is obtained using vector (phasor) addition:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

Impedance is given by:

$$Z = \frac{V}{I}$$

Power in the circuit is:

$$P = VI \cos \phi$$

Where $\cos \phi$ is the power factor.

Numerical Example: Parallel R-L-C Circuit

Question

A 230 V AC supply is connected to a parallel circuit having:

Resistance, $R = 20 \Omega$

Inductive reactance, $X_L = 30 \Omega$

Capacitive reactance, $X_C = 60 \Omega$

Find:

I_R , I_L , I_C , total current, impedance, and power factor.

Solution

Given Data

$V = 230 \text{ V}$

$R = 20 \Omega$

$X_L = 30 \Omega$

$X_C = 60 \Omega$

Step 1: Calculate Branch Currents

Current through resistor

$I_R = V / R$

$I_R = 230 / 20$

$I_R = 11.5 \text{ A}$

Current through inductor

$I_L = V / X_L$

$I_L = 230 / 30$

$I_L = 7.67 \text{ A}$

Current through capacitor

$I_C = V / X_C$

$I_C = 230 / 60$

$I_C = 3.83 \text{ A}$

Step 2: Find Net Reactive Current

In a parallel R-L-C circuit:

Inductive current I_L lags and **capacitive current I_C leads**.

So, net reactive current is:

Reactive current = $I_L - I_C$

Reactive current = $7.67 - 3.83$

Reactive current = 3.84 A

Here, **I_L is greater than I_C** , so the circuit is **inductive**.

$$I_R = \frac{V}{R}, I_L = \frac{V}{X_L}, I_C = \frac{V}{X_C}$$

कुल धारा वेक्टर (फेजर) योग द्वारा प्राप्त होती है:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

प्रतिबाधा:

$$Z = \frac{V}{I}$$

परिपथ में शक्ति:

$$P = VI \cos \phi$$

जहाँ $\cos \phi$ पावर फैक्टर है।

संख्यात्मक उदाहरण: समानांतर R-L-C परिपथ

प्रश्न

230 V AC आपूर्ति को एक समानांतर परिपथ से जोड़ा गया है, जिसमें:

प्रतिरोध, $R = 20 \Omega$

प्रेरकीय प्रतिघात, $X_L = 30 \Omega$

धारित्रिय प्रतिघात, $X_C = 60 \Omega$

ज्ञात कीजिए:

I_R , I_L , I_C , कुल धारा, प्रतिबाधा और शक्ति गुणांक।

हल

दिया गया डेटा

$V = 230 \text{ V}$

$R = 20 \Omega$

$X_L = 30 \Omega$

$X_C = 60 \Omega$

चरण 1: शाखा धाराओं की गणना

प्रतिरोध में प्रवाहित धारा

$I_R = V / R$

$I_R = 230 / 20$

$I_R = 11.5 \text{ A}$

प्रेरक में प्रवाहित धारा

$I_L = V / X_L$

$I_L = 230 / 30$

$I_L = 7.67 \text{ A}$

संधारित्र में प्रवाहित धारा

$I_C = V / X_C$

$I_C = 230 / 60$

$I_C = 3.83 \text{ A}$

चरण 2: शुद्ध प्रतिघाती धारा ज्ञात करना

समानांतर R-L-C परिपथ में:

प्रेरकीय धारा I_L पीछे रहती है और धारित्रिय धारा I_C आगे रहती है।

इसलिए, शुद्ध प्रतिघाती धारा होगी:

प्रतिघाती धारा = $I_L - I_C$

प्रतिघाती धारा = $7.67 - 3.83$

प्रतिघाती धारा = 3.84 A

यहाँ I_L , I_C से अधिक है, इसलिए परिपथ **प्रेरकीय** है।

Step 3: Calculate Total Current Using Phasor Relation

Total current is:
 $I = \sqrt{(IR^2 + \text{Reactive current}^2)}$
 $I = \sqrt{(11.5^2 + 3.84^2)}$
 $I = \sqrt{(132.25 + 14.75)}$
 $I = \sqrt{147}$
 $I = 12.12 \text{ A}$

Step 4: Determine Impedance

$Z = V / I$
 $Z = 230 / 12.12$
 $Z = 18.98 \Omega$
 So,
Impedance = 18.98 Ω

Step 5: Determine Power Factor

Power factor = IR / I
 Power factor = $11.5 / 12.12$
 Power factor = 0.95
 Since the circuit is inductive, the power factor is:
Power factor = 0.95 lagging

चरण 3: फेजर संबंध द्वारा कुल धारा की गणना

कुल धारा है:
 $I = \sqrt{(IR^2 + \text{प्रतिघाती धारा}^2)}$
 $I = \sqrt{(11.5^2 + 3.84^2)}$
 $I = \sqrt{(132.25 + 14.75)}$
 $I = \sqrt{147}$
 $I = 12.12 \text{ A}$

चरण 4: प्रतिबाधा ज्ञात करना

$Z = V / I$
 $Z = 230 / 12.12$
 $Z = 18.98 \Omega$
 अतः,
प्रतिबाधा = 18.98 Ω

चरण 5: शक्ति गुणांक ज्ञात करना

शक्ति गुणांक = IR / I
 शक्ति गुणांक = $11.5 / 12.12$
 शक्ति गुणांक = 0.95
 चूँकि परिपथ प्रेरकीय है, इसलिए शक्ति गुणांक होगा:
शक्ति गुणांक = 0.95 पश्चगामी

5.4 Parallel Resonance Circuits | समानांतर अनुनाद परिपथ

PARALLEL RESONANCE CIRCUIT | समानांतर अनुनाद परिपथ

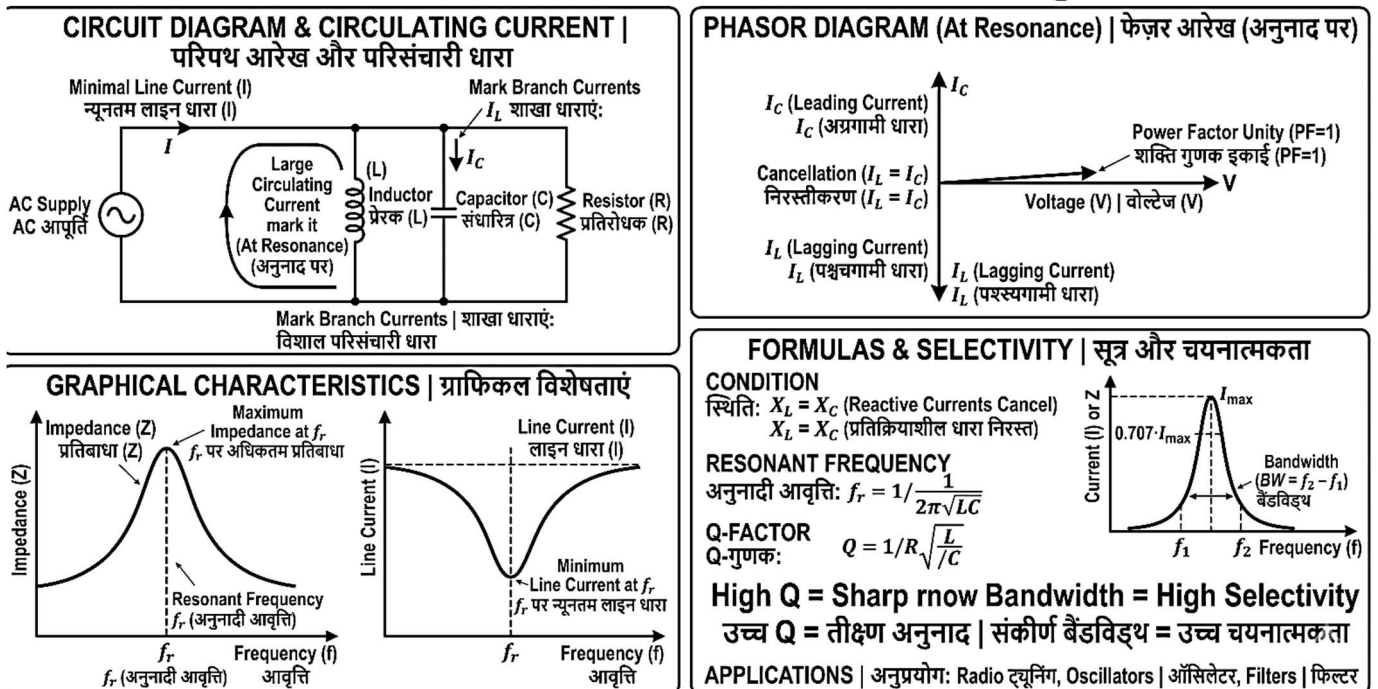


Fig. 5.4: Parallel Resonance Circuit | समानांतर अनुनाद परिपथ

5.4.1 Introduction (Fig. 5.4)

A parallel resonance circuit consists of inductance (L) and capacitance (C) connected in parallel across an AC supply, usually with resistance present. It is also called a **tank circuit**. This circuit is widely used in

5.4.1 परिचय (Fig. 5.4)

समानांतर अनुनाद परिपथ में प्रेरकत्व (L) और धारिता (C) को AC आपूर्ति के समानांतर जोड़ा जाता है, जिसमें सामान्यतः प्रतिरोध भी उपस्थित होता है। इसे टैंक परिपथ भी कहा जाता है। यह परिपथ

communication and tuning applications due to its frequency-selective property.

5.4.2 Definition of Parallel Resonance

Parallel resonance occurs when the **inductive current (IL)** becomes equal to the **capacitive current (IC)**. At this condition, the reactive currents cancel each other, resulting in **minimum line current** and **maximum impedance**. The circuit behaves like a purely resistive circuit at resonance and power factor becomes unity.

5.4.3 Circuit Diagram of Parallel Resonance Circuit

The circuit consists of an AC supply connected across parallel branches of inductor and capacitor, along with resistance. Each branch carries its own current. At resonance, circulating current flows between L and C, while supply current remains minimum.

5.4.4 Working Principle of Parallel Resonance

In a parallel L-C circuit, applied voltage is common to both branches. Inductive current (IL) lags voltage by 90°, while capacitive current (IC) leads by 90°. At resonance, IL = IC, so reactive currents cancel. Only a small line current flows, while large circulating current exists between L and C.

5.4.5 Condition for Resonance

Resonance occurs when:

$$X_L = X_C$$

5.4.6 Resonant Frequency

The frequency at which resonance occurs is:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

5.4.7 Impedance and Current at Resonance

At resonance, impedance is maximum and circuit current is minimum. The circuit behaves like a high-resistance path.

5.4.8 Dynamic Resistance

Dynamic resistance is the effective resistance of the circuit at resonance. It is very high and depends on L, C, and internal resistance. It controls the sharpness of resonance.

5.4.9 Quality Factor (Q-Factor)

Q-factor indicates selectivity of the circuit. Higher Q means sharper resonance and better frequency selection.

$$Q = \frac{f_r}{BW}$$

5.4.10 Bandwidth

Bandwidth is the difference between upper and lower cutoff frequencies. It indicates the range of frequencies over which the circuit operates effectively.

$$BW = f_2 - f_1$$

5.4.11 Advantages

Parallel resonance circuits offer **high impedance at resonance**, resulting in very low supply current. This reduces power loss and improves efficiency. They provide **excellent selectivity**, allowing only a

अपनी आवृत्ति चयन क्षमता के कारण संचार एवं ट्यूनिंग अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

5.4.2 समानांतर अनुनाद की परिभाषा

समानांतर अनुनाद तब होता है जब प्रेरक धारा (IL) धारिता धारा (IC) के बराबर हो जाती है। इस स्थिति में प्रतिक्रियात्मक धाराएँ एक-दूसरे को निरस्त कर देती हैं, जिससे लाइन धारा न्यूनतम और प्रतिबाधा अधिकतम हो जाती है। अनुनाद पर परिपथ शुद्ध प्रतिरोधात्मक व्यवहार करता है तथा पावर फैक्टर एकता हो जाता है।

5.4.3 समानांतर अनुनाद परिपथ का परिपथ आरेख

इस परिपथ में AC आपूर्ति को प्रेरक एवं संधारित्र की समानांतर शाखाओं के साथ जोड़ा जाता है, साथ ही प्रतिरोध भी उपस्थित होता है। प्रत्येक शाखा अपनी धारा वहन करती है।

अनुनाद पर L और C के बीच परिसंचारी धारा प्रवाहित होती है, जबकि आपूर्ति धारा न्यूनतम रहती है।

5.4.4 समानांतर अनुनाद का कार्य सिद्धांत

समानांतर L-C परिपथ में लागू वोल्टेज दोनों शाखाओं में समान होता है। प्रेरक धारा (IL) वोल्टेज से 90° पीछे रहती है, जबकि धारिता धारा (IC) 90° आगे रहती है। अनुनाद पर IL = IC होता है, जिससे प्रतिक्रियात्मक धाराएँ निरस्त हो जाती हैं। केवल अल्प लाइन धारा प्रवाहित होती है, जबकि L और C के बीच अधिक परिसंचारी धारा होती है।

5.4.5 अनुनाद की शर्त

$$X_L = X_C$$

5.4.6 अनुनादी आवृत्ति

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

5.4.7 अनुनाद पर प्रतिबाधा एवं धारा

अनुनाद पर प्रतिबाधा अधिकतम तथा परिपथ धारा न्यूनतम होती है। परिपथ उच्च प्रतिरोध पथ की तरह व्यवहार करता है।

5.4.8 डायनेमिक प्रतिरोध

डायनेमिक प्रतिरोध अनुनाद पर परिपथ का प्रभावी प्रतिरोध होता है। यह बहुत अधिक होता है तथा L, C और आंतरिक प्रतिरोध पर निर्भर करता है। यह अनुनाद की तीक्ष्णता को नियंत्रित करता है।

5.4.9 गुणवत्ता गुणांक (Q-फैक्टर)

Q-फैक्टर परिपथ की चयन क्षमता को दर्शाता है। अधिक Q का अर्थ है तीक्ष्ण अनुनाद तथा बेहतर आवृत्ति चयन।

$$Q = \frac{f_r}{BW}$$

5.4.10 बैंडविड्थ

बैंडविड्थ उच्च एवं निम्न कट-ऑफ आवृत्तियों के बीच का अंतर है। यह उस आवृत्ति सीमा को दर्शाता है जिसमें परिपथ प्रभावी रूप से कार्य करता है।

$$BW = f_2 - f_1$$

5.4.11 लाभ

समानांतर अनुनाद परिपथ अनुनाद पर उच्च प्रतिबाधा प्रदान करते हैं, जिससे आपूर्ति धारा बहुत कम हो जाती है। इससे शक्ति हानि कम

desired frequency to pass. The circuit also maintains **stable voltage across components**, making it suitable for sensitive electronic and communication systems.

5.4.12 Disadvantages

The circuit has **complex design and analysis** due to multiple reactive components. High circulating current between L and C may cause **heating and losses**. It requires proper tuning; otherwise, performance becomes poor. Also, component cost and maintenance may be higher compared to simple circuits.

5.4.13 Applications

Parallel resonance circuits are widely used in **radio and TV tuning circuits, filters, and oscillator circuits**. They are also used in **communication systems, signal selection, and frequency-sensitive devices** in industries and workshops.

होती है और दक्षता बढ़ती है। ये उत्कृष्ट चयन क्षमता प्रदान करते हैं, जिससे केवल वांछित आवृत्ति को ही गुजरने देते हैं। परिपथ अवयवों के पार स्थिर वोल्टेज बनाए रखता है, जिससे यह संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार प्रणालियों के लिए उपयुक्त होता है।

5.4.12 हानियाँ

अनेक प्रतिक्रियात्मक अवयवों के कारण परिपथ का डिजाइन एवं विश्लेषण जटिल होता है। L और C के बीच अधिक परिसंचारी धारा से ऊष्मा एवं हानियाँ उत्पन्न हो सकती हैं। उचित ट्यूनिंग की आवश्यकता होती है, अन्यथा प्रदर्शन कमजोर हो जाता है। साथ ही, अवयवों की लागत एवं रखरखाव साधारण परिपथों की तुलना में अधिक हो सकते हैं।

5.4.13 अनुप्रयोग

समानांतर अनुनाद परिपथों का व्यापक उपयोग रेडियो एवं टीवी ट्यूनिंग परिपथों, फिल्टर तथा ऑसिलेटर परिपथों में किया जाता है। इनका उपयोग संचार प्रणालियों, सिग्नल चयन तथा उद्योगों एवं कार्यशालाओं में आवृत्ति-संवेदनशील उपकरणों में भी किया जाता है।

5.5 Power, Energy and Power Factor in AC Single Phase System | एकल-चरण AC प्रणाली में शक्ति, ऊर्जा एवं पावर फैक्टर

AC SINGLE PHASE SYSTEM: POWER, ENERGY & POWER FACTOR | एसी एकल चरण प्रणाली: शक्ति, ऊर्जा और शक्ति गुणक

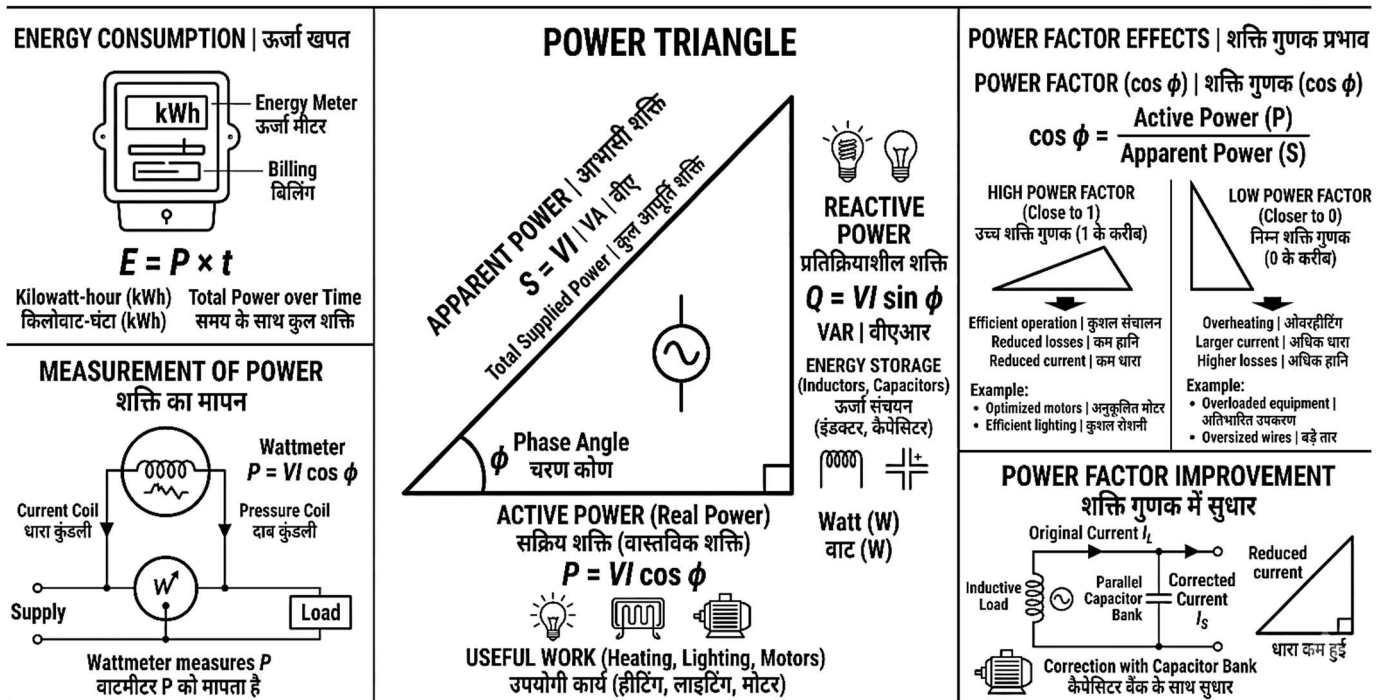


Fig. 5.5: Power, Energy, and Power Factor in Single-Phase AC | एकल-चरण AC में शक्ति, ऊर्जा एवं पावर फैक्टर

5.5.1 Introduction (Fig. 5.5)

In AC single-phase systems, voltage and current may not be in the same phase. Hence, power calculation becomes different from DC circuits. Understanding power components is essential for efficient operation of electrical equipment in workshops and industries.

5.5.1 परिचय (Fig. 5.5)

एकल-चरण AC प्रणालियों में वोल्टेज और धारा समान फेज में नहीं भी हो सकते हैं। इसलिए शक्ति की गणना DC परिपथों से भिन्न होती है। कार्यशालाओं एवं उद्योगों में विद्युत उपकरणों के कुशल संचालन हेतु शक्ति के घटकों की समझ आवश्यक है।

5.5.2 Definition of Power in AC Circuit

Power in an AC circuit is the rate at which electrical energy is consumed or converted into useful work. It depends on voltage, current, and the phase angle between them.

$$P = VI \cos \phi$$

Where $\cos \phi$ is the power factor.

5.5.3 Types of Power

Active Power (Real Power)

It is the actual power consumed in the circuit to perform useful work such as heating, lighting, and mechanical output. Unit: Watt (W).

Reactive Power

It is the power that alternately stores and returns energy in inductors and capacitors. It does not perform useful work. Unit: VAR.

Apparent Power

It is the total power supplied to the circuit, combining active and reactive power. Unit: VA.

5.5.4 Power Triangle

Power triangle shows the relationship between **active power (P)**, **reactive power (Q)**, and **apparent power (S)** in an AC circuit. It is a right-angled triangle where P is the base, Q is the perpendicular, and S is the hypotenuse. It helps in understanding power factor and phase angle.

5.5.5 Power Factor

Power factor is the ratio of active power to apparent power and indicates efficiency of the system.

$$\text{Power Factor} = \cos \phi = \frac{P}{S}$$

It varies from 0 to 1. High power factor means better utilization of electrical energy. Low power factor increases losses and reduces system efficiency.

5.5.6 Energy Consumption in AC Circuit

Electrical energy is the total power consumed over time. It is measured in **kilowatt-hour (kWh)**.

$$\text{Energy} = P \times t$$

It is recorded by an energy meter and used for billing purposes in domestic and industrial installations.

5.5.7 Measurement of Power

Power in AC circuits is measured using a **wattmeter**. It has current coil and pressure coil to measure power accurately considering phase angle.

These topics are essential for **energy management, billing, and power system efficiency** in practical applications.

5.5.8 Significance of Power Factor

Power factor indicates how effectively electrical power is used. A **high power factor (close to 1)** means efficient utilization of energy, reduced losses, and better voltage regulation. A **low power factor** causes higher current flow, leading to increased copper losses, overheating, and larger conductor size. In industries, maintaining good power factor

5.5.2 AC परिपथ में शक्ति की परिभाषा

AC परिपथ में शक्ति वह दर है जिस पर विद्युत ऊर्जा का उपभोग होता है या उसे उपयोगी कार्य में परिवर्तित किया जाता है। यह वोल्टेज, धारा तथा उनके बीच के फेज कोण पर निर्भर करती है।

$$P = VI \cos \phi$$

जहाँ $\cos \phi$ पावर फैक्टर है।

5.5.3 शक्ति के प्रकार

सक्रिय शक्ति (वास्तविक शक्ति)

यह वह वास्तविक शक्ति है जो परिपथ में उपयोगी कार्य जैसे हीटिंग, प्रकाश एवं यांत्रिक कार्य हेतु उपभोग होती है। इकाई: वाट (W)।

प्रतिक्रियात्मक शक्ति

यह वह शक्ति है जो प्रेरकों एवं संधारित्रों में ऊर्जा को संग्रहित एवं वापस करती है। यह उपयोगी कार्य नहीं करती। इकाई: VAR।

प्रकट शक्ति

यह परिपथ को आपूर्ति की गई कुल शक्ति है, जिसमें सक्रिय एवं प्रतिक्रियात्मक शक्ति सम्मिलित होती है। इकाई: VA।

5.5.4 पावर त्रिभुज

पावर त्रिभुज AC परिपथ में सक्रिय शक्ति (P), प्रतिक्रियात्मक शक्ति (Q) तथा प्रकट शक्ति (S) के बीच संबंध को दर्शाता है। यह एक समकोण त्रिभुज होता है जिसमें P आधार, Q लम्ब तथा S कर्ण होता है। यह पावर फैक्टर एवं फेज कोण को समझने में सहायक होता है।

5.5.5 पावर फैक्टर

पावर फैक्टर सक्रिय शक्ति और प्रकट शक्ति का अनुपात होता है तथा यह प्रणाली की दक्षता को दर्शाता है।

$$\text{Power Factor} = \cos \phi = \frac{P}{S}$$

यह 0 से 1 के बीच होता है। उच्च पावर फैक्टर का अर्थ है विद्युत ऊर्जा का बेहतर उपयोग। निम्न पावर फैक्टर हानियों को बढ़ाता है और प्रणाली की दक्षता को कम करता है।

5.5.6 AC परिपथ में ऊर्जा उपभोग

विद्युत ऊर्जा वह कुल शक्ति है जो समय के साथ उपभोग होती है। इसे किलोवाट-घंटा (kWh) में मापा जाता है।

$$\text{Energy} = P \times t$$

इसे ऊर्जा मीटर द्वारा मापा जाता है और घरेलू एवं औद्योगिक प्रतिष्ठानों में बिलिंग के लिए उपयोग किया जाता है।

5.5.7 शक्ति का मापन

AC परिपथों में शक्ति का मापन वाटमीटर द्वारा किया जाता है। इसमें धारा कुंडली एवं वोल्टेज (प्रेसर) कुंडली होती है, जो फेज कोण को ध्यान में रखते हुए शक्ति को सटीक रूप से मापती हैं।

ये विषय व्यावहारिक अनुप्रयोगों में ऊर्जा प्रबंधन, बिलिंग तथा पावर सिस्टम दक्षता के लिए महत्वपूर्ण हैं।

5.5.8 पावर फैक्टर का महत्व

पावर फैक्टर यह दर्शाता है कि विद्युत शक्ति का उपयोग कितनी प्रभावी ढंग से हो रहा है। उच्च पावर फैक्टर (1 के निकट) ऊर्जा के कुशल उपयोग, कम हानियों तथा बेहतर वोल्टेज नियमन को दर्शाता है। निम्न पावर फैक्टर के कारण धारा अधिक होती है, जिससे तांबे की हानियाँ, अधिक ताप तथा बड़े चालक आकार की आवश्यकता होती है। उद्योगों में अच्छा पावर फैक्टर बनाए रखने से विद्युत शुल्क कम होता है और प्रणाली का प्रदर्शन बेहतर होता है।

reduces electricity charges and improves system performance.

5.5.9 Applications

Power factor concepts are applied in **industrial installations, power distribution systems, and motor operations**. It is used for **power factor correction** using capacitors, reducing losses in transmission lines. It also helps in **proper selection of equipment**, improving efficiency of transformers, motors, and lighting systems.

5.5.10 Numerical Problems

Question

An AC single-phase motor is connected to a **230 V** supply. The motor takes a current of **10 A** and has a power factor of **0.8**.

Find the **true power consumed by the motor**.

Given formula:

$$P = VI \cos \phi$$

Where:

P = True power in watt

V = Voltage in volt

I = Current in ampere

cos ϕ = Power factor

Given

Voltage, **V = 230 V**

Current, **I = 10 A**

Power factor, **cos ϕ = 0.8**

Solution

Using the formula:

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

Substitute the values:

$$P = 230 \times 10 \times 0.8$$

$$P = 2300 \times 0.8$$

$$P = 1840W$$

Answer

The true power consumed by the motor is:

1840 W or 1.84 kW.

5.5.9 अनुप्रयोग

पावर फैक्टर की अवधारणाएँ औद्योगिक प्रतिष्ठानों, विद्युत वितरण प्रणालियों तथा मोटर संचालन में लागू होती हैं। इसका उपयोग संधारित्रों द्वारा पावर फैक्टर सुधार, संचरण लाइनों में हानियों को कम करने में किया जाता है। यह उपकरणों के उचित चयन तथा ट्रांसफॉर्मर, मोटर एवं प्रकाश प्रणालियों की दक्षता बढ़ाने में भी सहायक है।

5.5.10 संख्यात्मक प्रश्न

प्रश्न

एक ए.सी. एक-फेज मोटर को 230 V आपूर्ति से जोड़ा गया है। मोटर 10 A धारा लेती है और इसका पावर फैक्टर 0.8 है।

मोटर द्वारा उपभोग की गई वास्तविक शक्ति ज्ञात कीजिए।

दिया गया सूत्र:

$$P = VI \cos \phi$$

जहाँ:

P = वास्तविक शक्ति वाट में

V = वोल्टेज वोल्ट में

I = धारा एम्पियर में

cos ϕ = पावर फैक्टर

दिया गया:

वोल्टेज, **V = 230 V**

धारा, **I = 10 A**

पावर फैक्टर, **cos ϕ = 0.8**

हल

सूत्र का प्रयोग करने पर:

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

मान रखने पर:

$$P = 230 \times 10 \times 0.8$$

$$P = 2300 \times 0.8$$

$$P = 1840W$$

उत्तर

मोटर द्वारा उपभोग की गई वास्तविक शक्ति है:

1840 W या 1.84 kW.

5.6 Power Factor Improvement | पावर फैक्टर सुधार

POWER FACTOR IMPROVEMENT | शक्ति गुणांक सुधार

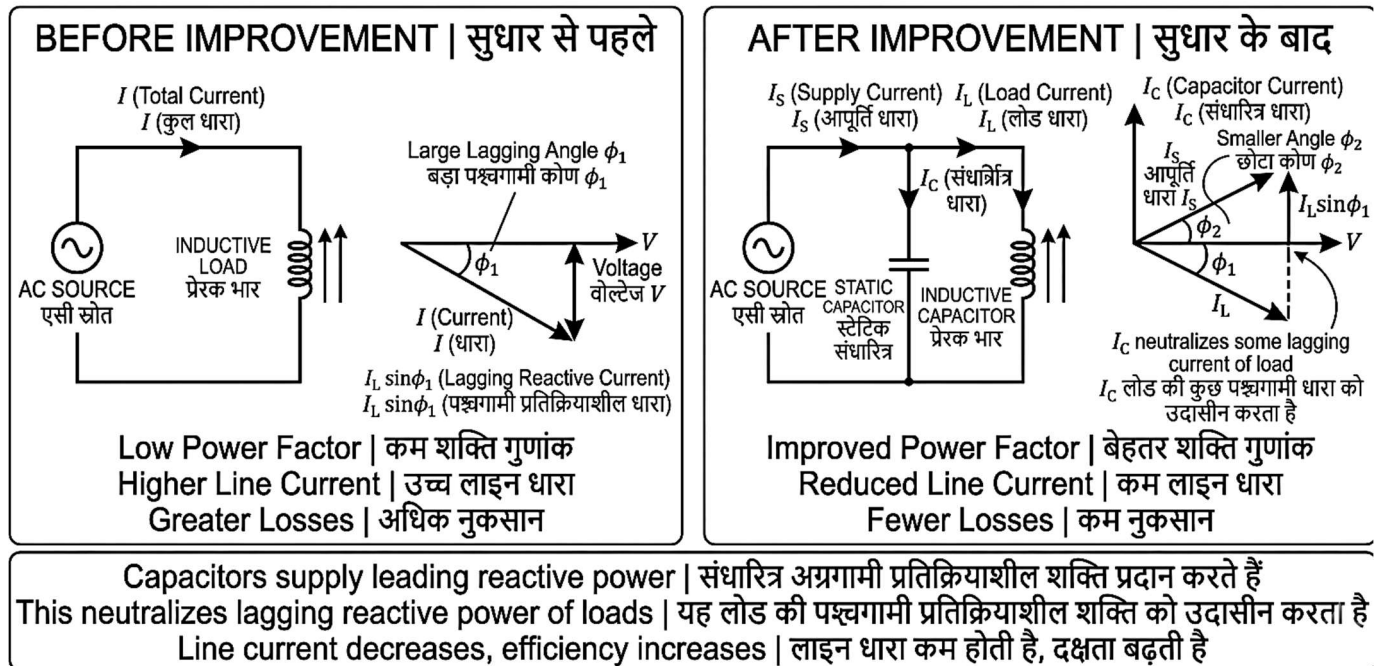


Fig. 5.6: Power Factor Improvement | पावर फैक्टर सुधार

5.6.1 Introduction (Fig. 5.6)

Power factor improvement means increasing the value of power factor towards unity. In AC systems, many loads are inductive, causing current to lag behind voltage and reducing efficiency. Improving power factor is essential for economical and efficient operation of electrical systems.

5.6.2 Need for Power Factor Improvement

Low power factor leads to **higher current**, increased **power losses**, poor **voltage regulation**, and larger size of equipment. Improving power factor reduces losses, improves system capacity, and lowers electricity bills in industrial installations.

5.6.3 Causes of Low Power Factor

Low power factor is mainly due to **inductive loads** such as motors, transformers, and fluorescent lamps. Other causes include **lightly loaded machines**, **arc furnaces**, and **improper system design**. These loads draw lagging current, reducing overall efficiency.

5.6.4 Methods of Power Factor Improvement

Static Capacitors

Capacitors are connected in parallel with inductive loads to supply leading reactive power.

Synchronous Condenser

An over-excited synchronous motor running without load improves power factor by supplying reactive power.

Phase Advancer

Used with induction motors to supply magnetizing

5.6.1 परिचय (Fig. 5.6)

पावर फैक्टर सुधार का अर्थ पावर फैक्टर के मान को एकता के निकट बढ़ाना है। AC प्रणालियों में अनेक लोड प्रेरक होते हैं, जिससे धारा वोल्टेज से पीछे रहती है और दक्षता घटती है। विद्युत प्रणालियों के किफायती एवं कुशल संचालन हेतु पावर फैक्टर सुधार आवश्यक है।

5.6.2 पावर फैक्टर सुधार की आवश्यकता

निम्न पावर फैक्टर के कारण धारा अधिक होती है, शक्ति हानियाँ बढ़ती हैं, वोल्टेज नियमन खराब होता है तथा उपकरणों का आकार बड़ा हो जाता है। पावर फैक्टर सुधार करने से हानियाँ कम होती हैं, प्रणाली की क्षमता बढ़ती है तथा औद्योगिक प्रतिष्ठानों में विद्युत बिल कम होता है।

5.6.3 निम्न पावर फैक्टर के कारण

निम्न पावर फैक्टर मुख्यतः प्रेरक लोड जैसे मोटर, ट्रांसफॉर्मर तथा फ्लोरोसेंट लैंप के कारण होता है। अन्य कारणों में कम लोड पर चलने वाली मशीनें, आर्क भट्टियाँ तथा अनुचित प्रणाली डिजाइन शामिल हैं। ये लोड लेगिंग धारा लेते हैं, जिससे समग्र दक्षता घटती है।

5.6.4 पावर फैक्टर सुधार की विधियाँ

स्थैतिक संधारित्र

प्रेरक लोड के समानांतर संधारित्र जोड़े जाते हैं ताकि अग्रणी प्रतिक्रियात्मक शक्ति प्रदान की जा सके।

सिंक्रोनस कंडेंसर

अधि-उत्तेजित सिंक्रोनस मोटर बिना लोड के चलाकर प्रतिक्रियात्मक शक्ति प्रदान की जाती है, जिससे पावर फैक्टर सुधारता है।

फेज एडवांसर

इंडक्शन मोटर के साथ उपयोग किया जाता है, जो मैग्नेटाइजिंग धारा प्रदान कर पावर फैक्टर सुधारता है।

current, improving power factor.

5.6.5 Working Principle of Improvement Methods

Power factor improvement methods work by supplying **leading reactive power** to neutralize the lagging reactive power of inductive loads. Capacitors produce leading current, which reduces the phase angle between voltage and current. As a result, power factor improves towards unity and current drawn from supply decreases.

5.6.6 Advantages of Power Factor Improvement

Improves **system efficiency** and reduces power losses. Decreases **line current**, allowing use of smaller conductors. Enhances **voltage regulation** and increases system capacity. Reduces **electricity charges** in industries by avoiding penalties.

5.6.7 Disadvantages

Initial installation cost of equipment like capacitors and synchronous condensers is high. Improper selection may cause **over-correction** leading to leading power factor. Maintenance is required, and system design becomes slightly complex.

5.6.8 Applications

Used in industrial plants, power distribution systems, substations, and motor installations. Essential for improving efficiency of transformers, induction motors, and lighting systems.

5.6.9 Numerical Problems

Power Factor Improvement

Question

A single-phase 230 V, 50 Hz motor takes **10 A current** at a power factor of **0.6 lagging**. The motor input power is **1.38 kW**. A capacitor is connected to improve the power factor to **0.9 lagging**.

Calculate:

Required capacitor kVAR

New line current

Reduction in line current

Given formula:

$$\cos \phi = \frac{P}{VI}$$

Solution

Given Data

Voltage, **V = 230 V**

Frequency, **f = 50 Hz**

Initial current, **I₁ = 10 A**

Initial power factor, **cos φ₁ = 0.6**

Improved power factor, **cos φ₂ = 0.9**

Power, **P = 1.38 kW = 1380 W**

Step 1: Check input power

$$P = VI \cos \phi$$

$$P = 230 \times 10 \times 0.6$$

$$P = 1380W$$

So, input power is:

5.6.5 सुधार विधियों का कार्य सिद्धांत

पावर फैक्टर सुधार की विधियाँ प्रेरक लोड की लेगिंग प्रतिक्रियात्मक शक्ति को निरस्त करने के लिए अग्रणी प्रतिक्रियात्मक शक्ति प्रदान करती हैं। संधारित्र अग्रणी धारा उत्पन्न करते हैं, जिससे वोल्टेज और धारा के बीच फेज कोण कम हो जाता है। परिणामस्वरूप पावर फैक्टर एकता के निकट हो जाता है तथा आपूर्ति से ली जाने वाली धारा कम हो जाती है।

5.6.6 पावर फैक्टर सुधार के लाभ

प्रणाली की दक्षता बढ़ती है और शक्ति हानियाँ कम होती हैं। लाइन धारा घटती है, जिससे छोटे चालक उपयोग किए जा सकते हैं। वोल्टेज नियमन बेहतर होता है तथा प्रणाली की क्षमता बढ़ती है। उद्योगों में दंड से बचकर विद्युत शुल्क कम होता है।

5.6.7 हानियाँ

संधारित्र एवं सिंक्रोनस कंडेंसर जैसे उपकरणों की प्रारंभिक स्थापना लागत अधिक होती है। अनुचित चयन से ओवर-करेक्शन होकर अग्रणी पावर फैक्टर हो सकता है। रखरखाव की आवश्यकता होती है तथा प्रणाली डिजाइन कुछ जटिल हो जाती है।

5.6.8 अनुप्रयोग

औद्योगिक संयंत्रों, विद्युत वितरण प्रणालियों, उपकेंद्रों तथा मोटर स्थापना में उपयोग किया जाता है। ट्रांसफॉर्मर, इंडक्शन मोटर तथा प्रकाश प्रणालियों की दक्षता बढ़ाने के लिए यह आवश्यक है।

5.6.9 संख्यात्मक प्रश्न

पावर फैक्टर सुधार

प्रश्न

एक सिंगल-फेज 230 V, 50 Hz मोटर 0.6 लेगिंग पावर फैक्टर पर 10 A धारा लेती है। मोटर की इनपुट पावर 1.38 kW है। पावर फैक्टर को 0.9 लेगिंग तक सुधारने के लिए एक कैपेसिटर जोड़ा गया है।

गणना कीजिए:

1. आवश्यक कैपेसिटर kVAR

2. नई लाइन धारा

3. लाइन धारा में कमी

दिया गया सूत्र:

$$\cos \phi = \frac{P}{VI}$$

हल

दी गई जानकारी

वोल्टेज, **V = 230 V**

आवृत्ति, **f = 50 Hz**

प्रारंभिक धारा, **I₁ = 10 A**

प्रारंभिक पावर फैक्टर, **cos φ₁ = 0.6**

सुधरा हुआ पावर फैक्टर, **cos φ₂ = 0.9**

शक्ति, **P = 1.38 kW = 1380 W**

चरण 1: इनपुट पावर की जाँच

$$P = VI \cos \phi$$

$$P = 230 \times 10 \times 0.6$$

$$P = 1380 W$$

अतः इनपुट पावर है:

$$P = 1.38kW$$

$$P = 1.38 kW$$

Step 2: Find reactive power before correctionFor $\cos \phi_1 = 0.6$,

$$\tan \phi_1 = 0.8/0.6 = 1.33$$

$$Q_1 = P \tan \phi_1$$

$$Q_1 = 1.38 \times 1.33$$

$$Q_1 = 1.84kVAR$$

Step 3: Find reactive power after correctionFor $\cos \phi_2 = 0.9$,

$$\tan \phi_2 = 0.436$$

$$Q_2 = P \tan \phi_2$$

$$Q_2 = 1.38 \times 0.436$$

$$Q_2 = 0.60kVAR$$

Step 4: Required capacitor kVAR

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 1.84 - 0.60$$

$$Q_c = 1.24kVAR$$

So, required capacitor rating is:

$$\boxed{1.24 kVAR}$$

Step 5: New line current after power factor improvement

$$I_2 = \frac{P}{V \cos \phi_2}$$

$$I_2 = \frac{1380}{230 \times 0.9}$$

$$I_2 = 6.67A$$

So, new line current is:

$$\boxed{6.67A}$$

Step 6: Reduction in line current

$$\text{Current reduction} = I_1 - I_2$$

$$= 10 - 6.67$$

$$= 3.33A$$

So, reduction in line current is:

$$\boxed{3.33A}$$

चरण 2: सुधार से पहले रिएक्टिव पावर ज्ञात करना

$$\cos \phi_1 = 0.6$$

$$\tan \phi_1 = \frac{0.8}{0.6} = 1.33$$

$$Q_1 = P \tan \phi_1$$

$$Q_1 = 1.38 \times 1.33$$

$$Q_1 = 1.84 kVAR$$

चरण 3: सुधार के बाद रिएक्टिव पावर ज्ञात करना

$$\cos \phi_2 = 0.9$$

$$\tan \phi_2 = 0.436$$

$$Q_2 = P \tan \phi_2$$

$$Q_2 = 1.38 \times 0.436$$

$$Q_2 = 0.60 kVAR$$

चरण 4: आवश्यक कैपेसिटर kVAR

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 1.84 - 0.60$$

$$Q_c = 1.24 kVAR$$

अतः आवश्यक कैपेसिटर रेटिंग है:

$$\boxed{1.24 kVAR}$$

चरण 5: पावर फैक्टर सुधार के बाद नई लाइन धारा

$$I_2 = \frac{P}{V \cos \phi_2}$$

$$I_2 = \frac{1380}{230 \times 0.9}$$

$$I_2 = 6.67 A$$

अतः नई लाइन धारा है:

$$\boxed{6.67 A}$$

चरण 6: लाइन धारा में कमी

$$\text{धारा में कमी} = I_1 - I_2$$

$$= 10 - 6.67$$

$$= 3.33 A$$

अतः लाइन धारा में कमी है:

$$\boxed{3.33 A}$$

5.7 Three-Phase AC Fundamentals | त्रि-चरण AC के मूल सिद्धांत

THREE-PHASE AC FUNDAMENTALS | तीन-फेज एसी के मूल सिद्धांत

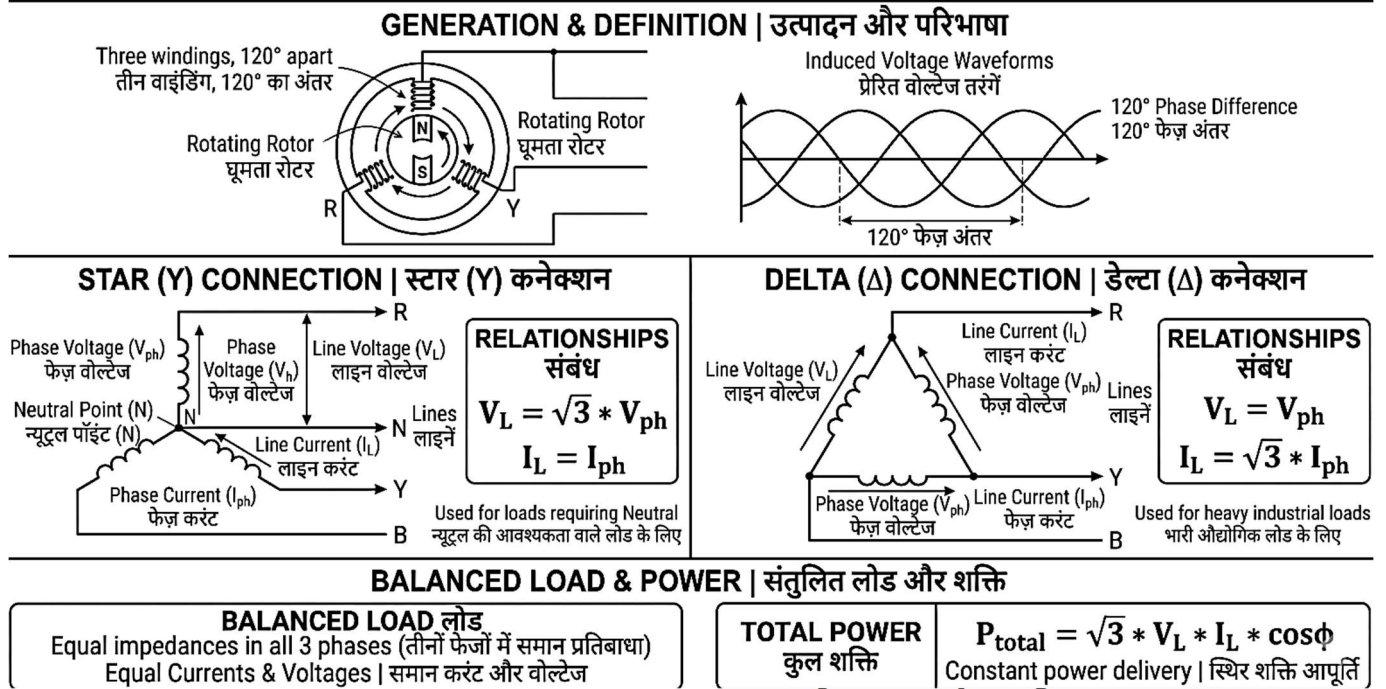


Fig. 5.7: Three-Phase AC Fundamentals | त्रि-चरण AC के मूल सिद्धांत

5.7.1 Introduction (Fig. 5.7)

Three-phase AC system is widely used in **power generation, transmission, and distribution**. It is more efficient than single-phase system and provides **constant power output**, which is suitable for industrial loads and motors.

5.7.2 Definition of Three-Phase System

A three-phase system consists of **three alternating voltages of equal magnitude and frequency**, displaced by **120° electrical angle** from each other. These three phases supply power simultaneously, ensuring smooth operation of equipment.

5.7.3 Generation of Three-Phase AC

Three-phase AC is generated by an **alternator** having three separate windings placed 120° apart. When the rotor rotates, three sinusoidal voltages are induced in the windings with phase difference of 120°.

5.7.4 Types of Three-Phase Connections

Star (Y) Connection

In star connection, one end of each phase is connected to a common point called **neutral**, and the other ends are connected to line conductors. It provides two voltages: line voltage and phase voltage.

Delta (Δ) Connection

In delta connection, the end of each phase is connected to the start of another, forming a closed loop. No neutral point is present. It is used for heavy load applications.

5.7.1 परिचय (Fig. 5.7)

त्रि-चरण AC प्रणाली का उपयोग विद्युत उत्पादन, संचरण तथा वितरण में व्यापक रूप से किया जाता है। यह एकल-चरण प्रणाली की तुलना में अधिक कुशल होती है तथा स्थिर शक्ति प्रदान करती है, जो औद्योगिक लोड एवं मोटरों के लिए उपयुक्त है।

5.7.2 त्रि-चरण प्रणाली की परिभाषा

त्रि-चरण प्रणाली में समान परिमाण एवं आवृत्ति की तीन प्रत्यावर्ती वोल्टेज होती हैं, जो एक-दूसरे से 120° विद्युत कोण से विस्थापित होती हैं। ये तीनों फेज एक साथ शक्ति प्रदान करते हैं, जिससे उपकरणों का सुचारु संचालन सुनिश्चित होता है।

5.7.3 त्रि-चरण AC का उत्पादन

त्रि-चरण AC एक अल्टरनेटर द्वारा उत्पन्न किया जाता है, जिसमें तीन अलग-अलग वाइंडिंग 120° पर स्थित होती हैं। जब रोटर घूमता है, तो इन वाइंडिंग में 120° के फेज अंतर के साथ तीन साइनाकार वोल्टेज उत्पन्न होती हैं।

5.7.4 त्रि-चरण संयोजन के प्रकार

स्टार (Y) संयोजन

स्टार संयोजन में प्रत्येक फेज का एक सिरा एक सामान्य बिंदु (न्यूट्रल) से जुड़ा होता है और अन्य सिरे लाइन चालकों से जुड़े होते हैं। इसमें लाइन वोल्टेज तथा फेज वोल्टेज दोनों प्राप्त होते हैं।

डेल्टा (Δ) संयोजन

डेल्टा संयोजन में प्रत्येक फेज का अंत दूसरे फेज के प्रारंभ से जुड़ा होता है, जिससे एक बंद लूप बनता है। इसमें न्यूट्रल बिंदु नहीं होता। यह भारी लोड अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है।

5.7.5 Line and Phase Quantities

In a three-phase system, **line quantities** refer to values between two lines (line voltage V_L , line current I_L), while **phase quantities** refer to values in each phase (phase voltage V_{ph} , phase current I_{ph}). Understanding these is essential for correct measurement and calculations.

5.7.6 Relationship between Line and Phase Values In Star (Y) connection:

$$V_L = \sqrt{3} V_{ph}, I_L = I_{ph}$$

In Delta (Δ) connection:

$$V_L = V_{ph}, I_L = \sqrt{3} I_{ph}$$

These relations are important for solving numerical problems.

5.7.7 Balanced and Unbalanced Loads

A balanced load has equal impedance in all three phases, resulting in equal currents and voltages. An unbalanced load has unequal impedance, causing unequal currents and voltage drops, leading to system inefficiency.

5.7.8 Power in Three-Phase Circuits

Total power in a three-phase system is:

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

It provides constant power, making it suitable for motors and industrial equipment.

5.7.9 Advantages of Three-Phase System

Three-phase systems are more efficient, require less conductor material, provide smooth and constant power, and are ideal for heavy loads and industrial applications.

5.7.10 Applications

Three-phase AC systems are widely used in power generation, transmission, and distribution due to their high efficiency and reliability. They are commonly used for operating three-phase induction motors, which are widely applied in industries such as pumps, compressors, and machine tools.

In industries, three-phase supply is used for heavy electrical loads, welding equipment, and large heating systems. It is also used in transformers, substations, and distribution panels for effective load handling.

Three-phase systems provide smooth and constant power, making them suitable for continuous industrial processes and automation systems.

5.7.11 Numerical Problems

Three-Phase Power Calculation

Question

A balanced three-phase motor is connected to a **415 V** supply. The line current is **10 A** and the power factor is **0.8**. Calculate the total power consumed by the motor.

5.7.5 लाइन एवं फेज राशियाँ

त्रि-चरण प्रणाली में लाइन राशियाँ दो लाइनों के बीच के मान को दर्शाती हैं (लाइन वोल्टेज V_L , लाइन धारा I_L), जबकि फेज राशियाँ प्रत्येक फेज के मान को दर्शाती हैं (फेज वोल्टेज V_{ph} , फेज धारा I_{ph})। इनका ज्ञान सही मापन एवं गणना के लिए आवश्यक है।

5.7.6 लाइन एवं फेज मानों के बीच संबंध

स्टार (Y) संयोजन में:

$$V_L = \sqrt{3} V_{ph}, I_L = I_{ph}$$

डेल्टा (Δ) संयोजन में:

$$V_L = V_{ph}, I_L = \sqrt{3} I_{ph}$$

ये संबंध संख्यात्मक प्रश्नों को हल करने में महत्वपूर्ण हैं।

5.7.7 संतुलित एवं असंतुलित लोड

संतुलित लोड में सभी तीन फेज में समान प्रतिबाधा होती है, जिससे धारा एवं वोल्टेज समान होते हैं। असंतुलित लोड में प्रतिबाधा असमान होती है, जिससे धारा एवं वोल्टेज में असमानता आती है और प्रणाली की दक्षता घटती है।

5.7.8 त्रि-चरण परिपथों में शक्ति

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

यह स्थिर शक्ति प्रदान करता है, जिससे यह मोटरों एवं औद्योगिक उपकरणों के लिए उपयुक्त होता है।

5.7.9 त्रि-चरण प्रणाली के लाभ

त्रि-चरण प्रणाली अधिक कुशल होती है, कम चालक सामग्री की आवश्यकता होती है, निरंतर एवं समतल शक्ति प्रदान करती है तथा भारी लोड एवं औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त होती है।

5.7.10 अनुप्रयोग

त्रि-चरण AC प्रणाली का उपयोग उच्च दक्षता एवं विश्वसनीयता के कारण विद्युत उत्पादन, संचरण एवं वितरण में व्यापक रूप से किया जाता है। इसका उपयोग त्रि-चरण इंडक्शन मोटरों को चलाने में किया जाता है, जो उद्योगों में पंप, कंप्रेसर तथा मशीन टूल्स में प्रयुक्त होते हैं।

उद्योगों में त्रि-चरण आपूर्ति का उपयोग भारी विद्युत लोड, वेल्डिंग उपकरण तथा बड़े हीटिंग सिस्टम के लिए किया जाता है। यह ट्रांसफॉर्मर, उपकेंद्र तथा वितरण पैनलों में प्रभावी लोड प्रबंधन के लिए भी उपयोग किया जाता है।

त्रि-चरण प्रणाली समतल एवं निरंतर शक्ति प्रदान करती है, जिससे यह निरंतर औद्योगिक प्रक्रियाओं एवं स्वचालन प्रणालियों के लिए उपयुक्त होती है।

5.7.11 संख्यात्मक प्रश्न

त्रि-फेज शक्ति गणना

प्रश्न

एक संतुलित त्रि-फेज मोटर को 415 V आपूर्ति से जोड़ा गया है। लाइन धारा 10 A है और पावर फैक्टर 0.8 है। मोटर द्वारा खपत की गई कुल शक्ति की गणना कीजिए।

दिया गया है:

लाइन वोल्टेज, $V_L = 415 \text{ V}$

Given:

Line voltage, $V_L = 415 \text{ V}$

Line current, $I_L = 10 \text{ A}$

Power factor, $\cos \phi = 0.8$

Formula

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

Solution

Substitute the values:

$$P = \sqrt{3} \times 415 \times 10 \times 0.8$$

$$P = 1.732 \times 415 \times 10 \times 0.8$$

$$P = 5750.24 \text{ W}$$

So,

$$P = 5750 \text{ W approx.}$$

or

$$P = 5.75 \text{ kW}$$

Answer

The total power consumed by the three-phase motor is: **5.75 kW**

लाइन धारा, $I_L = 10 \text{ A}$

पावर फैक्टर, $\cos \phi = 0.8$

सूत्र

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

हल

मानों को सूत्र में रखने पर:

$$P = \sqrt{3} \times 415 \times 10 \times 0.8$$

$$P = 1.732 \times 415 \times 10 \times 0.8$$

$$P = 5750.24 \text{ W}$$

अतः,

$$P \approx 5750 \text{ W}$$

या

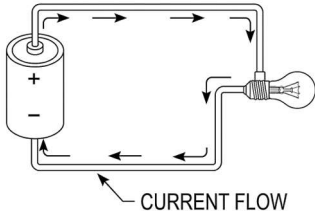
$$P = 5.75 \text{ kW}$$

उत्तर

त्रि-फेज मोटर द्वारा खपत की गई कुल शक्ति **5.75 kW** है।

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

Q1. What is the primary characteristic of the current flow in a direct current (DC) circuit, as shown in the diagram?/डायग्राम में दिखाए गए अनुसार प्रत्यक्ष धारा (DC) सर्किट में धारा प्रवाह की मुख्य विशेषता क्या है?



DIRECT CURRENT CIRCUIT

- (a) The current alternates direction periodically./धारा समय-समय पर दिशा बदलती रहती है।
 (b) The current flows in one direction only./धारा केवल एक ही दिशा में प्रवाहित होती है।
 (c) The current depends on the resistance in the circuit./धारा सर्किट में प्रतिरोध पर निर्भर करती है।
 (d) The current decreases with time./धारा समय के साथ घटती है।

Ans. b | Sol. (व्याख्या): In a DC circuit, the current flows in a single direction due to the fixed polarity of the voltage source. This steady flow makes DC ideal for devices requiring constant voltage and current./DC सर्किट में, वोल्टेज स्रोत की स्थिर ध्रुवीयता के कारण धारा केवल एक दिशा में प्रवाहित होती है। यह स्थिर प्रवाह उन उपकरणों के लिए DC को उपयुक्त बनाता है जिन्हें निरंतर वोल्टेज और धारा की आवश्यकता होती है।

Q2. What happens to the total power factor of an AC circuit when inductive reactance increases? / जब प्रेरक प्रतिबाधा बढ़ती है, तो एसी सर्किट का कुल पावर फैक्टर पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) Increases / यह बढ़ता है
 (b) Decreases / यह घटता है
 (c) Remains constant / यह स्थिर रहता है
 (d) Becomes unity / यह एकता हो जाता है

Ans. b | Sol. : An increase in inductive reactance increases the phase angle between current and voltage, reducing the power factor. / प्रेरक प्रतिबाधा में वृद्धि धारा और वोल्टेज के बीच चरण कोण को बढ़ाती है, जिससे पावर फैक्टर घटता है।

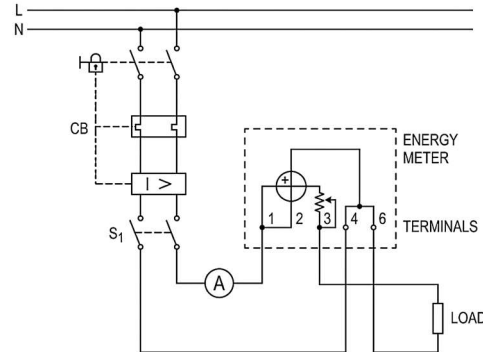
Q3. What can be concluded if the total current in a parallel RLC circuit is higher than the source current? / यदि समानांतर आरएलसी सर्किट में कुल धारा स्रोत धारा से अधिक है, तो क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

- (a) The circuit has a high power factor / सर्किट का पावर फैक्टर अधिक है
 (b) There is significant reactive power / प्रतिक्रियात्मक शक्ति अधिक है
 (c) The circuit is in resonance / सर्किट अनुनाद में है
 (d) The impedance is infinite / प्रतिबाधा अनंत है

Ans. b | Sol. : In a parallel RLC circuit, high branch currents indicate significant reactive power

contributions from the inductor and capacitor. / समानांतर आरएलसी सर्किट में, उच्च शाखा धाराएं प्रेरक और कैपेसिटर से प्रतिक्रियात्मक शक्ति के महत्वपूर्ण योगदान को इंगित करती हैं।

Q4. What is the role of the circuit breaker (CB) shown in the diagram?/डायग्राम में दिखाए गए सर्किट ब्रेकर (CB) की भूमिका क्या है?



- (a) To measure the voltage in the circuit /सर्किट में वोल्टेज को मापना।
 (b) To interrupt the circuit in case of overload or fault conditions /ओवरलोड या फॉल्ट स्थितियों में सर्किट को बाधित करना।
 (c) To regulate the current flow in the circuit /सर्किट में धारा के प्रवाह को नियंत्रित करना।
 (d) To provide constant power supply to the load /लोड को स्थिर विद्युत आपूर्ति प्रदान करना।

Ans. b | Sol. (व्याख्या): The circuit breaker (CB) is a protective device that automatically interrupts the electrical circuit when an overload or fault occurs, preventing damage to the system and ensuring safety./सर्किट ब्रेकर (CB) एक सुरक्षा उपकरण है जो ओवरलोड या फॉल्ट के मामले में स्वचालित रूप से विद्युत सर्किट को बाधित करता है, जिससे सिस्टम को नुकसान से बचाया जा सके और सुरक्षा सुनिश्चित हो।

Q5. Which component causes a phase difference between current and voltage in an AC circuit? / एसी सर्किट में धारा और वोल्टेज के बीच चरण अंतर किस घटक के कारण होता है?

- (a) Resistor / प्रतिरोधक
 (b) Inductor / प्रेरक
 (c) Capacitor / धारिता
 (d) Both B and C / बी और सी दोनों

Ans. d | Sol. : Inductors and capacitors cause phase shifts due to energy storage in magnetic and electric fields. / प्रेरक और धारिता चुम्बकीय और विद्युत क्षेत्रों में ऊर्जा के भंडारण के कारण चरण बदलाव करते हैं।

Q6. Which type of circuit is also known as a "tuned circuit"? / किस प्रकार के सर्किट को "ट्यून किया हुआ सर्किट" भी कहा जाता है?

- (a) R-L Circuit / आर-एल सर्किट
 (b) R-C Circuit / आर-सी सर्किट
 (c) Resonance Circuit / अनुनाद सर्किट
 (d) Parallel Circuit / समानांतर सर्किट

Ans. c | Sol. : Resonance circuits are tuned to specific frequencies for maximum response. / अनुनाद सर्किट अधिकतम प्रतिक्रिया के लिए विशिष्ट आवृत्तियों पर ट्यून किए जाते हैं।

Q7. In a series RLC circuit, what is the condition for resonance? / श्रृंखला आरएलसी सर्किट में अनुनाद के लिए क्या शर्त है?

- (a) $X_L > X_C$
 (b) $X_C > X_L$
 (c) $X_L = X_C$
 (d) $R = X_L$

Ans. c | Sol. : Resonance occurs when inductive reactance equals capacitive reactance, cancelling each other out. / जब प्रेरक प्रतिबाधा धारिता प्रतिबाधा के बराबर होती है, तो अनुनाद होता है।

Q8. What is the formula for active power in a single-phase AC circuit? / सिंगल-फेज एसी सर्किट में सक्रिय शक्ति का सूत्र क्या है?

- (a) $P = VI$ / पी = वीआई
 (b) $P = VI \cos \phi$ / पी = वीआई कॉसफ़
 (c) $P = VI \sin \phi$ / पी = वीआई साइनफ़
 (d) $P = V^2/R$ / पी = वी²/आर

Ans. b | Sol. : Active power is calculated as the product of voltage, current, and power factor. / सक्रिय शक्ति वोल्टेज, धारा, और पावर फैक्टर के गुणनफल के रूप में गणना की जाती है।

Q9. What does "XL" represent in an AC circuit? / एसी सर्किट में "एक्सएल" किसे दर्शाता है?

- (a) Resistance / प्रतिरोध
 (b) Capacitance / धारिता
 (c) Inductive Reactance / प्रेरक प्रतिबाधा
 (d) Impedance / प्रतिबाधा

Ans. c | Sol. : X_L represents the opposition offered by an inductor to the flow of AC. / X_L एक प्रेरक द्वारा एसी के प्रवाह को दिए गए प्रतिरोध को दर्शाता है।

Q10. What is the formula for capacitive reactance? / धारिता प्रतिबाधा का सूत्र क्या है?

- (a) $X_C = 2\pi fC$
 (b) $X_C = 1/2\pi fC$
 (c) $X_C = fC$
 (d) $X_C = 1/fC$

Ans. b | Sol. : Capacitive reactance is inversely proportional to frequency and capacitance. / धारिता प्रतिबाधा आवृत्ति और धारिता के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

Q11. What happens to the current in a capacitive circuit if the frequency of the AC supply is halved? / यदि एसी आपूर्ति की आवृत्ति को आधा कर दिया जाए, तो धारिता सर्किट में धारा पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) Increases / यह बढ़ती है
 (b) Decreases / यह घटती है
 (c) Remains constant / यह स्थिर रहती है
 (d) Becomes zero / यह शून्य हो जाती है

Ans. b | Sol. : Current in a capacitive circuit is directly proportional to frequency, so halving the frequency reduces the current. / धारिता सर्किट में धारा आवृत्ति के सीधे अनुपाती होती है, इसलिए आवृत्ति को आधा करने से धारा कम हो जाती है।

Q12. In an AC circuit, what does "Q-factor" represent? / एसी सर्किट में "क्यू-फैक्टर" किसे दर्शाता है?

- (a) Quality of current / धारा की गुणवत्ता
 (b) Power factor / पावर फैक्टर
 (c) Energy loss / ऊर्जा हानि
 (d) Efficiency of resonance / अनुनाद की दक्षता

Ans. d | Sol. : The Q-factor represents the sharpness or efficiency of resonance in an RLC circuit. / क्यू-फैक्टर आरएलसी सर्किट में अनुनाद की तीव्रता या दक्षता को दर्शाता है।

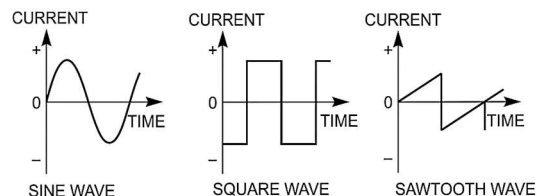
Q13. What happens to the power factor of an AC circuit when a capacitor is added in parallel with an inductive load? / जब प्रेरक लोड के समानांतर में एक कैपेसिटर जोड़ा जाता है, तो एसी सर्किट का पावर फैक्टर पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) Decreases / यह घटता है
 (b) Increases / यह बढ़ता है
 (c) Remains constant / यह स्थिर रहता है
 (d) Becomes zero / यह शून्य हो जाता है

Ans. b | Sol. : Adding a capacitor compensates for the lagging power factor caused by the inductive load, improving the overall power factor. / कैपेसिटर जोड़ने से प्रेरक लोड द्वारा उत्पन्न पीछे रहने वाले पावर फैक्टर की भरपाई होती है, जिससे समग्र पावर फैक्टर में सुधार होता है।

Q14. Which waveform in the diagram represents the most common type of alternating current (AC) used in power supply systems? / डायग्राम में कौन-सी तरंग विद्युत आपूर्ति प्रणाली में उपयोग की जाने वाली सबसे सामान्य प्रकार की प्रत्यावर्ती धारा (AC) का प्रतिनिधित्व करती है?

2



- (a) Sine wave/साइन वेव
 (b) Square wave/स्क्वायर वेव
 (c) Sawtooth wave/सॉ-टूथ वेव
 (d) DC (Direct Current) waveform/DC (प्रत्यक्ष धारा) तरंग

Ans. a | Sol. (व्याख्या): The sine wave is the most common waveform used in AC power systems because it represents a smooth, continuous oscillation. It is ideal for power generation and transmission due to its efficiency and ease of conversion between voltage levels. / साइन वेव प्रत्यावर्ती धारा (AC) में सबसे सामान्य तरंग है क्योंकि यह एक सुचारू और निरंतर दोलन का प्रतिनिधित्व करती है। यह पावर जनरेशन और ट्रांसमिशन के लिए आदर्श है क्योंकि यह वोल्टेज स्तरों के बीच रूपांतरण को आसान बनाती है।

Q15. What is the role of power factor correction in an AC system? / एसी सिस्टम में पावर फैक्टर सुधार की भूमिका क्या है?

- (a) Reduces power consumption / शक्ति खपत को कम करता है
 (b) Improves voltage regulation / वोल्टेज नियंत्रण में सुधार करता है

- (c) Reduces energy losses / ऊर्जा हानि को कम करता है
 (d) All of the above / उपरोक्त सभी

Ans. d | Sol. : Power factor correction improves system efficiency, reduces losses, and enhances voltage regulation. / पावर फैक्टर सुधार सिस्टम की दक्षता में सुधार करता है, हानि को कम करता है, और वोल्टेज नियंत्रण को बेहतर बनाता है।

Q16. What is the purpose of a vector diagram in AC circuits? / एसी सर्किट में वेक्टर आरेख का उद्देश्य क्या है?

- (a) To measure current / धारा मापने के लिए
 (b) To show phase relationships / चरण संबंध दिखाने के लिए
 (c) To calculate voltage / वोल्टेज की गणना करने के लिए
 (d) To determine frequency / आवृत्ति निर्धारित करने के लिए

Ans. b | Sol. : Vector diagrams visually represent the magnitude and phase relationships of voltages and currents in AC circuits. / वेक्टर आरेख एसी सर्किट में वोल्टेज और धारा के परिमाण और चरण संबंधों को दर्शाते हैं।

Q17. What is the condition for resonance in a parallel RLC circuit? / समानांतर आरएलसी सर्किट में अनुनाद के लिए शर्त क्या है?

- (a) $X_L = X_C$
 (b) $X_L > X_C$
 (c) $X_C > X_L$
 (d) $R = X_L$

Ans. a | Sol. : Resonance occurs when inductive reactance equals capacitive reactance, resulting in minimal impedance. / अनुनाद तब होता है जब प्रेरक प्रतिबाधा धारिता प्रतिबाधा के बराबर होती है, जिससे प्रतिबाधा न्यूनतम हो जाती है।

Q18. What is the total power factor of a parallel RLC circuit at resonance? / अनुनाद पर समानांतर आरएलसी सर्किट का कुल पावर फैक्टर क्या होता है?

- (a) 0
 (b) 1
 (c) -1
 (d) Depends on load / लोड पर निर्भर करता है

Ans. b | Sol. : At resonance, the circuit behaves as a purely resistive load, resulting in a power factor of 1. / अनुनाद पर, सर्किट शुद्ध प्रतिरोधी लोड की तरह व्यवहार करता है, जिससे पावर फैक्टर 1 होता है।

Q19. What is the phase relationship between current and voltage in a purely capacitive AC circuit? / शुद्ध धारिता एसी सर्किट में धारा और वोल्टेज के बीच चरण संबंध क्या है?

- (a) Current leads voltage by 90° / धारा वोल्टेज से 90° आगे होती है
 (b) Voltage leads current by 90° / वोल्टेज धारा से 90° आगे होता है
 (c) Both are in phase / दोनों एक ही चरण में होते हैं
 (d) Both are out of phase / दोनों अलग-अलग चरण में होते हैं

Ans. a | Sol. : In a purely capacitive circuit, the current leads the voltage by 90° due to the phase shift introduced by the capacitor. / शुद्ध धारिता सर्किट में, कैपेसिटर द्वारा उत्पन्न चरण बदलाव के कारण धारा वोल्टेज से 90° आगे होती है।

Q20. How does the addition of a capacitor affect the total impedance in an AC circuit? / एसी सर्किट में कैपेसिटर जोड़ने से कुल प्रतिबाधा पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) Increases impedance / प्रतिबाधा बढ़ती है
 (b) Decreases impedance / प्रतिबाधा घटती है
 (c) No effect on impedance / प्रतिबाधा पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता
 (d) Makes impedance infinite / प्रतिबाधा को अनंत कर देता है

Ans. b | Sol. : A capacitor reduces the net reactance in the circuit, which decreases the overall impedance. / कैपेसिटर सर्किट में कुल प्रतिक्रियात्मकता को कम करता है, जिससे कुल प्रतिबाधा घटती है।

Q21. What is the effect of increasing the frequency of AC supply on the capacitive reactance of a circuit? / एसी आपूर्ति की आवृत्ति बढ़ाने पर सर्किट की धारिता प्रतिबाधा पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) It increases / यह बढ़ती है
 (b) It decreases / यह घटती है
 (c) It remains constant / यह स्थिर रहती है
 (d) It becomes zero / यह शून्य हो जाती है

Ans. b | Sol. : Capacitive reactance ($X_C = 1/2\pi fC$) is inversely proportional to frequency; thus, increasing frequency decreases X_C . / धारिता प्रतिबाधा ($X_C = 1/2\pi fC$) आवृत्ति के व्युत्क्रमानुपाती होती है; इसलिए, आवृत्ति बढ़ाने से X_C घटता है।

Q22. In a 3-phase delta connection, what is the relationship between phase current and line current? / 3-फेज डेल्टा कनेक्शन में फेज धारा और लाइन धारा के बीच क्या संबंध है?

- (a) Line current equals phase current / लाइन धारा फेज धारा के बराबर होती है
 (b) Line current is times phase current / लाइन धारा फेज धारा का गुना होती है
 (c) Line current is half of phase current / लाइन धारा फेज धारा का आधा होती है
 (d) Line current is three times phase current / लाइन धारा फेज धारा का तीन गुना होती है

Ans. b | Sol. : In a delta connection, the line current is times the phase current due to the geometry of the connection. / डेल्टा कनेक्शन में, लाइन धारा फेज धारा का गुना होती है, जो कनेक्शन की ज्यामिति के कारण होता है।

Q23. In an RLC parallel circuit, what happens to the total current at resonance? / समानांतर आरएलसी सर्किट में, अनुनाद पर कुल धारा पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) It becomes maximum / यह अधिकतम हो जाती है
 (b) It becomes minimum / यह न्यूनतम हो जाती है
 (c) It remains constant / यह स्थिर रहती है
 (d) It becomes zero / यह शून्य हो जाती है

Ans. b | Sol. : At resonance in a parallel RLC circuit, the reactive currents cancel each other, minimizing the total current. / समानांतर आरएलसी सर्किट में अनुनाद पर, प्रतिक्रियात्मक धाराएं एक-दूसरे को रद्द कर देती हैं, जिससे कुल धारा न्यूनतम हो जाती है।

Q24. What is the phase difference between line voltage and line current in a purely inductive AC circuit? / शुद्ध प्रेरक एसी सर्किट में लाइन वोल्टेज और लाइन धारा के बीच चरण अंतर क्या होता है?

- (a) 0°

- (b) 90°
 (c) -90°
 (d) 180°

Ans. b | Sol. : In a purely inductive circuit, the voltage leads the current by 90° due to energy storage in the magnetic field. / शुद्ध प्रेरक सर्किट में, वोल्टेज चुम्बकीय क्षेत्र में ऊर्जा भंडारण के कारण धारा से 90° आगे होता है।

Q25. What is the formula for calculating active power in a single-phase AC circuit? / सिंगल-फेज एसी सर्किट में सक्रिय शक्ति की गणना का सूत्र क्या है?

- (a) $P=VI$
 (b) $P=VI \cos \phi$
 (c) $P=VI \sin \phi$
 (d) $P=V^2/R$

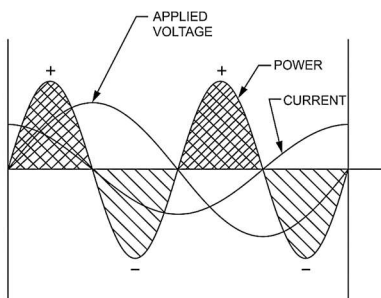
Ans. b | Sol. : Active power is calculated using voltage, current, and the power factor ($\cos \phi$). / सक्रिय शक्ति वोल्टेज, धारा, और पावर फैक्टर ($\cos \phi$) का उपयोग करके गणना की जाती है।

Q26. What happens to the current in a purely resistive circuit if the voltage is doubled? / यदि शुद्ध प्रतिरोधी सर्किट में वोल्टेज दोगुना कर दिया जाए, तो धारा पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) It doubles / यह दोगुनी हो जाती है
 (b) It halves / यह आधी हो जाती है
 (c) It remains the same / यह स्थिर रहती है
 (d) It becomes zero / यह शून्य हो जाती है

Explanation: Current in an inductive circuit is inversely proportional to the frequency, as $I=V/X_L$ and $X_L=2\pi fL$ / प्रेरक सर्किट में धारा आवृत्ति के व्युत्क्रमानुपाती होती है क्योंकि $I=V/X_L$ and $X_L=2\pi fL$

Q27. What does the phase difference between voltage and current in the given AC circuit diagram indicate? / दिए गए AC सर्किट डायग्राम में वोल्टेज और करंट के बीच फेज़ अंतर क्या दर्शाता है?



- (a) The circuit has a purely resistive load. / सर्किट में पूरी तरह से प्रतिरोधी लोड है।
 (b) The circuit has inductive or capacitive components. / सर्किट में प्रेरक या धारिता वाले घटक हैं।
 (c) The power factor is equal to 1. / पावर फैक्टर 1 के बराबर है।
 (d) The current and voltage are in phase. / धारा और वोल्टेज समान फेज़ में हैं।

Ans. b | Sol. (व्याख्या): The phase difference between current and voltage in an AC circuit occurs due to the presence of inductive or capacitive elements. This phase difference impacts the power factor and determines whether the circuit is leading or

lagging. / AC सर्किट में धारा और वोल्टेज के बीच फेज़ अंतर प्रेरक या धारिता वाले घटकों की उपस्थिति के कारण होता है। यह फेज़ अंतर पावर फैक्टर को प्रभावित करता है और यह निर्धारित करता है कि सर्किट अग्रणी है या पिछड़ा।

Q28. How would you determine the resonant frequency of a series RLC circuit? / आप श्रृंखला आरएलसी सर्किट की अनुनाद आवृत्ति कैसे निर्धारित करेंगे?

- (a) $f_r = 2\pi\sqrt{LC}$
 (b) $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
 (c) $f_r = \sqrt{2\pi LC}$
 (d) $f_r = LC$

Ans. b | Sol. : Resonant frequency is calculated using the inductance (L) and capacitance (C) in the circuit. / अनुनाद आवृत्ति को सर्किट में प्रेरण (L) और धारिता (C) का उपयोग करके गणना की जाती है।

Q29. In a 3-phase system, how would you calculate the total power for a balanced load? / 3-फेज सिस्टम में संतुलित लोड के लिए कुल शक्ति की गणना कैसे करेंगे?

- (a) $P=3VI$
 (b) $P = \sqrt{3}VI \cos \phi$
 (c) $P=VI \cos \phi$
 (d) $P=VI^2 R$

Ans. b | Sol. : Total power in a balanced 3-phase system is calculated using the line voltage, current, and power factor. / संतुलित 3-फेज सिस्टम में कुल शक्ति लाइन वोल्टेज, धारा, और पावर फैक्टर का उपयोग करके गणना की जाती है।

Q30. What would you expect to happen to the reactive power in an inductive load if the frequency is doubled? / यदि आवृत्ति दोगुनी कर दी जाए, तो प्रेरक लोड में प्रतिक्रियात्मक शक्ति पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

- (a) It will double / यह दोगुनी हो जाएगी
 (b) It will remain constant / यह स्थिर रहेगी
 (c) It will quadruple / यह चार गुना हो जाएगी
 (d) It will halve / यह आधी हो जाएगी

Ans. c | Sol. : Reactive power ($Q=V^2/X_L$) increases with the square of the frequency, so doubling frequency quadruples Q. / प्रतिक्रियात्मक शक्ति ($Q=V^2/X_L$) आवृत्ति के वर्ग के साथ बढ़ती है, इसलिए आवृत्ति दोगुनी करने से Q चार गुना हो जाती है।

Q31. What would happen to the resonant frequency if the capacitance in a series RLC circuit is doubled? / यदि श्रृंखला आरएलसी सर्किट में धारिता दोगुनी कर दी जाए, तो अनुनाद आवृत्ति पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

- (a) It will double / यह दोगुनी हो जाएगी
 (b) It will halve / यह आधी हो जाएगी
 (c) It will increase / यह बढ़ेगी
 (d) It will decrease / यह घटेगी

Ans. d | Sol. : Resonant frequency is inversely proportional to the square root of capacitance, so doubling C decreases fr. / अनुनाद आवृत्ति धारिता के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होती है, इसलिए C को दोगुना करने से fr घटता है।

Q32. How would you identify the type of load in a 3-phase system using a power factor meter? / आप पावर फैक्टर मीटर का उपयोग करके 3-फेज सिस्टम में लोड के प्रकार की पहचान कैसे करेंगे?

- (a) If power factor is 1, it is resistive / यदि पावर फैक्टर 1 है, तो यह प्रतिरोधी है
 (b) If power factor is lagging, it is inductive / यदि पावर फैक्टर पीछे रहता है, तो यह प्रेरक है
 (c) If power factor is leading, it is capacitive / यदि पावर फैक्टर आगे रहता है, तो यह धारिता है
 (d) All of the above / उपरोक्त सभी

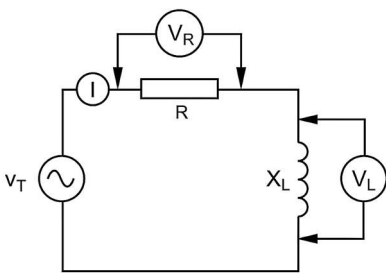
Ans. d | Sol. : Power factor readings indicate whether the load is resistive, inductive, or capacitive based on its value and phase angle. / पावर फैक्टर रीडिंग इसके मान और चरण कोण के आधार पर यह दर्शाती है कि लोड प्रतिरोधी, प्रेरक, या धारिता है।

Q33. In a star-connected 3-phase system, how would you calculate the phase voltage from line voltage? / स्टार-कनेक्टेड 3-फेज सिस्टम में, आप लाइन वोल्टेज से फेज वोल्टेज की गणना कैसे करेंगे?

- (a) Multiply line voltage by $\sqrt{3}$ / लाइन वोल्टेज को $\sqrt{3}$ से गुणा करें
 (b) Divide line voltage by $\sqrt{3}$ / लाइन वोल्टेज को $\sqrt{3}$ से विभाजित करें
 (c) Add line voltage to $\sqrt{3}$ / लाइन वोल्टेज में $\sqrt{3}$ जोड़ें
 (d) Subtract $\sqrt{3}$ from line voltage / लाइन वोल्टेज से $\sqrt{3}$ घटाएं

Ans. b | Sol. : In a star connection, phase voltage is equal to the line voltage divided by $\sqrt{3}$. / स्टार कनेक्शन में, फेज वोल्टेज लाइन वोल्टेज को $\sqrt{3}$ से विभाजित करने के बराबर होता है।

Q34. What is the phase relationship between the voltage across the resistor (VR) and the inductor (VL) in the R-L series circuit shown in the diagram? / डायग्राम में दिखाए गए R-L श्रेणी सर्किट में रेसिस्टर (VR) और इंडक्टर (VL) के बीच वोल्टेज का फेज संबंध क्या है?



CIRCUIT WITH R & L IN SERIES

- (a) Both are in phase with each other / दोनों एक ही फेज में हैं।
 (b) VR leads VL by 90 degrees / VR, VL से 90 डिग्री आगे है।
 (c) VL leads VR by 90 degrees / VL, VR से 90 डिग्री आगे है।
 (d) They are in opposite phases. / वे विपरीत फेज में हैं।

Ans. c | Sol. (व्याख्या): In an R-L series circuit, the voltage across the inductor (VL) leads the current by 90 degrees, while the voltage across the resistor (VR) is in phase with the current. This results in VL leading VR by 90 degrees. / R-L श्रेणी सर्किट में, इंडक्टर (VL) पर वोल्टेज धारा से 90 डिग्री आगे होता है, जबकि रेसिस्टर (VR) पर वोल्टेज धारा के साथ समान फेज में होता है। इससे VL, VR से 90 डिग्री आगे होता है।

Q35. What would you observe in a parallel resonance circuit if the frequency is below the resonant frequency? / यदि समानांतर अनुनाद सर्किट में आवृत्ति अनुनाद आवृत्ति से कम हो, तो आप क्या देखेंगे?

- (a) Circuit behaves inductively / सर्किट प्रेरक की तरह व्यवहार करता है
 (b) Circuit behaves capacitively / सर्किट धारिता की तरह व्यवहार करता है
 (c) Circuit impedance becomes maximum / सर्किट प्रतिबाधा अधिकतम हो जाती है
 (d) Circuit current increases / सर्किट धारा बढ़ जाती है

Ans. b | Sol. : Below resonance, capacitive reactance dominates, making the circuit behave capacitively. / अनुनाद से नीचे, धारिता प्रतिबाधा हावी होती है, जिससे सर्किट धारिता की तरह व्यवहार करता है।

Q36. How would you balance the impedance in a 3-phase system with unequal loads? / आप असमान लोड वाले 3-फेज सिस्टम में प्रतिबाधा को कैसे संतुलित करेंगे?

- (a) Add resistors to each phase / प्रत्येक फेज में प्रतिरोधक जोड़ें
 (b) Add capacitors or inductors as needed / आवश्यकता अनुसार कैपेसिटर या प्रेरक जोड़ें
 (c) Increase voltage / वोल्टेज बढ़ाएं
 (d) Decrease frequency / आवृत्ति घटाएं

Ans. b | Sol. : Adding capacitors or inductors balances the reactive components in each phase. / कैपेसिटर या प्रेरक जोड़ने से प्रत्येक फेज में प्रतिक्रियात्मक घटक संतुलित हो जाते हैं।

Q37. How would you minimize harmonics in a 3-phase system? / आप 3-फेज सिस्टम में हार्मोनिक को कैसे न्यूनतम करेंगे?

- (a) Use filters / फिल्टर का उपयोग करें
 (b) Increase frequency / आवृत्ति बढ़ाएं
 (c) Decrease load / लोड घटाएं
 (d) Add resistors / प्रतिरोधक जोड़ें

Ans. a | Sol. : Filters are used to minimize harmonic distortion in AC systems. / एसी सिस्टम में हार्मोनिक विकृति को कम करने के लिए फिल्टर का उपयोग किया जाता है।

Q38. How would you identify the type of resonance in a parallel RLC circuit? / आप समानांतर आरएलसी सर्किट में अनुनाद के प्रकार की पहचान कैसे करेंगे?

- (a) By calculating impedance / प्रतिबाधा की गणना करके
 (b) By measuring current at resonance / अनुनाद पर धारा को मापकर
 (c) By checking the power factor / पावर फैक्टर की जांच करके

(d) By calculating phase angle / चरण कोण की गणना करके

Ans. b | Sol. : At resonance, the total current in a parallel RLC circuit is minimum, indicating parallel resonance. / अनुनाद पर, समानांतर आरएलसी सर्किट में कुल धारा न्यूनतम होती है, जो समानांतर अनुनाद को इंगित करता है।

Q39. What can be inferred about a circuit if the power factor is close to 1? / यदि पावर फैक्टर 1 के करीब है, तो सर्किट के बारे में क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

- (a) The circuit is purely resistive / सर्किट पूरी तरह से प्रतिरोधी है
 (b) The circuit is inductive / सर्किट प्रेरक है

- (c) The circuit is capacitive / सर्किट धारिता है
 (d) The circuit has high reactive power / सर्किट में उच्च प्रतिक्रियात्मक शक्ति है

Ans. a | Sol. : A power factor close to 1 indicates that most of the power is active, meaning the circuit is primarily resistive. / पावर फैक्टर 1 के करीब होने का मतलब है कि अधिकांश शक्ति सक्रिय है, यानी सर्किट मुख्य रूप से प्रतिरोधी है।

Q40. What analysis can be performed using a vector diagram of an AC circuit? / एसी सर्किट के वेक्टर आरेख का उपयोग करके कौन सा विश्लेषण किया जा सकता है?

- (a) Voltage and current magnitudes / वोल्टेज और धारा के परिमाण
 (b) Phase relationships / चरण संबंध
 (c) Power factor calculation / पावर फैक्टर की गणना
 (d) All of the above / उपरोक्त सभी

Ans. d | Sol. : A vector diagram provides information about magnitudes, phase relationships, and power factor of circuit elements. / वेक्टर आरेख सर्किट तत्वों के परिमाण, चरण संबंध, और पावर फैक्टर के बारे में जानकारी प्रदान करता है।

Q41. How would you calculate the quality factor (Q) of a series resonance circuit? / आप श्रृंखला अनुनाद सर्किट का गुणता गुणांक (Q) कैसे गणना करेंगे?

- (a) $Q = XL/R$
 (b) $Q = R/XL$
 (c) $Q = XC/R$
 (d) $Q = R/XC$

Ans. a | Sol. : The quality factor measures the sharpness of resonance and is calculated as the ratio of inductive reactance to resistance. / गुणता गुणांक अनुनाद की तीव्रता को मापता है और इसे प्रेरक प्रतिबाधा और प्रतिरोध के अनुपात के रूप में गणना की जाती है।

Q42. Why is the power factor important in an AC system? / एसी सिस्टम में पावर फैक्टर क्यों महत्वपूर्ण है?

- (a) It determines energy losses / यह ऊर्जा हानि निर्धारित करता है
 (b) It affects voltage regulation / यह वोल्टेज विनियमन को प्रभावित करता है
 (c) It improves system efficiency / यह प्रणाली की दक्षता को बढ़ाता है
 (d) All of the above / उपरोक्त सभी

Ans. d | Sol. : Power factor directly impacts energy losses, voltage regulation, and overall efficiency in an AC system. / पावर फैक्टर एसी सिस्टम में ऊर्जा हानि, वोल्टेज विनियमन, और समग्र दक्षता को सीधे प्रभावित करता है।

Q43. What can be inferred if a parallel RLC circuit draws minimum current at a particular frequency? / यदि समानांतर आरएलसी सर्किट किसी विशेष आवृत्ति पर न्यूनतम धारा खींचता है, तो क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

- (a) The circuit is at resonance / सर्किट अनुनाद में है
 (b) The circuit is capacitive / सर्किट धारिता है
 (c) The circuit is inductive / सर्किट प्रेरक है
 (d) The circuit impedance is minimum / सर्किट प्रतिबाधा न्यूनतम है

Ans. a | Sol. : At resonance in a parallel RLC circuit, the branch currents cancel, resulting in minimal total

current. / समानांतर आरएलसी सर्किट में अनुनाद पर, शाखा धाराएं रद्द हो जाती हैं, जिससे कुल धारा न्यूनतम होती है।

Q44. What can be analyzed if the phase voltage in a star-connected 3-phase system is 230V? / यदि स्टार-कनेक्टेड 3-फेज सिस्टम में फेज वोल्टेज 230V है, तो क्या विश्लेषण किया जा सकता है?

- (a) The line voltage is $\sqrt{3} \times 230V$ / लाइन वोल्टेज $\sqrt{3} \times 230V$ है
 (b) The line voltage is equal to 230V / लाइन वोल्टेज 230V के बराबर है

(c) The line current is equal to the phase current / लाइन धारा फेज धारा के बराबर है

(d) The system is unbalanced / सिस्टम असंतुलित है

Ans. a | Sol. : In a star connection, line voltage is $\sqrt{3}$ times the phase voltage. / स्टार कनेक्शन में, लाइन वोल्टेज फेज वोल्टेज का $\sqrt{3}$ गुना होता है।

Q45. What can be inferred if the total reactive power in a 3-phase system is zero? / यदि 3-फेज सिस्टम में कुल प्रतिक्रियात्मक शक्ति शून्य है, तो क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

- (a) The system is unbalanced / सिस्टम असंतुलित है
 (b) The system is operating at unity power factor / सिस्टम एकता पावर फैक्टर पर काम कर रहा है

(c) The system has purely inductive loads / सिस्टम में केवल प्रेरक लोड हैं

(d) The system is underloaded / सिस्टम अधिभारित है

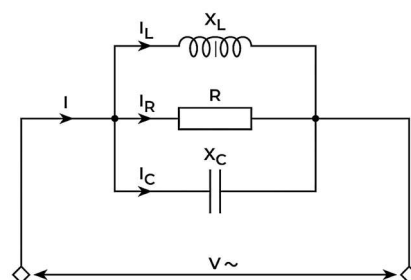
Ans. b | Sol. : Zero reactive power indicates that the circuit is purely resistive or perfectly balanced, operating at unity power factor. / शून्य प्रतिक्रियात्मक शक्ति इंगित करती है कि सर्किट पूरी तरह से प्रतिरोधी या पूरी तरह से संतुलित है और एकता पावर फैक्टर पर काम कर रहा है।

Q46. What would happen to the quality factor (Q) of a series RLC circuit if the resistance increases? / यदि श्रृंखला आरएलसी सर्किट में प्रतिरोध बढ़ता है, तो गुणता गुणांक (Q) पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

- (a) It increases / यह बढ़ता है
 (b) It decreases / यह घटता है
 (c) It remains constant / यह स्थिर रहता है
 (d) It becomes infinite / यह अनंत हो जाता है

Ans. b | Sol. : The quality factor is inversely proportional to resistance; increasing resistance reduces $Q = XL/R$. / गुणता गुणांक प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती होता है; प्रतिरोध बढ़ाने से $Q = XL/R$ घटता है।

Q47. In the R-L-C parallel circuit shown, what determines the total current (I) supplied by the source? / डायग्राम में दिखाए गए R-L-C समानांतर सर्किट में, स्रोत द्वारा आपूर्ति की गई कुल धारा (I) किससे निर्धारित होती है?



R, L & C PARALLEL CIRCUIT

- (a) The sum of individual currents through R, L, and C./R, L, और C के माध्यम से प्रवाहित व्यक्तिगत धाराओं का योग।
 (b) The voltage across R, L, and C./R, L, और C पर वोल्टेज।
 (c) The product of the resistive, inductive, and capacitive reactances./प्रतिरोधी, प्रेरक, और धारिता प्रतिक्रियाओं का गुणनफल।
 (d) The vector sum of currents through R, L, and C./R, L, और C के माध्यम से धाराओं का वेक्टर योग।

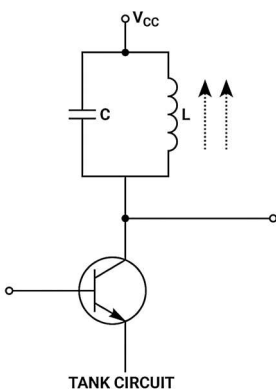
Ans. d | Sol. (व्याख्या): In a parallel R-L-C circuit, the total current (I) is the vector sum of the currents through the resistor (IR), inductor (I_L), and capacitor (I_C) because the currents are out of phase with one another. This is essential for understanding AC behavior in parallel circuits./समानांतर R-L-C सर्किट में, कुल धारा (I) रेसिस्टर (IR), इंडक्टर (I_L), और कैपेसिटर (I_C) के माध्यम से धाराओं का वेक्टर योग होता है क्योंकि ये धाराएं एक-दूसरे के साथ फेज़ में नहीं होतीं। यह समानांतर सर्किट में AC व्यवहार को समझने के लिए आवश्यक है।

Q48. What can you conclude if the voltage across a capacitor in an AC circuit increases as frequency decreases? / यदि एसी सर्किट में कैपेसिटर के पार वोल्टेज आवृत्ति घटने पर बढ़ता है, तो आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

- (a) The capacitive reactance increases / धारिता प्रतिबाधा बढ़ती है
 (b) The circuit is at resonance / सर्किट अनुनाद में है
 (c) The circuit becomes inductive / सर्किट प्रेरक बनता है
 (d) The impedance decreases / प्रतिबाधा घटती है

Ans. a | Sol. : Capacitive reactance ($X_C = 1/2\pi fC$) increases as frequency decreases, causing higher voltage across the capacitor. / धारिता प्रतिबाधा ($X_C = 1/2\pi fC$) आवृत्ति घटने पर बढ़ती है, जिससे कैपेसिटर के पार वोल्टेज अधिक हो जाता है।

Q49. What is the primary purpose of the tank circuit (L-C circuit) in the diagram?/डायग्राम में दिखाए गए टैंक सर्किट (L-C सर्किट) का मुख्य उद्देश्य क्या है?



- (a) To store electrical energy in the form of voltage./वोल्टेज के रूप में विद्युत ऊर्जा संग्रहीत करना।
 (b) To generate and maintain oscillations at a specific frequency./एक विशेष आवृत्ति पर दोलन उत्पन्न करना और बनाए रखना।

(c) To amplify the input signal./इनपुट सिग्नल को प्रवर्धित करना।

(d) To provide a constant DC voltage to the circuit./सर्किट को स्थिर DC वोल्टेज प्रदान करना।

Ans. b | Sol. : The tank circuit consists of an inductor (L) and a capacitor (C) connected in parallel, and it is designed to produce oscillations at a resonant

frequency given by: $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ This circuit is

commonly used in oscillators to generate AC signals of a desired frequency./टैंक सर्किट एक प्रेरक (L) और एक संधारित्र (C) से बना होता है जो समानांतर में जुड़े होते हैं, और इसे एक अनुनाद आवृत्ति पर दोलन उत्पन्न करने के लिए डिज़ाइन किया गया है:

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ यह सर्किट ऑसिलेटरों में इच्छित आवृत्ति के AC

सिग्नल उत्पन्न करने के लिए आमतौर पर उपयोग किया जाता है।

Q50. How would you determine if a transformer is operating efficiently? / आप कैसे निर्धारित करेंगे कि ट्रांसफॉर्मर कुशलता से काम कर रहा है?

- (a) Measure input and output power / इनपुट और आउटपुट शक्ति को मापें
 (b) Check voltage drop across windings / वाइंडिंग्स के पार वोल्टेज ड्रॉप की जांच करें
 (c) Compare core and copper losses / कोर और कॉपर हानियों की तुलना करें
 (d) All of the above / उपरोक्त सभी

Ans. d | Sol. : Efficient operation of a transformer is confirmed by minimal losses and close input-output power match. / ट्रांसफॉर्मर के कुशल संचालन की पुष्टि न्यूनतम हानियों और इनपुट-आउटपुट शक्ति के करीबी मिलान से होती है।

Liked this sample? Get the complete book with all modules, MCQs, and practice questions.

How to Purchase This Book

Scan the QR code below to get the complete book at a special discount. Order directly from-
<https://teachtoindia.com/product/electrician-first-year/>



Browse All ITI Trade Books at Special Discounted Prices

View the full collection at: <https://teachtoindia.com/iti-books/>



Also available on Flipkart, Amazon, and Meesho.

Trusted by ITI Students, Trainees, and Instructors Across India.

For any queries related to our books, please contact us:

WhatsApp/Mobile: +91 9084496877

Email: teachtoindia1@gmail.com

Website: www.teachtoindia.com