



Teach To India Publication  
**ITI Trade**

# Instrument Mechanic

## इंस्ट्रूमेंट मैकेनिक

(1<sup>st</sup> 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

# Instrument Mechanic - First Year

## इंस्ट्रुमेंट मैकेनिक - 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:** Instrument Mechanic - 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

**Author:**

**Dr. Parvendra Kumar**

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

**Reviewer:**

**Vipin Kumar**

Instructor, Government ITI, Saket, Meerut, 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:** 978-81-69424-83-7

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, **Instrument Mechanic**, 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, **इंस्ट्रुमेंट मैकेनिक**, 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Basic Safety                                        | Familiar with Industrial Training Institute (ITI)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Basic Fitting                                       | Basic hand tools                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tube Joint and Fitting                              | Copper tube cutting, bending, swaging, and flaring                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Basic Electricity & Passive Components              | Electricity and fundamental laws                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Electrical Machine                                  | AC generators, DC generators, and their working principles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Transformer                                         | Transformers and their working principles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Electrical Measuring Instruments                    | Electrical measuring instruments and their working principles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Semiconductor, Transistors and Power Supply Circuit | Semiconductor diodes, transistors and classification, half-wave and full-wave rectifiers, working principle of Zener diodes, and switch-mode power supply (SMPS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Oscillators                                         | Oscillators and their working principles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Operational Amplifiers                              | Operational amplifiers and their applications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Logic Circuits                                      | Number systems                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| A/D and D/A Converters                              | Digital-to-Analog (D/A) converters                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Digital Meters and CRO                              | Working of frequency meters, phase measuring meters, time measuring instruments, and digital capacitance meters                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Computers                                           | Computers, their parts, and working principles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Microprocessor 8085                                 | Microprocessor 8085 and its applications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Speed and Velocity, Work, Power and Energy          | Speed and velocity - Rest, motion, speed, velocity, difference between speed and velocity, acceleration and retardation Speed and velocity - Related problems on speed & velocity Work, power, energy, HP, IHP, BHP and efficiency                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Heat & Temperature and Pressure                     | <b>Part-A:</b> - 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<br><b>Part-B:</b> - Concept of pressure - Units of pressure, atmospheric pressure, absolute pressure, gauge pressure and gauges used for measuring pressure |
| Basic Electricity                                   | <b>Part-A:</b> - Introduction and uses of electricity, molecule, atom, how electricity is produced, electric current AC, DC their comparison, voltage, resistance and their units<br><b>Part-B:</b> - Conductor, insulator, types of connections - series and parallel. Ohm's law, relation between V.I.R & related problems. Electrical power, energy and their units, calculation with assignments. Magnetic induction, self and mutual inductance and EMF generation Electrical power, HP, energy and units of electrical energy                                                                                                                                      |
| 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 Instrument.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lines- Types and applications in Free hand drawing          | Free hand drawing of Geometrical figures and blocks with dimension. Transferring measurement from the given object to the freehand sketches. Free hand drawing of hand tools and measuring tools.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Drawing of Geometrical figures                              | Angle, Triangle, Circle, Rectangle, Square, Parallelogram. Lettering & Numbering-Single Stroke.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dimensioning                                                | Types of arrow head. Leader line with text. Position of dimensioning (Unidirectional, Aligned)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Symbolic representation                                     | Different symbols used in the related trades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Reading of chemical plant Circuit Diagram                   | Reading of chemical plant circuit diagram                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Reading of Chemical plant Layout drawing                    | Reading of chemical plant layout drawing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Modules</b>                                              | <b>Employability Skills</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 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. Read English text with appropriate articulation. 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. Basic Safety   मूलभूत सुरक्षा .....                                                                          | 2   |
| 1.1 Introduction to Industrial Training Institute (ITI)   औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (आईटीआई) का परिचय.....     | 2   |
| 1.2 Common Electrical Problems and Safety Precautions   सामान्य विद्युत समस्याएँ एवं सुरक्षा सावधानियाँ.....    | 8   |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 11  |
| 2. Basic Fitting   बेसिक फिटिंग .....                                                                           | 16  |
| 2.1 Introduction to Hand Tools   हस्त उपकरणों का परिचय.....                                                     | 16  |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 23  |
| 3. Tube Joint and Fitting   ट्यूब जॉइंट एवं फिटिंग .....                                                        | 28  |
| 3.1 Introduction to Copper Tube Work   कॉपर ट्यूब कार्य का परिचय.....                                           | 28  |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 35  |
| 4. Basic Electricity & Passive Components   मूल विद्युत एवं निष्क्रिय अवयव .....                                | 40  |
| 4.1 Introduction to Electricity   विद्युत का परिचय .....                                                        | 40  |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 45  |
| 5. Electrical Machine   विद्युत मशीन .....                                                                      | 50  |
| 5.1 Introduction to Electrical Generators   विद्युत जनित्र का परिचय.....                                        | 50  |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 58  |
| 6. Transformer   ट्रांसफॉर्मर.....                                                                              | 63  |
| 6.1 Introduction to Transformer   ट्रांसफॉर्मर का परिचय .....                                                   | 63  |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 70  |
| 7. Electrical Measuring Instruments   विद्युत मापन उपकरण .....                                                  | 75  |
| 7.1 Introduction to Electrical Measuring Instruments   विद्युत मापन यंत्रों का परिचय .....                      | 75  |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 82  |
| 8. Semi-Conductor, Transistors and Power Supply Circuit   अर्धचालक, ट्रांजिस्टर तथा विद्युत आपूर्ति परिपथ ..... | 87  |
| 8.1 Introduction to Semiconductor Diodes   अर्धचालक डायोड परिपथ का परिचय.....                                   | 87  |
| 8.2 Introduction to Transistors   ट्रांजिस्टर का परिचय .....                                                    | 92  |
| 8.3 Half Wave and Full Wave Rectifier   अर्ध तरंग तथा पूर्ण तरंग दिष्टकारी .....                                | 97  |
| 8.4 Working Principle of Zener Diodes   जेनर डायोड का कार्य सिद्धांत.....                                       | 98  |
| 8.5 Switch Mode Power Supply (SMPS)   स्विच मोड पावर सप्लाई (SMPS).....                                         | 99  |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 103 |
| 9. Oscillators   दोलित्र .....                                                                                  | 108 |
| 9.1 Introduction to Oscillators   दोलित्रों का परिचय.....                                                       | 108 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 111 |
| 10. Operational Amplifiers   ऑपरेशनल प्रवर्धक .....                                                             | 115 |
| 10.1 Introduction to Operational Amplifier   ऑपरेशनल एम्प्लीफायर का परिचय.....                                  | 115 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                | 119 |
| 11. Logic Circuits   लॉजिक परिपथ .....                                                                          | 124 |



|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 11.1 Introduction to Number Systems   संख्या पद्धति का परिचय.....                                                     | 124 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 129 |
| 12. A/D and D/A Converters   ए/डी तथा डी/ए कन्वर्टर्स.....                                                            | 133 |
| 12.1 Introduction to Digital-to-Analog Converter   डिजिटल-से-एनालॉग कन्वर्टर का परिचय.....                            | 133 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 139 |
| 13. Digital Meters and CRO   डिजिटल मीटर एवं सी.आर.ओ. ....                                                            | 143 |
| 13.1 Introduction to Digital Measuring Instruments   डिजिटल मापन यंत्रों का परिचय.....                                | 143 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 147 |
| 14. Computers   कंप्यूटर.....                                                                                         | 152 |
| 14.1 Introduction to Computers   कंप्यूटर का परिचय.....                                                               | 152 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 156 |
| 15. Microprocessor 8085   माइक्रोप्रोसेसर 8085 .....                                                                  | 160 |
| 15.1 Introduction to Microprocessor   माइक्रोप्रोसेसर का परिचय.....                                                   | 160 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 165 |
| Part – 2: Workshop Calculation and Science   वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस.....                                         | 169 |
| 1. Unit, Fractions   इकाई, भिन्न.....                                                                                 | 170 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 172 |
| 2. Square Root, Ratio and Proportions, Percentage   वर्गमूल, अनुपात और समानुपात, प्रतिशत.....                         | 175 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 177 |
| 3. Material Science   भौतिक सामग्री.....                                                                              | 180 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 182 |
| 4. Mass, Weight, Volume and Density   द्रव्यमान, भार, आयतन और घनत्व .....                                             | 186 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 188 |
| 5. Speed and Velocity, Work, Power and Energy   गति और वेग, कार्य, शक्ति और ऊर्जा .....                               | 192 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 194 |
| 6. Heat & Temperature and Pressure   ऊष्मा और तापमान तथा दाब .....                                                    | 197 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 199 |
| 7. Basic Electricity   बेसिक इलेक्ट्रिसिटी.....                                                                       | 203 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 205 |
| 8. Trigonometry   त्रिकोणमिति.....                                                                                    | 208 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 210 |
| Part – 3: Engineering Drawing   अभियांत्रिकी चित्रण.....                                                              | 213 |
| 1. Introduction to Engineering Drawing and Drawing Instruments   इंजीनियरिंग ड्राइंग और ड्राइंग उपकरणों का परिचय..... | 214 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 216 |
| 2. Lines and Free Hand Drawing   रेखाएँ और मुक्त हाथ से चित्रण.....                                                   | 220 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 222 |
| 3. Drawing of Geometrical Figures   ज्यामितीय आकृतियों का चित्रण.....                                                 | 226 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                                                      | 228 |

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. Dimensioning   मापांकन .....                                                            | 232 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 234 |
| 5. Symbolic Representation   प्रतीकात्मक निरूपण .....                                      | 238 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 240 |
| 6. Reading of Chemical Plant Circuit Diagram   रासायनिक संयंत्र परिपथ आरेख का पठन .....    | 245 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 247 |
| 7. Reading of Chemical Plant Layout Drawing   केमिकल प्लांट के विन्यास आरेख को पढ़ना ..... | 250 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 252 |
| Part – 4: Employability Skills   रोजगार योग्य कौशल .....                                   | 256 |
| 1. Introduction to Employability Skills   रोजगारयोग्यता कौशल का परिचय .....                | 257 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 260 |
| 2. Constitutional values – Citizenship   संवैधानिक मूल्य - नागरिकता .....                  | 266 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 268 |
| 3. Becoming a Professional in the 21st Century   21वीं सदी में एक पेशेवर बनना .....        | 275 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 277 |
| 4. Basic English Skills   मूल अंग्रेजी कौशल .....                                          | 284 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 286 |
| 5. Career Development & Goal Setting   कैरियर विकास और लक्ष्य निर्धारण .....               | 292 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 294 |
| 6. Communication Skills   संचार कौशल .....                                                 | 301 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 303 |
| 7. Diversity and Inclusion   विविधता और समावेशन .....                                      | 309 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 311 |
| 8. Financial and Legal Literacy   वित्तीय और कानूनी साक्षरता .....                         | 318 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 320 |
| 9. Essential Digital Skills   आवश्यक डिजिटल कौशल .....                                     | 326 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 328 |
| 10. Entrepreneurship   उद्यमिता .....                                                      | 335 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 337 |
| 11. Customer Service   ग्राहक सेवा .....                                                   | 344 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 346 |
| 12. Getting ready for apprenticeship & Jobs   प्रशिक्षुता और नौकरियों के लिए तैयारी .....  | 353 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 355 |
| 13. Introduction to Artificial Intelligence (AI)   कृत्रिम बुद्धिमत्ता का परिचय .....      | 362 |
| MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....                                                           | 366 |
| Part – 5: Mock Tests   मॉक टेस्ट्स .....                                                   | 373 |
| Mock Tests   मॉक टेस्ट - 1 .....                                                           | 374 |
| Mock Tests   मॉक टेस्ट - 2 .....                                                           | 386 |

**“Every Concept Brings You One Step Closer to Success.”**

## **Part – 1: Trade Theory | ટ્રેડ થ્યોરી**

## 8. Semi-Conductor, Transistors and Power Supply Circuit |

### अर्धचालक, ट्रांजिस्टर तथा विद्युत आपूर्ति परिपथ

#### 8.1 Introduction to Semiconductor Diodes | अर्धचालक डायोड परिपथ का परिचय

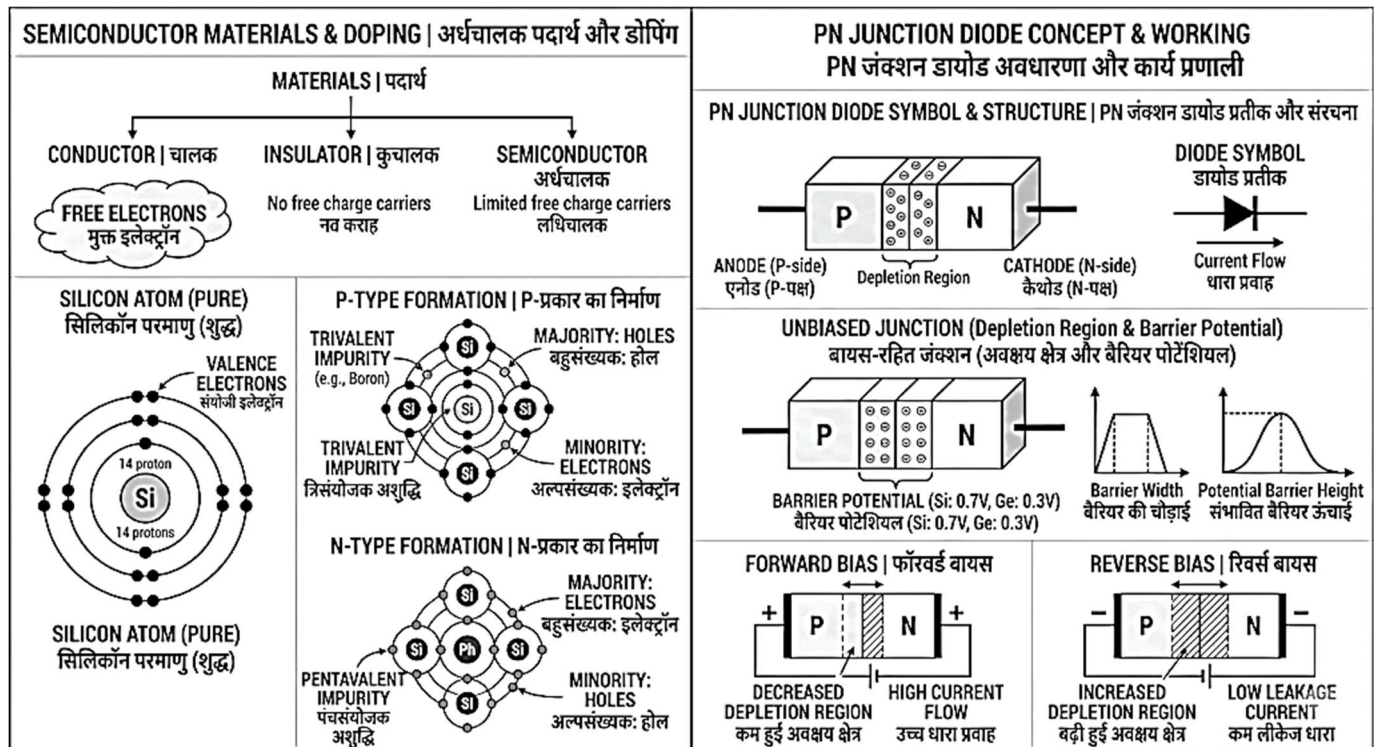


Fig. 8.1: Semiconductor Materials, Doping and PN Junction Diode Working | अर्धचालक पदार्थ, डोपिंग तथा PN जंक्शन डायोड की कार्यप्रणाली

##### 8.1.1 Meaning of Semiconductor (Fig. 8.1)

A semiconductor is a material whose electrical conductivity is between conductor and insulator. Silicon and germanium are commonly used semiconductor materials in electronic circuits. Their conductivity can be controlled by temperature and impurities.

##### 8.1.2 Importance of Semiconductor Devices

Semiconductor devices are widely used in modern electronic equipment because of their small size, low power consumption, high efficiency, and reliability. They are used in radios, televisions, computers, communication systems, and industrial control circuits.

##### 8.1.3 Basic Concept of Diode

A diode is a two-terminal semiconductor device that allows electric current to flow mainly in one direction. It is widely used in electrical and electronic circuits for rectification, switching, protection, and signal processing.

##### Construction of a Diode

A diode is formed by joining two types of semiconductor materials:

- P-type semiconductor – It contains holes as the majority charge carriers.

##### 8.1.1 सेमीकंडक्टर का अर्थ (Fig. 8.1)

सेमीकंडक्टर एक ऐसा पदार्थ है जिसकी विद्युत चालकता चालक और कुचालक के बीच होती है। सिलिकॉन और जर्मेनियम इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में सामान्यतः उपयोग किए जाने वाले सेमीकंडक्टर पदार्थ हैं। उनकी चालकता को तापमान और अशुद्धियों द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है।

##### 8.1.2 सेमीकंडक्टर उपकरणों का महत्व

सेमीकंडक्टर उपकरणों का आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है क्योंकि उनका आकार छोटा, विद्युत शक्ति की खपत कम, दक्षता अधिक तथा विश्वसनीयता उच्च होती है। इनका उपयोग रेडियो, टेलीविजन, कंप्यूटर, संचार प्रणालियों तथा औद्योगिक नियंत्रण परिपथों में किया जाता है।

##### 8.1.3 डायोड की मूल अवधारणा

डायोड एक दो-टर्मिनल वाला अर्धचालक उपकरण है, जो मुख्य रूप से विद्युत धारा को एक दिशा में प्रवाहित होने देता है। इसका उपयोग विद्युत और इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में रेक्टिफिकेशन, स्विचिंग, सुरक्षा और सिग्नल प्रोसेसिंग के लिए किया जाता है।

##### डायोड का निर्माण

डायोड दो प्रकार के अर्धचालक पदार्थों को जोड़कर बनाया जाता है:

- P-प्रकार अर्धचालक – इसमें होल बहुसंख्यक आवेश वाहक होते हैं।
- N-प्रकार अर्धचालक – इसमें इलेक्ट्रॉन बहुसंख्यक आवेश वाहक होते हैं।

- N-type semiconductor – It contains electrons as the majority charge carriers.

The joining of P-type and N-type materials forms a P-N junction, which is the basic structure of a diode.

### Terminals of a Diode

A diode has two terminals:

1. Anode (P-side) – The terminal connected to the P-type semiconductor.
2. Cathode (N-side) – The terminal connected to the N-type semiconductor.

### Working Concept

The main function of a diode is to control the direction of current flow. When the diode is connected so that current can flow through the P-N junction, it is forward biased and conducts current. When it is connected in the opposite direction, it is reverse biased and allows only a very small current to flow.

Thus, a diode acts like a one-way valve for electric current. This property makes it useful for converting AC into DC and for controlling current in electronic circuits.

### 8.1.4 Role of Diodes in Electronic Circuits

A diode is a semiconductor device that allows electric current to flow mainly in one direction. It has two terminals: anode and cathode. Due to its one-way conduction property, a diode is widely used in electronic circuits for different applications.

#### 1. Rectification of AC into DC

Diodes are used in rectifier circuits to convert alternating current (AC) into direct current (DC). A diode allows only one direction of current flow and blocks the opposite direction. Half-wave and full-wave rectifiers use diodes to produce pulsating DC from an AC supply.

#### 2. Signal Detection

Diodes are used for signal detection in electronic circuits. They can separate or detect the required signal from a high-frequency AC signal. This property is commonly used in radio receivers and communication circuits for detecting audio signals.

#### 3. Voltage Regulation

Certain diodes, such as Zener diodes, are used for voltage regulation. A Zener diode maintains an approximately constant voltage across a load when operated in its reverse breakdown region. It is therefore used to provide a stable voltage to electronic components.

#### 4. Circuit Protection

Diodes are used to protect electronic circuits from unwanted voltage conditions. They can provide protection against reverse polarity and voltage spikes. For example, a diode connected across a relay coil can protect other circuit components from the voltage generated when the coil is switched off.

P-प्रकार और N-प्रकार पदार्थों को जोड़ने पर P-N जंक्शन बनता है, जो डायोड की मूल संरचना है।

### डायोड के टर्मिनल

डायोड में दो टर्मिनल होते हैं:

1. एनोड (P-साइड) – P-प्रकार अर्धचालक से जुड़ा टर्मिनल।
2. कैथोड (N-साइड) – N-प्रकार अर्धचालक से जुड़ा टर्मिनल।

### कार्य की अवधारणा

डायोड का मुख्य कार्य धारा के प्रवाह की दिशा को नियंत्रित करना है। जब डायोड को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि धारा P-N जंक्शन से प्रवाहित हो सके, तो यह फॉरवर्ड बायस में होता है और धारा प्रवाहित करता है। जब इसे विपरीत दिशा में जोड़ा जाता है, तो यह रिवर्स बायस में होता है और केवल बहुत कम धारा प्रवाहित होने देता है। इस प्रकार, डायोड विद्युत धारा के लिए एक-तरफा वाल्व की तरह कार्य करता है। यह गुण इसे AC को DC में बदलने और इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में धारा को नियंत्रित करने के लिए उपयोगी बनाता है।

### 8.1.4 इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में डायोड की भूमिका

डायोड एक अर्धचालक युक्ति है जो मुख्य रूप से विद्युत धारा को एक दिशा में प्रवाहित होने देती है। इसके दो टर्मिनल होते हैं: एनोड और कैथोड। एक दिशा में धारा प्रवाहित करने के गुण के कारण डायोड का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में विभिन्न कार्यों के लिए किया जाता है।

#### 1. AC को DC में बदलना

डायोड का उपयोग रेक्टिफायर परिपथों में प्रत्यावर्ती धारा (AC) को दिष्ट धारा (DC) में बदलने के लिए किया जाता है। डायोड केवल एक दिशा में धारा को प्रवाहित होने देता है और विपरीत दिशा में धारा को रोकता है। हाफ-वेव और फुल-वेव रेक्टिफायर AC सप्लाई से स्पंदित DC उत्पन्न करने के लिए डायोड का उपयोग करते हैं।

#### 2. सिग्नल डिटेक्शन

डायोड का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में सिग्नल डिटेक्शन के लिए किया जाता है। यह उच्च-आवृत्ति AC सिग्नल से आवश्यक सिग्नल को अलग या डिटेक्ट कर सकता है। इस गुण का उपयोग सामान्यतः रेडियो रिसीवर और संचार परिपथों में ऑडियो सिग्नल को डिटेक्ट करने के लिए किया जाता है।

#### 3. वोल्टेज रेगुलेशन

कुछ डायोड, जैसे जेनर डायोड, का उपयोग वोल्टेज रेगुलेशन के लिए किया जाता है। जेनर डायोड अपने रिवर्स ब्रेकडाउन क्षेत्र में कार्य करते समय लोड के across लगभग स्थिर वोल्टेज बनाए रखता है। इसलिए इसका उपयोग इलेक्ट्रॉनिक घटकों को स्थिर वोल्टेज प्रदान करने के लिए किया जाता है।

#### 4. परिपथ सुरक्षा

डायोड का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथों को अवांछित वोल्टेज स्थितियों से सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है। यह रिवर्स पोलैरिटी और वोल्टेज स्पाइक से सुरक्षा प्रदान कर सकता है। उदाहरण के लिए, रिले कॉइल के समानांतर जोड़ा गया डायोड कॉइल के बंद होने पर उत्पन्न वोल्टेज से अन्य परिपथ घटकों की सुरक्षा कर सकता है।

#### 5. स्विचिंग अनुप्रयोग

## 5. Switching Applications

Diodes can also be used as electronic switches. They conduct when forward biased and block current when reverse biased. This property is useful for controlling the direction of current and switching signals in electronic circuits.

### 8.1.5 Semiconductor Materials

#### Conductors

Conductors allow electric current to flow easily because they have a large number of free electrons. Example: Copper, aluminium.

#### Insulators

Insulators oppose the flow of electric current because they have very few free electrons. Example: Rubber, glass, plastic.

#### Semiconductors

Semiconductors have conductivity between conductors and insulators. Their conductivity increases with temperature. Silicon and germanium are widely used semiconductors.

#### Intrinsic Semiconductor

A pure semiconductor without any impurity is called intrinsic semiconductor. It has equal number of electrons and holes.

#### Extrinsic Semiconductor

A semiconductor mixed with impurity atoms is called extrinsic semiconductor. Doping increases conductivity.

### 8.1.6 Meaning of Doping

Doping is the process of adding impurity atoms to a pure semiconductor to increase conductivity.

### 8.1.7 P-type Semiconductor

When trivalent impurity such as boron is added to silicon, a P-type semiconductor is formed. Holes become majority charge carriers.

### 8.1.8 N-type Semiconductor

When pentavalent impurity such as phosphorus is added to silicon, an N-type semiconductor is formed. Electrons become majority charge carriers.

### 8.1.9 Majority and Minority Charge Carriers

In a semiconductor, electric current is carried by two types of charge carriers: electrons and holes. Depending on the type of semiconductor, one type becomes the majority carrier and the other becomes the minority carrier.

#### 1. P-Type Semiconductor

A P-type semiconductor is formed by adding a trivalent impurity to a pure semiconductor. This creates a large number of holes.

- Holes are the majority charge carriers because they are present in a larger number.
- Electrons are the minority charge carriers because they are present in a smaller number.

डायोड का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक स्विच के रूप में भी किया जा सकता है। फॉरवर्ड बायस होने पर यह धारा प्रवाहित करता है और रिवर्स बायस होने पर धारा को रोकता है। यह गुण इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में धारा की दिशा और सिग्नलों को नियंत्रित करने के लिए उपयोगी है।

### 8.1.5 सेमीकंडक्टर पदार्थ

#### चालक

चालक विद्युत धारा को आसानी से प्रवाहित होने देते हैं क्योंकि उनमें मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या अधिक होती है। उदाहरण: तांबा, एल्युमिनियम।

#### कुचालक

कुचालक विद्युत धारा के प्रवाह का विरोध करते हैं क्योंकि उनमें मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या बहुत कम होती है। उदाहरण: रबर, काँच, प्लास्टिक।

#### सेमीकंडक्टर

सेमीकंडक्टर की चालकता चालक और कुचालक के बीच होती है। तापमान बढ़ने पर उनकी चालकता बढ़ती है। सिलिकॉन और जर्मेनियम व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले सेमीकंडक्टर हैं।

#### आंतरिक सेमीकंडक्टर

बिना किसी अशुद्धि वाला शुद्ध सेमीकंडक्टर आंतरिक सेमीकंडक्टर कहलाता है। इसमें इलेक्ट्रॉनों और होलों की संख्या समान होती है।

#### बाह्य सेमीकंडक्टर

अशुद्धि परमाणुओं से मिश्रित सेमीकंडक्टर को बाह्य सेमीकंडक्टर कहा जाता है। डोपिंग चालकता को बढ़ाती है।

### 8.1.6 डोपिंग का अर्थ

डोपिंग शुद्ध सेमीकंडक्टर में चालकता बढ़ाने के लिए अशुद्धि परमाणुओं को मिलाने की प्रक्रिया है।

### 8.1.7 P-टाइप सेमीकंडक्टर

जब सिलिकॉन में बोरॉन जैसी त्रिसंयोजी अशुद्धि मिलाई जाती है, तब P-टाइप सेमीकंडक्टर बनता है। होल बहुसंख्यक आवेश वाहक बन जाते हैं।

### 8.1.8 N-टाइप सेमीकंडक्टर

जब सिलिकॉन में फॉस्फोरस जैसी पंचसंयोजी अशुद्धि मिलाई जाती है, तब N-टाइप सेमीकंडक्टर बनता है। इलेक्ट्रॉन बहुसंख्यक आवेश वाहक बन जाते हैं।

### 8.1.9 बहुसंख्यक और अल्पसंख्यक आवेश वाहक

अर्धचालक में विद्युत धारा दो प्रकार के आवेश वाहकों द्वारा प्रवाहित होती है: इलेक्ट्रॉन और होल। अर्धचालक के प्रकार के आधार पर एक प्रकार बहुसंख्यक वाहक और दूसरा अल्पसंख्यक वाहक बन जाता है।

#### 1. P-टाइप अर्धचालक

P-टाइप अर्धचालक शुद्ध अर्धचालक में त्रिसंयोजी अशुद्धि मिलाने से बनाया जाता है। इससे बड़ी संख्या में होल उत्पन्न होते हैं।

- होल बहुसंख्यक आवेश वाहक होते हैं क्योंकि वे अधिक संख्या में उपस्थित होते हैं।
- इलेक्ट्रॉन अल्पसंख्यक आवेश वाहक होते हैं क्योंकि वे कम संख्या में उपस्थित होते हैं।
- P-टाइप अर्धचालक में धारा मुख्य रूप से होल के गति करने के कारण होती है।



- Current in a P-type semiconductor is mainly due to the movement of holes.

## 2. N-Type Semiconductor

An N-type semiconductor is formed by adding a pentavalent impurity to a pure semiconductor. This provides a large number of free electrons.

- Electrons are the majority charge carriers because they are present in a larger number.
- Holes are the minority charge carriers because they are present in a smaller number.
- Current in an N-type semiconductor is mainly due to the movement of electrons.

### 8.1.10 PN Junction Diode

#### Formation of PN Junction

When P-type and N-type materials are joined together, a PN junction is formed. Electrons and holes combine near the junction.

#### Depletion Region

The area around the junction where free charge carriers are absent is called depletion region. It acts as an insulating barrier.

#### Barrier Potential

A small voltage developed across the depletion region is called barrier potential. It opposes further movement of charge carriers.

Typical values:

- Silicon diode: 0.7 V
- Germanium diode: 0.3 V

### 8.1.11 Biasing of PN Junction Diode

#### Forward Bias

In forward bias, P-side is connected to positive terminal and N-side to negative terminal of supply. Depletion region decreases and current flows easily.

#### Reverse Bias

In reverse bias, P-side is connected to negative terminal and N-side to positive terminal. Depletion region increases and current flow becomes very small.

#### Effect of Biasing on Current Flow

- Forward bias → High current flow
- Reverse bias → Very low leakage current

### 8.1.12 Working Principle of Semiconductor Diode Current Conduction Mechanism

In forward bias, electrons and holes cross the junction and current flows. In reverse bias, only a small leakage current exists.

#### Behaviour During Forward Bias

The diode offers low resistance and conducts current after reaching knee voltage.

#### Behaviour During Reverse Bias

The diode offers very high resistance and blocks current flow.

## 2. N-टाइप अर्धचालक

N-टाइप अर्धचालक शुद्ध अर्धचालक में पंचसंयोजी अशुद्धि मिलाने से बनाया जाता है। इससे बड़ी संख्या में मुक्त इलेक्ट्रॉन प्राप्त होते हैं।

- इलेक्ट्रॉन बहुसंख्यक आवेश वाहक होते हैं क्योंकि वे अधिक संख्या में उपस्थित होते हैं।
- होल अल्पसंख्यक आवेश वाहक होते हैं क्योंकि वे कम संख्या में उपस्थित होते हैं।
- N-टाइप अर्धचालक में धारा मुख्य रूप से इलेक्ट्रॉनों के गति करने के कारण होती है।

### 8.1.10 PN जंक्शन डायोड

#### PN जंक्शन का निर्माण

जब P-टाइप और N-टाइप पदार्थों को आपस में जोड़ा जाता है, तब PN जंक्शन बनता है। इलेक्ट्रॉन और होल जंक्शन के निकट संयोजित हो जाते हैं।

#### रिक्तीकरण क्षेत्र

जंक्शन के आसपास का वह क्षेत्र जहाँ मुक्त आवेश वाहक अनुपस्थित होते हैं, रिक्तीकरण क्षेत्र कहलाता है। यह एक कुचालक अवरोध के रूप में कार्य करता है।

#### अवरोध विभव

रिक्तीकरण क्षेत्र के दोनों ओर विकसित होने वाला छोटा वोल्टेज अवरोध विभव कहलाता है। यह आवेश वाहकों की आगे की गति का विरोध करता है।

#### सामान्य मान:

- सिलिकॉन डायोड: 0.7 V
- जर्मेनियम डायोड: 0.3 V

### 8.1.11 PN जंक्शन डायोड का बायसिंग

#### फॉरवर्ड बायस

फॉरवर्ड बायस में P-पक्ष को धनात्मक टर्मिनल तथा N-पक्ष को आपूर्ति के ऋणात्मक टर्मिनल से जोड़ा जाता है। रिक्तीकरण क्षेत्र कम हो जाता है और धारा आसानी से प्रवाहित होती है।

#### रिवर्स बायस

रिवर्स बायस में P-पक्ष को ऋणात्मक टर्मिनल तथा N-पक्ष को धनात्मक टर्मिनल से जोड़ा जाता है। रिक्तीकरण क्षेत्र बढ़ जाता है और धारा प्रवाह बहुत कम हो जाता है।

#### धारा प्रवाह पर बायसिंग का प्रभाव

- फॉरवर्ड बायस → उच्च धारा प्रवाह
- रिवर्स बायस → अत्यंत कम लीकेज धारा

### 8.1.12 सेमीकंडक्टर डायोड का कार्य सिद्धांत

#### धारा चालन तंत्र

फॉरवर्ड बायस में इलेक्ट्रॉन और होल जंक्शन को पार करते हैं तथा धारा प्रवाहित होती है। रिवर्स बायस में केवल छोटी लीकेज धारा उपस्थित रहती है।

#### फॉरवर्ड बायस के दौरान व्यवहार

डायोड कम प्रतिरोध प्रदान करता है तथा नी वोल्टेज प्राप्त होने के बाद धारा का संचालन करता है।

#### रिवर्स बायस के दौरान व्यवहार

डायोड बहुत अधिक प्रतिरोध प्रदान करता है तथा धारा प्रवाह को रोकता है।



### 8.1.13 Characteristics of PN Junction Diode

A PN junction diode is a semiconductor device that allows current to flow mainly in one direction. Its characteristics describe the relationship between the voltage applied across the diode and the current flowing through it.

#### 1. Forward Characteristics

When a diode is connected in forward bias, the P-side is connected to positive supply and the N-side to negative supply. Initially, the forward current is very small. After the knee voltage is reached, the forward current increases rapidly with a small increase in voltage.

#### 2. Reverse Characteristics

When a diode is connected in reverse bias, the P-side is connected to negative supply and the N-side to positive supply. A very small reverse current, called reverse saturation current, flows. This current remains very small until the applied reverse voltage reaches the breakdown voltage.

#### 3. Knee Voltage

The minimum forward voltage required for significant conduction of current through a PN junction diode is called the knee voltage. Below this voltage, the forward current is very small. After reaching the knee voltage, the current increases rapidly.

#### 4. Reverse Breakdown

When a high reverse voltage is applied to a diode, the reverse current remains small up to a certain limit. When the reverse voltage reaches the breakdown voltage, the reverse current increases suddenly. This condition is called reverse breakdown. Excessive current during breakdown can damage an ordinary diode if it is not properly limited.

### 8.1.14 Types of Semiconductor Diodes

Semiconductor diodes are electronic components that allow electric current to flow mainly in one direction. Different types of diodes are designed for different applications in electrical and electronic circuits. The important types of semiconductor diodes are given below.

#### 1. Rectifier Diode

A rectifier diode is mainly used for AC to DC conversion. It allows current to flow in the forward direction and blocks current in the reverse direction. It is commonly used in power supply and rectifier circuits.

#### 2. Zener Diode

A Zener diode is mainly used for voltage regulation. It operates in the reverse-bias region at a specified voltage and helps maintain a nearly constant output voltage. It is commonly used for protecting and regulating electronic circuits.

#### 3. LED

### 8.1.13 PN जंक्शन डायोड की विशेषताएँ

PN जंक्शन डायोड एक अर्धचालक उपकरण है जो मुख्य रूप से धारा को एक दिशा में प्रवाहित होने देता है। इसकी विशेषताएँ डायोड पर लगाए गए वोल्टेज और उसमें प्रवाहित होने वाली धारा के बीच संबंध को दर्शाती हैं।

#### 1. फॉरवर्ड विशेषताएँ

जब डायोड को फॉरवर्ड बायस में जोड़ा जाता है, तो P-साइड को धनात्मक सप्लाय और N-साइड को ऋणात्मक सप्लाय से जोड़ा जाता है। प्रारंभ में फॉरवर्ड धारा बहुत कम होती है। नी वोल्टेज प्राप्त होने के बाद, वोल्टेज में थोड़ी वृद्धि के साथ फॉरवर्ड धारा तेजी से बढ़ती है।

#### 2. रिवर्स विशेषताएँ

जब डायोड को रिवर्स बायस में जोड़ा जाता है, तो P-साइड को ऋणात्मक सप्लाय और N-साइड को धनात्मक सप्लाय से जोड़ा जाता है। एक बहुत छोटी रिवर्स धारा, जिसे रिवर्स सैचुरेशन धारा कहा जाता है, प्रवाहित होती है। यह धारा तब तक बहुत छोटी रहती है जब तक लगाया गया रिवर्स वोल्टेज ब्रेकडाउन वोल्टेज तक नहीं पहुँच जाता।

#### 3. नी वोल्टेज

PN जंक्शन डायोड में धारा के महत्वपूर्ण प्रवाह के लिए आवश्यक न्यूनतम फॉरवर्ड वोल्टेज को नी वोल्टेज कहा जाता है। इस वोल्टेज से नीचे फॉरवर्ड धारा बहुत कम होती है। नी वोल्टेज प्राप्त होने के बाद धारा तेजी से बढ़ती है।

#### 4. रिवर्स ब्रेकडाउन

जब डायोड पर उच्च रिवर्स वोल्टेज लगाया जाता है, तो एक निश्चित सीमा तक रिवर्स धारा बहुत कम रहती है। जब रिवर्स वोल्टेज ब्रेकडाउन वोल्टेज तक पहुँच जाता है, तो रिवर्स धारा अचानक बढ़ जाती है। इस स्थिति को रिवर्स ब्रेकडाउन कहा जाता है। ब्रेकडाउन के दौरान अत्यधिक धारा साधारण डायोड को नुकसान पहुँचा सकती है यदि इसे उचित रूप से सीमित न किया जाए।

### 8.1.14 सेमीकंडक्टर डायोड के प्रकार

सेमीकंडक्टर डायोड इलेक्ट्रॉनिक घटक होते हैं जो मुख्य रूप से विद्युत धारा को एक दिशा में प्रवाहित होने देते हैं। अलग-अलग प्रकार के डायोड अलग-अलग विद्युत और इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में उपयोग के लिए बनाए जाते हैं। सेमीकंडक्टर डायोड के महत्वपूर्ण प्रकार नीचे दिए गए हैं।

#### 1. रेक्टिफायर डायोड

रेक्टिफायर डायोड का मुख्य उपयोग AC को DC में बदलने के लिए किया जाता है। यह धारा को फॉरवर्ड दिशा में प्रवाहित होने देता है और रिवर्स दिशा में धारा को रोकता है। इसका उपयोग सामान्यतः पावर सप्लाय और रेक्टिफायर परिपथों में किया जाता है।

#### 2. जेनर डायोड

जेनर डायोड का मुख्य उपयोग वोल्टेज रेगुलेशन के लिए किया जाता है। यह एक निश्चित वोल्टेज पर रिवर्स-बायस क्षेत्र में कार्य करता है और लगभग स्थिर आउटपुट वोल्टेज बनाए रखने में सहायता करता है। इसका उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथों की सुरक्षा और वोल्टेज नियंत्रण के लिए किया जाता है।

LED stands for Light Emitting Diode. It converts electrical energy into light when forward biased. LEDs are widely used as indicator lamps, display devices, and lighting components.

#### 4. Photodiode

A photodiode is used for light sensing applications. It converts incident light into an electrical signal. Photodiodes are commonly used in light sensors, optical communication systems, and automatic control circuits.

#### 5. Tunnel Diode

A tunnel diode is a special semiconductor diode that has a very high-speed response. It is mainly used in high-frequency circuits, such as oscillators and high-speed electronic applications.

#### 6. Varactor Diode

A varactor diode is a voltage-controlled semiconductor diode. Its capacitance changes with the applied reverse voltage. It is mainly used in tuning and frequency control circuits, such as radio and communication equipment.

### 3. LED

LED का पूरा नाम लाइट एमिटिंग डायोड है। यह फॉरवर्ड बायस होने पर विद्युत ऊर्जा को प्रकाश में बदलता है। LED का उपयोग इंडिकेटर लैंप, डिस्प्ले उपकरण और प्रकाश व्यवस्था के घटक के रूप में किया जाता है।

#### 4. फोटोडायोड

फोटोडायोड का उपयोग प्रकाश संवेदन अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है। यह पड़ने वाले प्रकाश को विद्युत संकेत में बदलता है। इसका उपयोग सामान्यतः लाइट सेंसर, ऑप्टिकल कम्युनिकेशन सिस्टम और ऑटोमैटिक कंट्रोल परिपथों में किया जाता है।

#### 5. टनल डायोड

टनल डायोड एक विशेष सेमीकंडक्टर डायोड है जिसमें बहुत तेज प्रतिक्रिया होती है। इसका मुख्य उपयोग हाई-फ्रीक्वेंसी परिपथों में किया जाता है, जैसे ऑसिलेटर और हाई-स्पीड इलेक्ट्रॉनिक अनुप्रयोगों में।

#### 6. वैरेक्टर डायोड

वैरेक्टर डायोड एक वोल्टेज-नियंत्रित सेमीकंडक्टर डायोड है। इसकी कैपेसिटेंस लगाए गए रिवर्स वोल्टेज के साथ बदलती है। इसका मुख्य उपयोग ट्यूनिंग और फ्रीक्वेंसी कंट्रोल परिपथों में किया जाता है, जैसे रेडियो और कम्युनिकेशन उपकरणों में।

## 8.2 Introduction to Transistors | ट्रांजिस्टर का परिचय

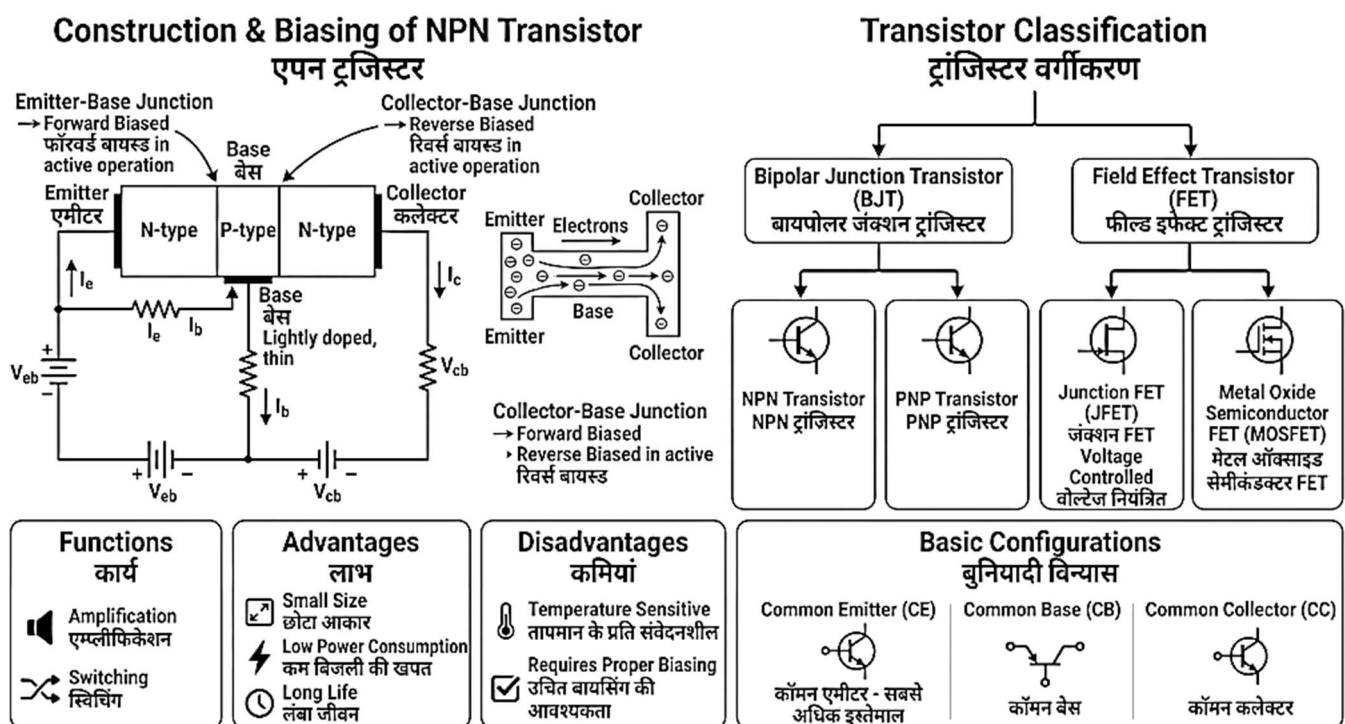


Fig. 8.2: Construction, Biasing and Classification of Transistors | ट्रांजिस्टर की संरचना, बायसिंग तथा वर्गीकरण

### 8.2.1 Introduction (Fig. 8.2)

A transistor is a three-layer semiconductor device used to control the flow of current in an electronic circuit. It is one of the most important components in modern electronics and is widely used in communication, industrial, and control systems. A transistor mainly performs two functions: amplification and switching. In amplifier circuits, it increases weak electrical signals to higher levels. In

### 8.2.1 परिचय (Fig. 8.2)

ट्रांजिस्टर एक तीन-परत वाला अर्धचालक उपकरण है जिसका उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में धारा के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। यह आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक्स के सबसे महत्वपूर्ण अवयवों में से एक है तथा संचार, औद्योगिक एवं नियंत्रण प्रणालियों में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। ट्रांजिस्टर मुख्य रूप से दो कार्य करता है: प्रवर्धन तथा स्विचिंग। प्रवर्धक परिपथों में यह कमजोर विद्युत संकेतों को उच्च स्तर तक बढ़ाता है। स्विचिंग परिपथों में यह

switching circuits, it operates as an ON/OFF electronic switch.

Transistors are widely preferred because of their small size, low power consumption, fast operation, and high efficiency compared to vacuum tubes. They are extensively used in radios, televisions, computers, instrumentation systems, and automation equipment.

### 8.2.2 Construction of Transistor

A transistor is constructed using semiconductor materials such as silicon or germanium. It consists of three layers and two PN junctions. The three terminals are Emitter, Base, and Collector.

- **Emitter:** Supplies charge carriers.
- **Base:** Thin middle region controlling current flow.
- **Collector:** Collects charge carriers from the emitter.

The emitter is heavily doped, the base is lightly doped, and the collector is moderately doped. Proper construction helps the transistor work efficiently as an amplifier and switch.

### 8.2.3 Classification of Transistors

Transistors are mainly classified into Bipolar Junction Transistor (BJT) and Field Effect Transistor (FET).

#### Classification of BJT

BJT works with both electrons and holes as charge carriers.

- **NPN Transistor:** Current flows due to electrons. Widely used because of better performance.
- **PNP Transistor:** Current flows due to holes.

#### Classification of FET

FET is a voltage-controlled device with high input impedance.

- **JFET (Junction Field Effect Transistor):** Uses PN junction for control.
- **MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET):** Widely used in digital and power electronics.

### 8.2.4 Working Principle of Transistor

The working of a transistor is based on the movement of charge carriers across semiconductor junctions. In active operation, the emitter-base junction is forward biased and the collector-base junction is reverse biased. Electrons or holes move from emitter to collector through the base region. A small base current controls a large collector current. This process is called amplification. Due to this property, transistors are used in audio amplifiers, communication systems, and control circuits.

### 8.2.5 Transistor Biasing Meaning of Biasing

ON/OFF इलेक्ट्रॉनिक स्विच के रूप में कार्य करता है।

ट्रांजिस्टर को उनके छोटे आकार, कम शक्ति खपत, तीव्र संचालन तथा वैक्यूम ट्यूबों की तुलना में उच्च दक्षता के कारण व्यापक रूप से प्राथमिकता दी जाती है। इनका उपयोग रेडियो, टेलीविजन, कंप्यूटर, इंस्ट्रुमेंटेशन प्रणालियों तथा स्वचालन उपकरणों में व्यापक रूप से किया जाता है।

### 8.2.2 ट्रांजिस्टर की संरचना

ट्रांजिस्टर का निर्माण सिलिकॉन या जर्मेनियम जैसे अर्धचालक पदार्थों से किया जाता है। इसमें तीन परतें तथा दो PN जंक्शन होते हैं। इसके तीन टर्मिनल एमिटर, बेस तथा कलेक्टर होते हैं।

- **एमिटर:** आवेश वाहकों की आपूर्ति करता है।
- **बेस:** धारा प्रवाह को नियंत्रित करने वाला पतला मध्य क्षेत्र।
- **कलेक्टर:** एमिटर से आने वाले आवेश वाहकों को एकत्रित करता है।

एमिटर अत्यधिक डोपित, बेस हल्का डोपित तथा कलेक्टर मध्यम डोपित होता है। उचित संरचना ट्रांजिस्टर को प्रवर्धक एवं स्विच के रूप में कुशलतापूर्वक कार्य करने में सहायता करती है।

### 8.2.3 ट्रांजिस्टर का वर्गीकरण

ट्रांजिस्टर का मुख्य रूप से द्विध्रुवीय जंक्शन ट्रांजिस्टर (BJT) तथा फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (FET) में वर्गीकरण किया जाता है।

#### BJT का वर्गीकरण

BJT इलेक्ट्रॉनों तथा होल दोनों को आवेश वाहकों के रूप में उपयोग करता है।

- **NPN ट्रांजिस्टर:** धारा का प्रवाह इलेक्ट्रॉनों के कारण होता है। बेहतर प्रदर्शन के कारण व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।
- **PNP ट्रांजिस्टर:** धारा का प्रवाह होलों के कारण होता है।

#### FET का वर्गीकरण

FET एक वोल्टेज नियंत्रित उपकरण है जिसमें उच्च इनपुट प्रतिबाधा होती है।

- **JFET (जंक्शन फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर):** नियंत्रण हेतु PN जंक्शन का उपयोग करता है।
- **MOSFET (मेटल ऑक्साइड सेमीकंडक्टर FET):** डिजिटल तथा शक्ति इलेक्ट्रॉनिक्स में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

### 8.2.4 ट्रांजिस्टर का कार्य सिद्धांत

ट्रांजिस्टर का कार्य अर्धचालक जंक्शनों के पार आवेश वाहकों की गति पर आधारित होता है। सक्रिय संचालन में एमिटर-बेस जंक्शन अग्र बायस तथा कलेक्टर-बेस जंक्शन विपरीत बायस में होता है। इलेक्ट्रॉन या होल बेस क्षेत्र के माध्यम से एमिटर से कलेक्टर की ओर गति करते हैं।

एक छोटा बेस धारा एक बड़े कलेक्टर धारा को नियंत्रित करता है। इस प्रक्रिया को प्रवर्धन कहा जाता है। इसी गुण के कारण ट्रांजिस्टर का उपयोग ऑडियो प्रवर्धकों, संचार प्रणालियों तथा नियंत्रण परिपथों में किया जाता है।

### 8.2.5 ट्रांजिस्टर बायसिंग बायसिंग का अर्थ

Biassing means applying the proper DC voltage to the terminals of a transistor for its correct operation. Proper biassing keeps the transistor in the active region and prevents distortion in the output signal.

### Types of Biassing

#### 1. Forward Bias

Forward bias is the condition in which proper voltage is applied to the emitter-base junction of a transistor. It allows the transistor to conduct properly.

#### 2. Reverse Bias

Reverse bias is the condition in which proper voltage is applied to the collector-base junction of a transistor. It helps the transistor operate correctly in the active region.

### Common Biassing Methods

The commonly used transistor biassing methods are:

- Fixed Bias
- Voltage Divider Bias

#### Fixed Bias

In fixed bias, a fixed DC voltage is applied to the transistor through a resistor. It is a simple biassing method but provides less stability.

#### Voltage Divider Bias

In voltage divider bias, resistors are used to provide a suitable base voltage to the transistor. This method is more stable and is commonly used in practical transistor circuits.

### 8.2.6 Transistor Configurations

Transistor circuits are connected in three basic configurations:

- **Common Base (CB):** Low input impedance and high voltage gain.
- **Common Emitter (CE):** High voltage and current gain; most widely used.
- **Common Collector (CC):** High input impedance and low output impedance.

#### Comparison

- Input impedance
- Output impedance
- Voltage gain
- Current gain

### 8.2.7 Characteristics of Transistor

Transistor characteristics show the relationship between voltage and current in a transistor. They help an Instrument Mechanic understand how a transistor behaves when different voltages and currents are applied. These characteristics are mainly studied as input, output, and transfer characteristics.

#### 1. Input Characteristics

Input characteristics show the relation between input voltage and input current.

- They indicate how the input current changes when the input voltage is varied.

बायसिंग का अर्थ ट्रांजिस्टर के टर्मिनलों पर उसके सही संचालन के लिए उचित DC वोल्टेज लगाना है। उचित बायसिंग ट्रांजिस्टर को सक्रिय क्षेत्र में रखती है और आउटपुट सिग्नल में विकृति को रोकती है।

### बायसिंग के प्रकार

#### 1. फॉरवर्ड बायस

फॉरवर्ड बायस वह स्थिति है जिसमें ट्रांजिस्टर के एमिटर-बेस जंक्शन पर उचित वोल्टेज लगाया जाता है। यह ट्रांजिस्टर को सही प्रकार से संचालन करने देता है।

#### 2. रिवर्स बायस

रिवर्स बायस वह स्थिति है जिसमें ट्रांजिस्टर के कलेक्टर-बेस जंक्शन पर उचित वोल्टेज लगाया जाता है। यह ट्रांजिस्टर को सक्रिय क्षेत्र में सही प्रकार से कार्य करने में सहायता करता है।

### सामान्य बायसिंग विधियाँ

ट्रांजिस्टर की सामान्य बायसिंग विधियाँ हैं:

- फिक्स्ड बायस
- वोल्टेज डिवाइडर बायस

#### फिक्स्ड बायस

फिक्स्ड बायस में एक रेजिस्टर के माध्यम से ट्रांजिस्टर पर एक निश्चित DC वोल्टेज लगाया जाता है। यह एक सरल बायसिंग विधि है, लेकिन इसमें स्थिरता कम होती है।

#### वोल्टेज डिवाइडर बायस

वोल्टेज डिवाइडर बायस में ट्रांजिस्टर को उचित बेस वोल्टेज प्रदान करने के लिए रेजिस्टरों का उपयोग किया जाता है। यह विधि अधिक स्थिर होती है और व्यावहारिक ट्रांजिस्टर सर्किटों में सामान्य रूप से उपयोग की जाती है।

### 8.2.6 ट्रांजिस्टर विन्यास

ट्रांजिस्टर परिपथ तीन मूल विन्यासों में जोड़े जाते हैं:

- **कॉमन बेस (CB):** कम इनपुट प्रतिबाधा तथा उच्च वोल्टेज गेन।
- **कॉमन एमिटर (CE):** उच्च वोल्टेज एवं धारा गेन; सर्वाधिक व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।
- **कॉमन कलेक्टर (CC):** उच्च इनपुट प्रतिबाधा तथा कम आउटपुट प्रतिबाधा।

#### तुलना

- इनपुट प्रतिबाधा
- आउटपुट प्रतिबाधा
- वोल्टेज गेन
- धारा गेन

### 8.2.7 ट्रांजिस्टर की विशेषताएँ

ट्रांजिस्टर की विशेषताएँ ट्रांजिस्टर में वोल्टेज और करंट के बीच संबंध को दर्शाती हैं। ये एक Instrument Mechanic को यह समझने में सहायता करती हैं कि अलग-अलग वोल्टेज और करंट लगाने पर ट्रांजिस्टर किस प्रकार कार्य करता है। इन विशेषताओं का मुख्य रूप से इनपुट, आउटपुट और ट्रांसफर विशेषताओं के रूप में अध्ययन किया जाता है।

#### 1. इनपुट विशेषताएँ

इनपुट विशेषताएँ इनपुट वोल्टेज और इनपुट करंट के बीच संबंध को दर्शाती हैं।

- ये बताती हैं कि इनपुट वोल्टेज को बदलने पर इनपुट करंट किस प्रकार बदलता है।



- The input voltage is applied to the input terminals of the transistor.
- These characteristics help in understanding the input behaviour of the transistor.

## 2. Output Characteristics

Output characteristics show the relation between output voltage and output current.

- They indicate how the output current changes when the output voltage is varied.
- The output characteristics help in studying the operating behaviour of the transistor.
- They are useful for determining suitable operating conditions.

## 3. Transfer Characteristics

Transfer characteristics show the relation between input current and output current.

- They indicate how a change in input current affects the output current.
- These characteristics help in understanding the current transfer action of the transistor.
- They are useful for studying the amplification behaviour of the transistor.

### 8.2.8 Numerical Problems

Current gain:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Collector current:

$$I_C = \beta I_B$$

### 8.2.9 Merits of Transistors

Transistors offer several advantages in electronic circuits:

- Small size and lightweight
- High efficiency
- Low operating voltage
- Fast switching speed
- Low power consumption
- Long service life

Due to these merits, transistors are widely used in portable and industrial electronic equipment.

### 8.2.10 Demerits of Transistors

Transistors also have certain limitations:

- Sensitive to temperature variations
- Easily damaged by overcurrent or overheating
- Noise generation in electronic circuits
- Requires proper biasing for stable operation

Careful handling and cooling arrangements improve transistor life.

### 8.2.11 Applications of Transistors

Transistors are semiconductor devices that are widely used in electronic and industrial circuits. They can amplify electrical signals, switch circuits ON and

- इनपुट वोल्टेज ट्रांजिस्टर के इनपुट टर्मिनलों पर लगाया जाता है।
- ये विशेषताएँ ट्रांजिस्टर के इनपुट व्यवहार को समझने में सहायता करती हैं।

## 2. आउटपुट विशेषताएँ

आउटपुट विशेषताएँ आउटपुट वोल्टेज और आउटपुट करंट के बीच संबंध को दर्शाती हैं।

- ये बताती हैं कि आउटपुट वोल्टेज को बदलने पर आउटपुट करंट किस प्रकार बदलता है।
- आउटपुट विशेषताएँ ट्रांजिस्टर की कार्य अवस्था के अध्ययन में सहायता करती हैं।
- ये उपयुक्त कार्य परिस्थितियों को निर्धारित करने में उपयोगी हैं।

## 3. ट्रांसफर विशेषताएँ

ट्रांसफर विशेषताएँ इनपुट करंट और आउटपुट करंट के बीच संबंध को दर्शाती हैं।

- ये बताती हैं कि इनपुट करंट में परिवर्तन आउटपुट करंट को किस प्रकार प्रभावित करता है।
- ये विशेषताएँ ट्रांजिस्टर की करंट ट्रांसफर क्रिया को समझने में सहायता करती हैं।
- ये ट्रांजिस्टर की प्रवर्धन क्रिया के अध्ययन में उपयोगी हैं।

### 8.2.8 संख्यात्मक प्रश्न

धारा गेन:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

कलेक्टर धारा:

$$I_C = \beta I_B$$

### 8.2.9 ट्रांजिस्टर के गुण

ट्रांजिस्टर इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में अनेक लाभ प्रदान करते हैं:

- छोटा आकार एवं हल्का वजन
- उच्च दक्षता
- कम संचालन वोल्टेज
- तीव्र स्विचिंग गति
- कम शक्ति खपत
- लंबी सेवा आयु

इन गुणों के कारण ट्रांजिस्टर का उपयोग पोर्टेबल तथा औद्योगिक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में व्यापक रूप से किया जाता है।

### 8.2.10 ट्रांजिस्टर के दोष

ट्रांजिस्टर की कुछ सीमाएँ भी होती हैं:

- तापमान परिवर्तन के प्रति संवेदनशील
- अधिक धारा या अत्यधिक ताप से आसानी से क्षतिग्रस्त
- इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में शोर उत्पन्न होना
- स्थिर संचालन हेतु उचित बायसिंग की आवश्यकता

सावधानीपूर्वक उपयोग तथा शीतलन व्यवस्था ट्रांजिस्टर की आयु बढ़ाती है।

### 8.2.11 ट्रांजिस्टर के अनुप्रयोग

ट्रांजिस्टर अर्धचालक युक्तियाँ हैं जिनका उपयोग इलेक्ट्रॉनिक और औद्योगिक परिपथों में व्यापक रूप से किया जाता है। इनका उपयोग विद्युत संकेतों को बढ़ाने, परिपथों को चालू और बंद करने, दोलन

OFF, generate oscillations, and control power. Because of these properties, transistors are important components in many instruments and automation systems.

### 1. Amplifier Circuits

Transistors are used to increase the strength of weak electrical signals. They are commonly used in voltage, current, and power amplifier circuits. In measuring instruments, transistor amplifiers help amplify signals received from sensors and other input devices.

### 2. Switching Circuits

A transistor can work as an electronic switch by operating between OFF and ON states. It is used to control the operation of relays, lamps, motors, LEDs, and other electronic components. Transistor switching is faster and more reliable than mechanical switching in many applications.

### 3. Oscillators

Transistors are used in oscillator circuits to generate continuous electrical signals or waveforms. These signals are required in electronic instruments, signal generators, communication circuits, and timing circuits.

### 4. Power Control Circuits

Transistors are used to control and regulate electrical power supplied to different circuits and loads. Power transistors are used for controlling motors, power supplies, and other industrial equipment. They can handle relatively high current and voltage depending on their specifications.

### 5. Communication Equipment

Transistors are essential components in communication equipment such as radio transmitters, receivers, and signal-processing circuits. They are used for signal amplification, switching, modulation, and other electronic functions.

### 6. Automation Systems

Transistors are widely used in industrial automation systems for signal processing and electronic switching. They help interface sensors with control circuits and operate devices such as relays, indicators, and actuators.

Thus, transistors are important in electronic instruments, industrial control systems, communication equipment, and automation applications.

उत्पन्न करने और विद्युत शक्ति को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। इन गुणों के कारण ट्रांजिस्टर अनेक उपकरणों और स्वचालन प्रणालियों में महत्वपूर्ण घटक हैं।

### 1. प्रवर्धक परिपथ

ट्रांजिस्टर का उपयोग कमजोर विद्युत संकेतों की शक्ति बढ़ाने के लिए किया जाता है। इनका उपयोग वोल्टेज, धारा और शक्ति प्रवर्धक परिपथों में किया जाता है। मापन उपकरणों में ट्रांजिस्टर प्रवर्धक सेंसर और अन्य इनपुट उपकरणों से प्राप्त संकेतों को बढ़ाने में सहायता करते हैं।

### 2. स्विचिंग परिपथ

ट्रांजिस्टर इलेक्ट्रॉनिक स्विच के रूप में कार्य कर सकता है और बंद तथा चालू अवस्थाओं के बीच काम करता है। इसका उपयोग रिले, लैंप, मोटर, LED और अन्य इलेक्ट्रॉनिक घटकों के संचालन को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। कई अनुप्रयोगों में ट्रांजिस्टर स्विचिंग यांत्रिक स्विचिंग की तुलना में तेज और अधिक विश्वसनीय होती है।

### 3. दोलक

ट्रांजिस्टर का उपयोग दोलक परिपथों में लगातार विद्युत संकेत या तरंगरूप उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। इन संकेतों की आवश्यकता इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों, सिग्नल जनरेटर, संचार परिपथों और समय निर्धारण परिपथों में होती है।

### 4. शक्ति नियंत्रण परिपथ

ट्रांजिस्टर का उपयोग विभिन्न परिपथों और भार को दी जाने वाली विद्युत शक्ति को नियंत्रित और विनियमित करने के लिए किया जाता है। पावर ट्रांजिस्टर का उपयोग मोटर, विद्युत आपूर्ति और अन्य औद्योगिक उपकरणों को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। वे अपने विनिर्देशों के अनुसार अपेक्षाकृत अधिक धारा और वोल्टेज को संभाल सकते हैं।

### 5. संचार उपकरण

ट्रांजिस्टर संचार उपकरणों जैसे रेडियो ट्रांसमीटर, रिसीवर और सिग्नल प्रोसेसिंग परिपथों के आवश्यक घटक हैं। इनका उपयोग संकेत प्रवर्धन, स्विचिंग, मॉड्यूलेशन और अन्य इलेक्ट्रॉनिक कार्यों के लिए किया जाता है।

### 6. स्वचालन प्रणालियाँ

औद्योगिक स्वचालन प्रणालियों में संकेत प्रसंस्करण और इलेक्ट्रॉनिक स्विचिंग के लिए ट्रांजिस्टर का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। ये सेंसरों को नियंत्रण परिपथों से जोड़ने और रिले, संकेतक तथा एक्जुएटर जैसे उपकरणों को संचालित करने में सहायता करते हैं। इस प्रकार, ट्रांजिस्टर इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों, औद्योगिक नियंत्रण प्रणालियों, संचार उपकरणों और स्वचालन अनुप्रयोगों में महत्वपूर्ण हैं।

## 8.3 Half Wave and Full Wave Rectifier | अर्ध तरंग तथा पूर्ण तरंग दिष्टकारी

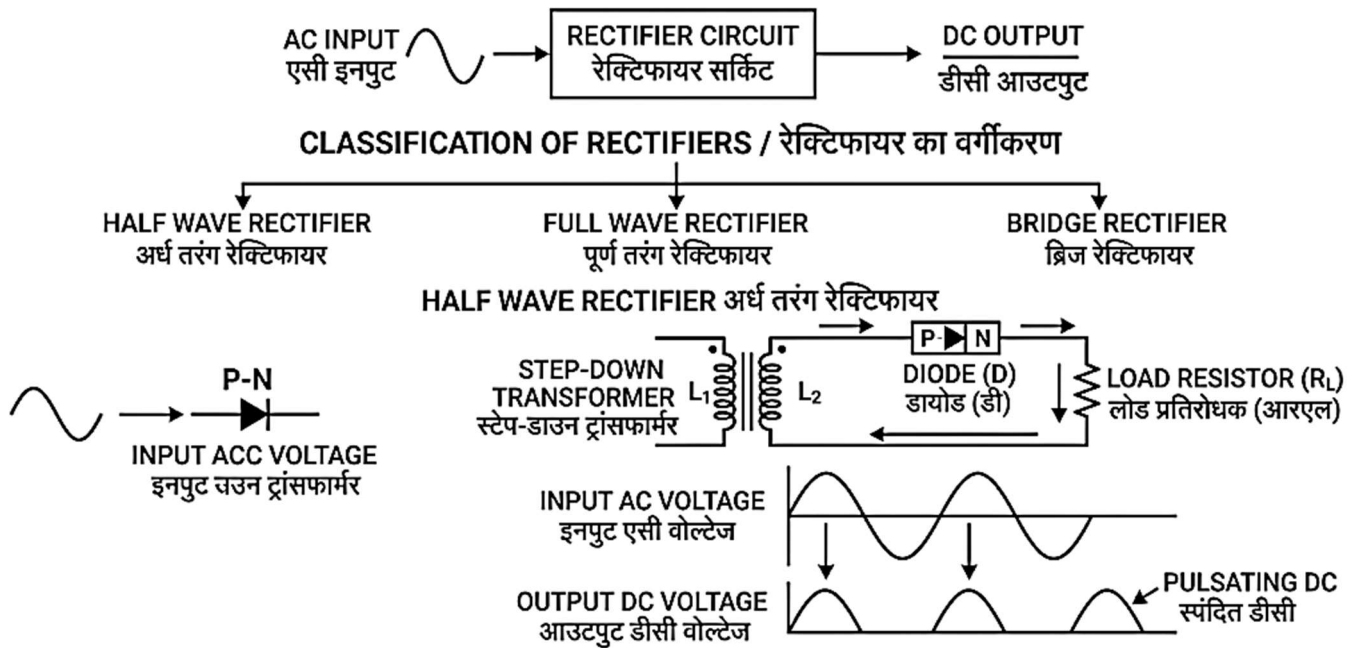


Fig. 8.3: Classification and Working of Rectifiers | दिष्टकारियों का वर्गीकरण एवं कार्यप्रणाली

### 8.3.1 Introduction to Rectifiers (Fig. 8.3)

A rectifier is an electronic circuit used to convert alternating current (AC) into direct current (DC). Rectification is necessary because most electronic circuits, instruments, and control systems operate on DC supply. The rectifier allows current to flow only in one direction by using semiconductor diodes. Rectifiers are widely used in power supplies, battery chargers, communication equipment, and industrial electronic circuits.

### 8.3.2 Classification of Rectifiers

Rectifiers are classified into three main types:

1. **Half Wave Rectifier:** Uses one diode and converts only one half cycle of AC into DC.
2. **Full Wave Rectifier:** Uses two diodes with a center-tapped transformer and converts both half cycles into DC.
3. **Bridge Rectifier:** Uses four diodes connected in bridge form and does not require center-tapped transformer.

### 8.3.3 Half Wave Rectifier

#### Constructional Features

A half wave rectifier consists of a step-down transformer, PN junction diode, and load resistor. The transformer reduces AC voltage, the diode conducts during one half cycle, and the resistor acts as load.

### 8.3.4 Numerical Problems

Average output voltage, ripple factor, and efficiency are commonly calculated in rectifier circuits.

$$\eta = \frac{P_{dc}}{P_{ac}} \times 100$$

### 8.3.1 रेक्टिफायर का परिचय (Fig. 8.3)

रेक्टिफायर एक इलेक्ट्रॉनिक परिपथ है जिसका उपयोग प्रत्यावर्ती धारा (AC) को दिष्ट धारा (DC) में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है। रेक्टिफिकेशन आवश्यक है क्योंकि अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक परिपथ, उपकरण तथा नियंत्रण प्रणालियाँ DC आपूर्ति पर कार्य करती हैं। रेक्टिफायर अर्धचालक डायोड का उपयोग करके धारा को केवल एक दिशा में प्रवाहित होने देता है। रेक्टिफायर का व्यापक उपयोग पावर सप्लाय, बैटरी चार्जर, संचार उपकरण तथा औद्योगिक इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में किया जाता है।

### 8.3.2 रेक्टिफायर का वर्गीकरण

रेक्टिफायर को मुख्यतः तीन प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है:

- **हाफ वेव रेक्टिफायर:** इसमें एक डायोड का उपयोग किया जाता है तथा यह AC के केवल एक अर्धचक्र को DC में परिवर्तित करता है।
- **फुल वेव रेक्टिफायर:** इसमें सेंटर-टैप्ड ट्रांसफॉर्मर के साथ दो डायोड का उपयोग किया जाता है तथा यह AC के दोनों अर्धचक्रों को DC में परिवर्तित करता है।
- **ब्रिज रेक्टिफायर:** इसमें ब्रिज स्वरूप में जुड़े चार डायोड का उपयोग किया जाता है तथा इसमें सेंटर-टैप्ड ट्रांसफॉर्मर की आवश्यकता नहीं होती है।

### 8.3.3 हाफ वेव रेक्टिफायर

#### संरचनात्मक विशेषताएँ

एक हाफ वेव रेक्टिफायर में स्टेप-डाउन ट्रांसफॉर्मर, PN जंक्शन डायोड तथा लोड प्रतिरोधक होता है। ट्रांसफॉर्मर AC वोल्टेज को कम करता है, डायोड एक अर्धचक्र के दौरान चालकता करता है तथा प्रतिरोधक लोड का कार्य करता है।

### 8.3.4 संख्यात्मक समस्याएँ

रेक्टिफायर परिपथों में औसत आउटपुट वोल्टेज, रिपल फैक्टर तथा दक्षता की सामान्यतः गणना की जाती है।

$$\eta = \frac{P_{dc}}{P_{ac}} \times 100$$

### 8.3.5 Full Wave Rectifier

#### Constructional Features

A full wave rectifier uses a center-tapped transformer and two diodes. Both half cycles of AC are utilized for rectification.

### 8.3.9 Working Principle

During the positive half cycle, one diode conducts, while during the negative half cycle, the other diode conducts. Current through the load flows in the same direction during both cycles.

### 8.3.5 फुल वेव रेक्टिफायर

#### संरचनात्मक विशेषताएँ

एक फुल वेव रेक्टिफायर में सेंटर-टैप्ड ट्रांसफॉर्मर तथा दो डायोड का उपयोग किया जाता है। रेक्टिफिकेशन के लिए AC के दोनों अर्धचक्रों का उपयोग किया जाता है।

### 8.3.9 कार्य सिद्धांत

धनात्मक अर्धचक्र के दौरान एक डायोड चालकता करता है, जबकि ऋणात्मक अर्धचक्र के दौरान दूसरा डायोड चालकता करता है। दोनों चक्रों के दौरान लोड से होकर धारा समान दिशा में प्रवाहित होती है।

## 8.4 Working Principle of Zener Diodes | जेनर डायोड का कार्य सिद्धांत

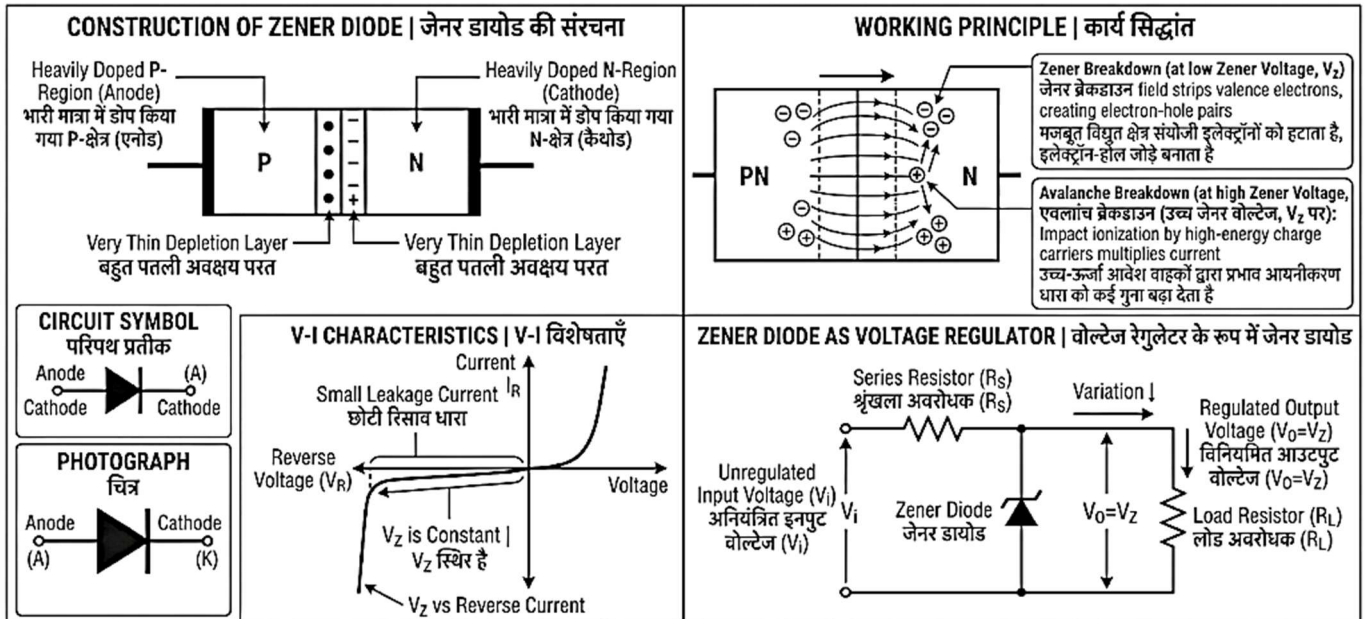


Fig. 8.4: Construction and Characteristics of Zener Diode | जेनर डायोड की संरचना एवं विशेषताएँ

### 8.4.1 Introduction to Zener Diode (Fig. 8.4)

A zener diode is a specially designed PN junction diode used mainly for voltage regulation in electronic circuits. It operates in reverse bias condition and maintains a constant output voltage called zener voltage. Due to its special breakdown characteristics, it is widely used in regulated DC power supplies and protection circuits.

### 8.4.2 Constructional Features of Zener Diode

A zener diode consists of a heavily doped PN junction. Heavy doping produces a very thin depletion layer, which allows breakdown at a fixed reverse voltage. The diode is enclosed in a small semiconductor package for reliable operation.

### 8.4.3 Working Principle of Zener Diode

In reverse bias condition, very small leakage current flows initially. When reverse voltage reaches the zener voltage, breakdown occurs and current increases sharply while voltage remains constant. Low voltage zener diodes work on zener breakdown, whereas high voltage types work on avalanche breakdown.

### 8.4.1 जेनर डायोड का परिचय (Fig. 8.4)

जेनर डायोड एक विशेष रूप से निर्मित PN जंक्शन डायोड है, जिसका मुख्य उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में वोल्टेज विनियमन के लिए किया जाता है। यह रिवर्स बायस अवस्था में कार्य करता है तथा एक स्थिर आउटपुट वोल्टेज बनाए रखता है, जिसे जेनर वोल्टेज कहा जाता है। अपनी विशेष ब्रेकडाउन विशेषताओं के कारण इसका व्यापक उपयोग विनियमित DC पावर सप्लाई तथा सुरक्षा परिपथों में किया जाता है।

### 8.4.2 जेनर डायोड की संरचनात्मक विशेषताएँ

जेनर डायोड एक अत्यधिक डोपित PN जंक्शन से बना होता है। अधिक डोपिंग के कारण अत्यंत पतली डिप्लीशन परत बनती है, जो एक निश्चित रिवर्स वोल्टेज पर ब्रेकडाउन की अनुमति देती है। विश्वसनीय संचालन हेतु डायोड को एक छोटे सेमीकंडक्टर पैकेज में संलग्न किया जाता है।

### 8.4.3 जेनर डायोड का कार्य सिद्धांत

रिवर्स बायस अवस्था में प्रारम्भ में बहुत कम लीकेज धारा प्रवाहित होती है। जब रिवर्स वोल्टेज जेनर वोल्टेज तक पहुँचता है, तब ब्रेकडाउन होता है और धारा तीव्रता से बढ़ती है, जबकि वोल्टेज स्थिर बना रहता है।

कम वोल्टेज वाले जेनर डायोड जेनर ब्रेकडाउन के सिद्धांत पर कार्य करते हैं, जबकि उच्च वोल्टेज प्रकार एवलॉन्च ब्रेकडाउन पर कार्य करते हैं।



#### 8.4.4 Zener Diode as Voltage Regulator

A zener diode maintains constant output voltage despite input or load variations. It provides good line regulation and load regulation in power supplies.

#### 8.4.5 Merits of Zener Diode

- Stable output voltage
- Simple circuit design
- Reliable and fast operation

#### 8.4.6 Demerits of Zener Diode

- Limited current handling capacity
- Power dissipation at high current
- Temperature sensitivity

#### 8.4.7 Applications of Zener Diode

Zener diodes are used in voltage stabilizers, overvoltage protection circuits, and reference voltage sources. In regulated DC power supplies, the zener diode maintains constant DC output for electronic instruments.

#### 8.4.4 वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में जेनर डायोड

जेनर डायोड इनपुट या लोड में परिवर्तन होने पर भी स्थिर आउटपुट वोल्टेज बनाए रखता है। यह पावर सप्लाई में उत्तम लाइन रेगुलेशन तथा लोड रेगुलेशन प्रदान करता है।

#### 8.4.5 जेनर डायोड के गुण

- स्थिर आउटपुट वोल्टेज
- सरल परिपथ डिजाइन
- विश्वसनीय एवं तीव्र संचालन

#### 8.4.6 जेनर डायोड के दोष

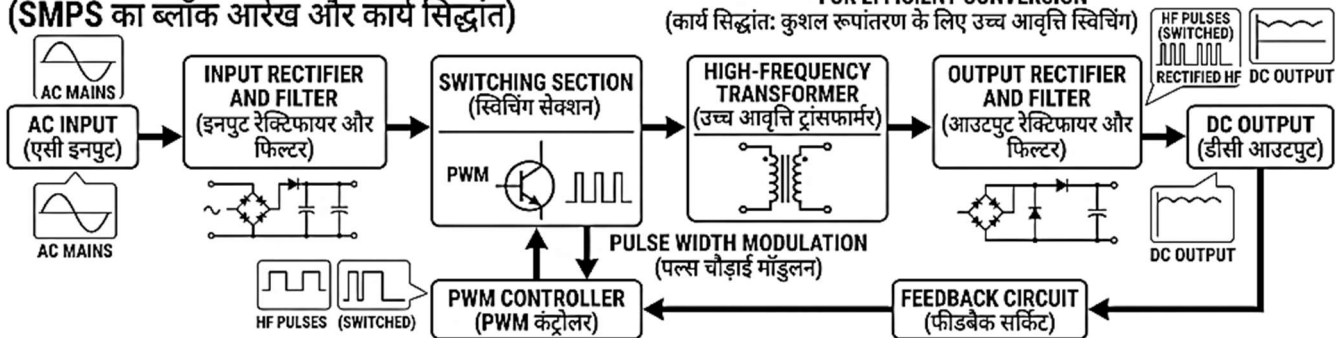
- सीमित धारा वहन क्षमता
- उच्च धारा पर शक्ति अपव्यय
- तापमान के प्रति संवेदनशीलता

#### 8.4.7 जेनर डायोड के अनुप्रयोग

जेनर डायोड का उपयोग वोल्टेज स्टेबलाइजर, ओवरवोल्टेज सुरक्षा परिपथों तथा संदर्भ वोल्टेज स्रोतों में किया जाता है। विनियमित DC पावर सप्लाई में जेनर डायोड इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए स्थिर DC आउटपुट बनाए रखता है।

### 8.5 Switch Mode Power Supply (SMPS) | स्विच मोड पावर सप्लाई (SMPS)

#### BLOCK DIAGRAM AND WORKING PRINCIPLE OF SMPS (SMPS का ब्लॉक आरेख और कार्य सिद्धांत)



#### TYPES OF SMPS (SMPS के प्रकार)

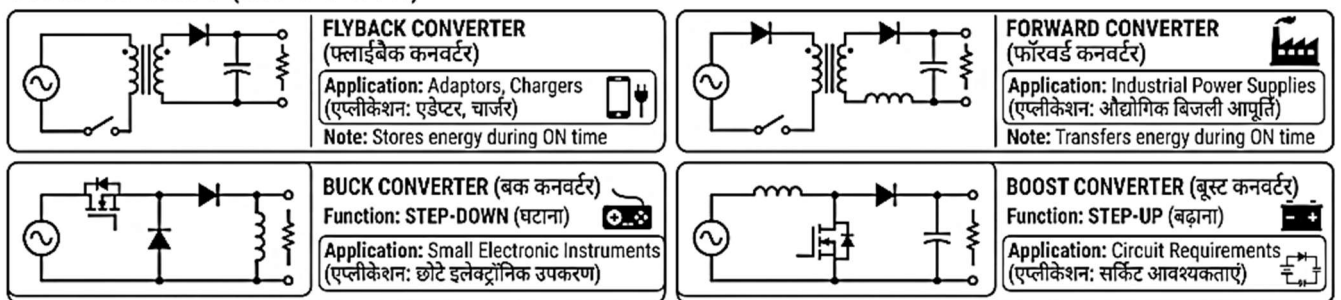


Fig. 8.5: SMPS Block Diagram and Converter Types | एसएमपीएस ब्लॉक डायग्राम एवं कनवर्टर प्रकार

#### 8.5.1 Introduction to SMPS (Fig. 8.5)

A Switch Mode Power Supply (SMPS) is an electronic power supply that converts electrical power efficiently using high-frequency switching devices. It is widely used in modern electronic equipment because of its high efficiency and compact size. The need for SMPS arises due to the disadvantages of linear power supplies such as high heat generation, heavy weight, and low efficiency. In a linear power supply, excess voltage is dissipated as heat, whereas SMPS controls power through rapid switching action.

#### 8.5.1 एसएमपीएस का परिचय (Fig. 8.5)

स्विच मोड पावर सप्लाई (SMPS) एक इलेक्ट्रॉनिक पावर सप्लाई है जो उच्च आवृत्ति स्विचिंग उपकरणों का उपयोग करके विद्युत शक्ति को दक्षतापूर्वक परिवर्तित करती है। इसका उपयोग आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में इसकी उच्च दक्षता एवं कॉम्पैक्ट आकार के कारण व्यापक रूप से किया जाता है। SMPS की आवश्यकता रैखिक पावर सप्लाई की कमियों जैसे अधिक ऊष्मा उत्पन्न होना, अधिक भार तथा कम दक्षता के कारण उत्पन्न हुई। रैखिक पावर सप्लाई में अतिरिक्त वोल्टेज ऊष्मा के रूप में नष्ट हो जाता है, जबकि SMPS तीव्र स्विचिंग क्रिया के माध्यम से शक्ति को नियंत्रित करती

SMPS operates with less power loss and provides regulated DC output. It is suitable for computers, televisions, chargers, and industrial systems.

#### **Difference between Linear Power Supply and SMPS:**

- Linear supply is bulky and less efficient.
- SMPS is compact, lightweight, and highly efficient.
- Linear supply generates more heat.
- SMPS operates at high frequency with low heat generation.

#### **8.5.2 Block Diagram of SMPS**

The block diagram of SMPS consists of an input rectifier and filter, switching section, high-frequency transformer, output rectifier, and feedback circuit. The AC input is first converted into DC by the rectifier and filter circuit. The switching transistor converts DC into high-frequency pulses. The transformer provides isolation and voltage conversion. The output rectifier converts high-frequency AC into regulated DC output. The feedback circuit maintains constant output voltage by controlling the switching operation.

#### **8.5.3 Working Principle of SMPS**

In SMPS, AC mains supply is first rectified into DC. This DC is switched at high frequency using a transistor controlled by Pulse Width Modulation (PWM). The high-frequency signal passes through a transformer for voltage conversion. The output rectifier and filter provide smooth DC output. The feedback circuit senses output voltage changes and regulates the pulse width to maintain constant output voltage. High-frequency switching improves efficiency and reduces transformer size.

#### **8.5.4 Types of SMPS**

Switched Mode Power Supply (SMPS) is available in different types. The type of SMPS is selected according to the required output voltage, power, efficiency, and application. For Instrument Mechanics, understanding these types is useful because SMPS units are commonly found in electronic control systems and industrial equipment.

##### **1. Flyback Converter**

A Flyback Converter is a simple and commonly used type of SMPS. It is mainly used in low-power circuits. It stores energy in a transformer during the switching operation and transfers the stored energy to the output when the switch is turned OFF. It can provide electrical isolation between input and output.

**Application:** Small electronic instruments, adapters, chargers, and control circuits.

##### **2. Forward Converter**

A Forward Converter is used for medium-power applications. It transfers energy from the input to the

है। SMPS कम शक्ति हानि के साथ कार्य करती है तथा विनियमित DC आउटपुट प्रदान करती है। यह कंप्यूटर, टेलीविजन, चार्जर एवं औद्योगिक प्रणालियों के लिए उपयुक्त है।

रैखिक पावर सप्लाई और SMPS के बीच अंतर:

- रैखिक सप्लाई भारी एवं कम दक्ष होती है।
- SMPS कॉम्पैक्ट, हल्की तथा अत्यधिक दक्ष होती है।
- रैखिक सप्लाई अधिक ऊष्मा उत्पन्न करती है।
- SMPS उच्च आवृत्ति पर कम ऊष्मा उत्पन्न करते हुए कार्य करती है।

#### **8.5.2 एसएमपीएस का ब्लॉक आरेख**

SMPS के ब्लॉक आरेख में इनपुट रेक्टिफायर एवं फ़िल्टर, स्विचिंग सेक्शन, उच्च आवृत्ति ट्रांसफॉर्मर, आउटपुट रेक्टिफायर तथा फीडबैक सर्किट सम्मिलित होते हैं। AC इनपुट को पहले रेक्टिफायर एवं फ़िल्टर सर्किट द्वारा DC में परिवर्तित किया जाता है। स्विचिंग ट्रांजिस्टर DC को उच्च आवृत्ति पल्सों में परिवर्तित करता है। ट्रांसफॉर्मर पृथक्करण एवं वोल्टेज परिवर्तन प्रदान करता है। आउटपुट रेक्टिफायर उच्च आवृत्ति AC को विनियमित DC आउटपुट में परिवर्तित करता है। फीडबैक सर्किट स्विचिंग क्रिया को नियंत्रित करके आउटपुट वोल्टेज को स्थिर बनाए रखता है।

#### **8.5.3 एसएमपीएस का कार्य सिद्धांत**

SMPS में AC मुख्य सप्लाई को पहले DC में रेक्टिफाई किया जाता है। इस DC को पल्स चौड़ाई मॉड्यूलेशन (PWM) द्वारा नियंत्रित ट्रांजिस्टर की सहायता से उच्च आवृत्ति पर स्विच किया जाता है। उच्च आवृत्ति संकेत वोल्टेज परिवर्तन हेतु ट्रांसफॉर्मर से होकर गुजरता है। आउटपुट रेक्टिफायर एवं फ़िल्टर स्मूथ DC आउटपुट प्रदान करते हैं। फीडबैक सर्किट आउटपुट वोल्टेज में परिवर्तन का संवेदन करता है तथा स्थिर आउटपुट वोल्टेज बनाए रखने हेतु पल्स चौड़ाई को विनियमित करता है। उच्च आवृत्ति स्विचिंग दक्षता में वृद्धि करती है तथा ट्रांसफॉर्मर का आकार कम करती है।

#### **8.5.4 SMPS के प्रकार**

स्विच मोड पावर सप्लाई (SMPS) विभिन्न प्रकार की होती है। SMPS का प्रकार आवश्यक आउटपुट वोल्टेज, पावर, दक्षता और उपयोग के आधार पर चुना जाता है। इंस्ट्रूमेंट मैकेनिक के लिए इन प्रकारों को समझना उपयोगी है, क्योंकि SMPS का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक कंट्रोल सिस्टम और औद्योगिक उपकरणों में सामान्य रूप से किया जाता है।

##### **1. फ्लाईबैक कन्वर्टर**

फ्लाईबैक कन्वर्टर SMPS का एक सरल और सामान्य रूप से उपयोग किया जाने वाला प्रकार है। इसका उपयोग मुख्य रूप से लो-पावर सर्किट में किया जाता है। यह स्विचिंग प्रक्रिया के दौरान ट्रांसफॉर्मर में ऊर्जा संग्रहित करता है और स्विच के OFF होने पर संग्रहित ऊर्जा को आउटपुट में स्थानांतरित करता है। यह इनपुट और आउटपुट के बीच विद्युत आइसोलेशन प्रदान कर सकता है।

**उपयोग:** छोटे इलेक्ट्रॉनिक इंस्ट्रूमेंट, एडेप्टर, चार्जर और कंट्रोल सर्किट।

##### **2. फॉरवर्ड कन्वर्टर**

फॉरवर्ड कन्वर्टर का उपयोग मीडियम-पावर एप्लीकेशन में किया जाता है। जब स्विचिंग डिवाइस ON होता है, तब यह इनपुट से आउटपुट तक ऊर्जा स्थानांतरित करता है। उपयुक्त मीडियम-पावर एप्लीकेशन

output while the switching device is ON. It generally provides better efficiency than a simple flyback converter for suitable medium-power applications.

**Application:** Industrial power supplies, control equipment, and electronic instruments.

### 3. Buck Converter

A Buck Converter is used when the required DC output voltage is lower than the input DC voltage. It controls the switching operation to reduce the input voltage to the required output level.

**Example:** Converting 24 V DC into 12 V DC for an electronic control circuit.

### 4. Boost Converter

A Boost Converter is used when the required DC output voltage is higher than the input DC voltage. It uses switching and energy storage components to increase the DC voltage.

**Example:** Increasing a 12 V DC supply to a higher DC voltage required by an electronic circuit.

### 8.5.5 Components Used in SMPS

A Switched Mode Power Supply (SMPS) uses several electronic components to convert electrical power efficiently and provide a stable DC output. Each component performs a specific function in the power conversion process.

#### 1. Switching Transistor

The switching transistor performs high-speed switching operations. It rapidly turns the input power ON and OFF according to the control signal. This switching action helps in efficient power conversion and reduces power loss.

#### 2. Transformer

The transformer provides electrical isolation between the input and output circuits. It also performs voltage conversion by increasing or decreasing the voltage to the required level.

#### 3. Diodes

Diodes are used for rectification. They allow current to flow mainly in one direction and convert AC into pulsating DC at the required stages of the SMPS circuit.

#### 4. Capacitors

Capacitors are used to filter ripple voltage. They store electrical energy and release it when required, helping to smooth the DC voltage and provide a more stable output.

#### 5. PWM Controller

The Pulse Width Modulation (PWM) controller controls the width of the switching pulses. It regulates the switching transistor according to the output voltage requirement and helps maintain a constant and stable output voltage.

### 8.5.6 Merits of SMPS

SMPS has several advantages:

- High efficiency

में यह सामान्य फ्लाईबैक कन्वर्टर की तुलना में सामान्यतः बेहतर दक्षता प्रदान करता है।

**उपयोग:** औद्योगिक पावर सप्लाय, कंट्रोल उपकरण और इलेक्ट्रॉनिक इंस्ट्रूमेंट।

### 3. बक कन्वर्टर

बक कन्वर्टर का उपयोग तब किया जाता है जब आवश्यक DC आउटपुट वोल्टेज, इनपुट DC वोल्टेज से कम हो। यह स्विचिंग प्रक्रिया को नियंत्रित करके इनपुट वोल्टेज को आवश्यक आउटपुट स्तर तक कम करता है।

**उदाहरण:** इलेक्ट्रॉनिक कंट्रोल सर्किट के लिए 24 V DC को 12 V DC में बदलना।

### 4. बूस्ट कन्वर्टर

बूस्ट कन्वर्टर का उपयोग तब किया जाता है जब आवश्यक DC आउटपुट वोल्टेज, इनपुट DC वोल्टेज से अधिक हो। यह स्विचिंग और ऊर्जा संग्रहण घटकों का उपयोग करके DC वोल्टेज को बढ़ाता है।

**उदाहरण:** इलेक्ट्रॉनिक सर्किट के लिए आवश्यक उच्च DC वोल्टेज प्राप्त करने हेतु 12 V DC को अधिक DC वोल्टेज में बढ़ाना।

### 8.5.5 SMPS में प्रयुक्त घटक

स्विच मोड पावर सप्लाय (SMPS) विद्युत शक्ति को कुशलता से परिवर्तित करने और स्थिर DC आउटपुट प्रदान करने के लिए कई इलेक्ट्रॉनिक घटकों का उपयोग करता है। प्रत्येक घटक विद्युत शक्ति रूपांतरण प्रक्रिया में एक विशेष कार्य करता है।

#### 1. स्विचिंग ट्रांजिस्टर

स्विचिंग ट्रांजिस्टर उच्च गति से स्विचिंग क्रिया करता है। यह नियंत्रण सिग्नल के अनुसार इनपुट पावर को तेजी से ON और OFF करता है। यह स्विचिंग क्रिया कुशल विद्युत रूपांतरण में सहायता करती है और विद्युत हानि को कम करती है।

#### 2. ट्रांसफॉर्मर

ट्रांसफॉर्मर इनपुट और आउटपुट सर्किट के बीच विद्युत पृथक्करण प्रदान करता है। यह आवश्यक स्तर तक वोल्टेज को बढ़ाकर या घटाकर वोल्टेज रूपांतरण भी करता है।

#### 3. डायोड

डायोड का उपयोग रेक्टिफिकेशन के लिए किया जाता है। यह मुख्य रूप से विद्युत धारा को एक दिशा में प्रवाहित होने देता है और SMPS सर्किट के आवश्यक चरणों में AC को स्पंदित DC में परिवर्तित करता है।

#### 4. कैपेसिटर

कैपेसिटर का उपयोग रिपल वोल्टेज को फिल्टर करने के लिए किया जाता है। यह विद्युत ऊर्जा को संग्रहित करता है और आवश्यकता होने पर उसे छोड़ता है, जिससे DC वोल्टेज को सुचारु बनाने और अधिक स्थिर आउटपुट प्रदान करने में सहायता मिलती है।

#### 5. PWM नियंत्रक

पल्स विड्थ मॉड्यूलेशन (PWM) नियंत्रक स्विचिंग पल्स की चौड़ाई को नियंत्रित करता है। यह आउटपुट वोल्टेज की आवश्यकता के अनुसार स्विचिंग ट्रांजिस्टर को नियंत्रित करता है और स्थिर आउटपुट वोल्टेज बनाए रखने में सहायता करता है।

### 8.5.6 एसएमपीएस के गुण

SMPS के अनेक लाभ हैं:

- उच्च दक्षता

- Compact size
- Lightweight construction
- Low heat generation
- Better voltage regulation

Due to these merits, SMPS is widely used in modern electronic systems.

#### 8.5.7 Demerits of SMPS

The disadvantages of SMPS are:

- Complex circuit design
- Electromagnetic interference (EMI)
- Difficult troubleshooting and repair
- Requires skilled handling

- कॉम्पैक्ट आकार
- हल्का निर्माण
- कम ऊष्मा उत्पन्न होना
- बेहतर वोल्टेज विनियमन

इन गुणों के कारण SMPS का उपयोग आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों में व्यापक रूप से किया जाता है।

#### 8.5.7 एसएमपीएस के दोष

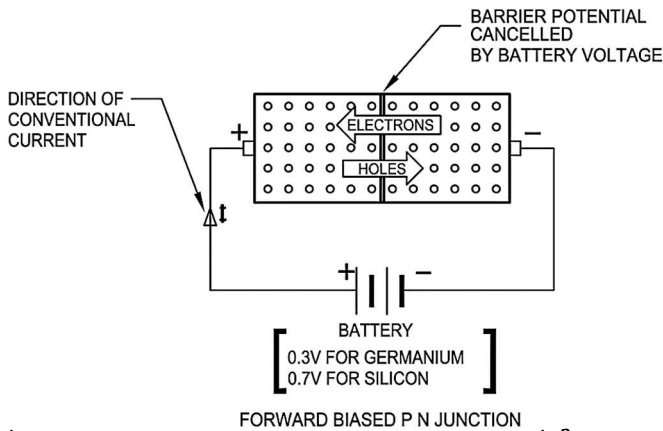
SMPS की कमियाँ निम्नलिखित हैं:

- जटिल परिपथ डिजाइन
- विद्युतचुंबकीय हस्तक्षेप (EMI)
- दोष खोज एवं मरम्मत में कठिनाई
- कुशल संचालन की आवश्यकता



## MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

**Q1. What does the diagram represent about the forward-biased P-N junction diode? / आरेख फॉरवर्ड बायस पी-एन जंक्शन डायोड के बारे में क्या दर्शाता है?**



- (a) Reverse bias operation of a P-N junction / पी-एन जंक्शन का रिवर्स बायस संचालन  
 (b) Breakdown of barrier potential by the applied voltage / लगाए गए वोल्टेज द्वारा बैरियर पोटेन्शियल का टूटना  
 (c) Blockage of current flow due to high resistance / उच्च प्रतिरोध के कारण धारा प्रवाह का अवरोध  
 (d) Generation of new charge carriers in the junction / जंक्शन में नए चार्ज कैरियर्स का निर्माण

Ans. b | Sol. : When a P-N junction diode is forward biased, the applied voltage reduces the barrier potential (0.3V for germanium and 0.7V for silicon), allowing the electrons from the N-side and holes from the P-side to flow across the junction. This results in current flow in the direction of conventional current. / जब पी-एन जंक्शन डायोड को फॉरवर्ड बायस किया जाता है, तो लगाए गए वोल्टेज बैरियर पोटेन्शियल (जर्मैनियम के लिए 0.3V और सिलिकॉन के लिए 0.7V) को कम कर देता है, जिससे एन-पक्ष के इलेक्ट्रॉन और पी-पक्ष के छिद्र जंक्शन को पार कर सकते हैं। इससे पारंपरिक धारा की दिशा में धारा प्रवाह होता है।

**Q2. What happens when a diode is forward biased? / जब डायोड को फॉरवर्ड बायस किया जाता है तो क्या होता है?**

- (a) It blocks current flow / यह धारा प्रवाह को अवरुद्ध करता है  
 (b) It conducts current / यह धारा प्रवाह करता है  
 (c) It generates heat / यह गर्मी उत्पन्न करता है  
 (d) It increases resistance / यह प्रतिरोध बढ़ाता है

Ans. b | Sol. : In forward bias, the diode allows current to flow through it as the depletion region reduces. / फॉरवर्ड बायस में, डायोड से धारा प्रवाह होता है क्योंकि डिप्लीशन क्षेत्र कम हो जाता है।

**Q3. What is the role of a capacitor in an SMPS circuit? / SMPS सर्किट में कैपेसिटर की भूमिका क्या है?**

- (a) Voltage step-down / वोल्टेज को कम करना  
 (b) Energy storage and filtering / ऊर्जा संग्रहण और फिल्टरिंग  
 (c) Switching the current / धारा को स्विच करना  
 (d) Controlling frequency / आवृत्ति को नियंत्रित करना

Ans. b | Sol. : Capacitors in SMPS circuits smooth out voltage fluctuations and store energy for temporary

use. / SMPS सर्किट में कैपेसिटर वोल्टेज में उतार-चढ़ाव को समतल करते हैं और अस्थायी उपयोग के लिए ऊर्जा संग्रहीत करते हैं।

**Q4. What is the function of a base terminal in a transistor? / ट्रांजिस्टर में बेस टर्मिनल का कार्य क्या है?**

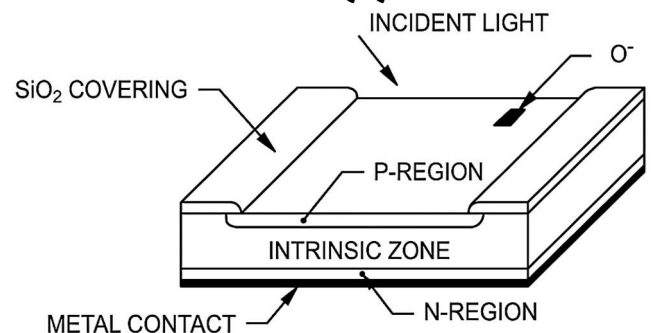
- (a) Controls the flow of current between emitter and collector / एमिटर और कलेक्टर के बीच धारा प्रवाह को नियंत्रित करता है  
 (b) Acts as the output terminal / आउटपुट टर्मिनल के रूप में कार्य करता है  
 (c) Provides voltage feedback / वोल्टेज फीडबैक प्रदान करता है  
 (d) Amplifies input signals / इनपुट संकेतों को प्रवर्धित करता है
- Ans. a | Sol. : The base terminal modulates the current flow between the emitter and collector, allowing the transistor to amplify or switch signals. / बेस टर्मिनल एमिटर और कलेक्टर के बीच धारा प्रवाह को संशोधित करता है, जिससे ट्रांजिस्टर संकेतों को प्रवर्धित या स्विच कर सकता है।

**Q5. What is the purpose of the emitter in a transistor? / ट्रांजिस्टर में एमिटर का उद्देश्य क्या है?**

- (a) To provide input signals / इनपुट सिग्नल प्रदान करना  
 (b) To emit majority carriers into the base / बेस में बहुसंख्यक कैरियर को छोड़ना  
 (c) To amplify current / धारा को प्रवर्धित करना  
 (d) To regulate voltage / वोल्टेज को नियंत्रित करना

Ans. b | Sol. : The emitter injects the majority charge carriers into the base, which are then controlled by the base to allow current flow to the collector. / एमिटर बहुसंख्यक चार्ज कैरियर को बेस में छोड़ता है, जिसे बेस द्वारा नियंत्रित किया जाता है ताकि कलेक्टर में धारा प्रवाहित हो सके।

**Q6. Which of the following statements is correct about the PIN photodiode shown in the diagram? / दिए गए आरेख में दिखाए गए PIN फोटो डायोड के बारे में निम्नलिखित में से कौन सा कथन सही है?**



### TECHNOLOGICAL CONSTRUCTION OF PIN PHOTODIODES

- (a) The intrinsic zone enhances the sensitivity of the photodiode. / आंतरिक क्षेत्र फोटो डायोड की संवेदनशीलता बढ़ाता है।  
 (b) The metal contact is used to block light from entering the photodiode. / धातु संपर्क फोटो डायोड में प्रकाश को प्रवेश करने से रोकने के लिए उपयोग किया जाता है।  
 (c) The P-region absorbs most of the light and generates carriers. / P-क्षेत्र अधिकांश प्रकाश को अवशोषित करता है और कैरियर्स उत्पन्न करता है।

(d) The  $\text{SiO}_2$  covering increases the electrical conductivity of the photodiode. /  $\text{SiO}_2$  कवरिंग फोटो डायोड की विद्युत चालकता बढ़ाती है।

Ans. a | Sol. : The intrinsic zone in a PIN photodiode plays a crucial role in increasing sensitivity by reducing the junction capacitance and allowing higher quantum efficiency for detecting incident light. The metal contact is used for electrical connectivity, not for blocking light. The P-region is responsible for collecting charge carriers but does not primarily absorb light. The  $\text{SiO}_2$  covering is used for passivation, not conductivity enhancement. / PIN फोटो डायोड में आंतरिक क्षेत्र महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है क्योंकि यह जंक्शन कैपेसिटेंस को कम करता है और उच्च क्वांटम दक्षता प्रदान करता है, जिससे प्रकाश पहचान क्षमता बढ़ती है। धातु संपर्क विद्युत कनेक्टिविटी के लिए उपयोग किया जाता है, न कि प्रकाश को रोकने के लिए। P-क्षेत्र चार्ज कैरियर्स एकत्र करने के लिए जिम्मेदार है, लेकिन मुख्य रूप से प्रकाश अवशोषित नहीं करता।  $\text{SiO}_2$  कवरिंग पसिवेशन के लिए होती है, न कि चालकता बढ़ाने के लिए।

**Q7. What is the primary advantage of an SCR? / SCR का मुख्य लाभ क्या है?**

- (a) It can rectify high-frequency signals / यह उच्च आवृत्ति संकेतों को रेक्टिफाई कर सकता है
- (b) It provides bidirectional current control / यह द्विदिश धारा नियंत्रण प्रदान करता है
- (c) It can handle high power with precise control / यह उच्च शक्ति को सटीक नियंत्रण के साथ संभाल सकता है
- (d) It reduces noise in circuits / यह सर्किट में शोर को कम करता है

Ans. c | Sol. : SCRs are widely used in industrial circuits for controlling high power with efficiency and precision. / एससीआर का उपयोग औद्योगिक सर्किट में उच्च शक्ति को दक्षता और सटीकता के साथ नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।

**Q8. What is the typical input voltage range for an SMPS? / SMPS के लिए सामान्य इनपुट वोल्टेज रेंज क्या है?**

- (a) 100-240V AC / 100-240 वोल्ट एसी
- (b) 50-100V DC / 50-100 वोल्ट डीसी
- (c) 10-50V AC / 10-50 वोल्ट एसी
- (d) 240-480V DC / 240-480 वोल्ट डीसी

Ans. a | Sol. : SMPS circuits are designed to accept a wide input voltage range, typically 100-240V AC, for global compatibility. / SMPS सर्किट को वैश्विक अनुकूलता के लिए 100-240 वोल्ट एसी इनपुट वोल्टेज रेंज को स्वीकार करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

**Q9. What is the main advantage of a bridge rectifier over a full-wave rectifier with a center-tapped transformer? / सेंटर-टैप्ड ट्रांसफॉर्मर वाले फुल-वेव रेक्टिफायर की तुलना में ब्रिज रेक्टिफायर का मुख्य लाभ क्या है?**

- (a) Requires fewer diodes / कम डायोड की आवश्यकता होती है
- (b) Requires no center-tapped transformer / सेंटर-टैप्ड ट्रांसफॉर्मर की आवश्यकता नहीं होती
- (c) Has a higher efficiency / उच्च दक्षता होती है
- (d) Generates less heat / कम गर्मी उत्पन्न करता है

Ans. b | Sol. : Bridge rectifiers do not require a center-tapped transformer, making them more economical

and easier to implement. / ब्रिज रेक्टिफायर को सेंटर-टैप्ड ट्रांसफॉर्मर की आवश्यकता नहीं होती, जिससे वे अधिक किफायती और कार्यान्वित करने में आसान बनते हैं।

**Q10. Why are heat sinks used in power transistors? / पावर ट्रांजिस्टर में हीट सिंक का उपयोग क्यों किया जाता है?**

- (a) To amplify current / धारा को प्रवर्धित करने के लिए
- (b) To dissipate heat / गर्मी को फैलाने के लिए
- (c) To increase efficiency / दक्षता बढ़ाने के लिए
- (d) To improve conductivity / चालकता में सुधार करने के लिए

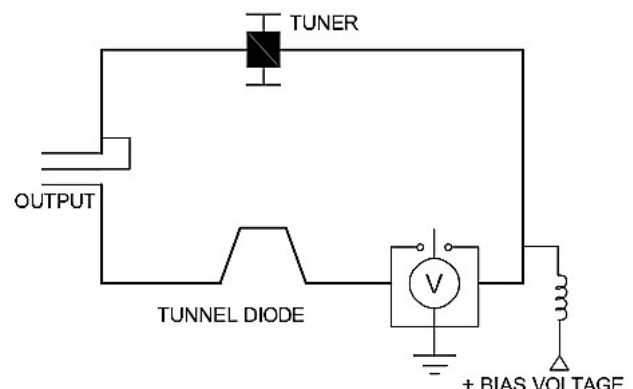
Ans. b | Sol. : Heat sinks help to prevent overheating by dissipating excess heat generated during transistor operation. / हीट सिंक ट्रांजिस्टर संचालन के दौरान उत्पन्न अतिरिक्त गर्मी को फैलाकर ज़्यादा गर्म होने से बचाता है।

**Q11. What determines the frequency of the output in a full-wave rectifier if the input is 50 Hz? / यदि इनपुट 50 हर्ट्ज है, तो फुल-वेव रेक्टिफायर में आउटपुट की आवृत्ति किससे निर्धारित होती है?**

- (a) 25 Hz / 25 हर्ट्ज
- (b) 50 Hz / 50 हर्ट्ज
- (c) 100 Hz / 100 हर्ट्ज
- (d) 200 Hz / 200 हर्ट्ज

Ans. c | Sol. : A full-wave rectifier inverts both halves of the AC signal, doubling the frequency to 100 Hz. / फुल-वेव रेक्टिफायर एसी सिग्नल के दोनों हिस्सों को पलट देता है, जिससे आवृत्ति 100 हर्ट्ज हो जाती है।

**Q12. What is the primary application of the Tunnel Diode in the given circuit? / दिए गए सर्किट में टनल डायोड का प्राथमिक उपयोग क्या है?**



- (a) Used for high-frequency oscillations / उच्च-आवृत्ति दोलनों के लिए उपयोग किया जाता है।
- (b) Operates in the forward breakdown region / फॉरवर्ड ब्रेकडाउन क्षेत्र में कार्य करता है।
- (c) Requires high voltage for operation / संचालन के लिए उच्च वोल्टेज की आवश्यकता होती है।
- (d) Used as a rectifier / एक रेक्टिफायर के रूप में उपयोग किया जाता है।

Ans. a | Sol. : Tunnel diodes are negative resistance devices that operate in the quantum tunneling region. They are widely used in microwave oscillators and high-frequency circuits due to their fast switching speed and low voltage operation. Unlike rectifiers, they do not convert AC to DC but help in generating stable oscillations. / टनल डायोड एक नकारात्मक प्रतिरोध डिवाइस है जो क्वांटम टनलिंग क्षेत्र में कार्य करता है। यह माइक्रोवेव ऑसिलेटर



और उच्च-आवृत्ति सर्किट में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है क्योंकि यह तेजी से स्विचिंग करता है और कम वोल्टेज पर कार्य करता है। रेक्टिफायर के विपरीत, यह एसी को डीसी में परिवर्तित नहीं करता, बल्कि स्थिर दोलन उत्पन्न करने में सहायता करता है।

**Q13. What happens when a Zener diode is reverse biased beyond its breakdown voltage? / जब ज़ेनर डायोड को उसके ब्रेकडाउन वोल्टेज से अधिक रिवर्स बायस किया जाता है तो क्या होता है?**

- (a) It gets damaged / यह क्षतिग्रस्त हो जाता है
- (b) It regulates voltage / यह वोल्टेज को नियंत्रित करता है
- (c) It stops conducting / यह संचालन करना बंद कर देता है
- (d) It amplifies the current / यह करंट को प्रवर्धित करता है

Ans. b | Sol. : Zener diodes are designed to operate in the reverse breakdown region to maintain a constant voltage. / ज़ेनर डायोड को रिवर्स ब्रेकडाउन क्षेत्र में काम करने के लिए डिज़ाइन किया गया है ताकि एक स्थिर वोल्टेज बनाए रखा जा सके।

**Q14. What is the frequency of the ripple in the output of a full-wave rectifier? / फुल-वेव रेक्टिफायर के आउटपुट में रिपल की आवृत्ति क्या होती है?**

- (a) Same as input frequency / इनपुट आवृत्ति के समान
- (b) Twice the input frequency / इनपुट आवृत्ति का दोगुना
- (c) Half the input frequency / इनपुट आवृत्ति का आधा
- (d) One-third the input frequency / इनपुट आवृत्ति का एक-तिहाई

Ans. b | Sol. : In a full-wave rectifier, both halves of the AC waveform are rectified, doubling the ripple frequency. / फुल-वेव रेक्टिफायर में एसी वेवफॉर्म के दोनों हिस्से रेक्टिफाई होते हैं, जिससे रिपल आवृत्ति दोगुनी हो जाती है।

**Q15. What happens if the base-emitter junction of a transistor is reverse biased? / यदि ट्रांजिस्टर का बेस-एमिटर जंक्शन रिवर्स बायस हो तो क्या होता है?**

- (a) Transistor conducts normally / ट्रांजिस्टर सामान्य रूप से संचालन करता है
- (b) Transistor blocks current flow / ट्रांजिस्टर करंट फ्लो को रोकता है
- (c) Transistor amplifies the input signal / ट्रांजिस्टर इनपुट सिग्नल को प्रवर्धित करता है
- (d) Transistor overheats / ट्रांजिस्टर ज़्यादा गर्म हो जाता है

Ans. b | Sol. : In reverse bias, the base-emitter junction prevents current flow, effectively turning the transistor off. / रिवर्स बायस में, बेस-एमिटर जंक्शन करंट फ्लो को रोकता है, जिससे ट्रांजिस्टर बंद हो जाता है।

**Q16. What is the main disadvantage of a half-wave rectifier? / हाफ-वेव रेक्टिफायर का मुख्य नुकसान क्या है?**

- (a) High efficiency / उच्च दक्षता
- (b) High ripple factor / उच्च रिपल फैक्टर
- (c) Low power loss / कम पावर लॉस
- (d) Requires no transformer / ट्रांसफॉर्मर की आवश्यकता नहीं होती

Ans. b | Sol. : A half-wave rectifier only rectifies one half of the AC cycle, resulting in a high ripple factor in the output. / हाफ-वेव रेक्टिफायर केवल एसी चक्र के एक हिस्से को रेक्टिफाई करता है, जिससे आउटपुट में उच्च रिपल फैक्टर होता है।

**Q17. What type of current flow is allowed by a diode in a rectifier circuit? / रेक्टिफायर सर्किट में डायोड द्वारा किस प्रकार का करंट फ्लो अनुमत है?**

- (a) AC current only / केवल एसी करंट
- (b) DC current only / केवल डीसी करंट
- (c) Current in one direction only / केवल एक दिशा में करंट
- (d) Alternating current in both directions / दोनों दिशाओं में वैकल्पिक करंट

Ans. c | Sol. : A diode allows current to flow in one direction (forward bias) and blocks current in the reverse direction. / डायोड करंट को केवल एक दिशा (फॉरवर्ड बायस) में प्रवाहित होने देता है और रिवर्स दिशा में करंट को रोकता है।

**Q18. How does a half-wave rectifier convert AC to DC? / हाफ वेव रेक्टिफायर AC को DC में कैसे परिवर्तित करता है?**

- (a) It allows only the positive half-cycle to pass / यह केवल सकारात्मक हाफ-साइकिल को पारित होने देता है
- (b) It allows both half-cycles but inverts the negative one / यह दोनों हाफ-साइकिल की अनुमति देता है लेकिन नकारात्मक को उलट देता है
- (c) It blocks AC completely / यह AC को पूरी तरह से रोक देता है
- (d) It doubles the AC frequency / यह AC आवृत्ति को दोगुना कर देता है

Ans. a | Sol. : A half-wave rectifier blocks the negative half-cycle of AC, producing pulsating DC. / हाफ वेव रेक्टिफायर AC की नकारात्मक हाफ-साइकिल को रोकता है, जिससे पल्सेटिंग DC उत्पन्न होता है।

**Q19. What is the main advantage of an SMPS over a traditional linear power supply? / SMPS का पारंपरिक लीनियर पावर सप्लाई पर मुख्य लाभ क्या है?**

- (a) Higher efficiency and reduced heat dissipation / उच्च दक्षता और कम गर्मी अपव्यय
- (b) Simpler circuit design / सरल सर्किट डिज़ाइन
- (c) No need for filtering components / फिल्टरिंग घटकों की आवश्यकता नहीं
- (d) Works only with DC input / केवल DC इनपुट के साथ काम करता है

Ans. a | Sol. : SMPS operates at higher frequencies, reducing heat loss and improving energy efficiency. / SMPS उच्च आवृत्तियों पर कार्य करता है, जिससे गर्मी हानि कम होती है और ऊर्जा दक्षता बढ़ती है।

**Q20. In a transistor-based switching circuit, which configuration is commonly used? / ट्रांजिस्टर-आधारित स्विचिंग सर्किट में आमतौर पर कौन सा कॉन्फिगरेशन उपयोग किया जाता है?**

- (a) Common Base / कॉमन बेस
- (b) Common Collector / कॉमन कलेक्टर
- (c) Common Emitter / कॉमन एमिटर
- (d) Darlington Pair / डार्लिंगटन पेयर

Ans. c | Sol. : The common emitter configuration provides high gain and is widely used in switching applications. / कॉमन एमिटर कॉन्फिगरेशन उच्च लाभ प्रदान करता है और स्विचिंग अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

**Q21. Which type of power supply provides a constant voltage output regardless of input variations? / कौन सा पावर सप्लाई इनपुट में बदलाव के बावजूद स्थिर वोल्टेज आउटपुट प्रदान करता है?**

- (a) Unregulated Power Supply / अनरेगुलेटेड पावर सप्लाई

(b) Switch Mode Power Supply (SMPS) / स्विच मोड पावर सप्लाई (SMPS)

(c) Variable Power Supply / वेरिएबल पावर सप्लाई

(d) Linear Power Supply / लीनियर पावर सप्लाई

Ans. b | Sol. : SMPS regulates output voltage efficiently despite fluctuations in input voltage. / SMPS इनपुट वोल्टेज में उतार-चढ़ाव के बावजूद प्रभावी ढंग से आउटपुट वोल्टेज को नियंत्रित करता है।

**Q22. What is the primary function of a thyristor in power circuits? / पावर सर्किट में थाइरिस्टर का मुख्य कार्य क्या होता है?**

(a) Rectification of AC / AC का रेक्टिफिकेशन

(b) Switching and controlling high voltage loads / उच्च वोल्टेज लोड को स्विचिंग और नियंत्रित करना

(c) Storing electrical energy / विद्युत ऊर्जा संग्रहीत करना

(d) Filtering noise signals / नॉइज़ सिग्नल को फ़िल्टर करना

Ans. b | Sol. : Thyristors are used in high-power applications for controlled rectification and switching. / थाइरिस्टर उच्च-शक्ति अनुप्रयोगों में नियंत्रित रेक्टिफिकेशन और स्विचिंग के लिए उपयोग किए जाते हैं।

**Q23. What is the function of a snubber circuit in power electronics? / पावर इलेक्ट्रॉनिक्स में स्नबर सर्किट का क्या कार्य होता है?**

(a) To suppress voltage spikes / वोल्टेज स्पाइक्स को दबाने के लिए

(b) To store charge / चार्ज संग्रहीत करने के लिए

(c) To amplify voltage / वोल्टेज को बढ़ाने के लिए

(d) To convert AC to DC / AC को DC में बदलने के लिए

Ans. a | Sol. : Snubber circuits protect components from sudden voltage changes, enhancing reliability. / स्नबर सर्किट घटकों को अचानक वोल्टेज परिवर्तनों से बचाकर विश्वसनीयता बढ़ाते हैं।

**Q24. How can a faulty rectifier diode affect a power supply? / एक दोषपूर्ण रेक्टिफायर डायोड पावर सप्लाई को कैसे प्रभावित कर सकता है?**

(a) Causes excessive ripple in DC output / DC आउटपुट में अत्यधिक रिपल उत्पन्न करता है

(b) Increases voltage stability / वोल्टेज स्थिरता बढ़ाता है

(c) Reduces power consumption / पावर खपत कम करता है

(d) Prevents current flow completely / करंट प्रवाह को पूरी तरह रोक देता है

Ans. a | Sol. : A faulty rectifier diode allows AC components to pass through, increasing ripple voltage. / दोषपूर्ण रेक्टिफायर डायोड AC घटकों को गुजरने देता है, जिससे रिपल वोल्टेज बढ़ता है।

**Q25. What happens when a transistor operates in saturation mode? / जब एक ट्रांजिस्टर सैचुरेशन मोड में काम करता है, तो क्या होता है?**

(a) Acts as a closed switch / बंद स्विच की तरह कार्य करता है

(b) Acts as an open switch / खुले स्विच की तरह कार्य करता है

(c) Blocks current flow / करंट प्रवाह को रोकता है

(d) Operates as an amplifier / एम्पलीफायर के रूप में कार्य करता है

Ans. a | Sol. : In saturation mode, the transistor conducts fully, behaving like a closed switch. / सैचुरेशन

मोड में, ट्रांजिस्टर पूरी तरह से करंट प्रवाहित करता है और बंद स्विच की तरह व्यवहार करता है।

**Q26. What could be the reason for excessive ripple voltage in a DC power supply circuit? / DC पावर सप्लाई सर्किट में अत्यधिक रिपल वोल्टेज का संभावित कारण क्या हो सकता है?**

(a) Defective filter capacitor / दोषपूर्ण फ़िल्टर कैपेसिटर

(b) Increased transformer turns ratio / बढ़ा हुआ ट्रांसफार्मर टर्न्स अनुपात

(c) Higher switching frequency / उच्च स्विचिंग आवृत्ति

(d) Reduced input voltage / कम इनपुट वोल्टेज

Ans. a | Sol. : A damaged or undersized capacitor fails to smoothen the rectified voltage, causing ripples. / एक क्षतिग्रस्त या छोटे आकार का कैपेसिटर रेक्टिफाइड वोल्टेज को सुचारू करने में विफल रहता है, जिससे रिपल्स उत्पन्न होते हैं।

**Q27. What could cause a sudden shutdown of an SMPS circuit? / SMPS सर्किट के अचानक बंद होने का संभावित कारण क्या हो सकता है?**

(a) Overload or short circuit detection / ओवरलोड या शॉर्ट सर्किट डिटेक्शन

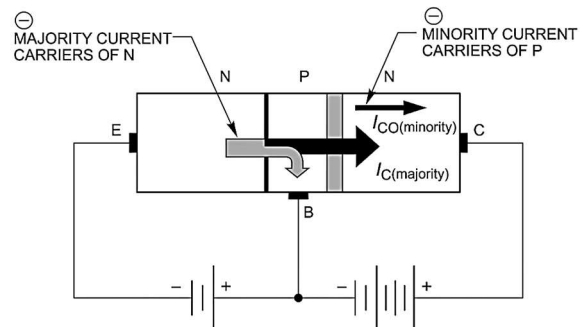
(b) Properly working feedback loop / सही तरीके से काम करने वाला फीडबैक लूप

(c) Increased output voltage / बढ़ा हुआ आउटपुट वोल्टेज

(d) Low-frequency transformer usage / कम आवृत्ति वाला ट्रांसफार्मर उपयोग

Ans. a | Sol. : SMPS includes protection circuits that shut down power if overload conditions occur. / SMPS में सुरक्षा सर्किट होते हैं जो ओवरलोड की स्थिति में पावर बंद कर देते हैं।

**Q28. Which type of transistor configuration is shown in the given circuit, where the base is common to both input and output? / दिए गए परिपथ में कौन सा ट्रांजिस्टर कॉन्फिगरेशन दिखाया गया है, जहाँ बेस इनपुट और आउटपुट दोनों के लिए कॉमन है?**



(a) Common Base (CB) / कॉमन बेस (CB)

(b) Common Collector (CC) / कॉमन कलेक्टर (CC)

(c) Common Emitter (CE) / कॉमन एमिटर (CE)

(d) Darlington Pair / डार्लिंगटन पेयर

Ans. a | Sol. : The given circuit shows a Common Base (CB) configuration, where the base is common to both the input and output circuits. In this configuration, the emitter is the input terminal, and the collector is the output terminal. It is used for high-frequency applications due to its low input impedance and high voltage gain. / दिए गए परिपथ में कॉमन बेस (CB) कॉन्फिगरेशन दिखाया गया है, जहाँ बेस इनपुट और आउटपुट दोनों के

लिए कॉमन है। इस कॉन्फिगरेशन में, एमिटर इनपुट टर्मिनल होता है और कलेक्टर आउटपुट टर्मिनल। इसे उच्च आवृत्ति (high-frequency) अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है क्योंकि इसका इनपुट प्रतिबाधा (impedance) कम और वोल्टेज गेन अधिक होता है।

**Q29. Why does a bridge rectifier provide higher efficiency than a half-wave rectifier? / ब्रिज रेक्टिफायर हाफ-वेव रेक्टिफायर की तुलना में उच्च दक्षता क्यों प्रदान करता है?**

- (a) It uses both halves of the AC cycle / यह AC चक्र के दोनों हिस्सों का उपयोग करता है
- (b) It operates at higher voltage levels / यह उच्च वोल्टेज स्तरों पर काम करता है
- (c) It does not require a transformer / इसे ट्रांसफार्मर की आवश्यकता नहीं होती
- (d) It blocks the DC component completely / यह DC घटक को पूरी तरह से रोकता है

Ans. a | Sol. : A bridge rectifier converts both positive and negative cycles into DC, increasing efficiency. / ब्रिज रेक्टिफायर दोनों सकारात्मक और नकारात्मक चक्रों को DC में बदलता है, जिससे दक्षता बढ़ती है।

**Q30. What is the impact of an open-base junction in an NPN transistor? / NPN ट्रांजिस्टर में ओपन-बेस जंक्शन का क्या प्रभाव होगा?**

- (a) The transistor will not conduct / ट्रांजिस्टर करंट प्रवाहित नहीं करेगा
- (b) The transistor will be in saturation mode / ट्रांजिस्टर सैचुरेशन मोड में रहेगा
- (c) The transistor will amplify the signal / ट्रांजिस्टर सिग्नल को बढ़ाएगा
- (d) The transistor will behave like a short circuit / ट्रांजिस्टर एक शॉर्ट सर्किट की तरह कार्य करेगा

Ans. a | Sol. : Without base current, the transistor remains in cutoff mode and does not conduct. / बेस करंट के बिना, ट्रांजिस्टर कटऑफ मोड में रहता है और करंट प्रवाहित नहीं करता।

**Q31. What could be the reason for an unstable output in a Zener diode-based voltage regulator? / जेनर डायोड-आधारित वोल्टेज रेगुलेटर में अस्थिर आउटपुट का कारण क्या हो सकता है?**

- (a) Incorrect Zener breakdown voltage / गलत जेनर ब्रेकडाउन वोल्टेज
- (b) Proper capacitor filtering / सही कैपेसिटर फ़िल्टरिंग
- (c) Stable input voltage / स्थिर इनपुट वोल्टेज
- (d) Low power dissipation / कम पावर अपव्यय

Ans. a | Sol. : If the Zener voltage is incorrect, it will not regulate properly, leading to unstable output. / यदि जेनर वोल्टेज गलत है, तो यह सही ढंग से विनियमित नहीं करेगा, जिससे अस्थिर आउटपुट होगा।

**Q32. What could be the reason for an SMPS not starting up? / SMPS के चालू न होने का संभावित कारण क्या हो सकता है?**

- (a) Faulty startup capacitor / दोषपूर्ण स्टार्टअप कैपेसिटर
- (b) Increased output voltage / बढ़ा हुआ आउटपुट वोल्टेज
- (c) Low heat dissipation / कम गर्मी अपव्यय
- (d) High input frequency / उच्च इनपुट आवृत्ति

Ans. a | Sol. : A faulty startup capacitor fails to supply the required voltage to the switching circuit, preventing startup. / एक दोषपूर्ण स्टार्टअप कैपेसिटर स्विचिंग सर्किट को आवश्यक वोल्टेज प्रदान करने में विफल रहता है, जिससे स्टार्टअप नहीं हो पाता।

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

## How to Purchase This Book

Click the Link or Scan the QR code below to get the complete book at a special discount. Order directly from Publication Website: <https://teachtoindia.com/product/instrument-mechanic-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 or institutional purchases, please contact us:

**WhatsApp/Mobile:** +91 9084496877

**Email:** [teachtoindia1@gmail.com](mailto:teachtoindia1@gmail.com)

**Website:** [www.teachtoindia.com](http://www.teachtoindia.com)