



Teach To India Publication  
**ITI Trade**

# Additive Manufacturing (3D Printing) Technician एडिटिव मैनुफैक्चरिंग (3डी प्रिंटिंग) टेक्नीशियन

CTS | NSQF-Level 3.5

Second  
Edition



**TATA-Sponsored Trade**

**Dual Language: English | हिंदी**

## **TRADE THEORY + MCQs**

**All-in-One:**

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

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



Teach TO India  
Publication

# Additive Manufacturing (3D Printing) Technician एडिटिव मैनुफैक्चरिंग (3डी प्रिंटिंग) टेक्नीशियन

A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions  
Under the Craftsmen Training Scheme (CTS) | NSQF Level 3.5

## 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 Learning Outcomes

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

**Complete Coverage of ITI Examination Sections:**

- Trade Theory
- Workshop Calculation & Science
- 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:** Additive Manufacturing (3D Printing) Technician  
**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:**  
**Akshay Kumar Shukla**  
Junior Vocational Consultant (JVC), NSTI (V) Hyderabad

**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:** 978-81-69424-11-0

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, **Additive Manufacturing (3D Printing) Technician**, 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, 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, **एडिटिव मैनुफैक्चरिंग (3डी प्रिंटिंग) टेक्नीशियन**, 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, 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

<b>Learning Outcomes</b>	<b>Trade Theory</b>
LO-1	Construct different Geometrical figures using drawing Instruments following safety precautions.
LO-2	Draw orthographic Projections giving proper dimensioning with title block using appropriate line type and scale.
LO-3	Draw isometric projection from orthographic views (and vice versa) and draw oblique projection from orthographic views.
LO-4	Perform CAD application in 2D interface.
LO-5	Create and plot assembly and detail views of simple geometrical solid with Dimension, Tolerance & Annotation in 3D Modelling.
LO-6	Plan and organize the work to make job as per specification applying different types of basic fitting operation and Check for dimensional accuracy. [Basic fitting operation - marking, Filing, Drilling, Taping and Grinding etc. Accuracy: $\pm 0.25\text{mm}$ ]
LO-7	Perform different measurement with desired accuracy to check the components for functionality and conformance to defined standard using different instruments. [Different measurement: linear, taper, surface roughness, angular, thread; Different instruments: Vernier Calliper, Vernier height gauge, Micrometer, depth gauge, Bevel protector, sine bar, dial test indicator]
LO-8	Explain Innovation and Design thinking methodology.
LO-9	Explain Additive Manufacturing Technology and emerging trends in Additive Manufacturing.
LO-10	Make a part applicable for Additive Manufacturing.
LO-11	Explain different processes of Additive Manufacturing and make simple part of Additive Manufacturing.
LO-12	Develop a prototype/ end use product.
LO-13	Apply process algorithm (3D Slicing Software).
LO-14	Perform Benchmarking study, concept design, feasibility testing, Industrial design, perceived quality, and Ergonomics.
LO-15	Suggest ways for optimization.
LO-16	Identify and explain basic functioning of different electrical equipment, sensors and apply such knowledge in industrial application including basic maintenance work. [Different electrical equipment- multi meter, transformer, relays, solenoids, motor & generator; different sensors proximity & ultrasonic.] Plan & perform simple repair, maintenance of 3D Printing machine and check for functionality.
LO-17	Carryout basic maintenance of Additive Manufacturing machines.
LO-18	Create aesthetic models having market appeal.
LO-19	Apply post processing techniques to finish job.
LO-20	Scan and process scan data.
<b>Modules</b>	<b>Workshop Calculation &amp; Science</b>
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 of metals, types of ferrous and non-ferrous metals. Physical and mechanical properties of metals. Introduction of iron and cast iron. Difference between iron &

	steel, alloy steel and carbon steel. Properties and uses of rubber, timber and insulating materials.
Mass, Weight, Volume and Density	Mass, volume, density, weight and specific gravity. Related problems for mass, volume, density, weight and specific gravity.
Heat & Temperature and Pressure	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. 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. Problem of heat loss and heat gain with assignments. Thermal conductivity and insulators. Pressure - Concept of pressure and its units in different system.
Mensuration	Area and perimeter of square, rectangle and parallelogram. Mensuration - Area and perimeter of Triangles. Area and perimeter of circle, semi-circle, circular ring, sector of circle, hexagon and ellipse. Surface area and volume of solids - cube, cuboid, cylinder, sphere and hollow cylinder. Finding the lateral surface area, total surface area and capacity in litres of hexagonal, conical and cylindrical shaped vessels.
Trigonometry	Measurement of angles. Trigonometrical ratios. Trigonometrical tables. Application in calculating height and distance (Simple applications)
<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, Behavior 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 play 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 play 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

	<p>against cybercrimes. Discuss the significance of displaying responsible online behavior 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.</p>
Entrepreneurship	<p>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.</p>
Customer Service Duration	<p>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.</p>
Getting ready for apprenticeship & Jobs	<p>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.</p>
Introduction to Artificial Intelligence (AI)	<p>Understanding AI. How does AI work? Types of AI. What can AI do? Impact of AI on Jobs &amp; Industries. Exploring Careers with AI. Learning with AI. Using AI Responsibly.</p>

# Table of Contents

Part- 1: Trade Theory   ट्रेड थ्योरी.....	1
Learning Outcome-1 .....	2
1.1 Construction of Basic Geometrical Figures Using Drawing Instruments   ड्राइंग उपकरणों का उपयोग करके मूल ज्यामितीय आकृतियों का निर्माण .....	2
1.2 Construction of Regular Polygons on Equal Base   समान आधार पर नियमित बहुभुजों का निर्माण .....	3
1.3 Layout of A3 Drawing Sheet as per SP 46:2003   SP 46:2003 के अनुसार A3 ड्राइंग शीट का लेआउट .....	5
1.4 Folding of A0 Drawing Sheet for Filing and Binding   फाइलिंग और बाइंडिंग हेतु A0 ड्राइंग शीट का मोड़ना .....	6
1.5 Writing of Block Letters and Numerals in Single and Double Stroke   सिंगल तथा डबल स्ट्रोक में ब्लॉक लेटर्स और अंकों का लेखन .....	7
1.6 Writing Drawing Title in Centre Alignment Using Double Stroke 5:4 Block Letters   डबल स्ट्रोक 5:4 ब्लॉक अक्षरों का उपयोग करके केन्द्र संरेखण में ड्राइंग शीर्षक लिखना.....	9
1.7 Preparation of Standard Title Block Used in Industry   उद्योग में प्रयुक्त मानक शीर्षक खंड की तैयारी .....	10
1.8 Identification and Labelling of Drawing Views and Types of Lines   ड्राइंग व्यूज़ की पहचान, नामांकन तथा रेखाओं के प्रकार .....	11
1.9 Construction of Conic Sections   शंकु खंडों का निर्माण .....	13
1.10 Construction of Special Curves Used in Engineering Drawing   इंजीनियरिंग ड्राइंग में प्रयुक्त विशेष वक्रों का निर्माण .....	14
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	16
Learning Outcome-2 .....	18
2.1 Fundamentals of Orthographic Projection Using Horizontal Plane and Vertical Plane   क्षैतिज तल तथा ऊर्ध्वाधर तल का उपयोग करते हुए ऑर्थोग्राफिक प्रक्षेपण के मूल सिद्धांत .....	18
2.2 Auxiliary Projection of Laminar Objects in Different Inclinations   विभिन्न झुकावों में लैमिनर वस्तुओं का सहायक प्रक्षेपण.....	19
2.3 Dimensioning of Orthographic Drawings as per SP-46:2003   SP-46:2003 के अनुसार ऑर्थोग्राफिक आरेखों का आयामांकन.....	21
2.4 Orthographic Projection of Points, Lines and Plane Laminar Figures   बिंदुओं, रेखाओं तथा समतलीय लैमिनर आकृतियों का ऑर्थोग्राफिक प्रक्षेपण.....	22
2.5 Orthographic Projection of Solids in First Angle and Third Angle Method   प्रथम कोण तथा तृतीय कोण विधि में ठोसों का ऑर्थोग्राफिक प्रक्षेपण .....	24
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	26
Learning Outcome-3 .....	28
3.1 Construction of Isometric Scale   सममितीय मापनी का निर्माण.....	28
3.2 Isometric Projection of Regular Solids   नियमित ठोसों का सममितीय प्रक्षेपण.....	29
3.3 Isometric Views of Hollow and Cut Section Solids   खोखले तथा कट अनुभाग ठोसों के सममितीय दृश्य ..	30
3.4 Orthographic Views from Isometric View of Simple Components   साधारण अवयवों के सममितीय दृश्य से ऑर्थोग्राफिक दृश्य.....	32
3.5 Isometric View of Machine Elements   मशीन अवयवों का सममितीय दृश्य .....	33
3.6 Oblique Projection of Circular Lamina on Receding Axis at 30° and 45°   अपसारी अक्ष पर 30° और 45° पर वृत्ताकार लैमिना का तिर्यक प्रक्षेपण .....	34
3.7 Oblique Projection of Crank Lever and V-Block   क्रैंक लीवर और वी-ब्लॉक का तिर्यक प्रक्षेपण .....	35
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	37
Learning Outcome-4.....	39
4.1 Creation of 2D Geometrical Figures in CAD   CAD में 2D ज्यामितीय आकृतियों का निर्माण .....	39
4.2 Creation of Simple Objects in 2D Drawing Space   2D ड्राइंग स्पेस में सरल ऑब्जेक्ट का निर्माण .....	40
4.3 Editing of 2D Objects Using Modify Commands   ऑब्जेक्ट्स का संपादन मॉडिफाई कमांड्स का उपयोग करके..	42
4.4 Construction of Orthographic Sectional Views of Brackets with Dimensions in Different Layers   विभिन्न लेयर्स में आयामों सहित ब्रैकेट के ऑर्थोग्राफिक सेक्शनल व्यू का निर्माण.....	44
4.5 Drawing of Isometric View of Machine Blocks   मशीन ब्लॉक्स के सममितीय दृश्य का रेखांकन.....	45
4.6 Arrangement of Drawing in Multiple Viewports Within Layout Space   लेआउट स्पेस के भीतर बहु-व्यूपोर्ट्स में ड्राइंग की व्यवस्था .....	47
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	49
Learning Outcome-5.....	51
5.1 Creation of Geometrical Figures and Patterns Using Sketch Entities   स्केच एंटीटीज़ का उपयोग करके ज्यामितीय आकृतियों एवं पैटर्न का निर्माण .....	51
5.2 Creation of 3D Solid Figures by Sketch Features and Applied Features   स्केच फीचर्स और एप्लाइड फीचर्स द्वारा 3D ठोस आकृतियों का निर्माण .....	52
5.3 Sketching of Angle Plate and Block with Constraints   एंगल प्लेट और ब्लॉक का स्केचिंग विद कंस्ट्रेंट्स .....	54
5.4 Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T) Using DimXpert Manager   DimXpert Manager का उपयोग करते हुए ज्यामितीय आयामांकन एवं सहनशीलता (GD&T) .....	55
5.5 Creation and Editing of 3D Solid Models   3D ठोस मॉडलों का निर्माण और संपादन.....	57

5.6 Assembly Creation, Component Insertion, Mating and Configuration   असेंबली निर्माण, कॉम्पोनेन्ट इन्सर्शन, मेटिंग और कॉन्फिगरेशन .....	58	अनुपयोगी सामग्रियों की अपव्यय-निरोध तथा पर्यावरणानुकूल निपटान .....	88
5.7 Aesthetic Design, Assembly Costing, Design Library and Toolbox Standards   सौन्दर्यात्मक डिज़ाइन, असेम्बली कॉस्टिंग, डिज़ाइन लाइब्रेरी तथा टूलबॉक्स मानक.....	60	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	90
5.8 Construction of Multibody Models and Saving as New Part   मल्टीबॉडी मॉडल का निर्माण तथा नए पार्ट के रूप में सहेजना.....	61	Learning Outcome-7.....	92
5.9 3D Modelling with Driving Dimensions, BOM, Driven Dimensions and Annotations   ड्राइविंग डायमेंशन्स, BOM, ड्रिवन डायमेंशन्स तथा एनोटेशन्स के साथ 3D मॉडलिंग .....	63	7.1 Selection of Appropriate Measuring Instruments   उपयुक्त मापन यंत्रों का चयन.....	92
5.10 Preparation of Drawings and Detailing from 3D Models   3D मॉडल से ड्राइंग तथा डिटेलिंग की तैयारी ...	64	7.2 Checking the Functionality and Correctness of Measuring Instruments   मापने वाले उपकरणों की कार्यक्षमता और शुद्धता की जाँच .....	94
5.11 Creation of 3D Transition Figures   3D ट्रांज़िशन आकृतियों का निर्माण .....	66	7.3 Measurement and Recording of Component Dimensions as per Standard Inspection Process   मानक निरीक्षण प्रक्रिया के अनुसार अवयव आयामों का मापन और अभिलेखन .....	95
5.12 Annotation of Holes, Threads, Centerlines, Symbols and Leaders in 3D Model   3D मॉडल में होल्स, थ्रेड्स, सेंटरलाइन्स, प्रतीक एवं लीडर्स का एनोटेशन.....	67	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	98
5.13 Simulation, Result Plotting and Design Optimization   सिमुलेशन, परिणाम प्लॉटिंग और डिज़ाइन ऑप्टिमाइज़ेशन.....	69	Learning Outcome-8.....	100
5.14 Data Translation and Design Export   डेटा ट्रांसलेशन और डिज़ाइन एक्सपोर्ट.....	70	8.1 Idea Generation in Innovation and Design Thinking   नवाचार और डिज़ाइन थिंकिंग में विचार सृजन... 100	
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	72	8.2 Customer Data Collection through Questionnaire   प्रश्नावली के माध्यम से ग्राहक डेटा संग्रह 101	
Learning Outcome-6 .....	74	8.3 Analysis of Survey Data for Design Decision   डिज़ाइन निर्णय हेतु सर्वे डेटा का विश्लेषण .....	103
6.1 Planning and Identification of Tools, Instruments and Equipment for Marking   अंकन के लिए औज़ारों, उपकरणों और यंत्रों की योजना तथा पहचान .....	74	8.4 Idea Generation Using SCAMPER Tool   SCAMPER टूल का उपयोग करके आइडिया जनरेशन .....	104
6.2 Selection and Visual Inspection of Raw Material   कच्चे माल का चयन एवं दृश्य निरीक्षण .....	75	8.5 Persona Development and Refinement in Design Thinking   डिज़ाइन थिंकिंग में पर्सोना डेवलपमेंट और रिफाइनमेंट.....	106
6.3 Marking of Job as per Specification   विनिर्देशानुसार जॉब की मार्किंग .....	77	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	108
6.4 Measurement of Dimensions as per Standard Specifications and Tolerances   मानक विनिर्देशों और टॉलरेंस के अनुसार आयामों का मापन .....	78	Learning Outcome-9.....	110
6.5 Identification of Hand Tools for Basic Fitting Operations   बेसिक फिटिंग कार्यों के लिए हस्त उपकरणों की पहचान.....	80	9.1 Principles of Additive Manufacturing   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग के सिद्धांत .....	110
6.6 Preparation of Job for Basic Fitting Operations   बेसिक फिटिंग कार्यों हेतु जॉब की तैयारी.....	81	9.2 Additive Manufacturing Machines and Their Functions   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीनें और उनके कार्य. 111	
6.7 Basic Fitting Operations to Close Tolerance   क्लोज टॉलरेंस हेतु मूलभूत फिटिंग ऑपरेशन्स.....	83	9.3 Extrusion-Based Additive Manufacturing: Fused Filament Fabrication and Continuous Fiber Fabrication   एक्सट्रूज़न-आधारित एडिटिव मैनुफैक्चरिंग: फ्यूज़्ड फिलामेंट फैब्रिकेशन और कंटीन्युअस फाइबर फैब्रिकेशन .....	113
6.8 Safety Precautions in Fitting Operations   फिटिंग परिचालनों में सुरक्षा सावधानियाँ .....	85	9.4 Digital Light Processing Technology in Additive Manufacturing   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग में डिजिटल लाइट प्रोसेसिंग प्रौद्योगिकी.....	115
6.9. Checking of Dimensional Accuracy of Finished Job   तैयार कार्य की आयामी शुद्धता की जाँच.....	86	9.5 Emerging Trends in Additive Manufacturing   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग में उभरती प्रवृत्तियाँ.....	116
6.10 Waste Avoidance and Environmentally Appropriate Disposal of Unused Materials		MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	118
		Learning Outcome-10.....	120
		10.1 Design Aspects for Additive Manufacturing   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग के लिए डिज़ाइन के पहलू.....	120
		10.2 Software Operations for Designing a Product   उत्पाद डिज़ाइन के लिए सॉफ्टवेयर संचालन .....	121

10.3 Assessment of Design and Dimensional Requirements of a Part   किसी पार्ट की डिज़ाइन तथा आयामी आवश्यकताओं का मूल्यांकन .....	123	13.2 Application of Slicing Algorithm for Supports, Layers and Orientation   सपोर्ट्स, लेयर्स और ओरिएंटेशन के लिए स्लाइसिंग एल्गोरिदम का अनुप्रयोग .....	153
10.4 Design of a Simple Part for Additive Manufacturing   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग के लिए एक सरल भाग का डिज़ाइन.....	125	13.3 Honeycomb Structure in Slicing Software   स्लाइसिंग सॉफ्टवेयर में हनीकॉम्ब संरचना .....	155
10.5 Verification of Designed Part for Additive Manufacturing Suitability   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग उपयुक्तता हेतु डिज़ाइन किए गए भाग का सत्यापन.....	126	13.4 Top and Bottom Layers in 3D Printers   3D प्रिंटर में टॉप और बॉटम लेयर्स .....	156
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	128	13.5 Wall Layers and Internal Layer Preview in Slicing Software   स्लाइसिंग सॉफ्टवेयर में वॉल लेयर्स और आंतरिक लेयर प्रीव्यू.....	158
Learning Outcome-11 .....	130	13.6 Customization of Fiber Routing in Composite Printing   समग्र प्रिंटिंग में फाइबर रूटिंग का अनुकूलन .....	159
11.1 Different Processes of Additive Manufacturing and Their Features   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग की विभिन्न प्रक्रियाएँ और उनकी विशेषताएँ .....	130	13.7 Turbo Print Generation and Resolution Selection   टर्बो प्रिंट जनरेशन और रेजोल्यूशन चयन .....	161
11.2 Planning and Raw Material Selection for Manufacturing a Simple AM Part   एक सरल AM Part के निर्माण हेतु योजना और कच्चे माल का चयन.....	131	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	163
11.3 Manufacturing of Simple Parts by FFF and SLA Technology   FFF और SLA तकनीक द्वारा सरल भागों का निर्माण .....	133	Learning Outcome-14.....	165
11.4 Printing of Composite Part Using Cloud-Based Slicing Software   क्लाउड-आधारित स्लाइसिंग सॉफ्टवेयर का उपयोग करके कॉम्पोज़िट पार्ट की प्रिंटिंग .....	134	14.1 Introduction to Benchmarking   बेंचमार्किंग का परिचय .....	165
11.5 Printing of Plastic Part by DLP Photo-Polymerization   DLP फोटो-पॉलिमराइज़ेशन द्वारा प्लास्टिक भाग की प्रिंटिंग .....	136	14.2 Industrial Importance of Benchmarking   बेंचमार्किंग का औद्योगिक महत्व .....	166
11.6 Post-Processing and Measurement of Additive Manufactured Components   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग द्वारा निर्मित अवयवों की पोस्ट-प्रोसेसिंग और मापन .....	137	14.3 Idea Collection and Checklist Preparation for Problem Statement   समस्या विवरण के लिए विचार संग्रह और चेकलिस्ट तैयारी .....	168
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	139	14.4 Selection and Testing of Final Concept Design   अंतिम संकल्पना डिज़ाइन का चयन और परीक्षण .....	169
Learning Outcome-12 .....	141	14.5 Feasibility Assessment of Product Concept   उत्पाद संकल्पना की व्यवहार्यता मूल्यांकन .....	171
12.1 Examination of Product and Estimation of Material Requirement   उत्पाद का परीक्षण और सामग्री आवश्यकता का आकलन .....	141	14.6 Risk Assessment in Product Design and Development   उत्पाद डिज़ाइन और विकास में जोखिम मूल्यांकन .....	172
12.2 Development of 3D Drawing with Tolerances and Fitments   टॉलरेंस और फिटमेंट्स के साथ 3D ड्रॉइंग का विकास.....	142	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	174
12.3 Development of Simple Assembly and Sub-Assembly Model   सरल असेंबली और सब-असेंबली मॉडल का विकास.....	144	Learning Outcome-15.....	176
12.4 Post-Processing and Assembly of Manufactured Components   निर्मित अवयवों का पोस्ट-प्रोसेसिंग और असेम्बली .....	146	15.1 Concept of Optimization and Performance Improvement of Products   उत्पादों के अनुकूलन और प्रदर्शन सुधार की संकल्पना .....	176
12.5 Functional Checking of Prototype or End Use Product प्रोटोटाइप या एंड यूज़ प्रोडक्ट की कार्यात्मक जाँच... ..	147	15.2 Customization and Personalization of Products   उत्पादों का अनुकूलन और वैयक्तिकरण .....	177
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	150	15.3 Selection of Appropriate Additive Manufacturing Process and Optimization Method   उपयुक्त एडिटिव मैनुफैक्चरिंग प्रक्रिया और अनुकूलन विधि का चयन.....	179
Learning Outcome-13 .....	152	15.4 Evaluation of Feedback for Product Optimization   उत्पाद अनुकूलन के लिए फीडबैक का मूल्यांकन .....	180
13.1 Process Algorithm of Slicing Software and Slicing Techniques   स्लाइसिंग सॉफ्टवेयर का प्रोसेस एल्गोरिदम और स्लाइसिंग तकनीकें .....	152	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	182
		Learning Outcome-16.....	184
		16.1 Identification of Basic Electrical Equipment   मूल विद्युत उपकरणों की पहचान .....	184
		16.2 Identification of Proximity and Ultrasonic Sensors   प्रॉक्सिमिटी तथा अल्ट्रासोनिक सेंसर की पहचान .....	185

16.3 Functioning and Industrial Application of Electrical Equipment and Sensors   विद्युत उपकरणों एवं सेंसरों का कार्यकरण तथा औद्योगिक अनुप्रयोग .....	186	18.3 Machine Details and Maintenance Concept of Additive Manufacturing Machines   मशीन विवरण और एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीनों की रखरखाव अवधारणा .....	214
16.4 Safety Precautions During Examination of Electrical Equipment and Sensors   विद्युत उपकरणों एवं सेंसर के परीक्षण के दौरान सुरक्षा सावधानियाँ .....	188	18.4 Disassembly and Assembly of Additive Manufacturing Machine Components   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीन घटकों का डिसअसेंबली और असेंबली.....	215
16.5 Selection of Tools and Materials for Repair and Maintenance   मरम्मत एवं रखरखाव के लिए उपकरण और सामग्री का चयन .....	189	18.5 Checking Functionality and Fault Identification in Additive Manufacturing Machines   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीनों में कार्यक्षमता जाँच तथा दोष पहचान .....	217
16.6 Planning of Maintenance Work as per Standard Safety Norms   मानक सुरक्षा मानदंडों के अनुसार रखरखाव कार्य की योजना.....	191	18.6 Rectification of Assembly Faults in Additive Manufacturing Machines   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीनों में असेंबली दोषों का सुधार.....	218
16.7 Selection of Parts for Repair and Estimation of Material and Time   मरम्मत हेतु भागों का चयन तथा सामग्री एवं समय का अनुमान .....	192	18.7 Diagram for Additive Manufacturing   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग के लिए आरेख .....	220
16.8 Repair, Replacement and Assembly of Machine Parts with the Help of Blueprint   ब्लूप्रिंट की सहायता से मशीन भागों की मरम्मत, प्रतिस्थापन और संयोजन.	194	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	222
16.9 Functional Checking and Fault Identification of Repaired Parts or Machine   मरम्मत किए गए भाग या मशीन की कार्यात्मक जांच और दोष पहचान.....	196	Learning Outcome-19.....	224
16.10 Rectification of Assembly Faults   असेंबली दोषों का सुधार.....	197	19.1 Post Processing Techniques Used in Additive Manufacturing   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग में प्रयुक्त पोस्ट प्रोसेसिंग तकनीकें .....	224
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	199	19.2 Selection of Tools and Materials for Post Processing   पोस्ट प्रोसेसिंग के लिए उपकरणों और सामग्रियों का चयन.....	225
Learning Outcome-17 .....	201	19.3 Finishing of Printed Jobs by Post Processing Techniques   प्रिंटेड जॉब्स की पोस्ट-प्रोसेसिंग तकनीकों द्वारा फिनिशिंग.....	226
17.1 Selection of Tools and Materials for Maintenance of Additive Manufacturing Machines   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीनों के रखरखाव हेतु उपकरणों और सामग्रियों का चयन.....	201	19.4 Measurement of Dimensions After Post Processing   मापन आयाम: पोस्ट-प्रोसेसिंग के बाद .....	228
17.2 Safety Planning for Maintenance Work of Additive Manufacturing Machines   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीनों के अनुरक्षण कार्य के लिए सुरक्षा योजना	202	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	230
17.3 Construction of Additive Manufacturing Machine and Maintenance Concept   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीन की संरचना और अनुरक्षण की संकल्पना..	204	Learning Outcome-20.....	232
17.4 Disassembly and Assembly of Additive Manufacturing Machine Components   एडिटिव मैनुफैक्चरिंग मशीन के अवयवों का डिसअसेंबली और असेंबली .....	205	20.1 Scanning Techniques and Processing of Scan Data   स्कैनिंग तकनीकें एवं स्कैन डेटा का प्रसंस्करण.....	232
17.5 Functional Checking and Fault Identification of Machine Parts   मशीन भागों की क्रियात्मक जाँच तथा दोष पहचान.....	207	20.2 Scanning of Job at Various Angles and Combining Scanned Data or Images   विभिन्न कोणों से जॉब की स्कैनिंग तथा स्कैन किए गए डेटा या छवियों का संयोजन .....	233
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	209	20.3 Development of Mesh File (.STL) and Parametric Model (Editable)   मेश फ़ाइल (.STL) तथा पैरामीट्रिक मॉडल (संपादन योग्य) का विकास.....	235
Learning Outcome-18 .....	211	20.4 Introduction of Reverse Engineered Model with 3D CAD Software and Export of CAD File Formats   रिवर्स इंजीनियर्ड मॉडल का 3D CAD सॉफ्टवेयर के साथ एकीकरण तथा CAD फ़ाइल फ़ॉर्मेट का एक्सपोर्ट .....	236
18.1 Selection of Tools and Materials for Maintenance of Additive Manufacturing Machines   योजक निर्माण (एडिटिव मैनुफैक्चरिंग) मशीनों के रखरखाव के लिए उपकरणों और सामग्रियों का चयन .....	211	20.5 Preparation of Manufacturing Drawing and Printing   निर्माण आरेखण की तैयारी और प्रिंटिंग.....	238
18.2 Planning of Maintenance Work Following Standard Safety Norms   मानक सुरक्षा मानदंडों के अनुसार रखरखाव कार्य की योजना बनाना.....	212	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	240
		Part - 2: Workshop Calculation and Science   वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस .....	242
		1. Unit, Fractions   इकाई, भिन्न .....	243
		MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	245

2. Square Root, Ratio and Proportions, Percentage   वर्गमूल, अनुपात और समानुपात, प्रतिशत.....	248	5. Career Development & Goal Setting   कैरियर विकास और लक्ष्य निर्धारण.....	317
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	250	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	319
3. Material Science   भौतिक सामग्री.....	253	6. Communication Skills   संचार कौशल.....	326
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	255	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	328
4. Mass, Weight, Volume and Density   द्रव्यमान, भार, आयतन और घनत्व.....	259	7. Diversity and Inclusion   विविधता और समावेशन.....	334
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	261	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	336
5. Heat & Temperature and Pressure   ऊष्मा और तापमान तथा दाब.....	265	8. Financial and Legal Literacy   वित्तीय और कानूनी साक्षरता .....	343
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	267	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	345
6. Mensuration   क्षेत्रमिति .....	271	9. Essential Digital Skills   आवश्यक डिजिटल कौशल ....	351
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	273	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	353
7. Trigonometry   त्रिकोणमिति.....	276	10. Entrepreneurship   उद्यमिता.....	360
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	278	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	362
Part - 3: Employability Skills   रोजगार योग्य कौशल .....	281	11. Customer Service   ग्राहक सेवा .....	369
1. Introduction to Employability Skills   रोजगारयोग्यता कौशल का परिचय .....	282	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	371
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	285	12. Getting ready for apprenticeship & Jobs   प्रशिक्षुता और नौकरियों के लिए तैयारी.....	378
2. Constitutional values - Citizenship   संवैधानिक मूल्य - नागरिकता .....	291	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	380
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	293	13. Introduction to Artificial Intelligence (AI)   कृत्रिम बुद्धिमत्ता का परिचय .....	387
3. Becoming a Professional in the 21st Century   21वीं सदी में एक पेशेवर बनना.....	300	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	391
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	302	Part - 4: Mock Tests   मॉक टेस्ट.....	398
4. Basic English Skills   मूल अंग्रेज़ी कौशल .....	309	Mock Tests   मॉक टेस्ट - 1 .....	399
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	311	Mock Tests   मॉक टेस्ट - 2 .....	409



## Part- 1: Trade Theory | ट्रेड थ्योरी

# Learning Outcome-15

## 15.1 Concept of Optimization and Performance Improvement of Products

### | उत्पादों के अनुकूलन और प्रदर्शन सुधार की संकल्पना

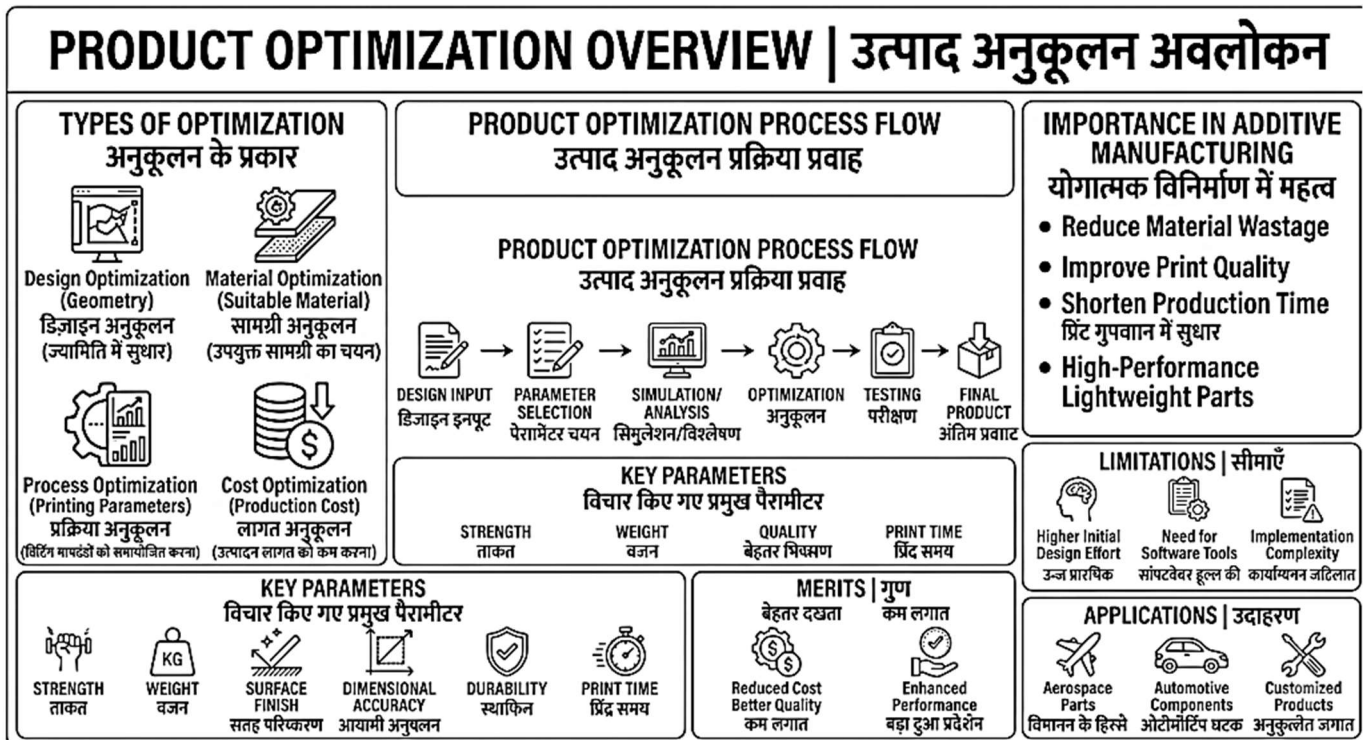


Fig. 15.1: Product Optimization Process and Key Parameters | उत्पाद अनुकूलन प्रक्रिया और प्रमुख पैरामीटर

### 15.1.1 Definition and Meaning of Optimization in Product Development (Fig. 15.1)

Optimization in product development is the process of improving a product design by selecting the best combination of parameters such as shape, material, and process conditions to achieve maximum efficiency, quality, and performance with minimum resource usage.

### 15.1.2 Definition and Meaning of Performance Improvement of Products

Performance improvement refers to enhancing the functional characteristics of a product such as strength, accuracy, durability, and reliability to meet required standards and user expectations.

### 15.1.3 Importance of Optimization in Additive Manufacturing and Product Design

In additive manufacturing, optimization reduces material wastage, improves print quality, shortens production time, and ensures better mechanical properties. It helps in producing lightweight and high-performance components.

### 15.1.4 Classification of Optimization

Optimization is classified as design optimization (improving geometry), material optimization (selecting suitable material), process optimization (adjusting printing parameters), and cost optimization (reducing production cost).

### 15.1.1 उत्पाद विकास में अनुकूलन की परिभाषा और अर्थ (Fig. 15.1)

उत्पाद विकास में अनुकूलन वह प्रक्रिया है जिसमें आकार, सामग्री और प्रक्रिया स्थितियों जैसे मापदंडों के सर्वोत्तम संयोजन का चयन करके उत्पाद डिज़ाइन को इस प्रकार सुधारा जाता है कि न्यूनतम संसाधनों के उपयोग के साथ अधिकतम दक्षता, गुणवत्ता और प्रदर्शन प्राप्त हो।

### 15.1.2 उत्पादों के प्रदर्शन सुधार की परिभाषा और अर्थ

प्रदर्शन सुधार का अर्थ उत्पाद की कार्यात्मक विशेषताओं जैसे शक्ति, सटीकता, टिकाऊपन और विश्वसनीयता को बढ़ाना है ताकि आवश्यक मानकों और उपयोगकर्ता अपेक्षाओं को पूरा किया जा सके।

### 15.1.3 एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग और उत्पाद डिज़ाइन में अनुकूलन का महत्व

एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग में अनुकूलन सामग्री की बर्बादी को कम करता है, प्रिंट गुणवत्ता में सुधार करता है, उत्पादन समय को घटाता है और बेहतर यांत्रिक गुण सुनिश्चित करता है। यह हल्के और उच्च प्रदर्शन वाले घटकों के निर्माण में सहायक होता है।

### 15.1.4 अनुकूलन का वर्गीकरण

अनुकूलन को डिज़ाइन अनुकूलन (ज्यामिति में सुधार), सामग्री अनुकूलन (उपयुक्त सामग्री का चयन), प्रक्रिया अनुकूलन (प्रिंटिंग पैरामीटर का समायोजन) और लागत अनुकूलन (उत्पादन लागत में कमी) के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

**15.1.5 Constructional Features - Parameters Considered for Optimization**

Important parameters include strength, weight, surface finish, dimensional accuracy, durability, and print time. These factors are balanced to achieve the best product performance.

**15.1.6 Working Principle of Optimization for Improving Product Performance**

Optimization works by analyzing design requirements, selecting suitable materials and process parameters, testing outputs, and refining the design through iteration until desired performance is achieved.

**15.1.7 Merits and Limitations of Product Optimization**

Merits include improved efficiency, reduced cost, better quality, and enhanced performance. Limitations include higher initial design effort, need for software tools, and possible complexity in implementation.

**15.1.8 Applications of Optimization**

Used in lightweight aerospace parts, strong automotive components, and cost-effective customized products in healthcare and manufacturing industries.

**15.1.5 अनुकूलन हेतु विचार किए जाने वाले निर्माणात्मक गुण - पैरामीटर**

महत्वपूर्ण पैरामीटर में शक्ति, वजन, सतह समापन, आयामी सटीकता, टिकाऊपन और प्रिंट समय शामिल हैं। इन सभी कारकों को संतुलित करके सर्वोत्तम उत्पाद प्रदर्शन प्राप्त किया जाता है।

**15.1.6 उत्पाद प्रदर्शन सुधार के लिए अनुकूलन का कार्य सिद्धांत**

अनुकूलन डिजाइन आवश्यकताओं के विश्लेषण, उपयुक्त सामग्री और प्रक्रिया पैरामीटर के चयन, आउटपुट के परीक्षण और वांछित प्रदर्शन प्राप्त होने तक पुनरावृत्ति के माध्यम से डिजाइन को परिष्कृत करने की प्रक्रिया पर कार्य करता है।

**15.1.7 उत्पाद अनुकूलन के लाभ और सीमाएँ**

लाभों में बेहतर दक्षता, कम लागत, उच्च गुणवत्ता और उन्नत प्रदर्शन शामिल हैं। सीमाओं में प्रारंभिक डिजाइन प्रयास अधिक होना, सॉफ्टवेयर उपकरणों की आवश्यकता और कार्यान्वयन में संभावित जटिलता शामिल है।

**15.1.8 अनुकूलन के अनुप्रयोग**

इसका उपयोग हल्के एयरोस्पेस भागों, मजबूत ऑटोमोबाइल घटकों और स्वास्थ्य तथा विनिर्माण उद्योगों में लागत प्रभावी अनुकूलित उत्पादों के निर्माण में किया जाता है।

**15.2 Customization and Personalization of Products | उत्पादों का अनुकूलन और वैयक्तिकरण**

MODIFICATION STRATEGIES IN PRODUCT DEVELOPMENT: CUSTOMIZATION & PERSONALIZATION | उत्पाद विकास में संशोधन रणनीतियाँ: अनुकूलन और वैयक्तिकरण

PRODUCT CUSTOMIZATION (अनुकूलन)	KEY FEATURES TO BE CHANGED (बदली जाने वाली मुख्य विशेषताएं)	PRODUCT PERSONALIZATION (वैयक्तिकरण)
<p>FUNCTIONAL CHANGE (कार्यात्मक परिवर्तन)</p> <p>SIZE MODIFICATION (आकार में संशोधन)</p> <p>CUSTOMIZED HAND GRIP (अनुकूलित हैंड ग्रिप)</p> <p>CUSTOMIZED TOOL (अनुकूलित उपकरण)</p>	<p>SIZE &amp; DIMENSIONS (आकार और आयाम)</p> <p>SHAPE &amp; GEOMETRY (आकृति और ज्यामिति)</p> <p>FIT &amp; ERGONOMICS (फिट और एर्गोनॉमिक्स)</p>	<p>RAVI'S PHONE CASE (रवि का फोन केस)</p> <p>CUSTOM NAME/ID (कस्टम नाम/आईडी)</p>
<p>Modify standard design for application/size (अनुप्रयोग/आकार के लिए मानक डिजाइन को संशोधित करें)</p>	<p>SURFACE DESIGN (texture/pattern) [सतह डिजाइन (बनावट/पैटर्न)]</p>	<p>Design based on individual preferences/aesthetics (व्यक्तिगत पसंद/सौंदर्यशास्त्र के आधार पर डिजाइन करें)</p>
<p><b>Examples:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medical Aids (e.g., Prosthetics) [चिकित्सा सहायता (जैसे प्रोस्थेटिक्स)]</li> <li>Industrial Components (औद्योगिक घटक)</li> </ul>	<p>FUNCTIONAL REQUIREMENTS (strength/weight) [कार्यात्मक आवश्यकताएं (शक्ति/वजन)]</p> <p>USER-SPECIFIC FEATURES (name/ID) [उपयोगकर्ता-विशिष्ट विशेषताएं (नाम/आईडी)]</p>	<p><b>Examples:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumer Products (उपभोक्ता उत्पाद)</li> <li>Jewelry (आभूषण)</li> <li>(आभूषण)</li> </ul>

WORKING PROCEDURE WITH ADDITIVE MANUFACTURING : (एयडिटिव मैन्युफैक्चरिंग के साथ कार्य प्रक्रिया)	MERITS (गुण)	LIMITATIONS (सीमाएँ)
<p>IDENTIFY USER REQUIREMENTS (उपयोगकर्ता की आवश्यकताओं को पहचानें)</p> <p>CREATE CAD MODEL (CAD मॉडल बनाएं)</p> <p>MODIFY DESIGN PARAMETERS (डिजाइन मापदंडों को संशोधित करें)</p> <p>SIMULATE &amp; VERIFY (सिमुलेशन और सत्यापन करें)</p> <p>SLICE THE MODEL (मॉडल को स्लाइस करें)</p> <p>PRINT USING AM PROCESS (AM प्रक्रिया का उपयोग करके प्रिंट करें)</p> <p>TEST &amp; VALIDATE PRODUCT (उत्पाद का परीक्षण और सत्यापन करें)</p>	<p>High Flexibility (उच्च लचीलापन)</p> <p>Better Fit &amp; Performance (बेहतर फिट और प्रदर्शन)</p> <p>Reduced Inventory (कम इन्वेंट्री)</p> <p>Improved Satisfaction (बेहतर संतुष्टि)</p>	<p>Higher Design Time (अधिक डिजाइन समय)</p> <p>Cost for Small Production (लघु उत्पादन के लिए लागत)</p> <p>Skilled Knowledge Needed (कुशल ज्ञान की आवश्यकता)</p>

**Fig. 15.2: Customization and Personalization Strategies in Product Development | उत्पाद विकास में अनुकूलन और वैयक्तिकरण रणनीतियाँ**

**15.2.1 Definition and Meaning of Customization in Product Development (Fig. 15.2)**

**15.2.1 उत्पाद विकास में अनुकूलन की परिभाषा और अर्थ (Fig. 15.2)**

Customization is the process of modifying a standard product design to meet specific user or application requirements such as size, shape, or functionality.

### 15.2.2 Definition and Meaning of Personalization in Product Design

Personalization refers to designing products based on individual user preferences, including aesthetic features, comfort, and unique identification.

### 15.2.3 Importance in Additive Manufacturing

Additive Manufacturing (AM) enables easy customization without extra tooling. It reduces material waste, improves product performance, and supports mass customization with flexibility.

### 15.2.4 Classification

Customized products: size-based, function-based, and application-specific.

Personalized products: user-specific design, ergonomic products, and aesthetic-modified items.

### 15.2.5 Constructional Features to be Changed

Important features include size (dimensions), shape (geometry), fit (ergonomics), surface design (texture/pattern), user-specific features (name, ID), and functional requirements (strength, weight).

### 15.2.6 Working Procedure

Identify user requirements → Create CAD model → Modify design parameters → Simulate and verify → Slice the model → Print using AM process → Test and validate product.

### 15.2.7 Merits and Limitations

Merits: high flexibility, better fit, reduced inventory, improved customer satisfaction.

Limitations: higher design time, cost for small production, need for skilled design knowledge.

### 15.2.8 Applications

Used in medical aids (prosthetics, implants), consumer products (phone cases), tools (custom grips), and educational models.

### 15.2.9 Case Study

Customized prosthetic limb designed using 3D scanning and CAD modeling provides better comfort and functionality compared to standard products.

अनुकूलन वह प्रक्रिया है जिसमें मानक उत्पाद डिज़ाइन को विशेष उपयोगकर्ता या अनुप्रयोग आवश्यकताओं जैसे आकार, आकृति या कार्यक्षमता के अनुसार संशोधित किया जाता है।

### 15.2.2 उत्पाद डिज़ाइन में वैयक्तिकरण की परिभाषा और अर्थ

वैयक्तिकरण का अर्थ है उत्पादों को व्यक्तिगत उपयोगकर्ता की प्राथमिकताओं के आधार पर डिज़ाइन करना, जिसमें सौंदर्यात्मक विशेषताएँ, आराम और विशिष्ट पहचान शामिल होती हैं।

### 15.2.3 एडिटिव मैनुफैक्चरिंग में महत्व

एडिटिव मैनुफैक्चरिंग (AM) अतिरिक्त टूलिंग के बिना आसान अनुकूलन सक्षम बनाती है। यह सामग्री अपव्यय को कम करती है, उत्पाद के प्रदर्शन में सुधार करती है, और लचीलापन के साथ व्यापक अनुकूलन का समर्थन करती है।

### 15.2.4 वर्गीकरण

अनुकूलित उत्पाद: आकार-आधारित, कार्य-आधारित, और अनुप्रयोग-विशिष्ट।

वैयक्तिकृत उत्पाद: उपयोगकर्ता-विशिष्ट डिज़ाइन, एर्गोनोमिक उत्पाद, और सौंदर्य संशोधित वस्तुएँ।

### 15.2.5 परिवर्तित की जाने वाली संरचनात्मक विशेषताएँ

महत्वपूर्ण विशेषताओं में आकार (आयाम), आकृति (ज्यामिति), फिट (एर्गोनॉमिक्स), सतह डिज़ाइन (बनावट/पैटर्न), उपयोगकर्ता-विशिष्ट विशेषताएँ (नाम, आईडी), और कार्यात्मक आवश्यकताएँ (मजबूती, वजन) शामिल हैं।

### 15.2.6 कार्य प्रक्रिया

उपयोगकर्ता आवश्यकताओं की पहचान करें → CAD मॉडल बनाएँ → डिज़ाइन पैरामीटर संशोधित करें → सिमुलेट और सत्यापित करें → मॉडल को स्लाइस करें → AM प्रक्रिया का उपयोग करके प्रिंट करें → उत्पाद का परीक्षण और सत्यापन करें।

### 15.2.7 लाभ और सीमाएँ

लाभ: उच्च लचीलापन, बेहतर फिट, कम इन्वेंटरी, बेहतर ग्राहक संतुष्टि।

सीमाएँ: अधिक डिज़ाइन समय, छोटे उत्पादन के लिए लागत अधिक, कुशल डिज़ाइन ज्ञान की आवश्यकता।

### 15.2.8 अनुप्रयोग

चिकित्सा उपकरणों (प्रोस्थेटिक्स, इम्प्लांट्स), उपभोक्ता उत्पादों (फोन केस), उपकरणों (कस्टम ग्रिप्स), और शैक्षणिक मॉडलों में उपयोग किया जाता है।

### 15.2.9 केस स्टडी

3D स्कैनिंग और CAD मॉडलिंग का उपयोग करके डिज़ाइन किया गया अनुकूलित कृत्रिम अंग मानक उत्पादों की तुलना में बेहतर आराम और कार्यक्षमता प्रदान करता है।

## 15.3 Selection of Appropriate Additive Manufacturing Process and Optimization Method | उपयुक्त एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग प्रक्रिया और अनुकूलन विधि का चयन

SELECTION AND OPTIMIZATION OF ADDITIVE MANUFACTURING (AM) PROCESS | एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग (AM) प्रक्रिया का चयन और अनुकूलन

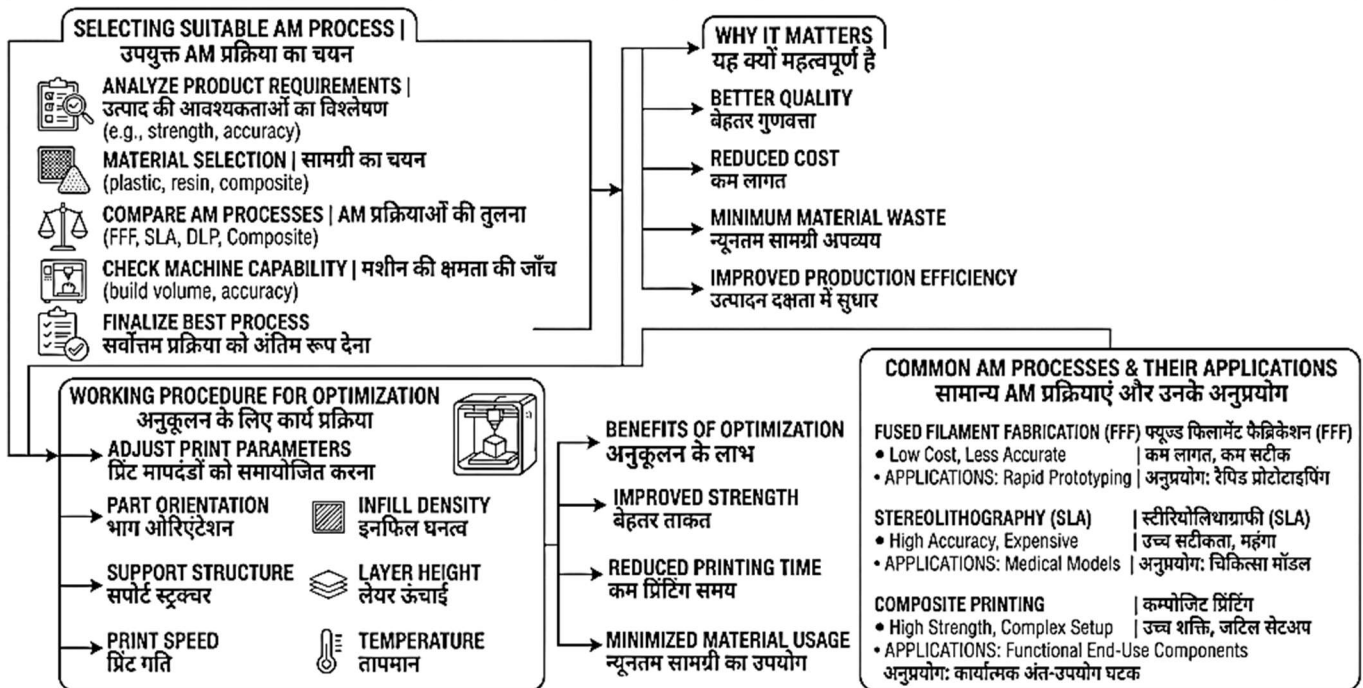


Fig. 15.3: Additive Manufacturing Process Selection and Optimization Chart | योगात्मक विनिर्माण प्रक्रिया चयन और अनुकूलन चार्ट

### 15.3.1 Definition and Importance of Selecting Suitable AM Process (Fig. 15.3)

Selection of an appropriate Additive Manufacturing (AM) process means choosing the most suitable 3D printing technology based on product requirements. It is important because correct selection ensures better quality, minimum material waste, reduced cost, and improved production efficiency.

### 15.3.2 Classification of AM Processes

Common AM processes include Fused Filament Fabrication (FFF), Stereolithography (SLA), Digital Light Processing (DLP), and Composite Printing. Each process differs in material usage, accuracy, and application suitability.

### 15.3.3 Constructional Features - Factors for Selection

Important factors include material type (plastic, resin, composite), layer thickness, build volume, dimensional accuracy, need for support structures, and post-processing requirements such as curing or finishing.

### 15.3.4 Working Procedure for Process Selection

First, analyze product requirements such as strength, accuracy, and surface finish. Then select material type, compare AM processes, check machine

### 15.3.1 उपयुक्त एएम प्रक्रिया के चयन की परिभाषा और महत्व (Fig. 15.3)

उपयुक्त एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग (AM) प्रक्रिया का चयन करने का अर्थ है उत्पाद आवश्यकताओं के आधार पर सबसे उपयुक्त 3D प्रिंटिंग तकनीक का चयन करना। यह महत्वपूर्ण है क्योंकि सही चयन बेहतर गुणवत्ता, न्यूनतम सामग्री अपशिष्ट, कम लागत और उन्नत उत्पादन दक्षता सुनिश्चित करता है।

### 15.3.2 एएम प्रक्रियाओं का वर्गीकरण

सामान्य एएम प्रक्रियाओं में फ्यूज्ड फिलामेंट फैब्रिकेशन (FFF), स्टीरियोलिथोग्राफी (SLA), डिजिटल लाइट प्रोसेसिंग (DLP) और कम्पोजिट प्रिंटिंग शामिल हैं। प्रत्येक प्रक्रिया सामग्री उपयोग, सटीकता और अनुप्रयोग उपयुक्तता में भिन्न होती है।

### 15.3.3 निर्माणात्मक विशेषताएँ - चयन के कारक

महत्वपूर्ण कारकों में सामग्री का प्रकार (प्लास्टिक, रेजिन, कम्पोजिट), परत मोटाई, निर्माण आयतन, आयामी सटीकता, सपोर्ट संरचनाओं की आवश्यकता, तथा पोस्ट-प्रोसेसिंग आवश्यकताएँ जैसे क्यूरिंग या फिनिशिंग शामिल हैं।

### 15.3.4 प्रक्रिया चयन की कार्यविधि

सबसे पहले उत्पाद आवश्यकताओं जैसे मजबूती, सटीकता और सतह फिनिश का विश्लेषण करें। फिर सामग्री प्रकार का चयन करें, एएम प्रक्रियाओं की तुलना करें, मशीन की क्षमता की जाँच करें, और उत्पादन के लिए सबसे उपयुक्त प्रक्रिया को अंतिम रूप दें।

capability, and finalize the most suitable process for production.

**15.3.5 Working Procedure for Optimization**

Optimization involves adjusting printing parameters such as part orientation, infill density, support structure, layer height, print speed, and temperature. These adjustments improve strength, reduce printing time, and minimize material usage.

**15.3.6 Importance of Correct Process Selection**

Proper selection improves product quality, enhances mechanical strength, reduces defects, and controls production cost effectively.

**15.3.7 Merits and Limitations**

FFF is low cost but less accurate; SLA and DLP provide high accuracy but are expensive; composite printing offers high strength but requires complex setup.

**15.3.8 Applications**

Used in rapid prototyping, customized products, medical models, and functional end-use components.

**15.3.9 Case Study**

For a complex prototype requiring high accuracy, SLA is selected. Optimization is done by reducing layer height and proper orientation to achieve smooth surface finish.

**15.3.5 अनुकूलन की कार्यविधि**

अनुकूलन में प्रिंटिंग पैरामीटर जैसे पार्ट ओरिएंटेशन, इन्फिल घनत्व, सपोर्ट संरचना, परत ऊँचाई, प्रिंट गति और तापमान को समायोजित करना शामिल है। ये समायोजन मजबूती बढ़ाते हैं, प्रिंटिंग समय घटाते हैं और सामग्री उपयोग को न्यूनतम करते हैं।

**15.3.6 सही प्रक्रिया चयन का महत्व**

उचित चयन उत्पाद गुणवत्ता में सुधार करता है, यांत्रिक मजबूती बढ़ाता है, दोषों को कम करता है और उत्पादन लागत को प्रभावी रूप से नियंत्रित करता है।

**15.3.7 लाभ और सीमाएँ**

FFF कम लागत वाला है लेकिन कम सटीक है; SLA और DLP उच्च सटीकता प्रदान करते हैं लेकिन महंगे होते हैं; कंपोजिट प्रिंटिंग उच्च मजबूती प्रदान करती है लेकिन जटिल सेटअप की आवश्यकता होती है।

**15.3.8 अनुप्रयोग**

तेज प्रोटोटाइपिंग, कस्टमाइज्ड उत्पादों, मेडिकल मॉडल और कार्यात्मक अंतिम उपयोग घटकों में उपयोग किया जाता है।

**15.3.9 केस स्टडी**

उच्च सटीकता की आवश्यकता वाले एक जटिल प्रोटोटाइप के लिए SLA का चयन किया जाता है। अनुकूलन परत ऊँचाई को कम करके और उचित ओरिएंटेशन द्वारा किया जाता है ताकि चिकनी सतह फिनिश प्राप्त हो सके।

**15.4 Evaluation of Feedback for Product Optimization | उत्पाद अनुकूलन के लिए फीडबैक का मूल्यांकन**

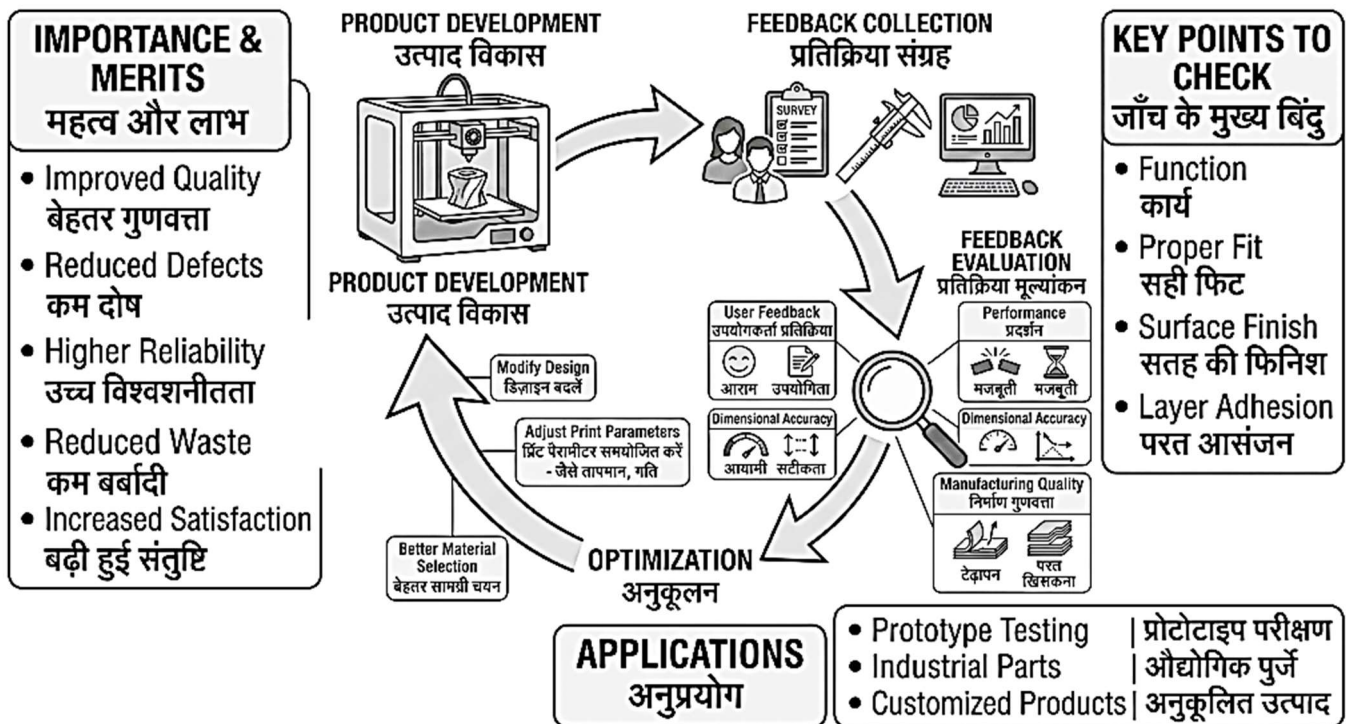


Fig. 15.4: Feedback Evaluation and Optimization Cycle in Product Development | उत्पाद विकास में प्रतिक्रिया मूल्यांकन और अनुकूलन चक्र

### 15.4.1 Definition and Meaning of Feedback in Product Development (Fig. 15.4)

Feedback in product development refers to the information collected from users, testing, and manufacturing processes about the performance and quality of a product. It helps in identifying errors, defects, and improvement areas in 3D printed components.

### 15.4.2 Importance of Feedback Evaluation for Optimization

Evaluation of feedback is important to improve product quality, reduce defects, enhance performance, and minimize material wastage. It ensures that the final product meets design requirements and user expectations.

### 15.4.3 Classification of Feedback

Feedback is classified into: user feedback (comfort, usability), performance feedback (strength, durability), dimensional feedback (accuracy, tolerance), and manufacturing feedback (print quality, defects like warping or layer shifting).

### 15.4.4 Constructional Features - Points to be Checked

Important points include function, proper fit, strength of material, surface finish (appearance), ease of use, and print quality such as layer adhesion and dimensional accuracy.

### 15.4.5 Working Procedure for Collecting and Evaluating Feedback

Feedback is collected through user surveys, testing reports, inspection tools, and observation. Data is analyzed to identify defects and compare with design specifications.

### 15.4.6 Working Procedure for Using Feedback for Improvement

Based on feedback, design changes are made such as modifying dimensions, adjusting print parameters (temperature, speed), or selecting better materials. The improved design is re-tested for validation.

### 15.4.7 Merits of Feedback-Based Optimization

It improves product quality, increases reliability, reduces rework, enhances customer satisfaction, and supports continuous improvement in manufacturing.

### 15.4.8 Applications

Used in prototype testing, industrial part development, customized products, and improving surface finish and dimensional accuracy in 3D printing.

### 15.4.9 Case Study

A 3D printed gear showed poor fitting during testing. User and dimensional feedback indicated tolerance issues. The design was modified by adjusting clearance, resulting in smooth operation and improved performance.

### 15.4.1 उत्पाद विकास में फीडबैक की परिभाषा और अर्थ (Fig. 15.4)

उत्पाद विकास में फीडबैक से आशय उस जानकारी से है जो उपयोगकर्ताओं, परीक्षण और निर्माण प्रक्रियाओं से उत्पाद के प्रदर्शन और गुणवत्ता के बारे में एकत्र की जाती है। यह 3D प्रिंटेड घटकों में त्रुटियों, दोषों और सुधार के क्षेत्रों की पहचान करने में सहायता करता है।

### 15.4.2 अनुकूलन के लिए फीडबैक मूल्यांकन का महत्व

फीडबैक का मूल्यांकन उत्पाद की गुणवत्ता सुधारने, दोषों को कम करने, प्रदर्शन बढ़ाने और सामग्री की बर्बादी को न्यूनतम करने के लिए महत्वपूर्ण है। यह सुनिश्चित करता है कि अंतिम उत्पाद डिजाइन आवश्यकताओं और उपयोगकर्ता अपेक्षाओं को पूरा करता है।

### 15.4.3 फीडबैक का वर्गीकरण

फीडबैक को निम्न प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है: उपयोगकर्ता फीडबैक (आराम, उपयोगिता), प्रदर्शन फीडबैक (मजबूती, स्थायित्व), आयामी फीडबैक (सटीकता, सहनशीलता), और निर्माण फीडबैक (प्रिंट गुणवत्ता, विकृति या लेयर शिफ्टिंग जैसे दोष)।

### 15.4.4 निर्माणात्मक विशेषताएँ - जांच के बिंदु

महत्वपूर्ण बिंदुओं में कार्यक्षमता, उचित फिट, सामग्री की मजबूती, सतह फिनिश (दिखावट), उपयोग में सरलता, और प्रिंट गुणवत्ता जैसे लेयर एडहेशन तथा आयामी सटीकता शामिल हैं।

### 15.4.5 फीडबैक एकत्र करने और मूल्यांकन की कार्य प्रक्रिया

फीडबैक उपयोगकर्ता सर्वेक्षण, परीक्षण रिपोर्ट, निरीक्षण उपकरणों और अवलोकन के माध्यम से एकत्र किया जाता है। डेटा का विश्लेषण करके दोषों की पहचान की जाती है और डिजाइन विनिर्देशों के साथ तुलना की जाती है।

### 15.4.6 सुधार के लिए फीडबैक के उपयोग की कार्य प्रक्रिया

फीडबैक के आधार पर डिजाइन में परिवर्तन किए जाते हैं, जैसे आयामों में संशोधन, प्रिंट पैरामीटर (तापमान, गति) का समायोजन, या बेहतर सामग्री का चयन। सुधारित डिजाइन को सत्यापन के लिए पुनः परीक्षण किया जाता है।

### 15.4.7 फीडबैक-आधारित अनुकूलन के लाभ

यह उत्पाद की गुणवत्ता में सुधार करता है, विश्वसनीयता बढ़ाता है, पुनःकार्य को कम करता है, ग्राहक संतुष्टि बढ़ाता है और निर्माण में सतत सुधार का समर्थन करता है।

### 15.4.8 अनुप्रयोग

यह प्रोटोटाइप परीक्षण, औद्योगिक भाग विकास, अनुकूलित उत्पादों और 3D प्रिंटिंग में सतह फिनिश तथा आयामी सटीकता सुधारने में उपयोग किया जाता है।

### 15.4.9 केस स्टडी

एक 3D प्रिंटेड गियर ने परीक्षण के दौरान खराब फिटिंग दिखाई। उपयोगकर्ता और आयामी फीडबैक ने सहनशीलता संबंधी समस्याओं को दर्शाया। क्लियरेंस को समायोजित करके डिजाइन में संशोधन किया गया, जिससे सुचारू संचालन और बेहतर प्रदर्शन प्राप्त हुआ।

## MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

**Q1. The primary goal of optimization in additive manufacturing is to improve which of the following? / ऐडिटिव मैनुफैक्चरिंग में अनुकूलन (Optimization) का मुख्य उद्देश्य निम्न में से किसे सुधारना है?**

- (a) Design aesthetics / डिजाइन की सुंदरता
- (b) Material wastage / सामग्री की बर्बादी
- (c) Production cost / उत्पादन लागत
- (d) All of the above / उपरोक्त सभी

Ans. d | Sol. : Optimization focuses on reducing material wastage, lowering production costs, and enhancing design efficiency. / अनुकूलन का उद्देश्य सामग्री की बर्बादी कम करना, उत्पादन लागत घटाना और डिजाइन की दक्षता बढ़ाना होता है।

**Q2. Personalization in additive manufacturing primarily refers to which aspect? / ऐडिटिव मैनुफैक्चरिंग में पर्सनलाइजेशन मुख्य रूप से किस पहलू को संदर्भित करता है?**

- (a) Mass production / बड़े पैमाने पर उत्पादन
- (b) Unique user-specific features / अद्वितीय उपयोगकर्ता-विशिष्ट विशेषताएँ
- (c) Reducing energy consumption / ऊर्जा खपत कम करना
- (d) Standardized components / मानकीकृत घटक

Ans. b | Sol. : Personalization means creating unique products tailored for individual users. / पर्सनलाइजेशन का अर्थ है व्यक्तिगत उपयोगकर्ताओं के लिए अनुकूलित अद्वितीय उत्पाद बनाना।

**Q3. Which file format supports customization features in 3D printing? / 3डी प्रिंटिंग में कस्टमाइजेशन सुविधाओं का समर्थन करने वाला फाइल फॉर्मेट कौन सा है?**

- (a) .DOC / .DOC
- (b) .STL / .STL
- (c) .PDF / .PDF
- (d) .JPEG / .JPEG

Ans. b | Sol. : STL files are standard for 3D models and support design modifications. / STL फाइलें 3डी मॉडलों के लिए मानक हैं और डिजाइन संशोधनों का समर्थन करती हैं।

**Q4. Which concept helps in reducing material cost during 3D printing? / 3डी प्रिंटिंग के दौरान सामग्री लागत कम करने में कौन सी अवधारणा सहायक होती है?**

- (a) Over-extrusion / अधिक एक्सट्रूजन
- (b) Infill density adjustment / इनफिल घनत्व समायोजन
- (c) Increasing nozzle temperature / नोजल तापमान बढ़ाना
- (d) Using larger printers / बड़े प्रिंटर का उपयोग

Ans. b | Sol. : Lowering infill density reduces material usage while maintaining structural integrity. / इनफिल घनत्व घटाने से संरचनात्मक मजबूती बनाए रखते हुए सामग्री की खपत कम होती है।

**Q5. Understanding optimization in 3D printing helps to balance which key factors during production? / 3डी प्रिंटिंग में ऑप्टिमाइजेशन को समझना उत्पादन के दौरान किन मुख्य कारकों को संतुलित करने में मदद करता है?**

- (a) Speed, cost, and quality / गति, लागत और गुणवत्ता

(b) Color, size, and weight / रंग, आकार और वजन  
(c) Temperature, humidity, and noise / तापमान, आर्द्रता और शोर

(d) Energy, light, and sound / ऊर्जा, प्रकाश और ध्वनि  
Ans. a | Sol. : Optimization involves understanding how to maintain quality while reducing time and cost. / ऑप्टिमाइजेशन में यह समझना शामिल है कि गुणवत्ता को बनाए रखते हुए समय और लागत कैसे कम करें।

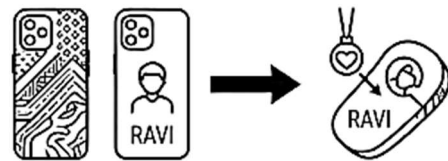
**Q6. How does understanding layer height settings optimize 3D printing performance? / लेयर हाइट सेटिंग्स को समझना 3डी प्रिंटिंग के प्रदर्शन को कैसे ऑप्टिमाइज़ करता है?**

- (a) By changing filament type / फिलामेंट प्रकार बदलकर
- (b) By balancing print speed and detail quality / प्रिंट गति और विवरण गुणवत्ता को संतुलित करके
- (c) By altering power supply / पावर सप्लाई बदलकर
- (d) By modifying printer size / प्रिंटर का आकार बदलकर

Ans. b | Sol. : Understanding layer height allows for optimized printing based on project needs. / लेयर हाइट को समझना परियोजना की आवश्यकताओं के आधार पर प्रिंटिंग का अनुकूलन करने की अनुमति देता है।

**Q7. Product personalization is used for? / उत्पाद वैयक्तिकरण किसके लिए उपयोग होता है?**

### PRODUCT PERSONALIZATION (वैयक्तिकरण)



RAVI'S PHONE CASE  
(रवि का फोन केस)

CUSTOM NAME/ID  
(कस्टम नाम/आईडी)

- (a) Custom design / कस्टम डिज़ाइन
- (b) Metal cutting / धातु कटाई
- (c) Machine cleaning / मशीन सफाई
- (d) Heat treatment / ऊष्मा उपचार

Ans. a | Sol. : Product personalization is used to make a product as per user choice, like name or design. / उत्पाद वैयक्तिकरण का उपयोग ग्राहक की पसंद के अनुसार नाम या डिज़ाइन जोड़ने के लिए किया जाता है।

**Q8. Understanding the concept of topology optimization helps in achieving what in product design? / टोपोलॉजी ऑप्टिमाइजेशन की अवधारणा को समझना उत्पाद डिजाइन में क्या प्राप्त करने में मदद करता है?**

- (a) Adding extra material / अतिरिक्त सामग्री जोड़ना
- (b) Maximizing strength while minimizing material use / मजबूती को अधिकतम करते हुए सामग्री उपयोग को न्यूनतम करना
- (c) Making the product heavier / उत्पाद को भारी बनाना
- (d) Ignoring load distribution / लोड वितरण को अनदेखा करना

Ans. b | Sol. : Topology optimization understanding leads to efficient, lightweight designs. / टोपोलॉजी ऑप्टिमाइजेशन को समझना कुशल, हल्के डिजाइनों की ओर ले जाता है।

**Q9. Selecting the correct infill pattern in 3D printing improves which aspect of a product? / 3D प्रिंटिंग में सही इन्फिल पैटर्न चुनने से उत्पाद के किस पहलू में सुधार होता है?**

- (a) Surface Finish / सतह की फिनिश
- (b) Internal Strength / आंतरिक मजबूती
- (c) Color Accuracy / रंग की सटीकता
- (d) Printing Temperature / प्रिंटिंग तापमान

Ans. b | Sol. : Choosing an optimal infill pattern enhances internal strength without unnecessary material use, optimizing performance and cost. / एक उपयुक्त इन्फिल पैटर्न चुनने से आंतरिक मजबूती बढ़ती है और अनावश्यक सामग्री उपयोग से बचाव होता है, जिससे प्रदर्शन और लागत का अनुकूलन होता है।

**Q10. Personalizing a product design using CAD software helps mainly in which area? / CAD सॉफ्टवेयर का उपयोग करके उत्पाद डिज़ाइन को वैयक्तिकृत करने से मुख्य रूप से किस क्षेत्र में मदद मिलती है?**

- (a) Reducing Machine Wear / मशीन घिसावट कम करना
- (b) Enhancing User Satisfaction / उपयोगकर्ता संतुष्टि बढ़ाना
- (c) Minimizing Power Use / बिजली उपयोग कम करना
- (d) Increasing Filament Shelf Life / फिलामेंट के भंडारण जीवन को बढ़ाना

Ans. b | Sol. : Customization ensures the product meets individual user preferences, improving satisfaction and usability. / वैयक्तिकरण यह सुनिश्चित करता है कि उत्पाद व्यक्तिगत उपयोगकर्ता प्राथमिकताओं को पूरा करे, जिससे संतुष्टि और उपयोगिता बढ़ती है।

**Q11. A customized product is mainly made for? / अनुकूलित उत्पाद मुख्यतः किसके लिए बनाया जाता है?**



**Customized Products**  
अनुकूलित उत्पाद

- (a) Customer need / ग्राहक की आवश्यकता
- (b) Cutting metal / धातु काटना
- (c) Machine cleaning / मशीन साफ करना
- (d) Welding work / वेल्डिंग कार्य

Ans. a | Sol. : A customized product is made according to the customer's specific need. / अनुकूलित उत्पाद ग्राहक की विशेष आवश्यकता के अनुसार बनाया जाता है।

**Q12. Personalizing a prosthetic limb using 3D printing mainly benefits in which way? / 3D प्रिंटिंग का उपयोग करके कृत्रिम अंग को वैयक्तिकृत करने का मुख्य लाभ किस रूप में होता है?**

- (a) Reduces Printing Errors / प्रिंटिंग त्रुटियाँ कम करता है
- (b) Matches User's Exact Measurements / उपयोगकर्ता के सटीक माप से मेल खाता है
- (c) Lowers Electricity Cost / बिजली लागत घटाता है
- (d) Increases Machine Life / मशीन जीवन बढ़ाता है

Ans. b | Sol. : Customization ensures that medical devices like prosthetics fit perfectly, enhancing comfort and functionality. / वैयक्तिकरण यह सुनिश्चित करता है कि कृत्रिम अंग जैसे चिकित्सा उपकरण पूरी तरह फिट हों, जिससे आराम और कार्यक्षमता बढ़ती है।

**Q13. Analyzing a 3D print failure due to weak internal structure, which parameter adjustment would most effectively optimize strength? / कमजोर आंतरिक संरचना के कारण 3D प्रिंट विफलता का विश्लेषण करते समय किस पैरामीटर समायोजन से मजबूती का सर्वोत्तम अनुकूलन होगा?**

- (a) Increase Infill Density / इन्फिल घनत्व बढ़ाना
- (b) Reduce Layer Height / परत ऊंचाई कम करना
- (c) Use Transparent Filament / पारदर्शी फिलामेंट का उपयोग
- (d) Decrease Nozzle Temperature / नोजल तापमान घटाना

Ans. a | Sol. : Higher infill density directly enhances internal strength by adding more material support inside the print. / अधिक इन्फिल घनत्व आंतरिक मजबूती को बढ़ाता है क्योंकि यह प्रिंट के अंदर अधिक सामग्री समर्थन जोड़ता है।

**Q14. Analyzing print warping issues, which optimization method would be most effective? / प्रिंट विकृति (वार्पिंग) समस्याओं का विश्लेषण करते समय कौन सी अनुकूलन विधि सबसे प्रभावी होगी?**

- (a) Use Heated Bed / हीटेड बेड का उपयोग करें
- (b) Increase Print Speed / प्रिंट गति बढ़ाएँ
- (c) Reduce Nozzle Size / नोजल आकार कम करें
- (d) Use Hollow Design / खोखला डिज़ाइन उपयोग करें

Ans. a | Sol. : A heated bed prevents uneven cooling, reducing warping by keeping the base layer adhered. / हीटेड बेड असमान ठंडक को रोकता है और आधार परत को चिपकाए रखकर विकृति को कम करता है।

**Q15. Analyzing a situation where a product is too heavy for its intended use, which design element is key for optimization? / जब किसी उत्पाद का वजन उसके निर्धारित उपयोग के लिए बहुत अधिक हो, तो अनुकूलन के लिए कौन सा डिज़ाइन तत्व महत्वपूर्ण है?**

- (a) Use of Lattice Structures / जाली संरचनाओं का उपयोग
- (b) Increase Support Density / सपोर्ट घनत्व बढ़ाना
- (c) Use High Infill / उच्च इन्फिल उपयोग करना
- (d) Thicker Base Layers / मोटी आधार परतें

Ans. a | Sol. : Lattice structures reduce weight while maintaining structural integrity, optimizing product performance. / जाली संरचनाएँ वजन कम करती हैं और संरचनात्मक मजबूती बनाए रखती हैं, जिससे उत्पाद का प्रदर्शन अनुकूलित होता है।

**Q16. When analyzing a drop in product performance due to weak joints, which customization factor is critical? / कमजोर जोड़ों के कारण उत्पाद प्रदर्शन में गिरावट का विश्लेषण करते समय कौन सा वैयक्तिकरण कारक महत्वपूर्ण है?**

- (a) Increase Shell Layers / खोल परतें बढ़ाना
- (b) Change Filament Color / फिलामेंट रंग बदलना
- (c) Use Faster Print Speed / तेज प्रिंट गति का उपयोग
- (d) Reduce Bed Temperature / बेड तापमान कम करना

Ans. a | Sol. : More outer shell layers strengthen joints, improving durability and performance. / अधिक बाहरी खोल परतें जोड़ों को मजबूत बनाती हैं, जिससे टिकाऊपन और प्रदर्शन में सुधार होता है।

## Learning Outcome-16

### 16.1 Identification of Basic Electrical Equipment | मूल विद्युत उपकरणों की पहचान

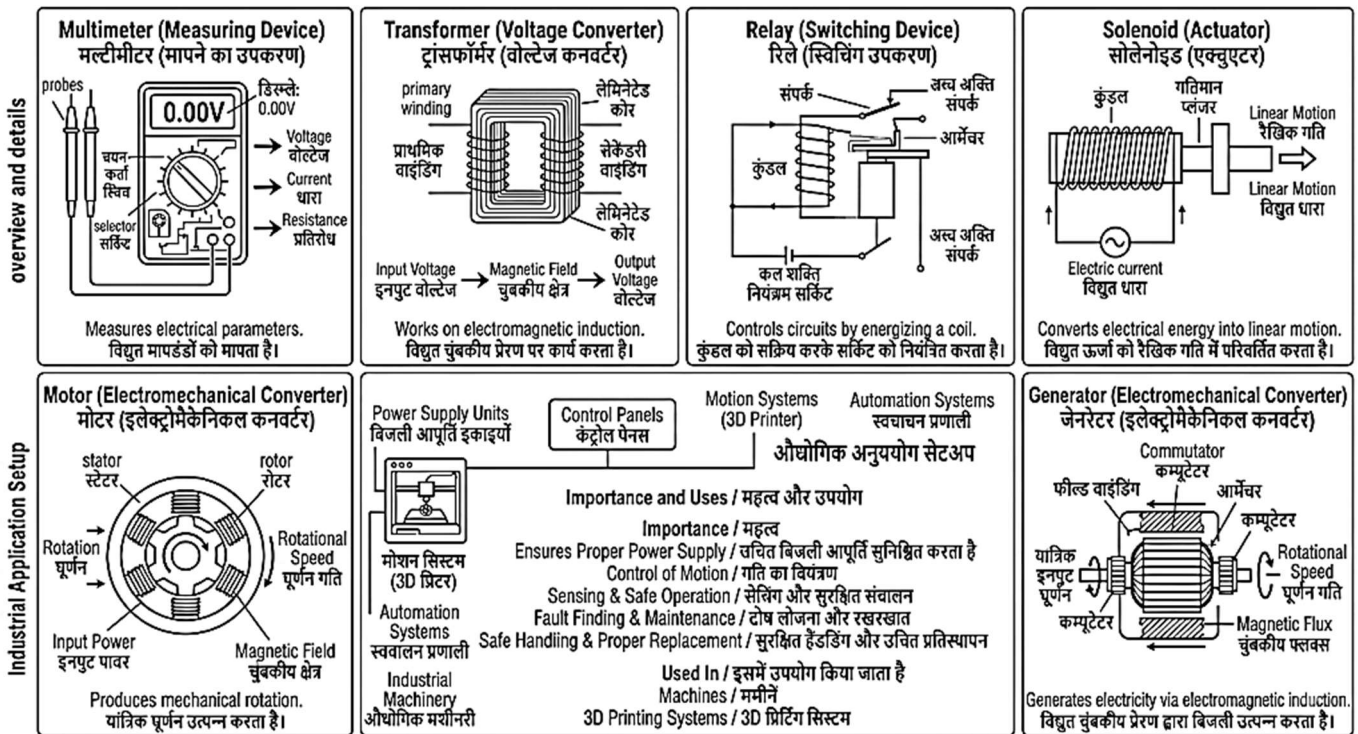


Fig. 16.1: Electrical Measuring, Switching and Electromechanical Devices | विद्युत मापन, स्विचिंग और विद्युत-यांत्रिक उपकरण

#### 16.1.1 Definition and Importance (Fig. 16.1)

Electrical equipment are devices used to measure, control, convert, and utilize electrical energy in machines. In 3D printing systems, they ensure proper power supply, control of motion, sensing, and safe operation. Correct functioning of these components is essential for accurate printing and machine reliability.

#### 16.1.2 Classification

Common electrical equipment include multimeter (measuring device), transformer (voltage converter), relay (switching device), solenoid (actuator), motor (converts electrical energy to mechanical energy), and generator (converts mechanical energy to electrical energy).

#### 16.1.3 Constructional Features

A multimeter consists of display, selector switch, probes, and internal circuits. A transformer has primary and secondary windings with a laminated core. A relay contains coil, contacts, and armature. A solenoid has a coil and movable plunger. Motors consist of stator and rotor, while generators have armature, field winding, and commutator.

#### 16.1.4 Working Principle

Multimeter measures voltage, current, and resistance using internal circuits. Transformer works on electromagnetic induction to step up or step

#### 16.1.1 परिभाषा और महत्व (Fig. 16.1)

विद्युत उपकरण ऐसे यंत्र होते हैं जो मशीनों में विद्युत ऊर्जा को मापने, नियंत्रित करने, रूपांतरित करने तथा उपयोग करने के लिए प्रयुक्त होते हैं। 3D प्रिंटिंग प्रणालियों में ये उचित विद्युत आपूर्ति, गति नियंत्रण, संवेदन तथा सुरक्षित संचालन सुनिश्चित करते हैं। इन अवयवों का सही कार्य करना सटीक प्रिंटिंग और मशीन की विश्वसनीयता के लिए आवश्यक है।

#### 16.1.2 वर्गीकरण

सामान्य विद्युत उपकरणों में मल्टीमीटर (मापन यंत्र), ट्रांसफॉर्मर (वोल्टेज परिवर्तक), रिले (स्विचिंग यंत्र), सोलिनॉइड (एक्चुएटर), मोटर (विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करता है), तथा जनरेटर (यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करता है) शामिल हैं।

#### 16.1.3 संरचनात्मक विशेषताएँ

मल्टीमीटर में डिस्प्ले, सेलेक्टर स्विच, प्रोब्स और आंतरिक परिपथ होते हैं। ट्रांसफॉर्मर में प्राथमिक एवं द्वितीयक कुंडलन के साथ लैमिनेटेड कोर होता है। रिले में कॉइल, कॉन्टैक्ट्स और आर्मेचर होते हैं। सोलिनॉइड में कॉइल और गतिशील प्लंजर होता है। मोटरों में स्टेटर और रотор होते हैं, जबकि जनरेटर में आर्मेचर, फील्ड वाइंडिंग और कम्यूटेटर होते हैं।

#### 16.1.4 कार्य सिद्धांत

मल्टीमीटर आंतरिक परिपथों का उपयोग करके वोल्टेज, धारा और प्रतिरोध को मापता है। ट्रांसफॉर्मर विद्युतचुंबकीय प्रेरण के सिद्धांत पर

down voltage. Relay operates by energizing a coil to open/close contacts. Solenoid converts electrical energy into linear motion. Motor works on electromagnetic force to produce rotation. Generator works on electromagnetic induction to generate electricity.

**16.1.5 Importance in Maintenance**

Correct identification helps in fault finding, safe handling, proper replacement, and efficient maintenance of 3D printers and industrial machines.

**16.1.6 Applications**

Used in power supply units, control panels, motion systems of 3D printers, automation systems, and industrial machinery.

कार्य करता है जिससे वोल्टेज को बढ़ाया या घटाया जाता है। रिले कॉइल को उर्जित करके कॉन्टैक्ट्स को खोलने/बंद करने का कार्य करता है। सोलनॉइड विद्युत ऊर्जा को रेखीय गति में परिवर्तित करता है। मोटर विद्युतचुंबकीय बल के आधार पर घूर्णन उत्पन्न करती है। जनरेटर विद्युतचुंबकीय प्रेरण द्वारा विद्युत उत्पन्न करता है।

**16.1.5 अनुरक्षण में महत्व**

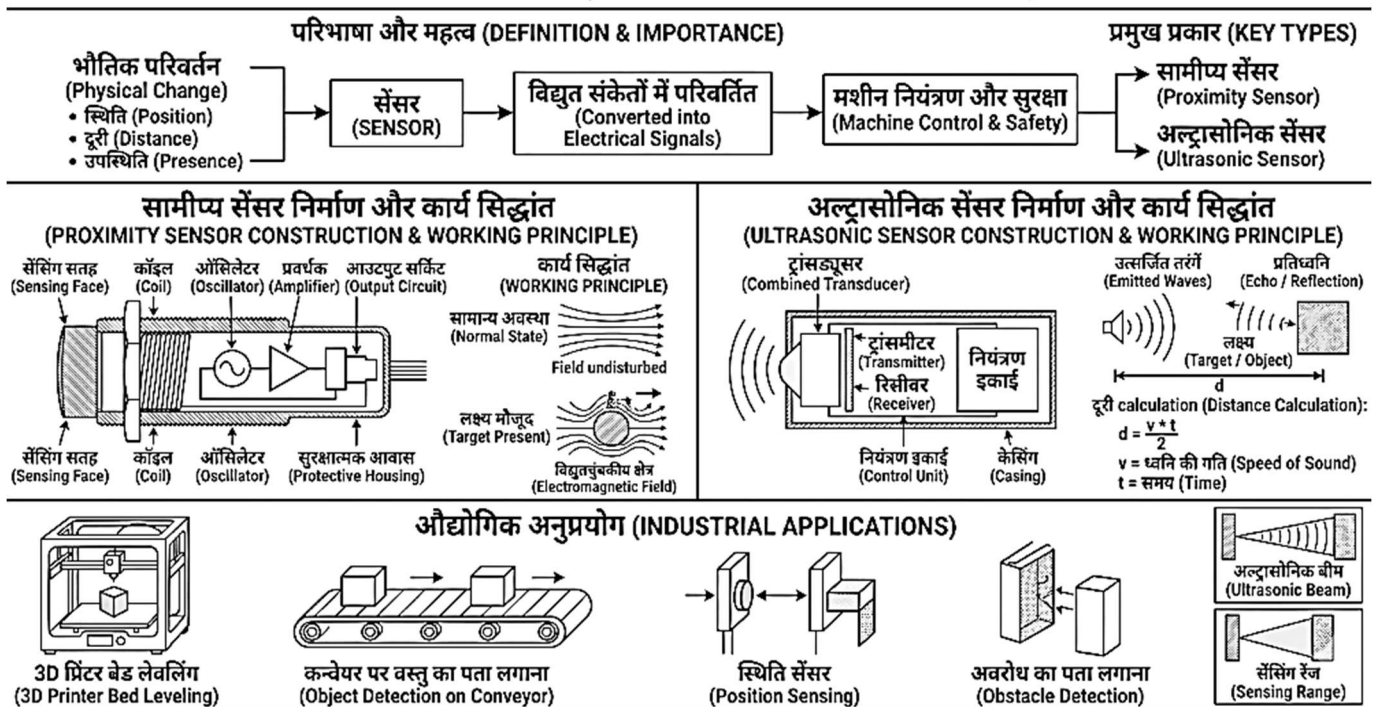
सही पहचान से दोषों का पता लगाने, सुरक्षित संचालन, उचित प्रतिस्थापन तथा 3D प्रिंटर और औद्योगिक मशीनों के कुशल अनुरक्षण में सहायता मिलती है।

**16.1.6 अनुप्रयोग**

इनका उपयोग विद्युत आपूर्ति इकाइयों, नियंत्रण पैनलों, 3D प्रिंटर के गति प्रणालियों, स्वचालन प्रणालियों तथा औद्योगिक मशीनरी में किया जाता है।

**16.2 Identification of Proximity and Ultrasonic Sensors | प्रॉक्सिमिटी तथा अल्ट्रासोनिक सेंसर की पहचान**

**स्वचालन में सेंसर (SENSORS IN AUTOMATION)**



**Fig. 16.2: Sensors in Automation and Industrial Applications | स्वचालन में सेंसर और औद्योगिक अनुप्रयोग**

**16.2.1 Definition and Importance of Sensors in Automation and Machine Systems (Fig. 16.2)**

Sensors are devices used to detect physical changes such as position, distance, or presence and convert them into electrical signals. In 3D printing and automation systems, sensors ensure accurate control, safety, and monitoring of machine operations.

**16.2.2 Classification of Sensors**

Common industrial sensors include proximity sensors and ultrasonic sensors. Proximity sensors detect the presence of objects without contact, while ultrasonic sensors measure distance using sound waves.

**16.2.1 स्वचालन एवं मशीन प्रणालियों में सेंसर की परिभाषा एवं महत्व (Fig. 16.2)**

सेंसर ऐसे उपकरण होते हैं जो स्थिति, दूरी या उपस्थिति जैसे भौतिक परिवर्तनों का पता लगाकर उन्हें विद्युत संकेतों में परिवर्तित करते हैं। 3D प्रिंटिंग और स्वचालन प्रणालियों में सेंसर मशीन संचालन के सटीक नियंत्रण, सुरक्षा तथा निगरानी सुनिश्चित करते हैं।

**16.2.2 सेंसर का वर्गीकरण**

सामान्य औद्योगिक सेंसरों में प्रॉक्सिमिटी सेंसर और अल्ट्रासोनिक सेंसर शामिल होते हैं। प्रॉक्सिमिटी सेंसर बिना संपर्क के वस्तुओं की उपस्थिति का पता लगाते हैं, जबकि अल्ट्रासोनिक सेंसर ध्वनि तरंगों का उपयोग करके दूरी मापते हैं।

### 16.2.3 Constructional Features of Proximity and Ultrasonic Sensors

A proximity sensor consists of sensing face, oscillator, coil, amplifier, and output circuit enclosed in a protective housing. Ultrasonic sensors consist of a transmitter, receiver (or combined transducer), control circuit, and casing.

### 16.2.4 Basic Working Principle of Proximity Sensor

Proximity sensors work on electromagnetic or capacitive principles. When an object enters the sensing range, it disturbs the field generated by the sensor, causing a change in output signal.

### 16.2.5 Basic Working Principle of Ultrasonic Sensor

Ultrasonic sensors emit high-frequency sound waves and receive the reflected waves from an object. The time taken for the echo return is used to calculate distance.

### 16.2.6 Importance of Correct Sensor Identification in Industrial Applications

Correct identification ensures proper selection, accurate sensing, and reliable machine performance. Wrong selection may lead to faulty detection and machine errors.

### 16.2.7 Applications

Used in 3D printers for bed leveling, object detection, position sensing, conveyor systems, and obstacle detection in automated systems.

### 16.2.3 प्रॉक्सिमिटी तथा अल्ट्रासोनिक सेंसर के संरचनात्मक गुण

प्रॉक्सिमिटी सेंसर में सेंसिंग फेस, ऑस्सीलेटर, कॉइल, एम्प्लीफायर तथा आउटपुट सर्किट होते हैं, जो एक सुरक्षात्मक आवरण में बंद होते हैं। अल्ट्रासोनिक सेंसर में ट्रांसमीटर, रिसीवर (या संयुक्त ट्रांसड्यूसर), नियंत्रण सर्किट तथा केसिंग शामिल होते हैं।

### 16.2.4 प्रॉक्सिमिटी सेंसर का मूल कार्य सिद्धांत

प्रॉक्सिमिटी सेंसर विद्युतचुंबकीय या कैपेसिटिव सिद्धांत पर कार्य करते हैं। जब कोई वस्तु सेंसिंग क्षेत्र में प्रवेश करती है, तो यह सेंसर द्वारा उत्पन्न क्षेत्र को प्रभावित करती है, जिससे आउटपुट सिग्नल में परिवर्तन होता है।

### 16.2.5 अल्ट्रासोनिक सेंसर का मूल कार्य सिद्धांत

अल्ट्रासोनिक सेंसर उच्च आवृत्ति की ध्वनि तरंगें उत्सर्जित करते हैं और वस्तु से परावर्तित तरंगों को प्राप्त करते हैं। इको के वापस आने में लगने वाले समय का उपयोग दूरी की गणना के लिए किया जाता है।

### 16.2.6 औद्योगिक अनुप्रयोगों में सही सेंसर पहचान का महत्व

सही पहचान से उचित चयन, सटीक सेंसिंग तथा विश्वसनीय मशीन प्रदर्शन सुनिश्चित होता है। गलत चयन से त्रुटिपूर्ण पहचान और मशीन में खराबी हो सकती है।

### 16.2.7 अनुप्रयोग

3D प्रिंटर में बेड लेवलिंग, वस्तु पहचान, स्थिति सेंसिंग, कन्वेयर सिस्टम तथा स्वचालित प्रणालियों में अवरोध पहचान के लिए उपयोग किया जाता है।

## 16.3 Functioning and Industrial Application of Electrical Equipment and Sensors | विद्युत उपकरणों एवं सेंसरों का कार्यकरण तथा औद्योगिक अनुप्रयोग

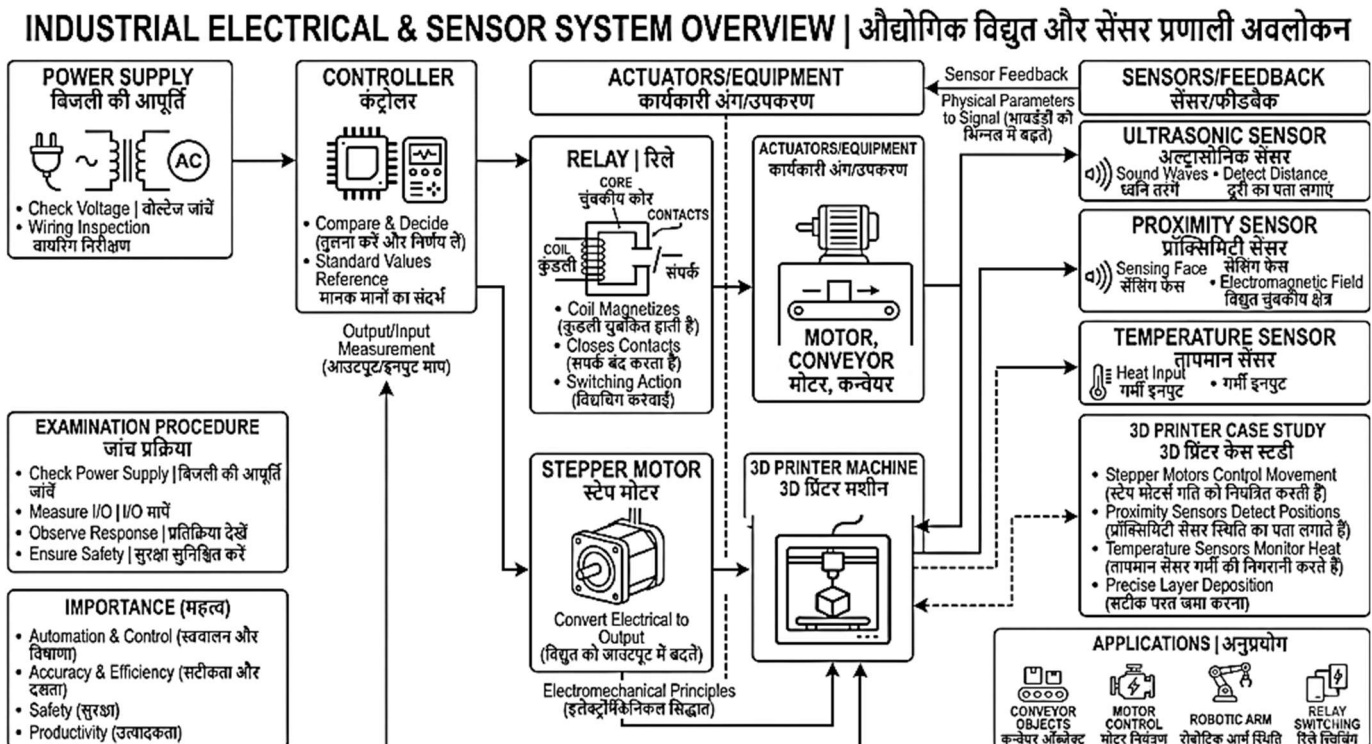


Fig. 16.3: Industrial Electrical and Sensor System Overview | औद्योगिक विद्युत और सेंसर प्रणाली अवलोकन

### 16.3.1 Definition and Meaning (Fig. 16.3)

Functioning of electrical equipment and sensors refers to the way these devices operate to perform specific tasks such as measurement, control, switching, and detection. Electrical equipment like motors, relays, and transformers convert electrical energy into useful output, while sensors detect physical parameters (position, distance, presence) and convert them into electrical signals for control systems.

### 16.3.2 Constructional Features Affecting Functioning

The performance depends on components such as coils and windings (in motors and relays), magnetic core (for flux generation), contacts (switching action), diaphragm (in pressure sensors), sensing face (in proximity sensors), and terminals (for electrical connection). Proper insulation, material quality, and design ensure reliable operation.

### 16.3.3 Working Principle

Electrical equipment works on electromagnetic and electromechanical principles. For example, a relay operates when current flows through a coil, creating a magnetic field that closes contacts. Sensors like proximity sensors use electromagnetic fields, while ultrasonic sensors use sound waves to detect objects.

### 16.3.4 Working Procedure for Examination

Check power supply, inspect terminals and wiring, measure input/output using a multimeter, observe response of device, and compare with standard values. Ensure safety precautions like insulation and proper earthing.

### 16.3.5 Importance in Industry

These devices enable automation, accurate control, safety, and efficiency in machines. They reduce manual effort and improve productivity.

### 16.3.6 Applications

Used in motor control circuits, relay-based switching, position sensing in robotic arms, object detection on conveyor belts, and distance measurement using ultrasonic sensors.

### 16.3.7 Case Study (3D Printing Machine)

In a 3D printer, stepper motors control movement, proximity sensors detect end positions, and temperature sensors monitor extruder heat. The controller uses these inputs to ensure precise layer deposition.

### 16.3.1 परिभाषा और अर्थ (Fig. 16.3)

विद्युत उपकरणों एवं सेंसरों का कार्यकरण उन प्रक्रियाओं को संदर्भित करता है जिनके द्वारा ये उपकरण मापन, नियंत्रण, स्विचिंग और डिटेक्शन जैसे विशिष्ट कार्य करते हैं। मोटर, रिले और ट्रांसफॉर्मर जैसे विद्युत उपकरण विद्युत ऊर्जा को उपयोगी आउटपुट में परिवर्तित करते हैं, जबकि सेंसर भौतिक मानकों (स्थिति, दूरी, उपस्थिति) का पता लगाकर उन्हें नियंत्रण प्रणाली के लिए विद्युत संकेतों में परिवर्तित करते हैं।

### 16.3.2 कार्यकरण को प्रभावित करने वाली संरचनात्मक विशेषताएँ

प्रदर्शन कॉइल एवं वाइंडिंग (मोटर और रिले में), चुंबकीय कोर (फ्लक्स उत्पन्न करने हेतु), संपर्क (स्विचिंग क्रिया), डायफ्राम (दाब सेंसर में), सेंसिंग फेस (प्रॉक्सिमिटी सेंसर में) तथा टर्मिनल (विद्युत संयोजन हेतु) जैसे घटकों पर निर्भर करता है। उचित इन्सुलेशन, सामग्री की गुणवत्ता और डिज़ाइन विश्वसनीय संचालन सुनिश्चित करते हैं।

### 16.3.3 कार्य सिद्धांत

विद्युत उपकरण विद्युतचुंबकीय और विद्युत-यांत्रिक सिद्धांतों पर कार्य करते हैं। उदाहरण के लिए, जब कॉइल में धारा प्रवाहित होती है तो रिले कार्य करता है, जिससे चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है जो संपर्कों को बंद करता है। प्रॉक्सिमिटी सेंसर विद्युतचुंबकीय क्षेत्र का उपयोग करते हैं, जबकि अल्ट्रासोनिक सेंसर वस्तुओं का पता लगाने के लिए ध्वनि तरंगों का उपयोग करते हैं।

### 16.3.4 परीक्षण हेतु कार्य प्रक्रिया

विद्युत आपूर्ति की जाँच करें, टर्मिनल और वायरिंग का निरीक्षण करें, मल्टीमीटर का उपयोग करके इनपुट/आउटपुट मापें, उपकरण की प्रतिक्रिया का अवलोकन करें और मानक मानों से तुलना करें। इन्सुलेशन और उचित अर्थिंग जैसी सुरक्षा सावधानियों का पालन सुनिश्चित करें।

### 16.3.5 उद्योग में महत्व

ये उपकरण मशीनों में स्वचालन, सटीक नियंत्रण, सुरक्षा और दक्षता सुनिश्चित करते हैं। ये मैन्युअल प्रयास को कम करते हैं और उत्पादकता में सुधार करते हैं।

### 16.3.6 अनुप्रयोग

मोटर नियंत्रण सर्किट, रिले आधारित स्विचिंग, रोबोटिक आर्म में स्थिति संवेदन, कन्वेयर बेल्ट पर वस्तु पहचान तथा अल्ट्रासोनिक सेंसर द्वारा दूरी मापन में उपयोग किया जाता है।

### 16.3.7 केस स्टडी (3डी प्रिंटिंग मशीन)

एक 3डी प्रिंटर में स्टेपर मोटर गति को नियंत्रित करते हैं, प्रॉक्सिमिटी सेंसर अंतिम स्थिति का पता लगाते हैं, और तापमान सेंसर एक्सट्रूडर की ऊष्मा की निगरानी करते हैं। नियंत्रक इन इनपुट्स का उपयोग करके सटीक परत जमाव सुनिश्चित करता है।

## 16.4 Safety Precautions During Examination of Electrical Equipment and Sensors | विद्युत उपकरणों एवं सेंसर के परीक्षण के दौरान सुरक्षा सावधानियाँ

### ELECTRICAL SAFETY FOR EXAMINATION & TESTING | विद्युत सुरक्षा परीक्षण और जाँच के लिए

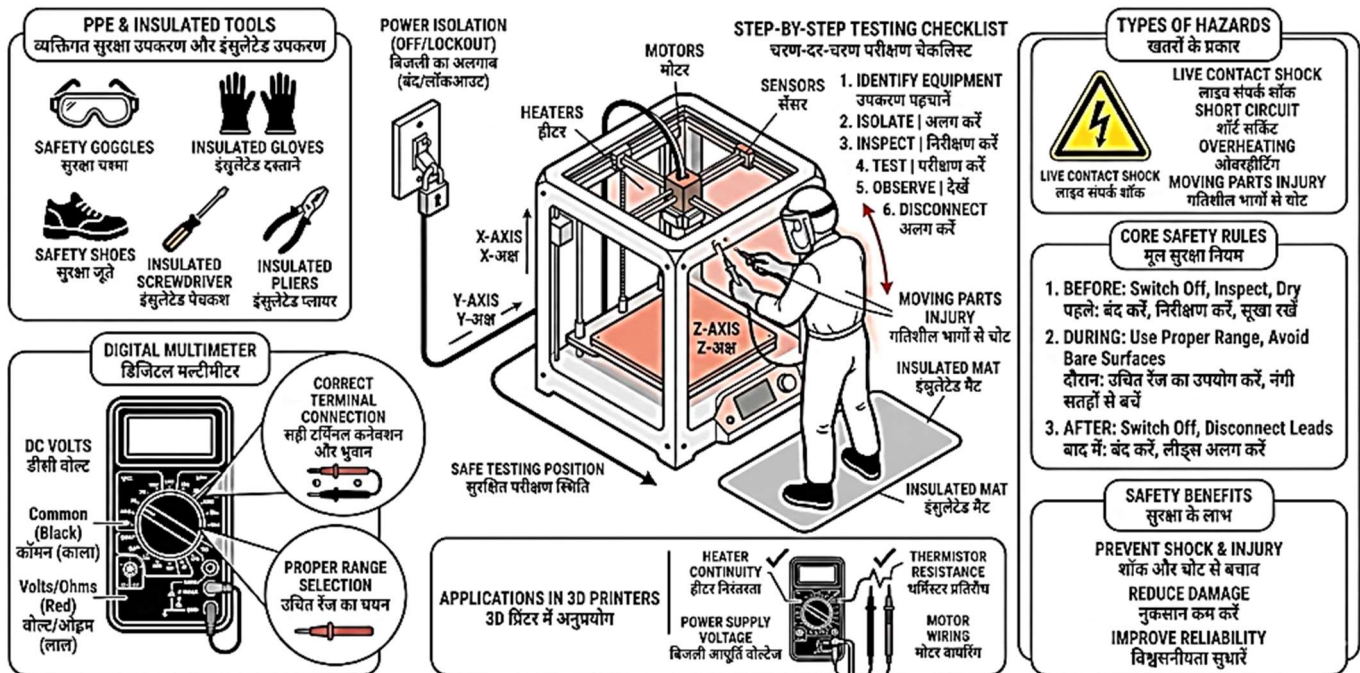


Fig. 16.4: Electrical Safety Procedures for Examination and Testing | परीक्षण और जाँच के लिए विद्युत सुरक्षा प्रक्रियाएँ

#### 16.4.1 Definition and Importance of Electrical Safety in Examination and Testing Work (Fig. 16.4)

Electrical safety means following correct precautions while checking electrical equipment and sensors to prevent shock, damage, fire, and injury. In 3D printing machines, safe examination is important because power supply units, heaters, motors, limit switches, and sensors work with electricity. Proper safety improves reliability, protects the technician, and reduces machine breakdown.

#### 16.4.2 Classification of Hazards

Common hazards during testing are electric shock due to live contact, short circuit due to wrong probe connection, overheating of wires or components, injury from moving parts such as motors and fans, and wrong connection of terminals, polarity, or range setting. These hazards may damage the machine and cause unsafe working conditions.

#### 16.4.3 Safety Precautions Before, During and After Examination of Equipment and Sensors

Before testing, switch off the main supply, inspect wires, check insulation, and keep the work area dry and clean. During testing, use proper meter range, avoid touching bare conductors, and stand on an insulated surface. After testing, switch off supply, disconnect test leads carefully, and record observations properly.

#### 16.4.1 परीक्षण एवं निरीक्षण कार्य में विद्युत सुरक्षा की परिभाषा एवं महत्व (Fig. 16.4)

विद्युत सुरक्षा का अर्थ है विद्युत उपकरणों एवं सेंसर की जाँच करते समय सही सावधानियों का पालन करना ताकि झटका, क्षति, आग तथा चोट से बचाव हो सके। 3D प्रिंटिंग मशीनों में सुरक्षित परीक्षण महत्वपूर्ण है क्योंकि पावर सप्लाइ यूनिट, हीटर, मोटर, लिमिट स्विच तथा सेंसर विद्युत पर कार्य करते हैं। उचित सुरक्षा विश्वसनीयता बढ़ाती है, तकनीशियन की सुरक्षा करती है तथा मशीन की खराबी को कम करती है।

#### 16.4.2 जोखिमों का वर्गीकरण

परीक्षण के दौरान सामान्य जोखिमों में लाइव संपर्क के कारण विद्युत झटका, गलत प्रोब कनेक्शन के कारण शॉर्ट सर्किट, तारों या घटकों का अधिक गरम होना, मोटर एवं फैन जैसे गतिशील भागों से चोट, तथा टर्मिनल, पोलैरिटी या रेंज सेटिंग का गलत कनेक्शन शामिल हैं। ये जोखिम मशीन को नुकसान पहुँचा सकते हैं तथा असुरक्षित कार्य परिस्थितियाँ उत्पन्न कर सकते हैं।

#### 16.4.3 उपकरणों एवं सेंसर के परीक्षण से पहले, दौरान और बाद में सुरक्षा सावधानियाँ

परीक्षण से पहले मुख्य सप्लाय बंद करें, तारों का निरीक्षण करें, इंसुलेशन जाँचें तथा कार्य क्षेत्र को सूखा और स्वच्छ रखें। परीक्षण के दौरान उचित मीटर रेंज का उपयोग करें, खुले कंडक्टर को छूने से बचें तथा इंसुलेटेड सतह पर खड़े रहें। परीक्षण के बाद सप्लाय बंद करें, टेस्ट लीड को सावधानीपूर्वक डिस्कनेक्ट करें तथा अवलोकनों को सही प्रकार से दर्ज करें।

**16.4.4 Use of Personal Protective Equipment and Insulated Tools**

The technician should use safety shoes, insulated gloves, safety goggles, and properly insulated tools such as screwdrivers and pliers. These reduce the risk of shock, burns, and accidental contact.

**16.4.5 Working Procedure for Safe Testing and Examination of Electrical Equipment**

Identify the equipment, isolate power, visually inspect parts, select the correct instrument, connect leads to proper terminals, test step-by-step, observe readings, and disconnect safely after completion.

**16.4.6 Importance of Isolation, Proper Range Selection and Correct Terminal Connection**

Isolation prevents accidental live contact. Proper range selection protects the meter and ensures correct reading. Correct terminal connection avoids reverse polarity, wrong measurement, and component damage.

**16.4.7 Applications of Safe Practice in Maintenance of 3D Printing Machines**

Safe practices are used while checking heater cartridge continuity, thermistor resistance, power supply voltage, stepper motor wiring, limit switch operation, and cooling fan connections in 3D printers.

**16.4.4 व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण एवं इन्सुलेटेड औजारों का उपयोग**

तकनीशियन को सेफ्टी शूज, इन्सुलेटेड ग्लव्स, सेफ्टी गॉगल्स तथा स्कूइडर और प्लायर जैसे उचित रूप से इन्सुलेटेड औजारों का उपयोग करना चाहिए। ये झटके, जलन तथा आकस्मिक संपर्क के जोखिम को कम करते हैं।

**16.4.5 विद्युत उपकरणों के सुरक्षित परीक्षण एवं निरीक्षण की कार्यविधि**

उपकरण की पहचान करें, पावर को आइसोलेट करें, भागों का दृश्य निरीक्षण करें, सही उपकरण का चयन करें, लीड्स को सही टर्मिनल से जोड़ें, चरण-दर-चरण परीक्षण करें, रीडिंग का अवलोकन करें तथा कार्य पूर्ण होने के बाद सुरक्षित रूप से डिस्कनेक्ट करें।

**16.4.6 आइसोलेशन, उचित रेंज चयन एवं सही टर्मिनल कनेक्शन का महत्व**

आइसोलेशन आकस्मिक लाइव संपर्क को रोकता है। उचित रेंज चयन मीटर की सुरक्षा करता है तथा सही रीडिंग सुनिश्चित करता है। सही टर्मिनल कनेक्शन रिवर्स पोलैरिटी, गलत मापन तथा घटकों के नुकसान से बचाता है।

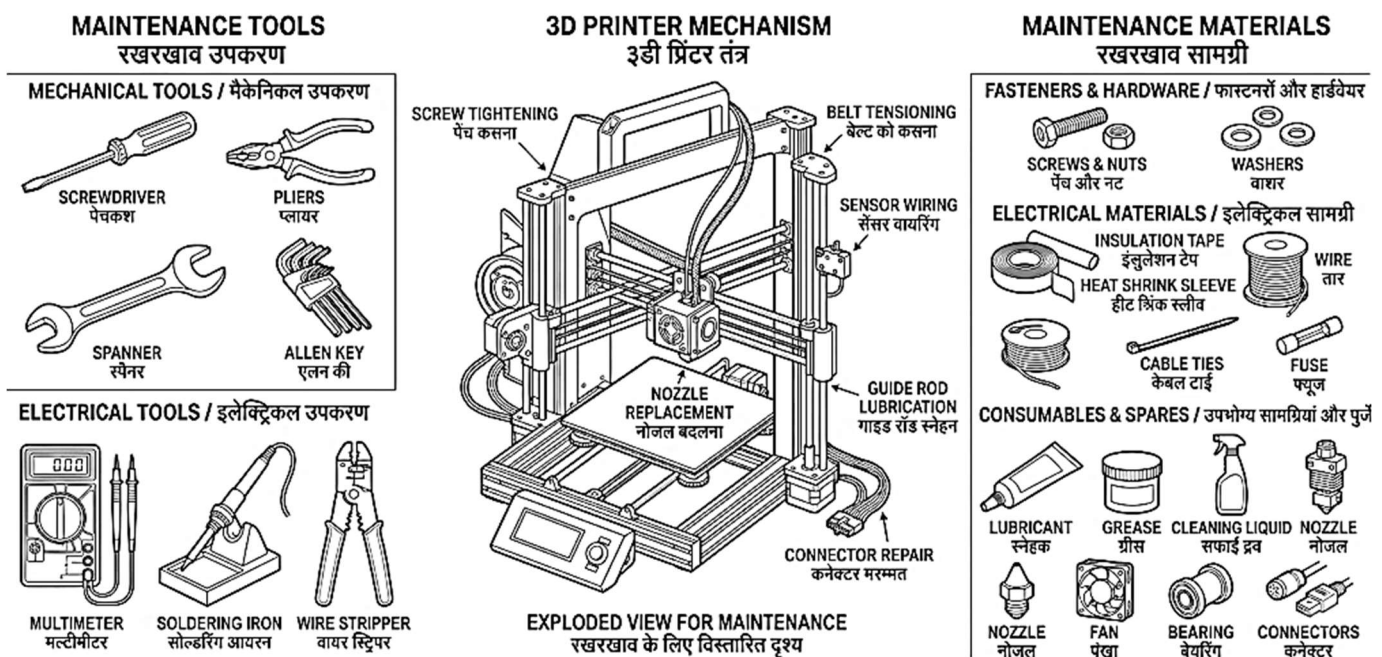
**16.4.7 3D प्रिंटिंग मशीनों के रखरखाव में सुरक्षित कार्यप्रणाली के अनुप्रयोग**

3D प्रिंटर में हीटर कार्ट्रिज की कंटिन्युटी, थर्मिस्टर रेसिस्टेंस, पावर सप्लाय वोल्टेज, स्टेपर मोटर वायरिंग, लिमिट स्विच ऑपरेशन तथा कूलिंग फैन कनेक्शन की जाँच करते समय सुरक्षित कार्यप्रणालियों का उपयोग किया जाता है।

**16.5 Selection of Tools and Materials for Repair and Maintenance | मरम्मत एवं रखरखाव के लिए उपकरण और सामग्री का चयन**

**COMMON MAINTENANCE TOOLS AND MATERIALS USED FOR 3D PRINTER REPAIR**

**3डी प्रिंटर मरम्मत के लिए सामान्य रखरखाव उपकरण और सामग्री**



**Fig. 16.5: Maintenance Tools and Materials for 3D Printer Repair | 3D प्रिंटर मरम्मत के लिए रखरखाव उपकरण और सामग्री**

### 16.5.1 Definition and Importance of Tool and Material Selection in Repair Work (Fig. 16.5)

Selection of proper tools and materials means choosing the correct items required for inspection, repair, replacement, tightening, wiring, cleaning, and testing of 3D printing machine parts. Correct selection is important because it improves repair quality, reduces breakdown time, prevents damage to components, and ensures safe and efficient maintenance work.

### 16.5.2 Classification of Tools Used in Electrical and Machine Maintenance

Common tools used in maintenance are screwdrivers, spanners, Allen keys, pliers, wire stripper, cutter, soldering iron, multimeter, continuity tester, tweezers, cleaning brush, and lubricating tools.

### 16.5.3 Classification of Maintenance Materials

Maintenance materials include wires, connectors, terminals, screws, nuts, bolts, washers, insulation tape, heat shrink sleeve, cable ties, lubricants, grease, cleaning liquid, fuse, switches, sensors, belts, nozzles, and other spare parts. These materials help in repair, replacement, insulation, fastening, and smooth operation.

### 16.5.4 Constructional Features of Commonly Used Repair Tools and Materials

Repair tools are generally made of hardened steel with insulated or plastic handles for safe grip. Electrical materials such as wires have copper conductor with PVC insulation. Connectors provide secure joining, while screws and fasteners are made of steel for firm fitting. Lubricants reduce friction and wear.

### 16.5.5 Working Procedure for Selecting and Arranging Tools and Materials Before Maintenance Work

First study the fault and identify the parts involved. Then select suitable hand tools, testing instruments, and required materials. Check condition, size, rating, and quantity. Arrange them neatly near the workplace and keep safety items ready before starting maintenance.

### 16.5.6 Importance of Timely Availability of Tools and Materials in Workshop Practice

Timely availability avoids delay, improves productivity, reduces machine downtime, and helps complete repair work safely within scheduled time.

### 16.5.7 Applications in Repair and Maintenance of 3D Printing Machine Parts

These tools and materials are used in nozzle replacement, belt tightening, sensor wiring, fan replacement, connector repair, PCB checking, lubrication of guide rods, and fastening of frame parts in 3D printers.

### 16.5.1 मरम्मत कार्य में उपकरण एवं सामग्री चयन की परिभाषा और महत्व (Fig. 16.5)

उचित उपकरण और सामग्री का चयन का अर्थ है 3D प्रिंटिंग मशीन के भागों के निरीक्षण, मरम्मत, प्रतिस्थापन, कसने, वायरिंग, सफाई और परीक्षण के लिए आवश्यक सही वस्तुओं का चयन करना। सही चयन महत्वपूर्ण है क्योंकि यह मरम्मत की गुणवत्ता में सुधार करता है, ब्रेकडाउन समय को कम करता है, घटकों को क्षति से बचाता है, और सुरक्षित तथा कुशल रखरखाव कार्य सुनिश्चित करता है।

### 16.5.2 विद्युत एवं मशीन रखरखाव में उपयोग किए जाने वाले उपकरणों का वर्गीकरण

रखरखाव में उपयोग होने वाले सामान्य उपकरण हैं स्कूइज़ावर, स्पैन्डर, एलन की, प्लायर, वायर स्ट्रिपर, कटर, सोल्डरिंग आयरन, मल्टीमीटर, कंटेन्यूटी टेस्टर, ट्वीज़र, सफाई ब्रश और स्नेहन उपकरण।

### 16.5.3 रखरखाव सामग्री का वर्गीकरण

रखरखाव सामग्री में तार, कनेक्टर, टर्मिनल, स्कू, नट, बोल्ट, वॉशर, इंसुलेशन टेप, हीट श्रिंक स्लीव, केबल टाई, स्नेहक, ग्रीस, सफाई द्रव, फ्यूज, स्विच, सेंसर, बेल्ट, नोजल और अन्य स्पेयर पार्ट्स शामिल होते हैं। ये सामग्री मरम्मत, प्रतिस्थापन, इंसुलेशन, कसाव और सुचारु संचालन में सहायता करती हैं।

### 16.5.4 सामान्यतः उपयोग किए जाने वाले मरम्मत उपकरणों और सामग्रियों की संरचनात्मक विशेषताएँ

मरम्मत उपकरण सामान्यतः कठोर स्टील से बने होते हैं जिनमें सुरक्षित पकड़ के लिए इंसुलेटेड या प्लास्टिक हैंडल होते हैं। विद्युत सामग्री जैसे तारों में पीवीसी इंसुलेशन के साथ तांबे का चालक होता है। कनेक्टर सुरक्षित जोड़ प्रदान करते हैं, जबकि स्कू और फास्टरनर मजबूत फिटिंग के लिए स्टील से बने होते हैं। स्नेहक घर्षण और घिसाव को कम करते हैं।

### 16.5.5 रखरखाव कार्य से पहले उपकरण और सामग्री के चयन एवं व्यवस्था की कार्यविधि

सबसे पहले दोष का अध्ययन करें और संबंधित भागों की पहचान करें। फिर उपयुक्त हाथ उपकरण, परीक्षण यंत्र और आवश्यक सामग्री का चयन करें। उनकी स्थिति, आकार, रेटिंग और मात्रा की जांच करें। उन्हें कार्यस्थल के पास सुव्यवस्थित रखें और रखरखाव शुरू करने से पहले सुरक्षा उपकरण तैयार रखें।

### 16.5.6 कार्यशाला अभ्यास में उपकरण और सामग्री की समय पर उपलब्धता का महत्व

समय पर उपलब्धता विलंब से बचाती है, उत्पादकता में सुधार करती है, मशीन डाउनटाइम को कम करती है, और निर्धारित समय के भीतर सुरक्षित रूप से मरम्मत कार्य पूर्ण करने में सहायता करती है।

### 16.5.7 3D प्रिंटिंग मशीन के भागों की मरम्मत और रखरखाव में अनुप्रयोग

इन उपकरणों और सामग्रियों का उपयोग नोजल प्रतिस्थापन, बेल्ट कसने, सेंसर वायरिंग, फैन प्रतिस्थापन, कनेक्टर मरम्मत, पीसीबी जांच, गाइड रॉड के स्नेहन और 3D प्रिंटर के फ्रेम भागों के कसाव में किया जाता है।

## 16.6 Planning of Maintenance Work as per Standard Safety Norms | मानक सुरक्षा मानदंडों के अनुसार रखरखाव कार्य की योजना

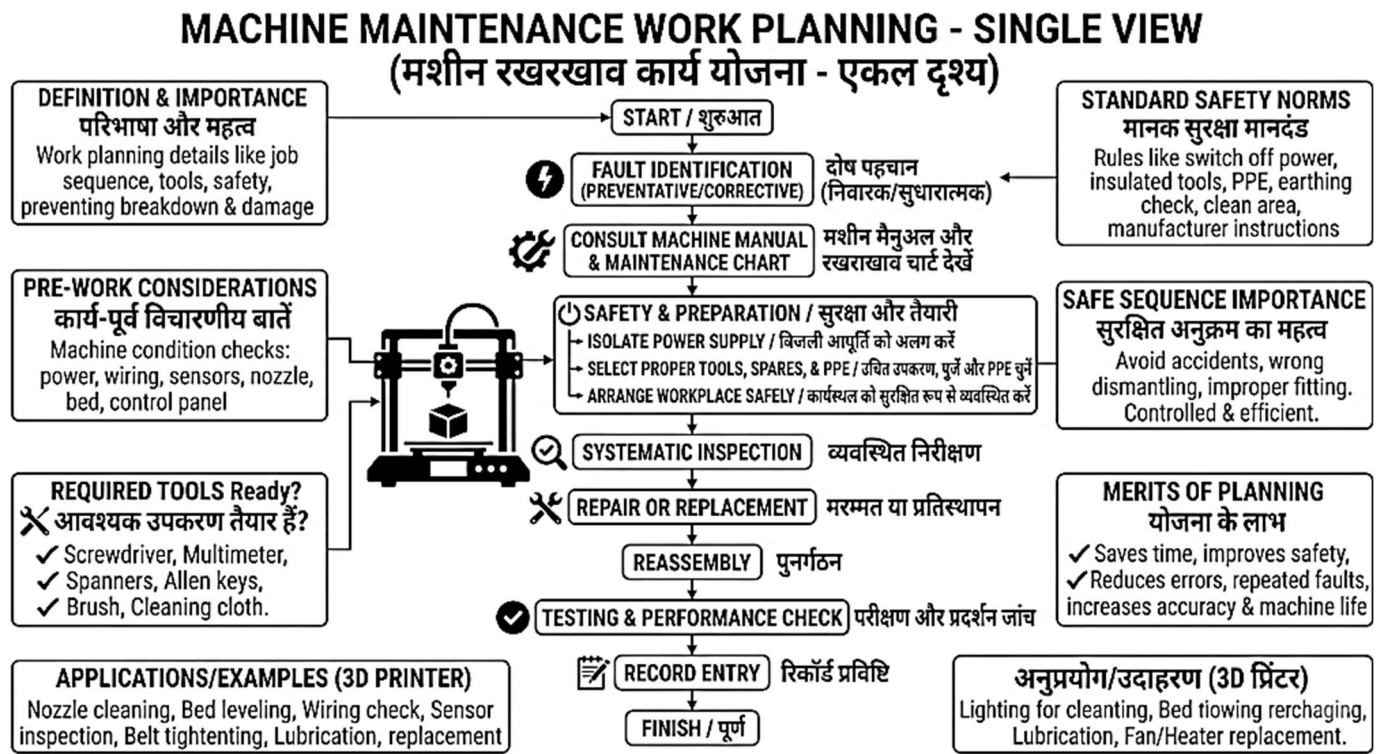


Fig. 16.6: Machine Maintenance Work Planning and Safety Sequence | मशीन रखरखाव कार्य योजना और सुरक्षा क्रम

### 16.6.1 Definition and Importance of Work Planning in Machine Maintenance (Fig. 16.6)

Work planning in machine maintenance means deciding the job sequence, tools, materials, safety measures, and time required before starting repair or service work. In 3D printing machines, proper planning is important because it prevents breakdown extension, avoids damage to electrical and mechanical parts, and ensures safe and systematic maintenance.

### 16.6.2 Meaning of Standard Safety Norms in Maintenance Practice

Standard safety norms are the approved rules and precautions followed during maintenance work. These include switching off power supply, using insulated tools, wearing PPE, checking earthing, keeping the work area clean, and following manufacturer instructions. These norms reduce the chance of electric shock, fire, injury, and machine failure.

### 16.6.3 Constructional Features - Points to be Considered Before Work

Before maintenance work, the technician should check machine condition, power connection, loose wiring, sensor status, moving parts, nozzle and bed condition, and control panel condition. The work area should be dry, ventilated, and free from unwanted material. Required tools such as

### 16.6.1 मशीन रखरखाव में कार्य योजना की परिभाषा और महत्व (Fig. 16.6)

मशीन रखरखाव में कार्य योजना का अर्थ है मरम्मत या सेवा कार्य शुरू करने से पहले कार्य क्रम, उपकरण, सामग्री, सुरक्षा उपायों और आवश्यक समय का निर्धारण करना। 3D प्रिंटिंग मशीनों में उचित योजना महत्वपूर्ण होती है क्योंकि यह खराबी के विस्तार को रोकती है, विद्युत एवं यांत्रिक भागों को नुकसान से बचाती है और सुरक्षित तथा व्यवस्थित रखरखाव सुनिश्चित करती है।

### 16.6.2 रखरखाव प्रक्रिया में मानक सुरक्षा मानदंडों का अर्थ

मानक सुरक्षा मानदंड वे स्वीकृत नियम और सावधानियाँ हैं जिनका पालन रखरखाव कार्य के दौरान किया जाता है। इनमें विद्युत आपूर्ति बंद करना, इन्सुलेटेड उपकरणों का उपयोग करना, PPE पहनना, अर्थिंग की जाँच करना, कार्य क्षेत्र को स्वच्छ रखना तथा निर्माता के निर्देशों का पालन करना शामिल है। ये मानदंड विद्युत आघात, आग, चोट तथा मशीन विफलता की संभावना को कम करते हैं।

### 16.6.3 कार्य से पूर्व विचार किए जाने वाले निर्माणात्मक बिंदु - विशेषताएँ

रखरखाव कार्य से पहले तकनीशियन को मशीन की स्थिति, विद्युत कनेक्शन, ढीली वायरिंग, सेंसर की स्थिति, गतिशील भाग, नोज़ल और बेड की स्थिति तथा नियंत्रण पैनल की स्थिति की जाँच करनी चाहिए। कार्य क्षेत्र सूखा, हवादार और अनावश्यक सामग्री से मुक्त होना चाहिए। आवश्यक उपकरण जैसे स्कूड्राइवर, मल्टीमीटर, स्पैनर, एलेन की, ब्रश और सफाई कपड़ा तैयार रखना चाहिए।

screwdrivers, multimeter, spanners, Allen keys, brush, and cleaning cloth should be kept ready.

**16.6.4 Working Procedure for Planning Maintenance Work Step by Step**

First identify the fault or maintenance need. Then study the machine manual or maintenance chart. Isolate power supply and ensure machine shutdown. Select proper tools, spare parts, and PPE. Arrange the workplace safely. Plan the sequence of dismantling, inspection, repair or replacement, reassembly, and testing. Finally, check machine performance and record the work done.

**16.6.5 Importance of Safe Sequence of Operation in Repair Work**

A safe sequence of operation helps avoid accidents and prevents wrong dismantling or improper fitting of parts. It also ensures that maintenance is carried out in a controlled and efficient manner.

**16.6.6 Applications - Examples of Maintenance Planning for a 3D Printing Machine**

Maintenance planning is used during nozzle cleaning, bed leveling, wiring check, sensor inspection, belt tightening, lubrication of guide rods, and replacement of faulty fans or heaters in a 3D printer.

**16.6.4 रखरखाव कार्य की योजना बनाने की चरणबद्ध कार्यप्रणाली**

सबसे पहले दोष या रखरखाव की आवश्यकता की पहचान करें। फिर मशीन मैनुअल या रखरखाव चार्ट का अध्ययन करें। विद्युत आपूर्ति को अलग करें और मशीन को पूर्णतः बंद करना सुनिश्चित करें। उचित उपकरण, स्पेयर पार्ट्स और PPE का चयन करें। कार्यस्थल को सुरक्षित रूप से व्यवस्थित करें। खोलने, निरीक्षण, मरम्मत या प्रतिस्थापन, पुनः संयोजन और परीक्षण के क्रम की योजना बनाएं। अंत में, मशीन के प्रदर्शन की जाँच करें और किए गए कार्य का अभिलेख तैयार करें।

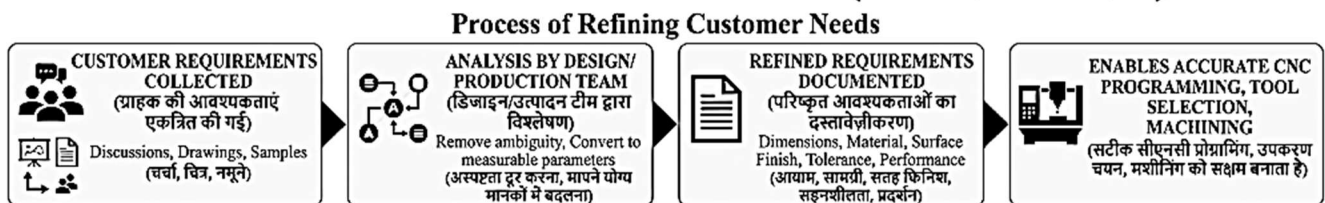
**16.6.5 मरम्मत कार्य में संचालन के सुरक्षित क्रम का महत्व**  
संचालन का सुरक्षित क्रम दुर्घटनाओं से बचाव करता है और भागों के गलत तरीके से खोलने या अनुचित फिटिंग को रोकता है। यह सुनिश्चित करता है कि रखरखाव कार्य नियंत्रित और प्रभावी तरीके से किया जाए।

**16.6.6 3D प्रिंटिंग मशीन के लिए रखरखाव योजना के अनुप्रयोग - उदाहरण**

रखरखाव योजना का उपयोग नोज़ल सफाई, बेड लेवलिंग, वायरिंग जाँच, सेंसर निरीक्षण, बेल्ट कसाव, गाइड रॉड का स्नेहन तथा 3D प्रिंटर में खराब पंखों या हीटर के प्रतिस्थापन के दौरान किया जाता है।

**16.7 Selection of Parts for Repair and Estimation of Material and Time | मरम्मत हेतु भागों का चयन तथा सामग्री एवं समय का अनुमान**

**PRODUCT SPECIFICATION (उत्पाद विनिर्देश)**



**Classification of Product Specifications**

DIMENSIONAL SPECIFICATIONS (आयामी विनिर्देश)	MATERIAL SPECIFICATIONS (सामग्री विनिर्देश)	PERFORMANCE SPECIFICATIONS (प्रदर्शन विनिर्देश)	QUALITY SPECIFICATIONS (गुणवत्ता विनिर्देश)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Length</li> <li>Diameter</li> <li>Type</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Mild Steel, Aluminium, Alloy Steel)</li> <li>Alloy Steel</li> <li>Load Capacity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Load Capacity</li> <li>Load Capacity</li> <li>Surface Load</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surface Finish</li> <li>Surface Finish</li> <li>Product Compacity</li> </ul>



**Fig. 16.7: Product Specification and Customer Need Refinement Process | उत्पाद विनिर्देश और ग्राहक आवश्यकताओं के परिष्करण की प्रक्रिया**

**16.7.1 Definition and Meaning of Repair Planning for Specific Machine Parts (Fig. 16.7)**

**16.7.1 विशिष्ट मशीन भागों के लिए मरम्मत योजना की परिभाषा और अर्थ (Fig. 16.7)**

Repair planning means identifying the faulty part of a 3D printing machine, deciding whether it should be repaired or replaced, and arranging the required material, tools, and time before starting work. It helps in systematic and safe maintenance.

### 16.7.2 Classification of Machine Parts Commonly Repaired in 3D Printing Machines

Commonly repaired parts are mechanical parts and electrical parts. Mechanical parts include nozzle, belt, guide rail, bearing, pulley, fan, and frame fasteners. Electrical parts include heater cartridge, thermistor, limit switch, stepper motor wiring, connectors, and power supply terminals.

### 16.7.3 Constructional Features to be Checked in Faulty Parts

Faulty parts should be checked for wear, cracks, looseness, bending, misalignment, overheating, broken insulation, carbon deposit, and electrical discontinuity. Proper inspection helps in deciding the repair method.

### 16.7.4 Working Procedure for Selecting the Part to be Repaired

First observe the machine fault, then inspect related parts visually and manually. Check movement, fitting, alignment, and electrical continuity. Compare the condition with service limits and select the exact part needing repair.

### 16.7.5 Working Procedure for Estimating Material Requirement and Repair Time

List spare parts, wires, screws, grease, insulation tape, and cleaning material required. Estimate time according to dismantling, repair, fitting, testing, and adjustment work.

### 16.7.6 Importance of Correct Estimation in Maintenance Scheduling and Cost Control

Correct estimation reduces machine downtime, avoids material shortage, controls maintenance cost, and improves workshop planning.

### 16.7.7 Applications of Part Selection and Estimation in 3D Printer Maintenance

Example: replacing a worn nozzle, loose belt, damaged thermistor wire, or faulty cooling fan in an FDM printer.

### 16.7.8 Numerical Problem on Basic Material and Time Estimation

If nozzle replacement takes 20 minutes, wiring check 15 minutes, and testing 10 minutes, total repair time = 45 minutes. If nozzle cost = ₹250 and insulation tape cost = ₹30, total material cost = ₹280.

मरम्मत योजना का अर्थ है 3D प्रिंटिंग मशीन के दोषपूर्ण भाग की पहचान करना, यह निर्णय लेना कि उसे मरम्मत किया जाना चाहिए या बदला जाना चाहिए, तथा कार्य प्रारंभ करने से पहले आवश्यक सामग्री, उपकरण और समय की व्यवस्था करना। यह व्यवस्थित और सुरक्षित रखरखाव में सहायक होता है।

### 16.7.2 3D प्रिंटिंग मशीनों में सामान्यतः मरम्मत किए जाने वाले मशीन पार्ट्स का वर्गीकरण

सामान्यतः मरम्मत किए जाने वाले भाग यांत्रिक भाग और विद्युत भाग होते हैं। यांत्रिक भागों में नोज़ल, बेल्ट, गाइड रेल, बेयरिंग, पुली, फैन और फ्रेम फास्टर शामिल हैं। विद्युत भागों में हीटर कार्ट्रिज, थर्मिस्टर, लिमिट स्विच, स्टेपर मोटर वायरिंग, कनेक्टर और पावर सप्लाई टर्मिनल शामिल हैं।

### 16.7.3 दोषपूर्ण भागों में जाँच किए जाने वाले निर्माणात्मक गुण

दोषपूर्ण भागों में घिसाव, दरार, ढीलापन, मोड़, असंतुलन, अत्यधिक ताप, टूटी हुई इंसुलेशन, कार्बन जमा तथा विद्युत असततता की जाँच की जानी चाहिए। उचित निरीक्षण मरम्मत विधि तय करने में सहायक होता है

### 16.7.4 मरम्मत हेतु भाग चयन की कार्य प्रक्रिया

पहले मशीन की खराबी का अवलोकन करें, फिर संबंधित भागों का दृश्य एवं मैन्युअल निरीक्षण करें। गति, फिटिंग, एलाइनमेंट और विद्युत निरंतरता की जाँच करें। सेवा सीमाओं से तुलना कर सही दोषपूर्ण भाग का चयन करें।

### 16.7.5 सामग्री आवश्यकता और मरम्मत समय का अनुमान लगाने की कार्य प्रक्रिया

आवश्यक स्पेयर पार्ट्स, तार, स्कू, ग्रीस, इंसुलेशन टेप और सफाई सामग्री की सूची बनाएं। डिस्मंटलिंग, मरम्मत, फिटिंग, परीक्षण और समायोजन कार्य के अनुसार समय का अनुमान लगाएं।

### 16.7.6 रखरखाव समय-सारणी और लागत नियंत्रण में सही अनुमान का महत्व

सही अनुमान मशीन डाउनटाइम को कम करता है, सामग्री की कमी से बचाता है, रखरखाव लागत को नियंत्रित करता है तथा कार्यशाला योजना को बेहतर बनाता है।

### 16.7.7 3D प्रिंटर मेंटेनेंस में पार्ट चयन और अनुमान के अनुप्रयोग

उदाहरण: FDM प्रिंटर में घिसे हुए नोज़ल को बदलना, ढीली बेल्ट को ठीक करना, क्षतिग्रस्त थर्मिस्टर वायर को बदलना या खराब कूलिंग फैन की मरम्मत करना।

### 16.7.8 मूल सामग्री और समय अनुमान पर संख्यात्मक उदाहरण

यदि नोज़ल बदलने में 20 मिनट, वायरिंग जाँच में 15 मिनट और परीक्षण में 10 मिनट लगते हैं, तो कुल मरम्मत समय = 45 मिनट। यदि नोज़ल की लागत = ₹250 और इंसुलेशन टेप की लागत = ₹30 है, तो कुल सामग्री लागत = ₹280।

# 16.8 Repair, Replacement and Assembly of Machine Parts with the Help of Blueprint | ब्लूप्रिंट की सहायता से मशीन भागों की मरम्मत, प्रतिस्थापन और संयोजन

“TECHNICAL DRAWING & MAINTENANCE WORK” (तकनीकी आरेख और रखरखाव कार्य)

**ASSEMBLY VIEW संयोजन दृश्य**

**Exploded Views सफोजन वीथ**

**BLUEPRINT REFERENCE (ब्लूप्रिंट संदर्भ)**

Check for data:

- Dimensions (विमाएं)
- Part Numbers (भाग संख्या)
- Tolerances (सहिष्णुता)
- Thread Details (धागे के विवरण)
- Tolerances (सहिष्णुता)
- Assembly Order (संयोजन क्रम)
- Alignment Position (संरेखण स्थिति)
- Thread Details (धागे के विवरण)
- Mounting Holes (माउंटिंग छेद)

**WORKING PROCEDURE: REPAIR, REPLACEMENT, AND ASSEMBLY**  
कार्य प्रक्रिया: मरम्मत, प्रतिस्थापन और संयोजन

**① DIAGNOSE FAULT दोष का निदान**

Identify Fault, Check Wear, Cracks, Misalignment  
दोष पहचानें, टूट-फूट, दरारें, गलत संरेखण की जांच करें

**② SELECT METHOD विधि चुनें**

A) REPAIR ए) मरम्मत  
Correct Faulty Part (Clean, Tighten, Adjust)  
दोषपूर्ण भाग को ठीक करें (सफाई, कसना, समायोजन)

B) REPLACE बी) प्रतिस्थापन  
Fit New Serviceable Part (Correct Specification)  
नया उपयोगी भाग फिट करें (सही विनिर्देश)

**③ ASSEMBLY संयोजन**

Connect Wires तारे जोड़ें  
Check Clearances निकासी की जांच करें  
Align Parts भागों को संरेखित करें  
Follow Sequence अनुक्रम का पालन करें

**④ FINAL CHECK अंतिम जांच**

Smooth & Correct Operation Test सुचारु और सही संचालन परीक्षण

**3D PRINTER PARTS REFERENCED FROM BLUEPRINT**  
ब्लूप्रिंट से संदर्भित 3D प्रिंटर के भाग

Nozzle Block नोजल ब्लॉक, Extruder एक्स्ट्रूडर, Guide Rail गाइड रेल, Pulley पुली, Belt Path बेल्ट पथ, Fan Bracket फैन का ब्रैकेट, Stepper Motor Mount स्टेपर मोटर माउंट, Sensor Holder सेंसर होल्डर

**MAINTENANCE CONSIDERATIONS: (रखरखाव विचार)**

- MERITS/LIMITATIONS (गुण/सीमाएं)  
Repair: Saves Cost, Less Material.  
Replacement: Higher Reliability.
- IMPORTANCE OF BLUEPRINT (ब्लूप्रिंट का महत्व)  
Ensures: Correct Fit, Proper Alignment, Reduced Errors, Standard Clearances.
- APPLICATIONS (अनुप्रयोग)  
Replace: Nozzle, Thermistor, Heater, Belt, Bearing, Fan.

मरम्मत: लागत बचाता है, कम सामग्री।  
प्रतिस्थापन: उच्च विश्वसनीयता।  
सुनिश्चित करता है: सही फिट, उचित संरेखण, त्रुटियाँ कम करना, मानक निकासी।  
प्रतिस्थापन: नोजल, थर्मिस्टर, हीटर, बेल्ट, बेयरिंग, पंखा।

Fig. 16.8: Technical Drawing and Maintenance Work Procedure for 3D Printer Assembly | 3D प्रिंटर असेंबली के लिए तकनीकी आरेख और रखरखाव कार्य प्रक्रिया

## 16.8.1 Definition and Meaning of Repair, Replacement and Assembly in Maintenance Work (Fig. 16.8)

Repair means correcting a faulty machine part so that it can work again properly. Replacement means removing a damaged or worn-out part and fitting a new serviceable part. Assembly means joining all repaired or replaced parts in the correct sequence to restore machine function. In 3D printing machines, these activities are important for maintaining accuracy, safety, and production quality.

## 16.8.2 Meaning and Importance of Blueprint - Technical Drawing in Repair Work

A blueprint or technical drawing gives the exact shape, size, fit, position, and relation of parts. It guides the technician during dismantling, checking, repair, replacement, and reassembly. It helps avoid wrong fitting, misalignment, and damage to connected components.

## 16.8.3 Constructional Features of Parts and Assemblies to be Referred from Blueprint

The blueprint should be referred for dimensions, mounting holes, threads, tolerance, alignment position, part number, section view, and assembly order. In 3D printers, nozzle block, extruder, guide rail, pulley, belt path, fan bracket, stepper motor mount, and sensor holder must match drawing

## 16.8.1 रखरखाव कार्य में मरम्मत, प्रतिस्थापन और संयोजन की परिभाषा एवं अर्थ (Fig. 16.8)

मरम्मत का अर्थ है किसी दोषपूर्ण मशीन भाग को इस प्रकार ठीक करना कि वह पुनः सही ढंग से कार्य कर सके। प्रतिस्थापन का अर्थ है किसी क्षतिग्रस्त या घिसे हुए भाग को हटाकर उसके स्थान पर नया उपयोगी भाग लगाना। संयोजन का अर्थ है सभी मरम्मत किए गए या प्रतिस्थापित भागों को सही क्रम में जोड़कर मशीन के कार्य को पुनः स्थापित करना। 3D प्रिंटिंग मशीनों में ये क्रियाएँ सटीकता, सुरक्षा और उत्पादन गुणवत्ता बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण हैं।

## 16.8.2 मरम्मत कार्य में ब्लूप्रिंट - तकनीकी आरेख का अर्थ एवं महत्व

ब्लूप्रिंट या तकनीकी आरेख भागों का सटीक आकार, माप, फिट, स्थिति और आपसी संबंध प्रदान करता है। यह तकनीशियन को डिस्मंटलिंग, जाँच, मरम्मत, प्रतिस्थापन और पुनः संयोजन के दौरान मार्गदर्शन करता है। यह गलत फिटिंग, असंतुलन और जुड़े हुए घटकों को होने वाले नुकसान से बचाता है।

## 16.8.3 ब्लूप्रिंट से संदर्भित किए जाने वाले भागों एवं संयोजनों की संरचनात्मक विशेषताएँ

ब्लूप्रिंट से माप, माउंटिंग होल, थ्रेड, टॉलरेंस, संरेखण स्थिति, भाग संख्या, सेक्शन व्यू और संयोजन क्रम की जानकारी ली जानी चाहिए। 3D प्रिंटर में नोजल ब्लॉक, एक्स्ट्रूडर, गाइड रेल, पुली, बेल्ट पथ, फैन ब्रैकेट, स्टेपर मोटर माउंट और सेंसर होल्डर का विवरण ड्रॉइंग के अनुसार होना चाहिए।

details.

#### 16.8.4 Working Procedure for Repairing Defective Parts

First identify the fault and compare the part with the blueprint. Dismantle carefully using proper tools. Check wear, crack, looseness, thread damage, or misalignment. Repair by cleaning, tightening, refacing, rewiring, or minor adjustment as permitted. Recheck dimensions and fit before assembly.

#### 16.8.5 Working Procedure for Replacing Damaged Parts and Assembling Them Correctly

Select the correct replacement part as per blueprint specification. Fit the part in proper orientation and sequence. Tighten fasteners uniformly, align moving parts, reconnect wiring, and check clearance. After assembly, test the machine for smooth and correct operation.

#### 16.8.6 Importance of Following Blueprint During Assembly of Machine Parts

Following the blueprint ensures correct fit, proper alignment, standard clearance, and safe operation. It reduces assembly error and improves machine reliability.

#### 16.8.7 Merits and Limitations of Repair and Replacement Methods

Repair saves cost and material, but it may not always restore full life. Replacement gives better reliability, but it may increase maintenance cost and require spare availability.

#### 16.8.8 Applications of Part Replacement in 3D Printing Machines

Common examples are replacement of nozzle, thermistor, heater cartridge, belt, bearing, fan, limit switch, and stepper motor connector. These parts are replaced according to blueprint and machine specification.

#### 16.8.4 दोषपूर्ण भागों की मरम्मत के लिए कार्य प्रक्रिया

सबसे पहले दोष की पहचान करें और भाग की तुलना ब्लूप्रिंट से करें। उचित उपकरणों का उपयोग करके सावधानीपूर्वक डिस्मैंटल करें। घिसाव, दरार, ढीलापन, थ्रेड क्षति या असंतुलन की जाँच करें। स्वीकृत सीमा के अनुसार सफाई, कसावट, रीफेसिंग, रीवायरिंग या मामूली समायोजन द्वारा मरम्मत करें। संयोजन से पहले माप और फिट का पुनः परीक्षण करें।

#### 16.8.5 क्षतिग्रस्त भागों के प्रतिस्थापन एवं सही संयोजन की कार्य प्रक्रिया

ब्लूप्रिंट विनिर्देश के अनुसार सही प्रतिस्थापन भाग का चयन करें। भाग को उचित दिशा और क्रम में फिट करें। फास्टरों को समान रूप से कसें, गतिशील भागों को संरेखित करें, वायरिंग को पुनः जोड़ें और क्लियरेंस की जाँच करें। संयोजन के बाद मशीन का परीक्षण करें ताकि सुचारु और सही संचालन सुनिश्चित हो सके।

#### 16.8.6 मशीन भागों के संयोजन के दौरान ब्लूप्रिंट का पालन करने का महत्व

ब्लूप्रिंट का पालन करने से सही फिट, उचित संरेखण, मानक क्लियरेंस और सुरक्षित संचालन सुनिश्चित होता है। यह संयोजन त्रुटियों को कम करता है और मशीन की विश्वसनीयता बढ़ाता है।

#### 16.8.7 मरम्मत और प्रतिस्थापन विधियों के लाभ एवं सीमाएँ

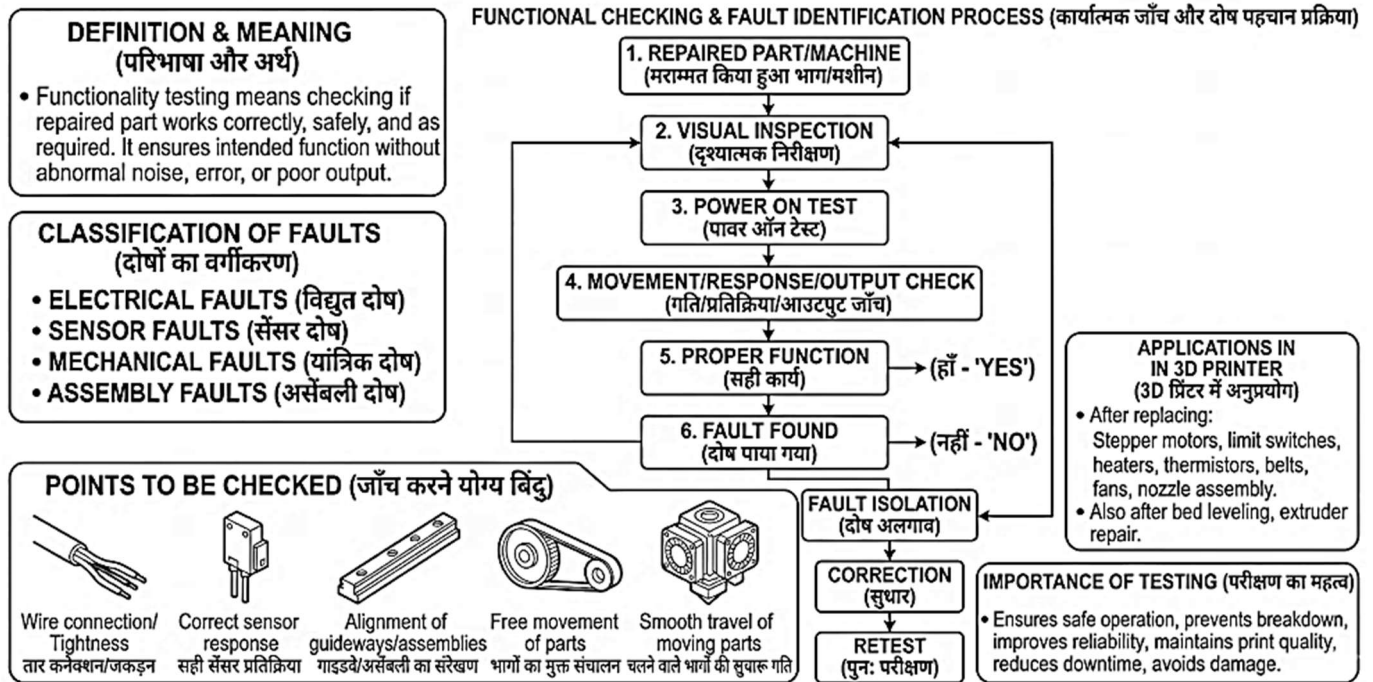
मरम्मत लागत और सामग्री की बचत करती है, लेकिन यह हमेशा पूर्ण आयु बहाल नहीं कर पाती। प्रतिस्थापन बेहतर विश्वसनीयता प्रदान करता है, परंतु इससे रखरखाव लागत बढ़ सकती है और स्पेयर भागों की उपलब्धता आवश्यक होती है।

#### 16.8.8 3D प्रिंटिंग मशीनों में पार्ट प्रतिस्थापन के अनुप्रयोग

सामान्य उदाहरणों में नोज़ल, थर्मिस्टर, हीटर कार्ट्रिज, बेल्ट, बेयरिंग, फैन, लिमिट स्विच और स्टेपर मोटर कनेक्टर का प्रतिस्थापन शामिल है। इन भागों को ब्लूप्रिंट और मशीन विनिर्देश के अनुसार बदला जाता है।

## 16.9 Functional Checking and Fault Identification of Repaired Parts or Machine | मरम्मत किए गए भाग या मशीन की कार्यात्मक जांच और दोष पहचान

### GUIDE TO 3D PRINTER REPAIR & FUNCTIONAL TESTING



**Fig. 16.9: 3D Printer Repair and Functional Testing Process | 3D प्रिंटर मरम्मत और कार्यात्मक परीक्षण प्रक्रिया**

### 16.9.1 Definition and Meaning of Functionality Testing after Repair (Fig. 16.9)

Functionality testing after repair means checking whether the repaired part or machine is working correctly, safely, and according to the required operating condition. In a 3D printing machine, it confirms that the repaired unit performs its intended function without abnormal noise, error, or poor output.

### 16.9.2 Classification of Faults

Faults may be electrical, sensor, mechanical, or assembly related. Electrical faults include loose wiring, wrong voltage, damaged switch, or poor terminal contact. Sensor faults include non-detection, wrong signal, or delayed response. Mechanical faults include jammed movement, wear, vibration, or backlash. Assembly faults include wrong fitting, misalignment, loose fastening, or incorrect part position.

### 16.9.3 Constructional Points to be Checked

Important points to be checked are wire connection, free movement of parts, correct sensor response, proper alignment of guideways or assemblies, and correct output of the repaired section. Tightness of fasteners, belt tension, nozzle position, and smooth travel of moving parts should also be verified.

### 16.9.4 Working Procedure for Checking the Functionality of Repaired Part or Machine

First inspect visually and confirm correct assembly.

### 16.9.1 मरम्मत के बाद कार्यात्मक परीक्षण की परिभाषा और अर्थ (Fig. 16.9)

मरम्मत के बाद कार्यात्मक परीक्षण का अर्थ है यह जांचना कि मरम्मत किया गया भाग या मशीन सही, सुरक्षित और आवश्यक संचालन स्थितियों के अनुसार कार्य कर रही है या नहीं। 3D प्रिंटिंग मशीन में, यह सुनिश्चित करता है कि मरम्मत की गई इकाई बिना किसी असामान्य ध्वनि, त्रुटि या खराब आउटपुट के अपने निर्धारित कार्य को पूरा करती है।

### 16.9.2 दोषों का वर्गीकरण

दोष विद्युत, सेंसर, यांत्रिक या असेंबली से संबंधित हो सकते हैं। विद्युत दोषों में ढीली वायरिंग, गलत वोल्टेज, खराब स्विच या खराब टर्मिनल संपर्क शामिल हैं। सेंसर दोषों में नॉन-डिटेक्शन, गलत सिग्नल या विलंबित प्रतिक्रिया शामिल हैं। यांत्रिक दोषों में जाम मूवमेंट, घिसाव, कंपन या बैकलैश शामिल हैं। असेंबली दोषों में गलत फिटिंग, मिसअलाइनमेंट, ढीली फास्टनिंग या भाग की गलत स्थिति शामिल है।

### 16.9.3 जांच किए जाने वाले निर्माण संबंधी बिंदु

जांच के महत्वपूर्ण बिंदुओं में वायर कनेक्शन, भागों की मुक्त गति, सही सेंसर प्रतिक्रिया, गाइडवे या असेंबली का उचित एलाइनमेंट, और मरम्मत किए गए भाग का सही आउटपुट शामिल हैं। फास्टनरों की कसावट, बेल्ट टेंशन, नोज़ल की स्थिति, और चलने वाले भागों की स्मूद गति की भी पुष्टि करनी चाहिए।

### 16.9.4 मरम्मत किए गए भाग या मशीन की कार्यक्षमता जांचने की कार्यविधि

सबसे पहले दृश्य निरीक्षण करें और सही असेंबली की पुष्टि करें।

Switch on the machine and observe power indication. Run the repaired part manually or through test mode. Check movement, response, sound, temperature, display indication, and output. Compare actual performance with the machine specification.

**16.9.5 Working Procedure for Identifying Faults in Case of Improper Functioning**

If the machine does not function properly, inspect connections, check sensor signal, verify alignment, examine moving parts, and test output step by step. Isolate the faulty section and identify the exact cause before rectification.

**16.9.6 Importance of Testing after Repair in Ensuring Reliable Operation**

Testing after repair ensures safe operation, prevents repeated breakdown, improves reliability, and maintains print quality. It also reduces downtime and avoids damage to connected parts.

**16.9.7 Applications of Functional Checking in 3D Printer Maintenance**

Functional checking is used after replacing stepper motors, limit switches, heaters, thermistors, belts, fans, or nozzle assembly. It is also necessary after bed leveling or extruder repair.

मशीन को चालू करें और पावर इंडिकेशन देखें। मरम्मत किए गए भाग को मैन्युअली या टेस्ट मोड के माध्यम से चलाएं। मूवमेंट, प्रतिक्रिया, ध्वनि, तापमान, डिस्प्ले इंडिकेशन और आउटपुट की जांच करें। वास्तविक प्रदर्शन की मशीन स्पेसिफिकेशन से तुलना करें।

**16.9.5 अनुचित कार्य होने की स्थिति में दोष पहचानने की कार्यविधि**

यदि मशीन सही प्रकार से कार्य नहीं कर रही है, तो कनेक्शनों का निरीक्षण करें, सेंसर सिग्नल की जांच करें, एलाइनमेंट सत्यापित करें, चलने वाले भागों की जांच करें और आउटपुट को चरणबद्ध तरीके से परीक्षण करें। दोषपूर्ण भाग को अलग करें और सुधार से पहले वास्तविक कारण की पहचान करें।

**16.9.6 विश्वसनीय संचालन सुनिश्चित करने में मरम्मत के बाद परीक्षण का महत्व**

मरम्मत के बाद परीक्षण सुरक्षित संचालन सुनिश्चित करता है, बार-बार खराबी को रोकता है, विश्वसनीयता बढ़ाता है और प्रिंट गुणवत्ता बनाए रखता है। यह डाउनटाइम को कम करता है और जुड़े हुए भागों को क्षति से बचाता है।

**16.9.7 3D प्रिंटर मेंटेनेंस में कार्यात्मक जांच के अनुप्रयोग**

कार्यात्मक जांच का उपयोग स्टेपर मोटर, लिमिट स्विच, हीटर, थर्मिस्टर, बेल्ट, फैन या नोज़ल असेंबली बदलने के बाद किया जाता है। यह बेड लेवलिंग या एक्सट्रूडर मरम्मत के बाद भी आवश्यक होता है।

**16.10 Rectification of Assembly Faults | असेंबली दोषों का सुधार**

ASSEMBLY FAULT RECTIFICATION   एसेम्बली दोष सुधार					
<p>LOOSE FASTENER ढीला फास्टर</p> <p>FIRM TIGHTENING मजबूती से कसना</p> <p>VIBRATION कंपन</p> <p>STABILITY स्थिरता</p>	<p>WRONG ALIGNMENT गलत संरेखण</p> <p>CORRECT ALIGNMENT सही संरेखण</p> <p>WRONG ALIGNMENT गलत संरेखण</p> <p>SMOOTH MOVEMENT सुचारु गति</p>				
<p>WRONG ALIGNMENT गलत संरेखण</p> <p>SMOOTH MOVEMENT सुचारु गति</p>	<p>MISSING PART गायब भाग</p> <p>STOPPED OPERATION रुकी हुई प्रक्रिया</p> <p>PART REPLACED भाग बदला गया</p> <p>COMPLETE ASSEMBLY पूर्ण एसेम्बली</p>				
<p>REVERSED WIRING विपरीत वायरिंग</p> <p>PROPER RECONNECTION उचित पुनः संयोजन</p> <p>ELECTRICAL DAMAGE विद्युत क्षति</p> <p>FUNCTIONAL MOTOR कार्यात्मक मोटर</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>EFFECTS OF ASSEMBLY FAULTS एसेम्बली दोषों के प्रभाव</th> <th>BENEFITS OF RECTIFICATION सुधार के लाभ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abnormal Noise (असामान्य शोर)</li> <li>Overheating (अत्यधिक गर्म होना)</li> <li>Part Damage (भाग की क्षति)</li> <li>Print Defects (प्रिंट दोष)</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Improved Machine Safety (बेहतर मशीन सुरक्षा)</li> <li>Increased Accuracy (बढ़ी हुई सटीकता)</li> <li>Reduced Breakdown (कम खराबी)</li> <li>Reliable Operation (विश्वसनीय संचालन)</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	EFFECTS OF ASSEMBLY FAULTS एसेम्बली दोषों के प्रभाव	BENEFITS OF RECTIFICATION सुधार के लाभ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abnormal Noise (असामान्य शोर)</li> <li>Overheating (अत्यधिक गर्म होना)</li> <li>Part Damage (भाग की क्षति)</li> <li>Print Defects (प्रिंट दोष)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improved Machine Safety (बेहतर मशीन सुरक्षा)</li> <li>Increased Accuracy (बढ़ी हुई सटीकता)</li> <li>Reduced Breakdown (कम खराबी)</li> <li>Reliable Operation (विश्वसनीय संचालन)</li> </ul>
EFFECTS OF ASSEMBLY FAULTS एसेम्बली दोषों के प्रभाव	BENEFITS OF RECTIFICATION सुधार के लाभ				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Abnormal Noise (असामान्य शोर)</li> <li>Overheating (अत्यधिक गर्म होना)</li> <li>Part Damage (भाग की क्षति)</li> <li>Print Defects (प्रिंट दोष)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improved Machine Safety (बेहतर मशीन सुरक्षा)</li> <li>Increased Accuracy (बढ़ी हुई सटीकता)</li> <li>Reduced Breakdown (कम खराबी)</li> <li>Reliable Operation (विश्वसनीय संचालन)</li> </ul>				

Fig. 16.10: Assembly Fault Rectification and Alignment Correction | असेंबली दोष सुधार और संरेखण सुधार

**16.10.1 Definition and Meaning of Assembly Fault Rectification (Fig. 16.10)**

Assembly fault rectification means identifying and correcting mistakes made during fitting, joining,

**16.10.1 असेंबली दोष सुधार की परिभाषा और अर्थ (Fig. 16.10)**

असेंबली दोष सुधार का अर्थ है मशीन के भागों के फिटिंग, जोड़, वायरिंग या स्थिति निर्धारण के दौरान हुई गलतियों की पहचान करना

wiring, or positioning of machine parts. In a 3D printing machine, it ensures that all assembled parts work correctly, safely, and in proper coordination.

#### 16.10.2 Classification of Assembly Faults

Common assembly faults include loose fit, wrong alignment, improper connection, reversed wiring, and missing parts. Loose fit causes vibration and poor stability. Wrong alignment affects movement and print accuracy. Improper connection interrupts function. Reversed wiring may cause electrical damage. Missing parts can stop machine operation completely.

#### 16.10.3 Constructional Features to be Checked During Assembly Rectification

During rectification, check fasteners, brackets, couplings, guide rails, belt tension, connectors, terminals, sensor mounting, and part orientation. Proper fit, correct position, firm tightening, and matching of parts with drawing or blueprint are essential.

#### 16.10.4 Working Procedure for Rectifying Assembly Faults

First inspect the machine visually and identify the faulty assembly area. Compare the assembly with the machine drawing or service manual. Tighten loose parts, correct alignment, reconnect wires properly, replace missing parts, and reassemble damaged sections. After rectification, check free movement, electrical continuity, and proper function of all connected units.

#### 16.10.5 Importance of Correct Assembly in Machine Safety and Performance

Correct assembly improves machine safety, accuracy, and smooth operation. It prevents abnormal noise, overheating, part damage, and print defects.

#### 16.10.6 Merits of Proper Fault Rectification

Proper rectification reduces machine breakdown, improves service life, saves maintenance time, and increases production reliability.

#### 16.10.7 Applications in 3D Printing Machines

Examples include correcting misaligned linear guides, tightening extruder mounting, reconnecting end-stop sensors, correcting motor wiring, and replacing missing fasteners in frame assembly.

और उन्हें ठीक करना। 3D प्रिंटिंग मशीन में यह सुनिश्चित करता है कि सभी असेंबल किए गए भाग सही, सुरक्षित और समन्वित रूप से कार्य करें।

#### 16.10.2 असेंबली दोषों का वर्गीकरण

सामान्य असेंबली दोषों में ढीला फिट, गलत संरेखण, अनुचित कनेक्शन, उलटी वायरिंग और गायब भाग शामिल हैं। ढीला फिट कंपन और कम स्थिरता उत्पन्न करता है। गलत संरेखण गति और प्रिंट सटीकता को प्रभावित करता है। अनुचित कनेक्शन कार्य में बाधा उत्पन्न करता है। उलटी वायरिंग विद्युत क्षति का कारण बन सकती है। गायब भाग मशीन के संचालन को पूरी तरह रोक सकते हैं।

#### 16.10.3 असेंबली सुधार के दौरान जाँच किए जाने वाले निर्माणात्मक विशेषताएँ

सुधार के दौरान फास्टर, ब्रैकेट, कपलिंग, गाइड रेल, बेल्ट टेंशन, कनेक्टर, टर्मिनल, सेंसर माउंटिंग और भागों की दिशा की जाँच करें। उचित फिट, सही स्थिति, मजबूत कसाव और ड्राइंग या ब्लूप्रिंट के अनुसार भागों का मिलान आवश्यक है।

#### 16.10.4 असेंबली दोषों के सुधार की कार्य विधि

सबसे पहले मशीन का दृश्य निरीक्षण करें और दोषपूर्ण असेंबली क्षेत्र की पहचान करें। असेंबली की तुलना मशीन ड्राइंग या सेवा मैनुअल से करें। ढीले भागों को कसें, संरेखण ठीक करें, तारों को सही तरीके से पुनः जोड़ें, गायब भागों को बदलें और क्षतिग्रस्त भागों को पुनः असेंबल करें। सुधार के बाद, मुक्त गति, विद्युत निरंतरता और सभी जुड़े हुए इकाइयों के उचित कार्य की जाँच करें।

#### 16.10.5 मशीन सुरक्षा और प्रदर्शन में सही असेंबली का महत्व

सही असेंबली मशीन की सुरक्षा, सटीकता और सुचारू संचालन को बढ़ाती है। यह असामान्य शोर, अधिक ताप, भागों की क्षति और प्रिंट दोषों को रोकती है।

#### 16.10.6 उचित दोष सुधार के लाभ

उचित सुधार मशीन ब्रेकडाउन को कम करता है, सेवा जीवन को बढ़ाता है, रखरखाव समय को बचाता है और उत्पादन की विश्वसनीयता को बढ़ाता है।

#### 16.10.7 3D प्रिंटिंग मशीनों में अनुप्रयोग

उदाहरणों में गलत संरेखित लीनियर गाइड को ठीक करना, एक्सट्रूडर माउंटिंग को कसना, एंड-स्टॉप सेंसर को पुनः जोड़ना, मोटर वायरिंग को ठीक करना और फ्रेम असेंबली में गायब फास्टरों को बदलना शामिल है।

## MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

**Q1. A multimeter is primarily used to measure which of the following quantities? / मल्टीमीटर का मुख्य रूप से उपयोग किस मात्रा को मापने के लिए किया जाता है?**

- (a) Resistance / प्रतिरोध
- (b) Temperature / तापमान
- (c) Pressure / दबाव
- (d) Humidity / आर्द्रता

Ans. a | Sol. : A multimeter measures electrical parameters like voltage, current, and resistance. / मल्टीमीटर वोल्टेज, करंट और प्रतिरोध जैसी विद्युत मात्राओं को मापता है।

**Q2. Which component converts electrical energy into mechanical energy? / कौन सा घटक विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करता है?**

- (a) Generator / जनरेटर
- (b) Transformer / ट्रांसफॉर्मर
- (c) Motor / मोटर
- (d) Relay / रिले

Ans. c | Sol. : An electric motor converts electrical energy into mechanical motion. / विद्युत मोटर विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक गति में परिवर्तित करती है।

**Q3. Which device steps up or steps down voltage? / कौन सा उपकरण वोल्टेज को बढ़ाता या घटाता है?**

- (a) Motor / मोटर
- (b) Generator / जनरेटर
- (c) Transformer / ट्रांसफॉर्मर
- (d) Relay / रिले

Ans. c | Sol. : A transformer changes the level of voltage without changing frequency. / ट्रांसफॉर्मर वोल्टेज के स्तर को बिना आवृत्ति बदले परिवर्तित करता है।

**Q4. Which instrument is used to check both AC and DC voltage? / किस उपकरण का उपयोग एसी और डीसी वोल्टेज दोनों की जांच के लिए किया जाता है?**

- (a) Ammeter / अमीटर
- (b) Voltmeter / वोल्टमीटर
- (c) Multimeter / मल्टीमीटर
- (d) Oscilloscope / ऑसिलोस्कोप

Ans. c | Sol. : A multimeter can measure AC/DC voltage, current, and resistance. / मल्टीमीटर एसी/डीसी वोल्टेज, करंट और प्रतिरोध माप सकता है।

**Q5. How does a transformer function in an industrial setup? / एक औद्योगिक सेटअप में ट्रांसफॉर्मर कैसे कार्य करता है?**

- (a) It generates electricity / यह बिजली उत्पन्न करता है
- (b) It stores electrical energy / यह विद्युत ऊर्जा संग्रहीत करता है
- (c) It changes voltage levels / यह वोल्टेज स्तर को बदलता है
- (d) It measures current flow / यह करंट प्रवाह मापता है

Ans. c | Sol. : A transformer works by stepping up or stepping down voltage for safe and efficient power distribution. / ट्रांसफॉर्मर वोल्टेज को बढ़ाने या घटाने का कार्य करता है ताकि बिजली का सुरक्षित और कुशल वितरण हो सके।

**Q6. Why is preventive maintenance crucial for 3D printers? / 3डी प्रिंटर के लिए निवारक रखरखाव क्यों आवश्यक है?**

- (a) To increase printing speed / प्रिंटिंग गति बढ़ाने के लिए
- (b) To avoid unexpected breakdowns / अप्रत्याशित खराबी से बचने के लिए
- (c) To reduce material cost / सामग्री लागत कम करने के लिए
- (d) To improve design accuracy / डिज़ाइन सटीकता सुधारने के लिए

Ans. b | Sol. : Preventive maintenance ensures continuous printer operation by addressing wear and tear before failure occurs. / निवारक रखरखाव विफलता से पहले घिसावट को ठीक करके प्रिंटर के लगातार संचालन को सुनिश्चित करता है।

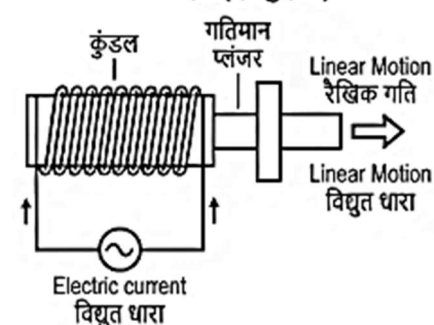
**Q7. How does a solenoid function in automated systems? / स्वचालित प्रणालियों में सोलनॉइड कैसे कार्य करता है?**

- (a) It acts as a sensor / यह सेंसर के रूप में कार्य करता है
- (b) It converts electrical energy into linear motion / यह विद्युत ऊर्जा को रेखीय गति में बदलता है
- (c) It reduces voltage / यह वोल्टेज कम करता है
- (d) It stores magnetic energy / यह चुंबकीय ऊर्जा संग्रहीत करता है

Ans. b | Sol. : A solenoid uses electromagnetic force to create controlled linear motion in machines. / सोलनॉइड मशीनों में नियंत्रित रेखीय गति उत्पन्न करने के लिए विद्युतचुंबकीय बल का उपयोग करता है।

**Q8. A solenoid actuator is mainly used for? / सोलिनॉइड एक्चुएटर मुख्यतः किसके लिए उपयोग होता है?**

**Solenoid (Actuator)  
सोलेनोइड (एक्चुएटर)**



- (a) Linear motion / रेखिक गति
- (b) Circular motion / वृत्तीय गति
- (c) Heating / गरम करने के लिए
- (d) Painting / रंगाई

Ans. a | Sol. : A solenoid converts electric current into linear motion. / सोलिनॉइड विद्युत धारा को रेखिक गति में बदलता है।

**Q9. While checking a faulty 3D printer motor, which instrument will you use to measure the resistance of the windings? / जब आप एक खराब 3डी प्रिंटर मोटर की जांच कर रहे हों, तो वाइंडिंग्स का प्रतिरोध मापने के लिए आप कौन सा उपकरण उपयोग करेंगे?**

- (a) Voltmeter / वोल्टमीटर
- (b) Ammeter / एमीटर
- (c) Multimeter / मल्टीमीटर

(d) Wattmeter / वॉटमीटर

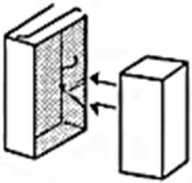
Ans. c | Sol. : A multimeter is used to measure resistance, voltage, and current, making it ideal for diagnosing motor issues. / मल्टीमीटर का उपयोग प्रतिरोध, वोल्टेज और करंट मापने के लिए किया जाता है, जो मोटर समस्याओं का निदान करने के लिए उपयुक्त होता है।

**Q10. If a fuse blows frequently in a 3D printer, what should be checked first? / यदि 3डी प्रिंटर में फ्यूज बार-बार उड़ रहा है, तो सबसे पहले क्या जांचना चाहिए?**

- (a) Voltage supply / वोल्टेज आपूर्ति
- (b) Load current / लोड करंट
- (c) Lubrication level / स्नेहन स्तर
- (d) Sensor alignment / सेंसर संरेखण

Ans. b | Sol. : Excessive current causes fuses to blow; checking load current is essential. / अत्यधिक करंट फ्यूज उड़ाने का कारण होता है; लोड करंट जांचना आवश्यक है।

**Q11. Obstacle detection is used for? / अवरोध का पता लगाना किसके लिए उपयोग होता है?**



**अवरोध का पता लगाना  
(Obstacle Detection)**

- (a) Detect object in path / रास्ते में वस्तु पहचानने के लिए
- (b) Increase speed / गति बढ़ाने के लिए
- (c) Change colour / रंग बदलने के लिए
- (d) Cut material / सामग्री काटने के लिए

Ans. a | Sol. : Obstacle detection is used to sense an object in the path and avoid collision. / अवरोध पहचान का उपयोग रास्ते में वस्तु का पता लगाने और टक्कर से बचने के लिए किया जाता है।

**Q12. If the V-belt of a 3D printer's motor drive slips frequently, what could be a possible reason? / यदि 3डी प्रिंटर के मोटर ड्राइव की वी-बेल्ट बार-बार फिसलती है, तो इसका संभावित कारण क्या हो सकता है?**

- (a) Belt is too tight / बेल्ट बहुत कसी हुई है
- (b) Belt is worn out / बेल्ट घिस गई है
- (c) Motor speed is too low / मोटर की गति बहुत कम है
- (d) Excess lubrication / अत्यधिक स्नेहन

Ans. b | Sol. : A worn V-belt loses grip, causing slippage. / घिसी हुई वी-बेल्ट पकड़ खो देती है, जिससे फिसलन होती है।

**Q13. While analyzing a 3D printer malfunction, you observe that the relay is continuously switching ON and OFF rapidly. What could be the most probable cause? / 3डी प्रिंटर में खराबी का विश्लेषण करते**

**समय आप देखते हैं कि रिले तेजी से लगातार ON और OFF हो रहा है। इसका सबसे संभावित कारण क्या हो सकता है?**

- (a) Low voltage supply / वोल्टेज आपूर्ति कम होना
- (b) Faulty sensor feedback / खराब सेंसर फीडबैक
- (c) Overheated motor / मोटर का ज़्यादा गर्म होना
- (d) Blown fuse / फ्यूज उड़ जाना

Ans. b | Sol. : A faulty sensor can send irregular signals, causing the relay to chatter. / एक खराब सेंसर अनियमित सिग्नल भेज सकता है, जिससे रिले बार-बार चालू और बंद होता है।

**Q14. A 3D printer's motor is heating excessively during normal operations. What is the most logical analysis for this issue? / 3डी प्रिंटर की मोटर सामान्य संचालन के दौरान अत्यधिक गर्म हो रही है। इसका सबसे तार्किक विश्लेषण क्या होगा?**

- (a) Voltage supply is too low / वोल्टेज आपूर्ति बहुत कम है
- (b) Motor is overloaded or misaligned / मोटर ओवरलोड या गलत संरेखित है
- (c) The filament is jammed / फिलामेंट जाम है
- (d) Sensor malfunction / सेंसर खराबी

Ans. b | Sol. : Overload or mechanical misalignment causes excess current draw and heating. / ओवरलोड या यांत्रिक गड़बड़ी से अधिक करंट खिंचता है और मोटर गर्म होती है।

**Q15. A 3D printer stops mid-print and the display shows a 'thermal runaway' error. What is the root cause based on analysis? / 3डी प्रिंटर प्रिंट के बीच में रुक जाता है और डिस्प्ले पर 'थर्मल रनअवे' त्रुटि दिखाता है। विश्लेषण के आधार पर इसका मूल कारण क्या है?**

- (a) Power fluctuation / पावर में उतार-चढ़ाव
- (b) Faulty temperature sensor / खराब तापमान सेंसर
- (c) Filament exhaustion / फिलामेंट समाप्त होना
- (d) Stepper motor failure / स्टेपर मोटर विफलता

Ans. b | Sol. : Thermal runaway occurs when the printer loses control over heating due to sensor failure. / सेंसर विफलता के कारण प्रिंटर तापमान नियंत्रण खो देता है, जिससे थर्मल रनअवे होता है।

**Q16. A generator connected to a 3D printer backup system is producing fluctuating voltage. What is the likely cause upon analysis? / 3डी प्रिंटर बैकअप सिस्टम से जुड़ा जेनरेटर वोल्टेज में उतार-चढ़ाव कर रहा है। विश्लेषण करने पर संभावित कारण क्या है?**

- (a) Low fuel / ईंधन कम होना
- (b) Faulty voltage regulator / खराब वोल्टेज रेगुलेटर
- (c) Overloaded printer / प्रिंटर ओवरलोड होना
- (d) Dirty air filter / गंदा एयर फिल्टर

Ans. b | Sol. : Voltage regulators maintain stable output; failure leads to fluctuations. / वोल्टेज रेगुलेटर स्थिर आउटपुट बनाए रखते हैं; विफलता से उतार-चढ़ाव होता है।

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

## How to Purchase This Book

Scan the QR code below to get the complete book at a special discount. Order directly from-  
<https://teachtoindia.com/product/additive-manufacturing-3d-printing-technician/>



### Browse All ITI Trade Books at Special Discounted Prices

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



Also available on Flipkart, Amazon, and Meesho.

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

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

**WhatsApp/Mobile:** +91 9084496877

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

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