



Teach To India Publication  
**ITI Trade**

# Computer Aided Manufacturing (CAM) Programmer कंप्यूटर एडेड मैनुफैक्चरिंग (CAM) प्रोग्रामर

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
- Engineering Drawing
- Employability Skills
- Exam Mock Test

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



Teach To India  
Publication

# Computer Aided Manufacturing (CAM) Programmer कंप्यूटर एडेड मैनुफैक्चरिंग (CAM) प्रोग्रामर

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
- Engineering Drawing
- Employability Skills

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

## Also Useful For:

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

**Title:** Computer Aided Manufacturing (CAM) Programmer  
**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:**  
**Dharmveer Singh**  
Subject Matter Expert, Government ITI, Balkeswar Agra, U.P.

**Publisher:**  
Teach To India Publication  
Adarsh Colony, Saharanpur, U.P. – 247001  
**Mobile:** +91 9084496877  
Email: info@teachtoindia.com | Website: www.teachtoindia.com

**Printed at:** Shree Education and Publication Private Limited, Ajmer, Rajasthan  
**Edition: Second Edition, 2026**  
**ISBN:** 978-81-69424-06-6  
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, **Computer Aided Manufacturing (CAM) Programmer**, has been specially designed to help students succeed in both academic examinations and career-oriented preparation.

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

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

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

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

यह पुस्तक, **कंप्यूटर एडेड मैनुफैक्चरिंग (CAM) प्रोग्रामर**, विद्यार्थियों को शैक्षणिक परीक्षाओं तथा करियर-केंद्रित तैयारी दोनों में सफलता दिलाने के उद्देश्य से विशेष रूप से तैयार की गई है।

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Acknowledgment | आभार

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

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

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

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

## Syllabus

<b>Learning Outcomes</b>	<b>Trade Theory</b>
LO-1	Comply with the safe working practices, environmental regulation and housekeeping.
LO-2	Demonstrate the geometric dimensions, tolerances, and symbols used industrial manufacturing drawing and CAD models.
LO-3	Explain machining processes, machine selection, machining parameters like speed, feed, depth of cut also able to calculate cycle time and productivity and cost-effective machining.
LO-4	Implement basics of G codes and M codes used in CNC machines and importance of CAM with its user interface.
LO-5	Identify cutting tool assembly builder, CAM tooling library to create new, edit and modifying library data also create 2D sketches, 3D models and surface using point data and perform engraving on a curved surface and check draft angle for 3D Model by using CAM software for turning.
LO-6	Demonstrate Importing of CAD models in CAM software and edit / modify and perform transformation of CAD model.
LO-7	Set up of work piece / component in the holding device and select tools and tool holders as per machining operation; also import, locate, and quickly re-use fixtures in CAM software.
LO-8	Demonstrate the concept of stock definition, stock set up and handle stock models and operations & work on 3D roughing and finishing operations and execute work on CAM programming using features such as flow lines, waterlines, raster milling and spiral milling.
LO-9	Generate CAM Programs and post process to specific CNC Machine for specific CNC machine controller and verify and validate the CAM program to detect errors or collisions.
LO-10	Optimize CNC machining tool path, verify CAM program on CNC Simulator and customize post-processors to convert the toolpaths into machine specific instructions.
LO-11	Implement rework operation by selecting individual sub programs and generate CAM program layout, tool path simulation, and create hole table report in CAM software with coordinates.
LO-12	Demonstrate use of advanced CAM software tools like art mode, 3d model into bounding box, Contour, raster to vector CAM Programming, work with tool entry motion and chain selection method, CAM software workflows, Silhouette boundary, Dynamic motion, Accelerated Finishing machine.
LO-13	Perform complex CAM programming for high precision aerospace components, Healthcare (medical equipment, implants, surgical instruments), Electronic applications such as PCB drilling and routing. Perform Mill 3D Blend & Scallop Finish, Mill 3D CAM Program, 3D Mill Mold cavity, generate negative impression of Die, molds for plastic injection, die casting, and stamping operations etc.
LO-14	Interact with CNC operator and quality department to take corrective measures to meet the customer quality requirements, related documents and maintaining the documents with its retention techniques.
LO-15	Implement CAM software skills to become an entrepreneur to support industries and create more jobs.
<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.
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.
Basic Electricity	Introduction and uses of electricity, molecule, atom, how electricity is produced, electric current AC, DC their comparison, voltage, resistance and their units. Conductor, insulator, types of connections - series and parallel. Ohm's law, relation between V.I.R & related problems. Electrical power, energy and their units, calculation with assignments. Magnetic induction, self and mutual inductance and EMF generation. Electrical power, HP, energy and units of electrical energy.
Trigonometry	Measurement of angles. Trigonometrical ratios. Trigonometrical tables. Application in calculating height and distance (Simple applications)
<b>Modules</b>	<b>Engineering Drawing</b>
Introduction to Engineering Drawing and Drawing Instruments	Introduction to engineering drawing and drawing instruments. Conventions. Sizes and layout of drawing sheets. Title Block, its position and content. Drawing Instrument.
Lines- Types and applications in drawing Free hand drawing of	Free hand drawing of Geometrical figures and blocks with dimension. Transferring measurement from the given object to the freehand sketches. Free hand drawing of hand tools and measuring tools.
Drawing of Geometrical figures	Angle, Triangle, Circle, Rectangle, Square, Parallelogram. Lettering & Numbering- Single Stroke.
Dimensioning	Types of arrow head. Leader line with text. Position of dimensioning (Unidirectional, Aligned)
Symbolic representation	Different symbols used in the related trades.
Concept and reading of Drawing in	Concept of Axes, Planes, and Quadrants. Concept of Orthographic and Isometric Projections. Methods of First Angle and Third Angle Projections (Definition and Difference).
Reading of Job drawing of related trades	Reading of Job Drawings related to respective trades.
<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 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.
Entrepreneurship	Describe the types of entrepreneurship and enterprises. Discuss the process of identifying opportunities for potential business and relevant regulatory and statutory requirements. Describe the 4Ps of Marketing-Product, Price, Place and Promotion and apply them as per requirement. Create a sample business plan, for the selected business opportunity. Discuss various sources of funding and identify associated financial and legal risks with its mitigation plan.
Customer Service Duration	Describe different types of customers. Role play a situation on how to identify customer needs and respond to them in a professional manner. Explain various tools used to collect customer feedback. Discuss the significance of maintaining hygiene and dressing appropriately.
Getting ready for apprenticeship & Jobs	Draft a professional Curriculum Vitae (CV). Use various offline and online job search sources such as employment exchanges, recruitment agencies, and job portals respectively. Demonstrate how to apply to identified job openings using offline /online methods as per requirement. Discuss how to prepare for an interview. Role play a mock interview. List the steps for searching and registering for apprenticeship opportunities.
Introduction to Artificial Intelligence (AI)	Understanding AI. How does AI work? Types of AI. What can AI do? Impact of AI on Jobs & Industries. Exploring Careers with AI. Learning with AI. Using AI Responsibly.

## Table of Contents

Part – 1: Trade Theory   ट्रेड थ्योरी.....	1	2.1 Interpretation of Symbols, Dimensions and Annotations in Engineering Drawings   अभियांत्रिकीय आरेखों में प्रतीकों, आयामों और टिप्पणियों की व्याख्या .....	27
Learning Outcome-1 .....	2	2.2 Geometric Shapes and Features Used in Engineering Drawings   अभियांत्रिकीय आरेखों में प्रयुक्त ज्यामितीय आकृतियाँ और विशेषताएँ .....	28
1.1 Occupational Health and Safety (OHS) Procedures in Workshop   कार्यशाला में व्यावसायिक स्वास्थ्य और सुरक्षा (OHS) प्रक्रियाएँ.....	2	2.3 Tolerances and Their Effect on Fit and Function of Components   सहनशीलता और उनका घटकों के फिट और कार्य पर प्रभाव .....	30
1.2 Identification and Reporting of Unsafe Situations   असुरक्षित स्थितियों की पहचान और रिपोर्टिंग .	3	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	32
1.3 Fire Hazards and Safety Precautions in Industrial Workshops   औद्योगिक कार्यशालाओं में अग्नि जोखिम और सुरक्षा सावधानियाँ.....	5	Learning Outcome-3.....	36
1.4 Safe Handling and Disposal of Hazardous Materials   खतरनाक पदार्थों का सुरक्षित संचालन और निपटान .....	6	3.1 Selection of Cutting Tools and Machine Tools for Machining Operations   मशीनिंग संचालन के लिए कटिंग टूल्स और मशीन टूल्स का चयन .....	36
1.5 Procedures for Handling Illness and Accidents at Workplace   कार्यस्थल पर बीमारी और दुर्घटनाओं के प्रबंधन की प्रक्रियाएँ.....	8	3.2 Machining Parameters: Cutting Speed, Feed Rate and Depth of Cut   मशीनिंग पैरामीटर: कटिंग स्पीड, फीड रेट और डेपथ ऑफ कट .....	38
1.6 Safety Alarms and Warning Systems in Industrial Environment   औद्योगिक वातावरण में सुरक्षा अलार्म और चेतावनी प्रणालियाँ.....	9	3.3 Calculation of Cycle Time and Productivity in Machining Operations   मशीनिंग संचालन में चक्र समय और उत्पादकता की गणना.....	39
1.7 Accident Reporting and Documentation Procedures   दुर्घटना रिपोर्टिंग और प्रलेखन प्रक्रियाएँ.....	11	3.4 Cost-Effective Machining in Manufacturing Processes   विनिर्माण प्रक्रियाओं में लागत-प्रभावी मशीनिंग .....	41
1.8 Emergency Evacuation Procedures in Industrial Premises   औद्योगिक परिसरों में आपातकालीन निकासी प्रक्रियाएँ.....	12	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	43
1.9 Personal Protective Equipment (PPE) Used in Manufacturing Workshops   विनिर्माण कार्यशालाओं में उपयोग किए जाने वाले व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE) ....	13	Learning Outcome-4.....	47
1.10 Basic First Aid Methods in Industrial Workplaces   औद्योगिक कार्यस्थलों में प्राथमिक उपचार की मूलभूत विधियाँ.....	15	4.1 Functions and Applications of G Codes and M Codes in CNC Programming   CNC प्रोग्रामिंग में G कोड और M कोड के कार्य और अनुप्रयोग.....	47
1.11 Types and Use of Fire Extinguishers   अग्निशामक यंत्रों के प्रकार और उपयोग.....	16	4.2 Troubleshooting Errors in G Code and M Code Programming   G कोड और M कोड प्रोग्रामिंग में त्रुटियों का निवारण.....	49
1.12 Environmental Pollution in Manufacturing Industries   विनिर्माण उद्योगों में पर्यावरण प्रदूषण.....	17	4.3 Advantages and Applications of Computer Aided Manufacturing (CAM) Software   कंप्यूटर एडेड मैनुफैक्चरिंग (CAM) सॉफ्टवेयर के लाभ और अनुप्रयोग ....	50
1.13 Energy and Material Conservation in Industrial Practices   औद्योगिक प्रथाओं में ऊर्जा और सामग्री संरक्षण.....	19	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	52
1.14 Waste Management and Disposal Procedures   अपशिष्ट प्रबंधन और निपटान प्रक्रियाएँ.....	20	Learning Outcome-5.....	56
1.15 5S System for Workplace Organization   कार्यस्थल संगठन के लिए 5S प्रणाली .....	21	5.1 Cutting Tool Data and Cutting Parameter Editing in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में कटिंग टूल डेटा और कटिंग पैरामीटर एडिटिंग .....	56
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	23	5.2 Modification of Existing Tool Library Data in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में मौजूदा टूल लाइब्रेरी डेटा का संशोधन.....	57
Learning Outcome-2 .....	27	5.3 Cutting Tool Assembly Builder in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में कटिंग टूल असेंबली बिल्डर.....	58
		5.4 2D Sketch Creation Tools and Techniques in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में 2D स्केच निर्माण उपकरण और तकनीकें .....	60

5.5 3D Model Creation in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में 3D मॉडल निर्माण .....	61	8.6 Accuracy and Precision of Toolpaths in 3D Machining Operations   3D मशीनिंग संचालन में टूल पाथ की सटीकता और प्रिंसीजन .....	94
5.6 Engraving on Curved Surface Using CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर का उपयोग करके घुमावदार सतह पर नक्काशी.....	62	8.7 Surface Quality and Finish in 3D Machining Operations   3D मशीनिंग संचालन में सतह गुणवत्ता और फिनिश .....	95
5.7 Feature Creation in 3D Models: Holes, Pockets, Fillets, Chamfers and Threads   3D मॉडल में फीचर निर्माण: होल, पॉकेट, फिलेट, चैम्फर और थ्रेड .....	64	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	97
5.8 Importing and Aligning Point Data in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में पॉइंट डेटा आयात करना और अलाइन करना.....	65	Learning Outcome-9.....	101
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	67	9.1 Interpretation of CAM Programs and Basic CNC Programming Requirements   CAM प्रोग्राम की व्याख्या और मूलभूत CNC प्रोग्रामिंग आवश्यकताएँ.....	101
Learning Outcome-6 .....	71	9.2 Post Processing of CAM Programs for CNC Machine Controllers   CNC मशीन नियंत्रकों के लिए CAM प्रोग्राम का पोस्ट प्रोसेसिंग.....	102
6.1 Importing CAD Models from Different File Formats in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में विभिन्न फ़ाइल प्रारूपों से CAD मॉडलों का आयात.....	71	9.3 Collision Detection and Avoidance in CAM Programming   CAM प्रोग्रामिंग में टकराव का पता लगाना और उससे बचाव.....	104
6.2 Transformation of CAD Models in CAM Software (Translation)   CAM सॉफ्टवेयर में CAD मॉडलों का रूपांतरण (ट्रांसलेशन).....	72	9.4 Toolpath Verification and Clearance Checking in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में टूल पाथ सत्यापन और क्लियरेंस जाँच.....	105
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	74	9.5 Generation of CAM Programs for Achieving Dimensional Accuracy and Tolerances   आयामी सटीकता और सहनशीलता प्राप्त करने के लिए CAM प्रोग्राम का निर्माण.....	107
Learning Outcome-7 .....	78	9.6 Documentation of CAM Programs and Machining Data   CAM प्रोग्राम और मशीनिंग डेटा का प्रलेखन.....	108
7.1 Alignment and Positioning of Workpiece in Holding Devices   होल्डिंग उपकरणों में वर्कपीस का संरेखण और स्थिति निर्धारण.....	78	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	110
7.2 Selection of Suitable Fixtures for Machining Operations   मशीनिंग संचालन के लिए उपयुक्त फिक्स्चर का चयन .....	79	Learning Outcome-10.....	114
7.3 Ensuring Tool Clearance and Collision Avoidance in Machining   मशीनिंग में टूल क्लियरेंस सुनिश्चित करना और टकराव से बचाव.....	81	10.1 Transfer of NC Codes to CNC Control Panel or Simulator   NC कोड का CNC नियंत्रण पैनल या सिम्युलेटर में स्थानांतरण .....	114
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	83	10.2 Operation of CNC Control Panel Using Simulator for Program Execution   प्रोग्राम निष्पादन के लिए सिम्युलेटर का उपयोग करते हुए CNC नियंत्रण पैनल का संचालन.....	115
Learning Outcome-8 .....	87	10.3. Optimization of Tool Change Sequence in CNC Machining   CNC मशीनिंग में टूल परिवर्तन क्रम का अनुकूलन.....	117
8.1 Concept and Importance of Stock Definition in CAM Programming   CAM प्रोग्रामिंग में स्टॉक परिभाषा की अवधारणा और महत्व .....	87	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	119
8.2 Initial Stock Geometry and Dimension Setup in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में प्रारंभिक स्टॉक ज्यामिति और आयाम सेटअप .....	88	Learning Outcome-11.....	123
8.3 Placement and Alignment of Stock in the Holding Device   होल्डिंग उपकरण में स्टॉक का स्थान निर्धारण और संरेखण.....	90	11.1 Identification of Rework Operations and Machining Parameters   रीवर्क संचालन और मशीनिंग पैरामीटर की पहचान.....	123
8.4 Handling Stock Models and Stock Operations in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में स्टॉक मॉडलों और स्टॉक संचालन का प्रबंधन.....	91	11.2 Creation of Subprograms Using G Codes and M Codes   G कोड और M कोड का उपयोग करके सबप्रोग्राम का निर्माण.....	124
8.5 3D Roughing and Finishing Operations in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में 3D रफिंग और फिनिशिंग संचालन.....	92		

11.3 Selection and Execution of Subprograms for Rework Operations   रीवर्क संचालन के लिए सबप्रोग्राम का चयन और निष्पादन.....	126	13.4 CAM Programming for 3D Mold Cavity Machining   3D मोल्ड कैविटी मशीनिंग के लिए CAM प्रोग्रामिंग .....	156
11.4 Generation of CAM Program Layout   CAM प्रोग्राम लेआउट का निर्माण .....	127	13.5 Workflow Optimization in CAM Programming and Manufacturing   CAM प्रोग्रामिंग और विनिर्माण में कार्यप्रवाह अनुकूलन.....	158
11.5 Toolpath Simulation and Cycle Time Analysis in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में टूल पाथ सिमुलेशन और चक्र समय विश्लेषण .....	129	13.6 Core and Cavity Machining for Mold Manufacturing   मोल्ड निर्माण के लिए कोर और कैविटी मशीनिंग.....	159
11.6 Hole Table Report Generation in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में होल टेबल रिपोर्ट का निर्माण .....	130	13.7 CAM Programming for Die and Mold Manufacturing Processes   डाई और मोल्ड विनिर्माण प्रक्रियाओं के लिए CAM प्रोग्रामिंग .....	161
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	132	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	163
Learning Outcome-12 .....	136	Learning Outcome-14.....	167
12.1 Art Mode Programming and Mesh Editing in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में आर्ट मोड प्रोग्रामिंग और मेष संपादन .....	136	14.1 Root Cause Analysis and Corrective Actions for Quality Improvement   गुणवत्ता सुधार के लिए मूल कारण विश्लेषण और सुधारात्मक कार्यवाही .....	167
12.2 Conversion of 3D Models into Bounding Boxes in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में 3D मॉडलों को बाउंडिंग बॉक्स में परिवर्तित करना .....	137	14.2 Machining-Related Documents and Industry Quality Standards   मशीनिंग-संबंधित दस्तावेज़ और उद्योग गुणवत्ता मानक .....	168
12.3 Raster to Vector Conversion for CAM Programming   CAM प्रोग्रामिंग के लिए रास्टर से वेक्टर रूपांतरण.....	138	14.3 Preparation of Machining Process Documents   मशीनिंग प्रक्रिया दस्तावेज़ों की तैयारी.....	170
12.4 CAM Software Workflow in CNC Programming   CNC प्रोग्रामिंग में CAM सॉफ्टवेयर कार्यप्रवाह.....	140	14.4 Revision Control System for Machining Documents   मशीनिंग दस्तावेज़ों के लिए संशोधन नियंत्रण प्रणाली .....	171
12.5 Advanced Toolpath Strategies: Silhouette Boundary, Dynamic Motion and Accelerated Finishing   उन्नत टूल पाथ रणनीतियाँ: सिल्हूट बाउंड्री, डायनेमिक मोशन और त्वरित फिनिशिंग.....	141	14.5 Interaction with CNC Operators for Quality Inspection and Reporting   गुणवत्ता निरीक्षण और रिपोर्टिंग के लिए CNC ऑपरेटरों के साथ समन्वय .....	173
12.6 Feature Extraction from 3D Models in CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर में 3D मॉडलों से फीचर निष्कर्षण .....	143	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	175
12.7 Tool Entry Motions in CAM Machining Operations   CAM मशीनिंग संचालन में टूल एंट्री मोशन .....	144	Learning Outcome-15.....	179
12.8 Chain Selection Methods in CAM Programming   CAM प्रोग्रामिंग में चेन चयन विधियाँ	146	15.1 Entrepreneurship Opportunities in CAM-Based Manufacturing Services   CAM-आधारित विनिर्माण सेवाओं में उद्यमिता के अवसर .....	179
MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न .....	148	15.2 Types of CAM Service Offerings in Manufacturing Industries   विनिर्माण उद्योगों में CAM सेवा प्रस्तावों के प्रकार.....	180
Learning Outcome-13 .....	152	15.3 Unique Selling Proposition (USP) in CAM-Based Businesses   CAM-आधारित व्यवसायों में विशिष्ट विक्रय प्रस्ताव (USP).....	182
13.1 Complex CAM Programming for Aerospace and Medical Components   एयरोस्पेस और मेडिकल घटकों के लिए जटिल CAM प्रोग्रामिंग.....	152	15.4 Business Plan Preparation for CAM Service Entrepreneurship   CAM सेवा उद्यमिता के लिए व्यवसाय योजना की तैयारी .....	183
13.2 PCB Drilling and Routing Using CAM Software   CAM सॉफ्टवेयर का उपयोग करके PCB ड्रिलिंग और रूटिंग .....	153	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	185
13.3 3D Milling CAM Programming for Complex Surfaces   जटिल सतहों के लिए 3D मिलिंग CAM प्रोग्रामिंग .....	155	Part - 2: Workshop Calculation and Science   वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस .....	189
		1. Unit, Fractions   इकाई, भिन्न .....	190
		MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	192

2. Square Root, Ratio and Proportions, Percentage   वर्गमूल, अनुपात और समानुपात, प्रतिशत.....	195	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	197
3. Material Science   भौतिक सामग्री.....	200	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	202
4. Heat & Temperature and Pressure   ऊष्मा और तापमान तथा दाब.....	206	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	208
5. Basic Electricity   बेसिक इलेक्ट्रिसिटी.....	212	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	214
6. Trigonometry   त्रिकोणमिति.....	217	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	219
Part – 3: Engineering Drawing   अभियांत्रिकी चित्रण.....	222		
1. Introduction to Engineering Drawing and Drawing Instruments   इंजीनियरिंग ड्राइंग और ड्राइंग उपकरणों का परिचय.....	223	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	225
2. Lines and Free Hand Drawing   रेखाएँ और मुक्त हाथ से चित्रण.....	229	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	231
3. Drawing of Geometrical Figures   ज्यामितीय आकृतियों का चित्रण.....	235	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	237
4. Dimensioning   मापंकन.....	241	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	243
5. Concept and Reading of Drawing   ड्राइंग की अवधारणा और पढ़ाई.....	247	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	249
6. Symbolic Representation   प्रतीकात्मक प्रस्तुति.....	254	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	256
7. Reading Job Drawings of the Trade   ट्रेड की जॉब ड्राइंग पढ़ना.....	261	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	263
Part – 4: Employability Skills   रोजगार योग्य कौशल.....	267		
1. Introduction to Employability Skills   रोजगारयोग्यता कौशल का परिचय.....	268	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	271
2. Constitutional values – Citizenship   संवैधानिक मूल्य - नागरिकता.....	277	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	279
3. Becoming a Professional in the 21st Century   21वीं सदी में एक पेशेवर बनना.....	286	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	288
4. Basic English Skills   मूल अंग्रेज़ी कौशल.....	295	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	297
5. Career Development & Goal Setting   कैरियर विकास और लक्ष्य निर्धारण.....	303	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	305
6. Communication Skills   संचार कौशल.....	312	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	314
7. Diversity and Inclusion   विविधता और समावेशन.....	320	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	322
8. Financial and Legal Literacy   वित्तीय और कानूनी साक्षरता.....	329	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	331
9. Essential Digital Skills   आवश्यक डिजिटल कौशल.....	337	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	339
10. Entrepreneurship   उद्यमिता.....	346	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	348
11. Customer Service   ग्राहक सेवा.....	355	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	357
12. Getting ready for apprenticeship & Jobs   प्रशिक्षुता और नौकरियों के लिए तैयारी.....	364	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	366
13. Introduction to Artificial Intelligence (AI)   कृत्रिम बुद्धिमत्ता का परिचय.....	373	MCQ's   बहुविकल्पीय प्रश्न.....	377
Part – 5: Mock Tests   मॉक टेस्ट्स.....	384		
Mock Tests   मॉक टेस्ट - 1.....	385		
Mock Tests   मॉक टेस्ट - 2.....	395		

## Part - 1: Trade Theory | ट्रेड थ्योरी

## Learning Outcome-12

### 12.1 Art Mode Programming and Mesh Editing in CAM Software | CAM सॉफ्टवेयर में आर्ट मोड प्रोग्रामिंग और मेष संपादन

#### CAM SOFTWARE – ART MODE PROGRAMMING / CAM सॉफ्टवेयर – आर्ट मोड प्रोग्रामिंग

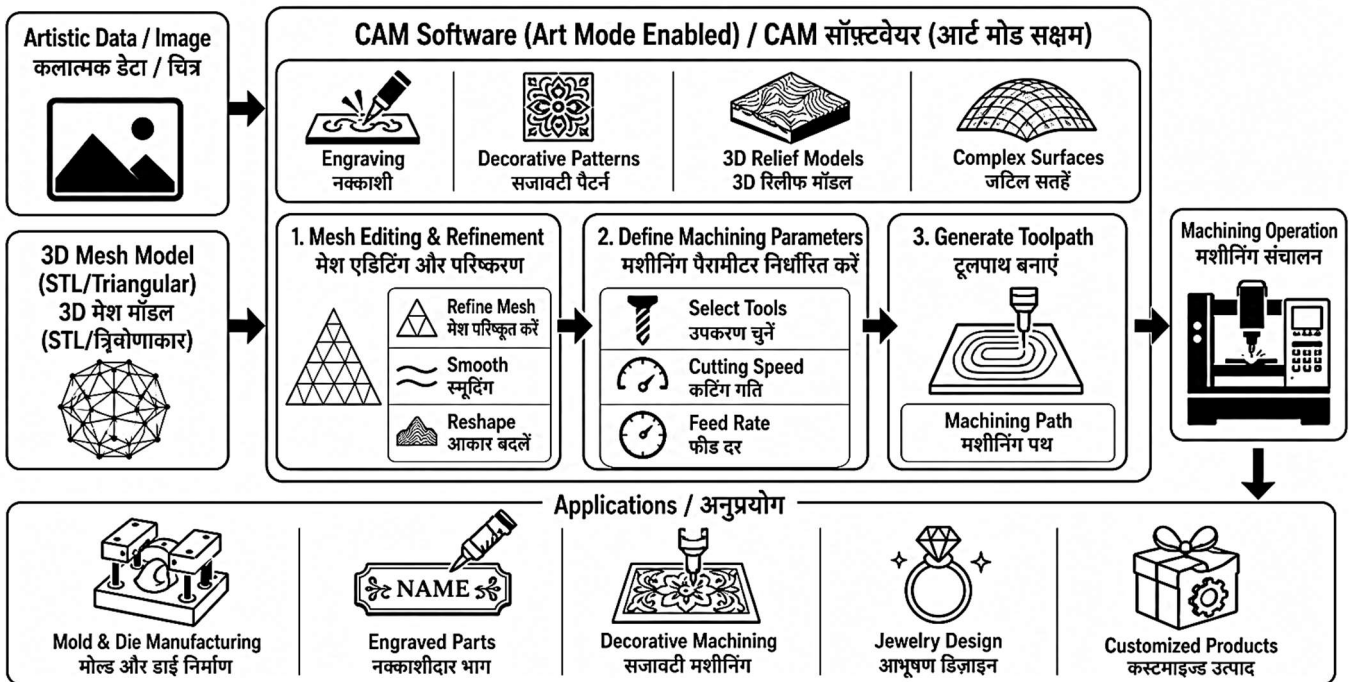


Fig. 12.1: CAM Software Art Mode Programming | CAM सॉफ्टवेयर आर्ट मोड प्रोग्रामिंग

#### 12.1.1 Definition of Art Mode in CAM Software (Fig. 12.1)

**Art Mode** is a special programming feature available in advanced CAM software used for creating artistic designs and machining complex surfaces. It allows programmers to generate toolpaths for engraving, decorative patterns, and 3D relief models based on mesh or graphical data.

#### 12.1.2 Purpose of Art Mode

The main purpose of Art Mode is to convert artistic designs, images, or complex surface models into machining operations. It enables CAM programmers to produce intricate patterns, logos, and detailed surface textures that are difficult to create using standard machining methods.

#### 12.1.3 Types of Mesh Models Used in CAM Software

CAM systems often use **mesh models** to represent complex surfaces. Common types include:

- **STL mesh model:** A widely used format representing surfaces using triangular facets.
- **Triangular mesh model:** A surface composed of multiple connected triangles that define the geometry of the object.

#### 12.1.4 Working Principle of Mesh Editing

Mesh editing involves modifying the triangular surface data of a 3D model. CAM software allows

#### 12.1.1 CAM सॉफ्टवेयर में आर्ट मोड की परिभाषा (Fig. 12.1)

आर्ट मोड उन्नत CAM सॉफ्टवेयर में उपलब्ध एक विशेष प्रोग्रामिंग सुविधा है जिसका उपयोग कलात्मक डिज़ाइन बनाने और जटिल सतहों की मशीनिंग के लिए किया जाता है। यह प्रोग्रामरों को मेष या ग्राफिकल डेटा के आधार पर एनग्रेविंग, सजावटी पैटर्न और 3D रिलीफ मॉडलों के लिए टूल पाथ उत्पन्न करने की अनुमति देता है।

#### 12.1.2 आर्ट मोड का उद्देश्य

आर्ट मोड का मुख्य उद्देश्य कलात्मक डिज़ाइनों, चित्रों या जटिल सतह मॉडलों को मशीनिंग संचालन में परिवर्तित करना है। यह CAM प्रोग्रामरों को जटिल पैटर्न, लोगो और विस्तृत सतह बनावट तैयार करने में सक्षम बनाता है, जिन्हें मानक मशीनिंग विधियों से बनाना कठिन होता है।

#### 12.1.3 CAM सॉफ्टवेयर में उपयोग किए जाने वाले मेष मॉडलों के प्रकार

CAM प्रणालियाँ जटिल सतहों को प्रदर्शित करने के लिए प्रायः मेष मॉडलों का उपयोग करती हैं। सामान्य प्रकार निम्नलिखित हैं:

- **STL मेष मॉडल:** एक व्यापक रूप से उपयोग किया जाने वाला प्रारूप जो त्रिकोणीय सतह खंडों के माध्यम से सतहों का निरूपण करता है।
- **त्रिकोणीय मेष मॉडल:** ऐसी सतह जो कई परस्पर जुड़े त्रिकोणों से बनी होती है, जो वस्तु की ज्यामिति को परिभाषित करते हैं।

#### 12.1.4 मेष संपादन का कार्य सिद्धांत

मेष संपादन में 3D मॉडल के त्रिकोणीय सतह डेटा को संशोधित

users to smooth, refine, or reshape the mesh to achieve the desired design. The edited mesh is then used to generate appropriate machining toolpaths.

### 12.1.5 Steps for Creating CAM Programs Using Art Mode

The process includes importing a mesh model, editing or refining the surface, selecting appropriate machining tools, defining cutting parameters, and generating the toolpath for machining.

### 12.1.6 Applications in Manufacturing

Art Mode programming is widely used in **engraving, mold and die manufacturing, decorative machining, jewelry design, and customized product manufacturing** where complex surface details are required.

करना शामिल होता है। CAM सॉफ्टवेयर उपयोगकर्ताओं को मेष को चिकना करने, परिष्कृत करने या पुनः आकार देने की अनुमति देता है ताकि इच्छित डिज़ाइन प्राप्त किया जा सके। संपादित मेष का उपयोग बाद में उपयुक्त मशीनिंग टूल पाथ उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

### 12.1.5 आर्ट मोड का उपयोग करके CAM प्रोग्राम बनाने के चरण

इस प्रक्रिया में मेष मॉडल आयात करना, सतह का संपादन या परिष्करण करना, उपयुक्त मशीनिंग टूल्स का चयन करना, कटिंग पैरामीटर निर्धारित करना और मशीनिंग के लिए टूल पाथ उत्पन्न करना शामिल होता है।

### 12.1.6 विनिर्माण में अनुप्रयोग

आर्ट मोड प्रोग्रामिंग का व्यापक रूप से एनग्रेविंग, मोल्ड और ड्राई निर्माण, सजावटी मशीनिंग, आभूषण डिज़ाइन और अनुकूलित उत्पाद निर्माण में उपयोग किया जाता है जहाँ जटिल सतह विवरणों की आवश्यकता होती है।

## 12.2 Conversion of 3D Models into Bounding Boxes in CAM Software | CAM सॉफ्टवेयर में 3D मॉडलों को बाउंडिंग बॉक्स में परिवर्तित करना

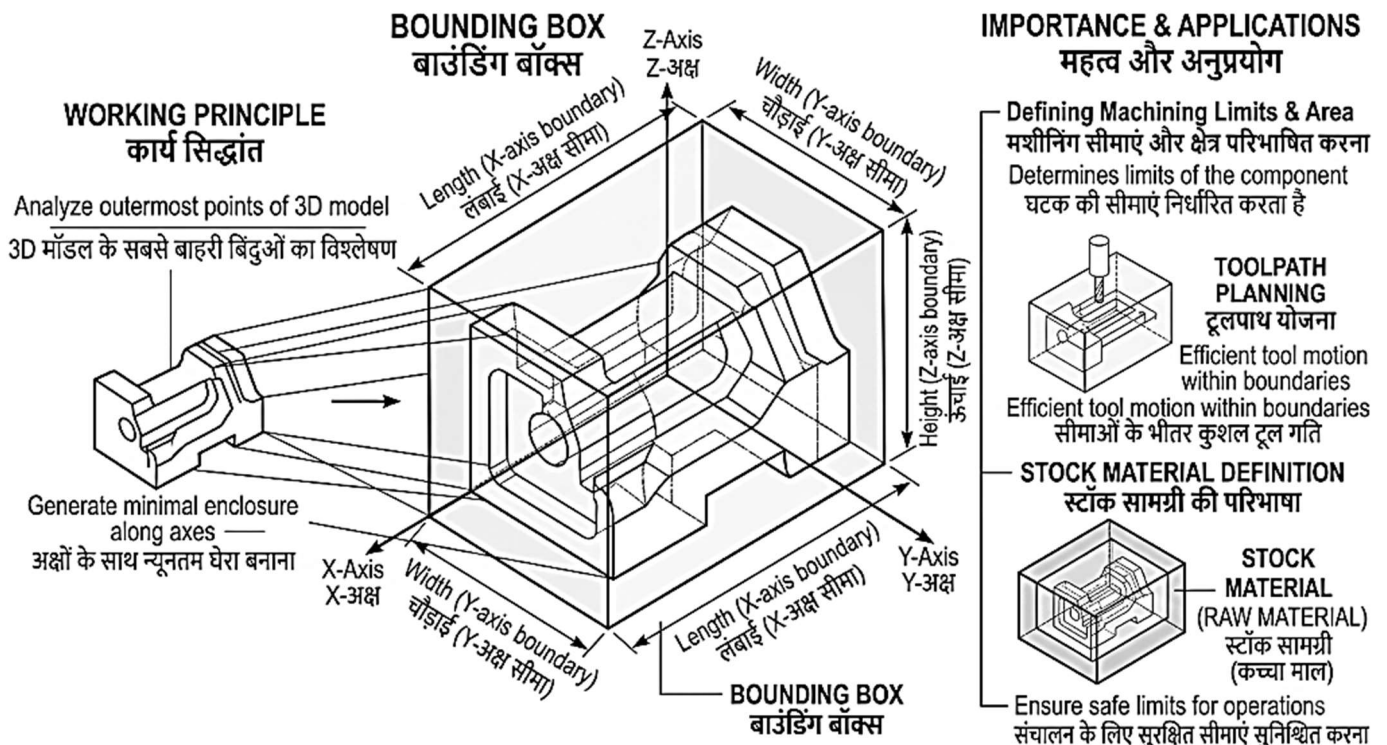


Fig. 12.2: Bounding Box for CAM Machining Limits | CAM मशीनिंग सीमाओं के लिए बाउंडिंग बॉक्स

### 12.2.1 Definition of Bounding Box in CAM Modeling (Fig. 12.2)

A **bounding box** is a rectangular or cuboidal enclosure that surrounds a 3D model in CAM software. It represents the outer limits of the model along the X, Y, and Z axes. The bounding box is used to define the overall dimensions and machining boundaries of the component.

### 12.2.2 Importance of Bounding Box in Machining

The bounding box is important because it helps CAM software determine the machining area and limits of

### 12.2.1 CAM मॉडलिंग में बाउंडिंग बॉक्स की परिभाषा (Fig. 12.2)

बाउंडिंग बॉक्स एक आयताकार या घनाभ आवरण होता है जो CAM सॉफ्टवेयर में किसी 3D मॉडल को चारों ओर से घेरता है। यह X, Y और Z अक्षों के साथ मॉडल की बाहरी सीमाओं को दर्शाता है। बाउंडिंग बॉक्स का उपयोग घटक के समग्र आयामों और मशीनिंग सीमाओं को परिभाषित करने के लिए किया जाता है।

### 12.2.2 मशीनिंग में बाउंडिंग बॉक्स का महत्व

बाउंडिंग बॉक्स महत्वपूर्ण होता है क्योंकि यह CAM सॉफ्टवेयर को घटक के मशीनिंग क्षेत्र और सीमाओं को निर्धारित करने में सहायता

the component. It provides a reference for defining the size of the stock material and helps the system plan toolpaths efficiently. By identifying the outer dimensions of the model, the bounding box ensures that machining operations remain within safe limits.

### 12.2.3 Constructional Features of a Bounding Box

A bounding box is defined by three main dimensions:

- **Length (X-axis boundary):** Represents the horizontal extent of the model.
- **Width (Y-axis boundary):** Represents the side-to-side dimension of the model.
- **Height (Z-axis boundary):** Represents the vertical dimension of the model.

### 12.2.4 Working Principle of Generating a Bounding Box

In CAM software, the system analyzes the outermost points of the 3D model along each coordinate axis. Based on these extreme points, it automatically generates a rectangular box that completely encloses the model.

### 12.2.5 Applications in CAM Operations

Bounding boxes are widely used for **stock definition, defining machining limits, and planning toolpaths**. They help CAM programmers set the machining area correctly and avoid unnecessary tool movements outside the required region.

करता है। यह स्टॉक सामग्री के आकार को परिभाषित करने के लिए एक संदर्भ प्रदान करता है और प्रणाली को टूल पाथ की कुशल योजना बनाने में सहायता करता है। मॉडल के बाहरी आयामों की पहचान करके बाउंडिंग बॉक्स यह सुनिश्चित करता है कि मशीनिंग संचालन सुरक्षित सीमाओं के भीतर ही रहें।

### 12.2.3 बाउंडिंग बॉक्स की निर्माणात्मक विशेषताएँ

एक बाउंडिंग बॉक्स तीन मुख्य आयामों द्वारा परिभाषित होता है:

- **लंबाई (X-अक्ष सीमा):** मॉडल की क्षैतिज सीमा को दर्शाती है।
- **चौड़ाई (Y-अक्ष सीमा):** मॉडल के एक ओर से दूसरी ओर तक के आयाम को दर्शाती है।
- **ऊँचाई (Z-अक्ष सीमा):** मॉडल के ऊर्ध्वाधर आयाम को दर्शाती है।

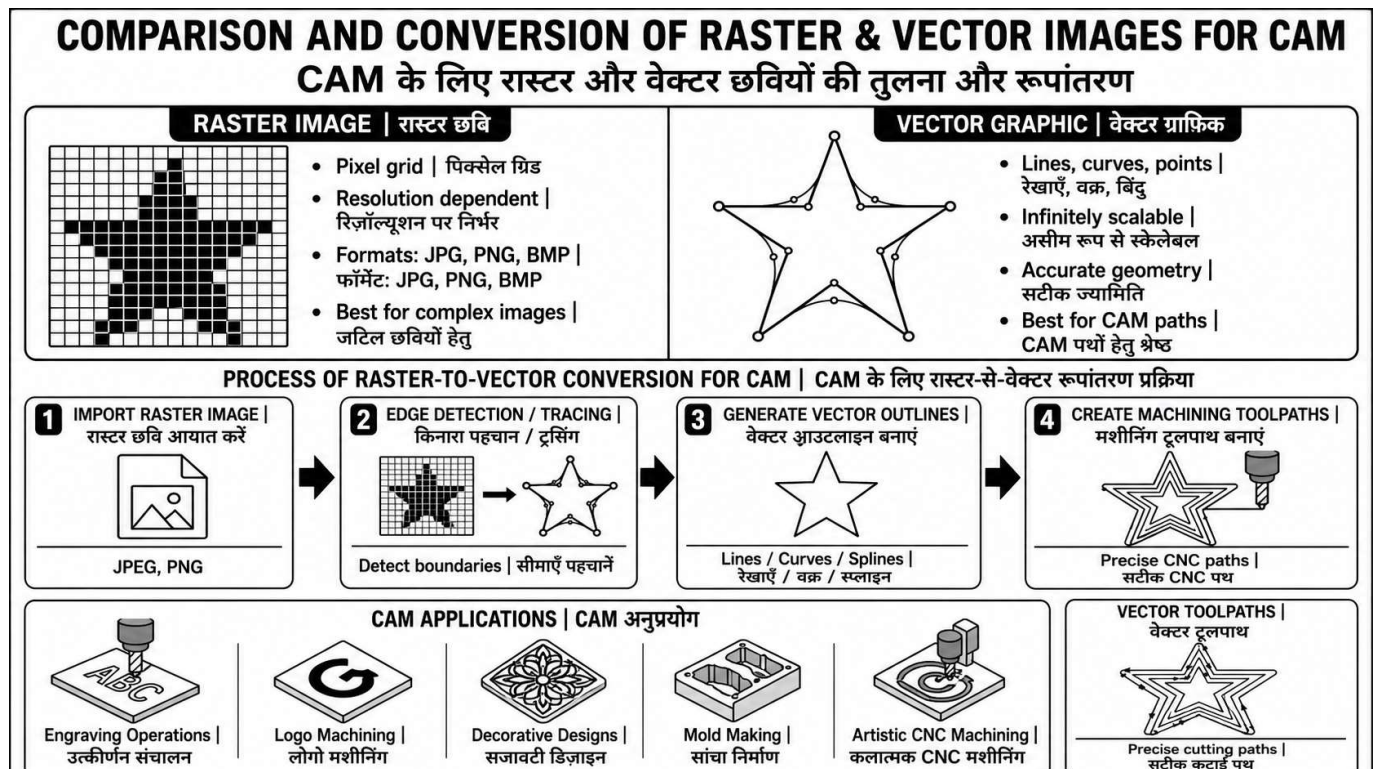
### 12.2.4 बाउंडिंग बॉक्स उत्पन्न करने का कार्य सिद्धांत

CAM सॉफ्टवेयर में प्रणाली प्रत्येक निर्देशांक अक्ष के साथ 3D मॉडल के सबसे बाहरी बिंदुओं का विश्लेषण करती है। इन चरम बिंदुओं के आधार पर यह स्वचालित रूप से एक आयताकार बॉक्स उत्पन्न करती है जो मॉडल को पूरी तरह से घेर लेता है।

### 12.2.5 CAM संचालन में अनुप्रयोग

बाउंडिंग बॉक्स का व्यापक रूप से स्टॉक परिभाषा, मशीनिंग सीमाओं को निर्धारित करने और टूल पाथ की योजना बनाने में उपयोग किया जाता है। यह CAM प्रोग्रामरों को मशीनिंग क्षेत्र को सही ढंग से निर्धारित करने और आवश्यक क्षेत्र के बाहर अनावश्यक टूल गति से बचने में सहायता करता है।

## 12.3 Raster to Vector Conversion for CAM Programming | CAM प्रोग्रामिंग के लिए रास्टर से वेक्टर रूपांतरण



### 12.3.1 Definition of Raster Images and Vector Graphics (Fig. 12.3)

A **raster image** is a digital image made up of a grid of pixels, where each pixel represents a small color value. Common raster formats include JPEG, PNG, and BMP images.

A **vector graphic** is a digital representation of shapes using mathematical lines, curves, and points. Vector images are commonly used in CAD/CAM systems because they provide precise geometric information.

### 12.3.2 Importance of Raster to Vector Conversion

In CAM programming, machining operations require accurate geometric paths. Raster images cannot be used directly for machining because they consist of pixels rather than geometric lines. Therefore, raster images must be converted into **vector format** so that CAM software can generate toolpaths for engraving or machining operations.

### 12.3.3 Working Principle of Raster to Vector Conversion

CAM software analyzes the pixel pattern of the raster image and detects edges or boundaries. These edges are then converted into vector elements such as lines, curves, and splines. The generated vector paths can be used to create machining toolpaths.

### 12.3.4 Steps for Converting Raster Images to Vector Toolpaths

The process generally includes importing the raster image into CAM software, applying edge detection or tracing functions, generating vector outlines, and converting these outlines into toolpaths for machining operations.

### 12.3.5 Merits and Demerits of Raster and Vector Formats

Raster images are useful for displaying detailed images but lack precision for machining. Vector graphics provide accurate geometric data and can be easily scaled without loss of quality, making them suitable for CAM programming.

### 12.3.6 Applications in Manufacturing

Raster to vector conversion is widely used in **engraving operations, logo machining, decorative designs, mold making, and artistic CNC machining** where image-based designs are converted into machinable toolpaths.

### 12.3.1 रास्टर चित्र और वेक्टर ग्राफिक्स की परिभाषा (Fig. 12.3)

रास्टर चित्र एक डिजिटल चित्र होता है जो पिक्सेल के ग्रिड से बना होता है, जहाँ प्रत्येक पिक्सेल एक छोटे रंग मान का प्रतिनिधित्व करता है। सामान्य रास्टर प्रारूपों में JPEG, PNG और BMP चित्र शामिल होते हैं।

वेक्टर ग्राफिक आकृतियों का एक डिजिटल निरूपण होता है जिसमें गणितीय रेखाएँ, वक्र और बिंदुओं का उपयोग किया जाता है। वेक्टर चित्र सामान्यतः CAD/CAM प्रणालियों में उपयोग किए जाते हैं क्योंकि वे सटीक ज्यामितीय जानकारी प्रदान करते हैं।

### 12.3.2 रास्टर से वेक्टर रूपांतरण का महत्व

CAM प्रोग्रामिंग में मशीनिंग संचालन के लिए सटीक ज्यामितीय पथों की आवश्यकता होती है। रास्टर चित्रों का सीधे मशीनिंग के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता क्योंकि वे ज्यामितीय रेखाओं के बजाय पिक्सेल से बने होते हैं। इसलिए रास्टर चित्रों को वेक्टर प्रारूप में परिवर्तित करना आवश्यक होता है ताकि CAM सॉफ्टवेयर एनग्रेविंग या मशीनिंग संचालन के लिए टूल पाथ उत्पन्न कर सके।

### 12.3.3 रास्टर से वेक्टर रूपांतरण का कार्य सिद्धांत

CAM सॉफ्टवेयर रास्टर चित्र के पिक्सेल पैटर्न का विश्लेषण करता है और किनारों या सीमाओं का पता लगाता है। इन किनारों को फिर वेक्टर तत्वों जैसे रेखाएँ, वक्र और स्प्लाइन्स में परिवर्तित किया जाता है। उत्पन्न वेक्टर पथों का उपयोग मशीनिंग टूल पाथ बनाने के लिए किया जा सकता है।

### 12.3.4 रास्टर चित्रों को वेक्टर टूल पाथ में परिवर्तित करने के चरण

इस प्रक्रिया में सामान्यतः रास्टर चित्र को CAM सॉफ्टवेयर में आयात करना, एज डिटेक्शन या ट्रेसिंग फंक्शन लागू करना, वेक्टर रूपरेखाएँ उत्पन्न करना और इन रूपरेखाओं को मशीनिंग संचालन के लिए टूल पाथ में परिवर्तित करना शामिल होता है।

### 12.3.5 रास्टर और वेक्टर प्रारूपों के गुण और दोष

रास्टर चित्र विस्तृत छवियों को प्रदर्शित करने के लिए उपयोगी होते हैं, लेकिन मशीनिंग के लिए उनमें सटीकता की कमी होती है। वेक्टर ग्राफिक्स सटीक ज्यामितीय डेटा प्रदान करते हैं और गुणवत्ता में कमी के बिना आसानी से स्केल किए जा सकते हैं, जिससे वे CAM प्रोग्रामिंग के लिए उपयुक्त होते हैं।

### 12.3.6 विनिर्माण में अनुप्रयोग

रास्टर से वेक्टर रूपांतरण का व्यापक रूप से एनग्रेविंग संचालन, लोगो मशीनिंग, सजावटी डिज़ाइन, मोल्ड निर्माण और कलात्मक CNC मशीनिंग में उपयोग किया जाता है, जहाँ चित्र-आधारित डिज़ाइनों को मशीन योग्य टूल पाथ में परिवर्तित किया जाता है।

## 12.4 CAM Software Workflow in CNC Programming | CNC प्रोग्रामिंग में CAM सॉफ्टवेयर कार्यप्रवाह

### CAM WORKFLOW | CAM कार्यप्रवाह

From Digital Design to CNC Program | डिजिटल डिज़ाइन से CNC प्रोग्राम तक

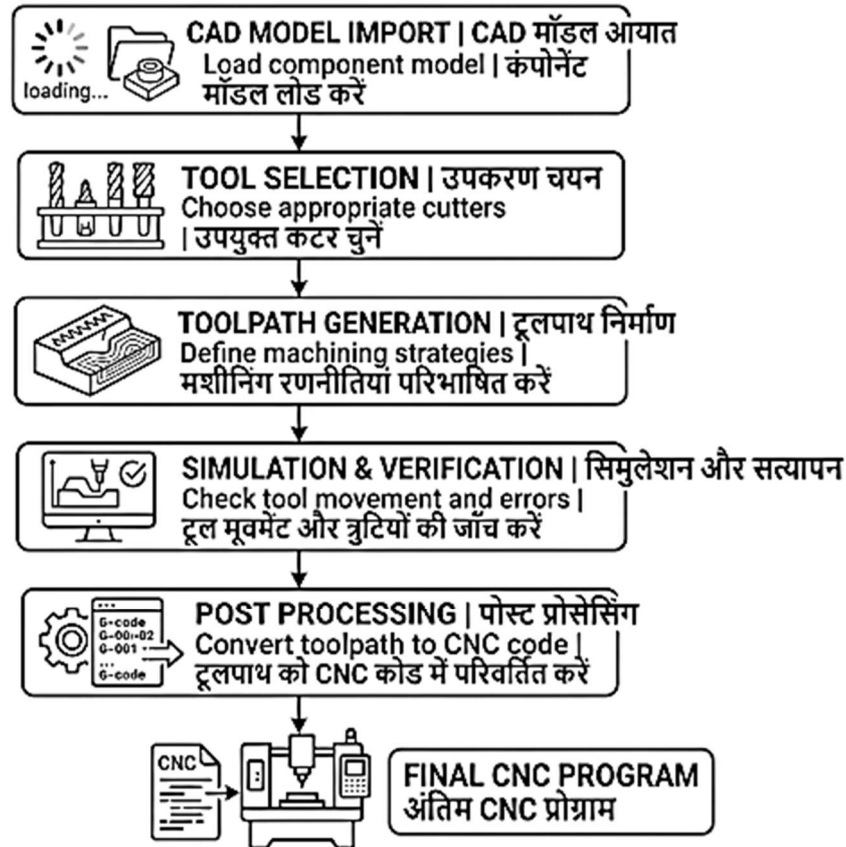


Fig. 12.4: CAM Workflow from Digital Design to CNC Program | डिजिटल डिज़ाइन से CNC प्रोग्राम तक CAM कार्यप्रवाह

#### 12.4.1 Definition of CAM Workflow (Fig. 12.4)

**CAM workflow** refers to the step-by-step process followed in CAM software to convert a digital design into a CNC machining program. It includes activities such as importing the CAD model, selecting tools, generating toolpaths, verifying machining operations, and producing the final CNC code.

#### 12.4.2 Importance of Proper Workflow in CNC Machining

A well-organized CAM workflow ensures efficient and accurate CNC machining operations. Proper workflow helps reduce programming errors, improves machining accuracy, and minimizes production time. It also ensures that machining operations are planned systematically and executed correctly on CNC machines.

#### 12.4.3 Typical CAM Workflow Structure

A standard CAM programming workflow usually follows these steps:

1. **CAD Model Import:** The component model is imported from CAD software.

#### 12.4.1 CAM कार्यप्रवाह की परिभाषा (Fig. 12.4)

CAM कार्यप्रवाह उस चरणबद्ध प्रक्रिया को संदर्भित करता है जिसका पालन CAM सॉफ्टवेयर में एक डिजिटल डिज़ाइन को CNC मशीनिंग प्रोग्राम में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है। इसमें CAD मॉडल को आयात करना, टूल का चयन करना, टूल पाथ उत्पन्न करना, मशीनिंग संचालन का सत्यापन करना और अंतिम CNC कोड तैयार करना जैसी गतिविधियाँ शामिल होती हैं।

#### 12.4.2 CNC मशीनिंग में उचित कार्यप्रवाह का महत्व

एक सुव्यवस्थित CAM कार्यप्रवाह कुशल और सटीक CNC मशीनिंग संचालन सुनिश्चित करता है। उचित कार्यप्रवाह प्रोग्रामिंग त्रुटियों को कम करने, मशीनिंग सटीकता में सुधार करने और उत्पादन समय को न्यूनतम करने में सहायता करता है। यह भी सुनिश्चित करता है कि मशीनिंग संचालन को व्यवस्थित रूप से योजनाबद्ध किया जाए और CNC मशीनों पर सही ढंग से निष्पादित किया जाए।

#### 12.4.3 सामान्य CAM कार्यप्रवाह संरचना

एक मानक CAM प्रोग्रामिंग कार्यप्रवाह सामान्यतः निम्न चरणों का पालन करता है:

1. **CAD मॉडल आयात:** घटक मॉडल को CAD सॉफ्टवेयर से आयात किया जाता है।

- 2. Tool Selection:** Appropriate cutting tools are selected from the tool library.
- 3. Toolpath Generation:** CAM software generates toolpaths based on part geometry and machining parameters.
- 4. Simulation:** The machining process is simulated to verify tool movement and detect errors.
- 5. Post Processing:** The verified toolpath is converted into CNC machine code.

- 2. टूल चयन:** टूल लाइब्रेरी से उपयुक्त कटिंग टूल्स का चयन किया जाता है।
- 3. टूल पाथ निर्माण:** CAM सॉफ्टवेयर भाग की ज्यामिति और मशीनिंग पैरामीटर के आधार पर टूल पाथ उत्पन्न करता है।
- 4. सिमुलेशन:** टूल की गति का सत्यापन करने और त्रुटियों का पता लगाने के लिए मशीनिंग प्रक्रिया का सिमुलेशन किया जाता है।
- 5. पोस्ट प्रोसेसिंग:** सत्यापित टूल पाथ को CNC मशीन कोड में परिवर्तित किया जाता है।

**12.4.4 Working Principle of CAM Workflow**

CAM software analyzes the geometry of the CAD model and applies selected machining strategies to create toolpaths. The toolpaths are then simulated to check for errors. After verification, a post processor converts the toolpath data into machine-readable CNC code.

**12.4.4 CAM कार्यप्रवाह का कार्य सिद्धांत**

CAM सॉफ्टवेयर CAD मॉडल की ज्यामिति का विश्लेषण करता है और चयनित मशीनिंग रणनीतियों को लागू करके टूल पाथ बनाता है। इसके बाद टूल पाथ को त्रुटियों की जाँच के लिए सिमुलेट किया जाता है। सत्यापन के बाद पोस्ट प्रोसेसर टूल पाथ डेटा को मशीन द्वारा पढ़े जाने योग्य CNC कोड में परिवर्तित करता है।

**12.4.5 Key Steps in CAM Programming Workflow**  
Key steps include **model import, machining setup, tool selection, parameter definition, toolpath creation, simulation, and program generation.**

**12.4.5 CAM प्रोग्रामिंग कार्यप्रवाह के प्रमुख चरण** मुख्य चरणों में मॉडल आयात, मशीनिंग सेटअप, टूल चयन, पैरामीटर परिभाषा, टूल पाथ निर्माण, सिमुलेशन और प्रोग्राम निर्माण शामिल हैं।

**12.4.6 Applications in Manufacturing Industries**  
CAM workflow is widely used in **automotive, aerospace, mold and die manufacturing, and precision engineering industries** for efficient CNC programming and automated production.

**12.4.6 विनिर्माण उद्योगों में अनुप्रयोग**  
CAM कार्यप्रवाह का व्यापक रूप से ऑटोमोबाइल, एयरोस्पेस, मोल्ड और डाई निर्माण तथा प्रिसिजन इंजीनियरिंग उद्योगों में कुशल CNC प्रोग्रामिंग और स्वचालित उत्पादन के लिए उपयोग किया जाता है।

**12.5 Advanced Toolpath Strategies: Silhouette Boundary, Dynamic Motion and Accelerated Finishing | उन्नत टूल पाथ रणनीतियाँ: सिल्हूट बाउंड्री, डायनेमिक मोशन और त्वरित फिनिशिंग**

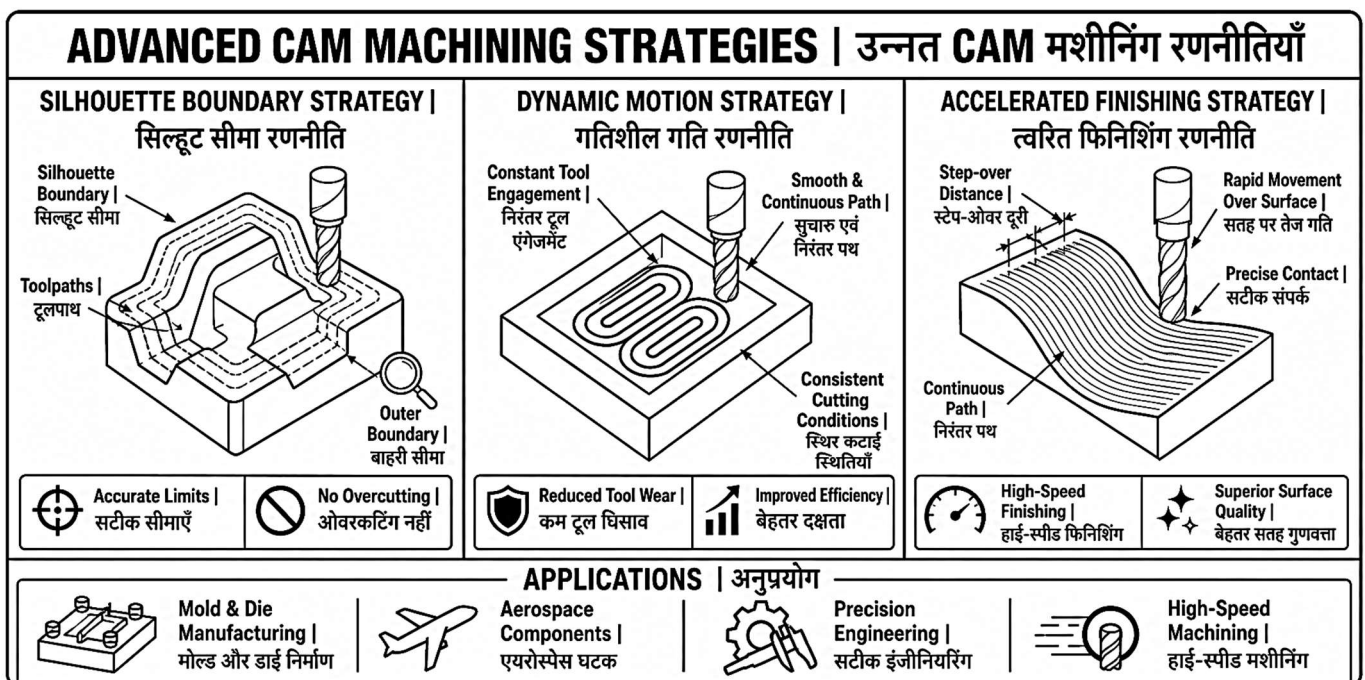


Fig. 12.5: Advanced CAM Machining Strategies | उन्नत CAM मशीनिंग रणनीतियाँ

**12.5.1 Definition of Advanced CAM Machining Strategies (Fig. 12.5)**

**12.5.1 उन्नत CAM मशीनिंग रणनीतियों की परिभाषा (Fig. 12.5)**

**Advanced CAM machining strategies** are specialized toolpath techniques used to improve machining efficiency, accuracy, and surface quality in CNC operations. These strategies are designed for machining complex shapes, reducing machining time, and increasing tool life in modern manufacturing.

### 12.5.2 Classification of Advanced Toolpath Strategies

Common advanced toolpath strategies include:

- **Silhouette Boundary Strategy:** Used to define the outer boundary of a 3D model for accurate machining limits.
- **Dynamic Motion Strategy:** Maintains constant tool engagement and smooth tool movement during cutting.
- **Accelerated Finishing Strategy:** Used for high-speed finishing operations to achieve smooth surface finish.

### 12.5.3 Working Principle of Silhouette Boundary

The **silhouette boundary strategy** identifies the outermost edges of a 3D model and generates toolpaths within these boundaries. This prevents the tool from moving outside the part geometry and ensures precise machining limits.

### 12.5.4 Working Principle of Dynamic Motion

Dynamic motion toolpaths maintain consistent cutting conditions by controlling tool engagement with the material. The tool follows a smooth and continuous path, reducing tool wear and improving machining efficiency.

### 12.5.5 Working Principle of Accelerated Finishing

Accelerated finishing uses optimized toolpaths and small step-over distances to produce high-quality surface finishes. The tool moves rapidly over the surface while maintaining precise contact with the workpiece.

### 12.5.6 Advantages of Advanced Toolpath Strategies

These strategies improve machining speed, reduce tool wear, enhance surface finish, and increase overall productivity in CNC machining.

### 12.5.7 Applications in Manufacturing

Advanced toolpath strategies are widely used in **high-speed machining, mold and die manufacturing, aerospace components, and precision engineering industries** where complex surfaces and high accuracy are required.

उन्नत CAM मशीनिंग रणनीतियाँ विशेष दूल पाथ तकनीकें हैं जिनका उपयोग CNC संचालन में मशीनिंग दक्षता, सटीकता और सतह गुणवत्ता को सुधारने के लिए किया जाता है। ये रणनीतियाँ जटिल आकृतियों की मशीनिंग, मशीनिंग समय को कम करने और आधुनिक विनिर्माण में दूल जीवन को बढ़ाने के लिए विकसित की गई हैं।

### 12.5.2 उन्नत दूल पाथ रणनीतियों का वर्गीकरण

सामान्य उन्नत दूल पाथ रणनीतियों में शामिल हैं:

- **सिलहूट बाउंड्री रणनीति:** 3D मॉडल की बाहरी सीमा को परिभाषित करने के लिए उपयोग की जाती है ताकि मशीनिंग सीमाएँ सटीक रहें।
- **डायनेमिक मोशन रणनीति:** कटिंग के दौरान दूल के निरंतर संलग्न और सुचारु गति को बनाए रखती है।
- **त्वरित फिनिशिंग रणनीति:** चिकनी सतह फिनिश प्राप्त करने के लिए उच्च गति फिनिशिंग संचालन में उपयोग की जाती है।

### 12.5.3 सिलहूट बाउंड्री का कार्य सिद्धांत

सिलहूट बाउंड्री रणनीति 3D मॉडल के सबसे बाहरी किनारों की पहचान करती है और इन सीमाओं के भीतर दूल पाथ उत्पन्न करती है। इससे दूल को भाग की ज्यामिति के बाहर जाने से रोका जाता है और सटीक मशीनिंग सीमाएँ सुनिश्चित होती हैं।

### 12.5.4 डायनेमिक मोशन का कार्य सिद्धांत

डायनेमिक मोशन दूल पाथ सामग्री के साथ दूल के संलग्न को नियंत्रित करके समान कटिंग परिस्थितियों को बनाए रखते हैं। दूल एक सुचारु और निरंतर पथ का अनुसरण करता है, जिससे दूल घिसाव कम होता है और मशीनिंग दक्षता में सुधार होता है।

### 12.5.5 त्वरित फिनिशिंग का कार्य सिद्धांत

त्वरित फिनिशिंग अनुकूलित दूल पाथ और छोटे स्टेप-ओवर दूरी का उपयोग करके उच्च गुणवत्ता की सतह फिनिश उत्पन्न करती है। दूल सतह पर तेज़ी से चलता है और वर्कपीस के साथ सटीक संपर्क बनाए रखता है।

### 12.5.6 उन्नत दूल पाथ रणनीतियों के लाभ

ये रणनीतियाँ मशीनिंग गति को बढ़ाती हैं, दूल घिसाव को कम करती हैं, सतह फिनिश को बेहतर बनाती हैं और CNC मशीनिंग में समग्र उत्पादकता को बढ़ाती हैं।

### 12.5.7 विनिर्माण में अनुप्रयोग

उन्नत दूल पाथ रणनीतियों का व्यापक रूप से उच्च गति मशीनिंग, मोल्ड और डाई निर्माण, एयरोस्पेस घटकों और प्रिसिजन इंजीनियरिंग उद्योगों में उपयोग किया जाता है, जहाँ जटिल सतहों और उच्च सटीकता की आवश्यकता होती है।

## 12.6 Feature Extraction from 3D Models in CAM Software | CAM सॉफ्टवेयर में 3D मॉडलों से फीचर निष्कर्षण

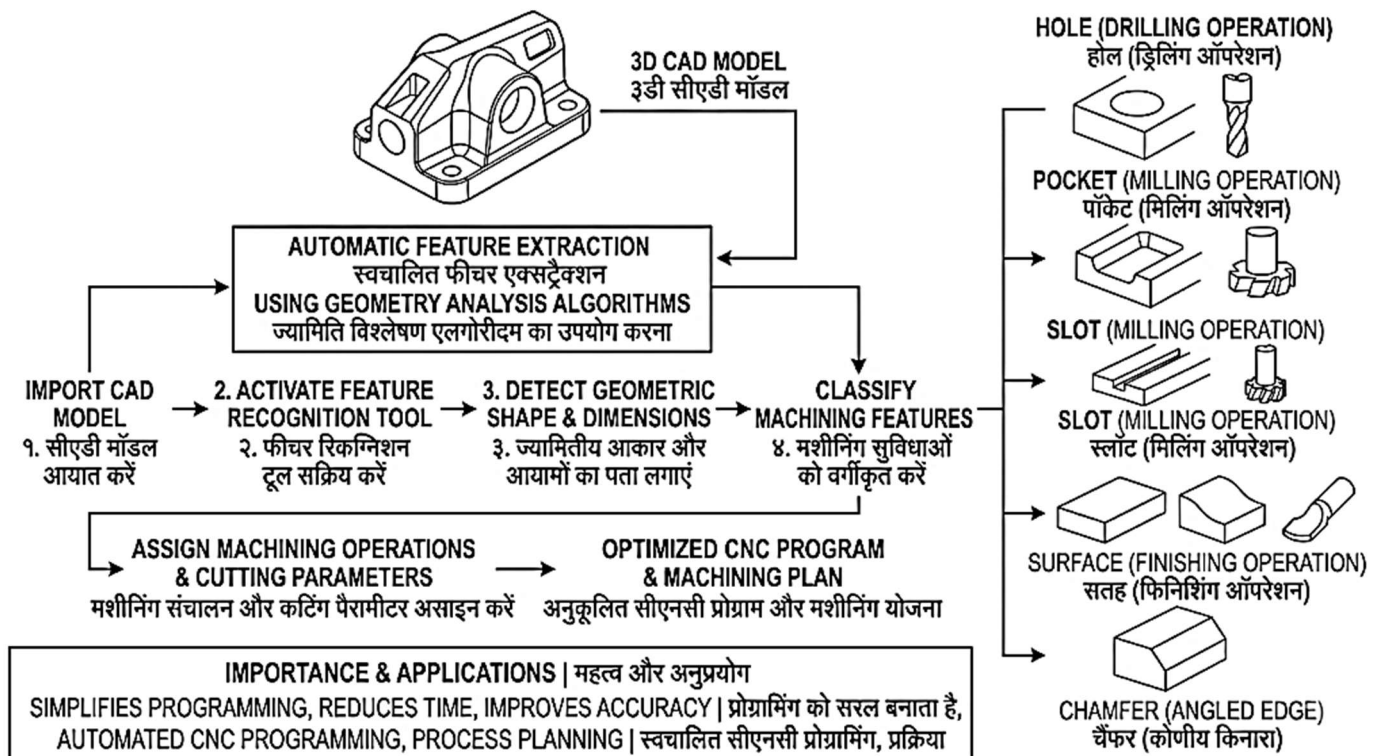


Fig. 12.6: Automatic Feature Extraction in CNC Machining | CNC मशीनिंग में स्वचालित फीचर एक्सट्रैक्शन

### 12.6.1 Definition of Feature Extraction in CAM Software (Fig. 12.6)

**Feature extraction** in CAM software is the process of automatically identifying machining features from a 3D CAD model. These features represent specific geometric elements such as holes, pockets, slots, and surfaces that require machining operations.

### 12.6.2 Importance of Identifying Machining Features

Automatic identification of machining features helps CAM programmers simplify the programming process. Instead of manually defining every machining operation, the CAM system recognizes features and suggests suitable machining strategies. This reduces programming time and improves accuracy in CNC machining operations.

### 12.6.3 Classification of Extracted Features

Common machining features that can be extracted from a 3D model include:

- **Holes:** Circular openings used for drilling or boring operations.
- **Pockets:** Recessed cavities requiring milling operations.
- **Slots:** Narrow grooves created by milling.
- **Surfaces:** Flat or curved surfaces requiring finishing operations.
- **Chamfers:** Angled edges used for assembly and safety.

### 12.6.1 CAM सॉफ्टवेयर में फीचर निष्कर्षण की परिभाषा (Fig. 12.6)

CAM सॉफ्टवेयर में फीचर निष्कर्षण वह प्रक्रिया है जिसमें 3D CAD मॉडल से मशीनिंग फीचर्स की स्वचालित पहचान की जाती है। ये फीचर्स विशिष्ट ज्यामितीय तत्वों का प्रतिनिधित्व करते हैं जैसे छिद्र, पॉकेट, स्लॉट और सतहें, जिनके लिए मशीनिंग संचालन की आवश्यकता होती है।

### 12.6.2 मशीनिंग फीचर्स की पहचान का महत्व

मशीनिंग फीचर्स की स्वचालित पहचान CAM प्रोग्रामरों को प्रोग्रामिंग प्रक्रिया को सरल बनाने में सहायता करती है। प्रत्येक मशीनिंग संचालन को मैन्युअली परिभाषित करने के बजाय, CAM प्रणाली फीचर्स को पहचानती है और उपयुक्त मशीनिंग रणनीतियों का सुझाव देती है। इससे प्रोग्रामिंग समय कम होता है और CNC मशीनिंग संचालन में सटीकता में सुधार होता है।

### 12.6.3 निकाले गए फीचर्स का वर्गीकरण

3D मॉडल से निकाले जा सकने वाले सामान्य मशीनिंग फीचर्स में शामिल हैं:

- **छिद्र:** ड्रिलिंग या बोरिंग संचालन के लिए उपयोग किए जाने वाले वृत्ताकार छिद्र।
- **पॉकेट:** मिलिंग संचालन की आवश्यकता वाले अवतल गुहाएँ।
- **स्लॉट:** मिलिंग द्वारा बनाए गए संकरे खांचे।
- **सतहें:** फिनिशिंग संचालन की आवश्यकता वाली समतल या वक्राकार सतहें।
- **चैम्फर:** संयोजन और सुरक्षा के लिए उपयोग किए जाने वाले कोणीय किनारे।

### 12.6.4 Working Principle of Automatic Feature Recognition

CAM software uses **feature recognition algorithms** to analyze the geometry of the 3D model. The system detects shapes and dimensions that correspond to standard machining features and automatically classifies them for machining operations.

### 12.6.5 Steps for Extracting Features from 3D Models

The process generally involves importing the CAD model, activating the feature recognition tool in the CAM software, automatically detecting the machining features, and assigning appropriate machining operations and cutting parameters.

### 12.6.6 Applications in CNC Programming

Feature extraction is widely used in **automated CNC programming, machining process planning, and high-efficiency manufacturing systems** to simplify CAM programming and improve productivity.

### 12.6.4 स्वचालित फीचर पहचान का कार्य सिद्धांत

CAM सॉफ्टवेयर 3D मॉडल की ज्यामिति का विश्लेषण करने के लिए फीचर पहचान एल्गोरिदम का उपयोग करता है। प्रणाली उन आकृतियों और आयामों का पता लगाती है जो मानक मशीनिंग फीचर्स से मेल खाते हैं और उन्हें स्वचालित रूप से मशीनिंग संचालन के लिए वर्गीकृत करती है।

### 12.6.5 3D मॉडलों से फीचर्स निकालने के चरण

इस प्रक्रिया में सामान्यतः CAD मॉडल को आयात करना, CAM सॉफ्टवेयर में फीचर पहचान उपकरण को सक्रिय करना, मशीनिंग फीचर्स का स्वचालित पता लगाना और उपयुक्त मशीनिंग संचालन तथा कटिंग पैरामीटर निर्धारित करना शामिल होता है।

### 12.6.6 CNC प्रोग्रामिंग में अनुप्रयोग

फीचर निष्कर्षण का व्यापक रूप से स्वचालित CNC प्रोग्रामिंग, मशीनिंग प्रक्रिया योजना और उच्च दक्षता वाले विनिर्माण प्रणालियों में उपयोग किया जाता है ताकि CAM प्रोग्रामिंग को सरल बनाया जा सके और उत्पादकता में सुधार किया जा सके।

## 12.7 Tool Entry Motions in CAM Machining Operations | CAM मशीनिंग संचालन में टूल एंट्री मोशन

TYPES OF TOOL ENTRY MOTIONS   टूल एंट्री मोशन के प्रकार			
<b>TOOL ENTRY MOTION   टूल एंट्री मोशन</b> <b>Definition:</b> Method of cutting tool entering workpiece. <b>Importance:</b> For safe, efficient machining, reduced tool load, better tool life.   परिभाषा: कर्तन टूल का वर्कपीस में प्रवेश करने की विधि। महत्व: सुरक्षित, कुशल मशीनिंग के लिए, कम टूल लोड, बेहतर टूल जीवन।			
<b>PLUNGE ENTRY   प्लंज एंट्री</b> Simple method. 	<b>RAMP ENTRY   रैंप एंट्री</b> Gradual entry at an angle. 	<b>HELICAL ENTRY   हेलिकल एंट्री</b> Follows a circular downward path. 	<b>ZIG-ZAG ENTRY   ज़िग-ज़ैग एंट्री</b> 
Simple method. सरल विधि.	Gradual entry at an angle. एक कोण पर क्रमिक प्रवेश	Follows a circular downward path. नीचे की ओर गोलाकार पथ का अनुसरण करता है	Enters with connected linear moves. जुड़े हुए रैखिक चालों के साथ प्रवेश करता है

Fig. 12.7: Types of Tool Entry Motions in CAM | CAM में टूल एंट्री मोशन के प्रकार

### 12.7.1 Definition of Tool Entry Motion (Fig. 12.7)

**Tool entry motion** refers to the method by which a cutting tool enters the workpiece material at the beginning of a machining operation. In CAM programming, the entry motion determines how the tool approaches the material before starting the cutting process.

### 12.7.2 Importance of Proper Tool Entry

### 12.7.1 टूल एंट्री मोशन की परिभाषा (Fig. 12.7)

टूल एंट्री मोशन उस विधि को संदर्भित करता है जिसके द्वारा किसी मशीनिंग संचालन की शुरुआत में कटिंग टूल वर्कपीस सामग्री में प्रवेश करता है। CAM प्रोग्रामिंग में, एंट्री मोशन यह निर्धारित करता है कि कटिंग प्रक्रिया शुरू करने से पहले टूल सामग्री के पास कैसे पहुँचता है।

### 12.7.2 उचित टूल एंट्री का महत्व

सुरक्षित और कुशल मशीनिंग सुनिश्चित करने के लिए उचित टूल एंट्री

Proper tool entry is essential to ensure safe and efficient machining. Incorrect entry methods may cause sudden tool load, tool breakage, or poor surface quality. A well-planned tool entry reduces cutting forces, improves tool life, and provides smoother machining operations.

### 12.7.3 Classification of Tool Entry Methods

Common tool entry methods used in CAM software include:

- **Plunge Entry:** The tool moves vertically downward into the material.
- **Ramp Entry:** The tool enters gradually along an inclined path.
- **Helical Entry:** The tool follows a circular spiral path while moving downward.
- **Zig-Zag Entry:** The tool enters through alternating linear movements.

### 12.7.4 Working Principle of Tool Entry Motion

In CAM software, the entry motion is defined while generating the toolpath. The system calculates the entry path based on selected parameters such as entry angle, step depth, and tool diameter. The generated motion allows the tool to gradually engage with the material.

### 12.7.5 Advantages and Limitations of Entry Methods

Plunge entry is simple but may cause high cutting forces. Ramp and helical entries provide smoother cutting and reduce tool load but may increase machining time. Zig-zag entry is suitable for certain pocket machining operations but requires careful programming.

### 12.7.6 Applications in Machining Operations

Tool entry motions are widely used in **milling operations, pocket machining, contour machining, and complex surface machining** to ensure safe and efficient cutting in CNC manufacturing.

आवश्यक है। गलत एंट्री विधियाँ अचानक टूल लोड, टूल टूटने या खराब सतह गुणवत्ता का कारण बन सकती हैं। अच्छी तरह से योजनाबद्ध टूल एंट्री कटिंग बलों को कम करती है, टूल जीवन में सुधार करती है और अधिक सुचारु मशीनिंग संचालन प्रदान करती है।

### 12.7.3 टूल एंट्री विधियों का वर्गीकरण

CAM सॉफ्टवेयर में उपयोग की जाने वाली सामान्य टूल एंट्री विधियाँ निम्नलिखित हैं:

- **प्लंज एंट्री:** टूल सामग्री में ऊर्ध्वाधर दिशा में नीचे की ओर प्रवेश करता है।
- **रैम्प एंट्री:** टूल एक झुके हुए पथ के साथ धीरे-धीरे प्रवेश करता है।
- **हेलिकल एंट्री:** टूल नीचे की ओर जाते हुए वृत्ताकार सर्पिल पथ का अनुसरण करता है।
- **ज़िग-ज़ैग एंट्री:** टूल वैकल्पिक रैखिक गतियों के माध्यम से प्रवेश करता है।

### 12.7.4 टूल एंट्री मोशन का कार्य सिद्धांत

CAM सॉफ्टवेयर में टूल पाथ उत्पन्न करते समय एंट्री मोशन को परिभाषित किया जाता है। प्रणाली चयनित पैरामीटर जैसे एंट्री कोण, स्टेप गहराई और टूल व्यास के आधार पर एंट्री पथ की गणना करती है। उत्पन्न गति टूल को धीरे-धीरे सामग्री के साथ संलग्न होने की अनुमति देती है।

### 12.7.5 एंट्री विधियों के लाभ और सीमाएँ

प्लंज एंट्री सरल होती है, लेकिन इससे उच्च कटिंग बल उत्पन्न हो सकते हैं। रैम्प और हेलिकल एंट्री अधिक सुचारु कटिंग प्रदान करती हैं और टूल लोड को कम करती हैं, लेकिन मशीनिंग समय बढ़ा सकती हैं। ज़िग-ज़ैग एंट्री कुछ पॉकेट मशीनिंग संचालन के लिए उपयुक्त होती है, लेकिन इसके लिए सावधानीपूर्वक प्रोग्रामिंग की आवश्यकता होती है।

### 12.7.6 मशीनिंग संचालन में अनुप्रयोग

टूल एंट्री मोशन का व्यापक रूप से मिलिंग संचालन, पॉकेट मशीनिंग, कंटूर मशीनिंग और जटिल सतह मशीनिंग में उपयोग किया जाता है ताकि CNC विनिर्माण में सुरक्षित और कुशल कटिंग सुनिश्चित की जा सके।

## 12.8 Chain Selection Methods in CAM Programming | CAM प्रोग्रामिंग में चेन चयन विधियाँ

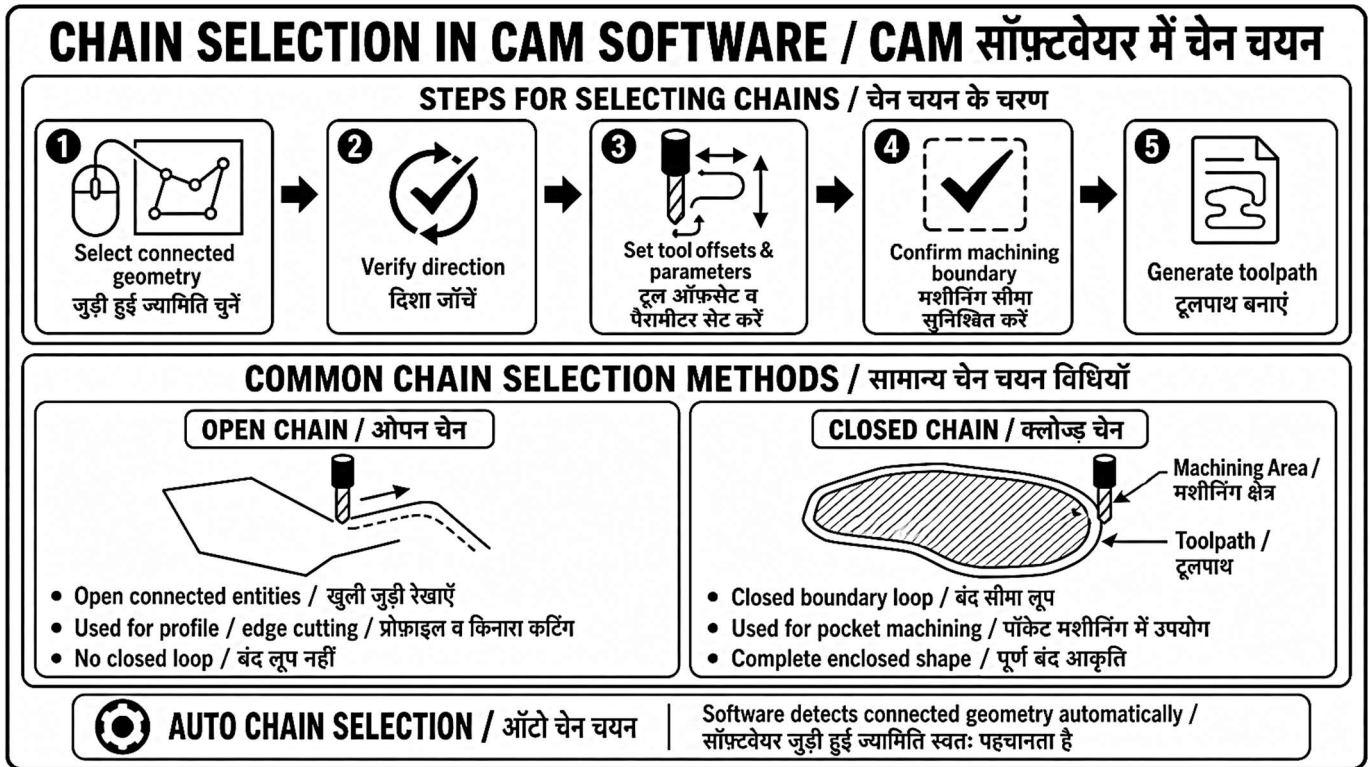


Fig. 12.8: Chain Selection in CAM Software | CAM सॉफ्टवेयर में चेन चयन

### 12.8.1 Definition of Chain Selection in CAM Software (Fig. 12.8)

**Chain selection** in CAM software refers to the process of selecting connected geometric entities such as lines, arcs, or curves that define the boundary of a machining area. These chains are used by the CAM system to generate toolpaths for machining operations like contouring, pocketing, and profiling.

### 12.8.2 Importance of Chain Selection

Chain selection is important because it defines the exact boundary where the cutting tool will move during machining. Correct chain selection ensures accurate toolpath generation and prevents machining outside the intended area. It also helps maintain dimensional accuracy and improves machining efficiency.

### 12.8.3 Classification of Chain Selection Methods

Common chain selection methods used in CAM software include:

- **Open chain:** A sequence of connected entities that does not form a closed loop, typically used for profile or edge machining.
- **Closed chain:** A complete loop of connected entities forming a boundary, commonly used in pocket machining operations.

### 12.8.1 CAM सॉफ्टवेयर में चेन चयन की परिभाषा (Fig. 12.8)

CAM सॉफ्टवेयर में चेन चयन उस प्रक्रिया को संदर्भित करता है जिसमें परस्पर जुड़े ज्यामितीय तत्वों जैसे रेखाएँ, आर्क या वक्रों का चयन किया जाता है, जो किसी मशीनिंग क्षेत्र की सीमा को परिभाषित करते हैं। इन चेन का उपयोग CAM प्रणाली द्वारा कंटूरिंग, पॉकेटिंग और प्रोफाइलिंग जैसे मशीनिंग संचालन के लिए टूल पाथ उत्पन्न करने में किया जाता है।

### 12.8.2 चेन चयन का महत्व

चेन चयन महत्वपूर्ण है क्योंकि यह उस सटीक सीमा को परिभाषित करता है जहाँ मशीनिंग के दौरान कटिंग टूल चलेगा। सही चेन चयन सटीक टूल पाथ निर्माण सुनिश्चित करता है और इच्छित क्षेत्र के बाहर मशीनिंग को रोकता है। यह आयामी सटीकता बनाए रखने और मशीनिंग दक्षता में सुधार करने में भी सहायता करता है।

### 12.8.3 चेन चयन विधियों का वर्गीकरण

CAM सॉफ्टवेयर में उपयोग की जाने वाली सामान्य चेन चयन विधियाँ निम्नलिखित हैं:

- **ओपन चेन:** परस्पर जुड़े तत्वों का ऐसा क्रम जो बंद लूप नहीं बनाता, जिसे सामान्यतः प्रोफाइल या किनारे की मशीनिंग के लिए उपयोग किया जाता है।
- **क्लोज्ड चेन:** परस्पर जुड़े तत्वों का पूर्ण लूप जो एक सीमा बनाता है, जिसे सामान्यतः पॉकेट मशीनिंग संचालन में उपयोग किया जाता है।
- **स्वचालित चेन चयन:** CAM सॉफ्टवेयर स्वचालित रूप से जुड़े हुए

- **Automatic chain selection:** The CAM software automatically detects and selects connected geometry for toolpath generation.

#### 12.8.4 Working Principle of Chain Selection

When generating toolpaths, CAM software analyzes the selected chain geometry and determines the direction and boundary of machining. The toolpath is then created based on the selected chain and machining parameters such as tool diameter and offset direction.

#### 12.8.5 Steps for Selecting Chains

The programmer selects the required geometry from the CAD model, verifies the chain direction, defines tool offsets, and confirms the boundary for the machining operation.

#### 12.8.6 Applications in Machining Operations

Chain selection methods are widely used in **contour machining, pocket milling, slot machining, and profile machining** to define accurate machining boundaries in CAM programming.

ज्यामिति तत्वों का पता लगाकर टूल पाथ निर्माण के लिए उनका चयन करता है।

#### 12.8.4 चेन चयन का कार्य सिद्धांत

टूल पाथ उत्पन्न करते समय CAM सॉफ्टवेयर चयनित चेन ज्यामिति का विश्लेषण करता है और मशीनिंग की दिशा तथा सीमा निर्धारित करता है। इसके बाद चयनित चेन और मशीनिंग पैरामीटर जैसे टूल व्यास और ऑफसेट दिशा के आधार पर टूल पाथ बनाया जाता है।

#### 12.8.5 चेन चयन करने के चरण

प्रोग्रामर CAD मॉडल से आवश्यक ज्यामिति का चयन करता है, चेन की दिशा का सत्यापन करता है, टूल ऑफसेट को परिभाषित करता है और मशीनिंग संचालन के लिए सीमा की पुष्टि करता है।

#### 12.8.6 मशीनिंग संचालन में अनुप्रयोग

चेन चयन विधियों का व्यापक रूप से कंटूर मशीनिंग, पॉकेट मिलिंग, स्लॉट मशीनिंग और प्रोफाइल मशीनिंग में उपयोग किया जाता है ताकि CAM प्रोग्रामिंग में सटीक मशीनिंग सीमाएँ निर्धारित की जा सकें।

## MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

**Q1. What is the purpose of Art Mode in CAM software? / CAM सॉफ्टवेयर में आर्ट मोड का उद्देश्य क्या है?**

- (a) Simulate machining / मशीनिंग का सिमुलेशन करना
- (b) Create aesthetic relief and patterns / सौंदर्यपूर्ण आकृतियाँ और पैटर्न बनाना
- (c) Generate code / कोड जनरेट करना
- (d) Set coordinate systems / निर्देशांक प्रणाली सेट करना

Ans. b | Sol. : Art Mode is used to design decorative or relief features directly on surfaces. / आर्ट मोड सतहों पर सजावटी या उभरी हुई आकृतियाँ डिज़ाइन करने के लिए उपयोग होता है।

**Q2. Raster to vector conversion in CAM is used for what purpose? / CAM में रास्टर से वेक्टर रूपांतरण का क्या उद्देश्य होता है?**

- (a) Compress images / छवियाँ संपीड़ित करना
- (b) Convert bitmap images to toolpaths / बिटमैप छवियों को टूलपाथ में बदलना
- (c) Change tool size / टूल का आकार बदलना
- (d) Edit coordinates / निर्देशांक संपादित करना

Ans. b | Sol. : Raster to vector allows scanned drawings to be transformed into machinable paths. / रास्टर से वेक्टर रूपांतरण स्कैन की गई ड्राइंग्स को मशीनिंग योग्य पथों में बदलने की सुविधा देता है।

**Q3. What does tool entry motion determine in CAM? / CAM में टूल एंट्री मोशन किसे निर्धारित करता है?**

- (a) Color of the part / पार्ट का रंग
- (b) Tool type / टूल का प्रकार
- (c) How the tool enters the material / टूल सामग्री में कैसे प्रवेश करता है
- (d) Tool shape / टूल का आकार

Ans. c | Sol. : Entry motion defines the method of inserting the tool into the workpiece to avoid damage. / एंट्री मोशन कार्यपीस में टूल को नुकसान से बचाते हुए डालने की विधि को परिभाषित करता है।

**Q4. What is the key purpose of CAM software workflow? / CAM सॉफ्टवेयर वर्कफ्लो का मुख्य उद्देश्य क्या है?**

- (a) Play background music / पृष्ठभूमि संगीत चलाना
- (b) Organize machining steps in sequence / मशीनिंग चरणों को क्रम में व्यवस्थित करना
- (c) Change machine brand / मशीन ब्रांड बदलना
- (d) Send email alerts / ईमेल अलर्ट भेजना

Ans. b | Sol. : Workflow in CAM ensures all machining steps follow a logical and efficient order. / CAM में वर्कफ्लो सभी मशीनिंग चरणों को तार्किक और कुशल क्रम में सुनिश्चित करता है।

**Q5. Which operation converts hand-drawn sketches to machinable lines? / कौन सा ऑपरेशन हाथ से बनी स्केच को मशीनिंग योग्य लाइनों में बदलता है?**

- (a) Simulation / सिमुलेशन
- (b) Raster to vector / रास्टर से वेक्टर
- (c) Contour mapping / कंटूर मैपिंग
- (d) Offsetting / ऑफसेटिंग

Ans. b | Sol. : Raster to vector transforms image-based data into vector lines for CAM use. / रास्टर से वेक्टर छवि आधारित डेटा को CAM उपयोग हेतु वेक्टर लाइनों में बदलता है।

**Q6. Which function ensures efficient tool cutting with minimum air cutting? / कौन सा फ़ंक्शन न्यूनतम हवा कटाई के साथ कुशल टूल कटिंग सुनिश्चित करता है?**

- (a) Dynamic motion / डायनामिक मोशन
- (b) Tool offset / टूल ऑफ़सेट
- (c) Hole table / होल टेबल
- (d) Manual jogging / मैनुअल जॉगिंग

Ans. a | Sol. : Dynamic motion keeps the tool engaged in cutting material rather than traveling in air. / डायनामिक मोशन टूल को हवा में चलाने के बजाय सामग्री में कटिंग में व्यस्त रखता है।

**Q7. Which option best describes raster data in CAM context? / CAM संदर्भ में रास्टर डेटा को सबसे अच्छी तरह कौन परिभाषित करता है?**

- (a) Text-based code / टेक्स्ट आधारित कोड
- (b) Pixel-based image / पिक्सल आधारित छवि
- (c) Mathematical curve / गणितीय वक्र
- (d) Linear toolpath / रैखिक टूलपाथ

Ans. b | Sol. : Raster data represents images as a grid of pixels and is converted to vector format. / रास्टर डेटा छवियों को पिक्सल की ग्रिड के रूप में दर्शाता है जिसे वेक्टर प्रारूप में बदला जाता है।

**Q8. Mold & Die Manufacturing is mainly used for? / मोल्ड और डाय निर्माण मुख्यतः किसके लिए उपयोग होता है?**



**Mold & Die Manufacturing**  
मोल्ड और डाय निर्माण

- (a) Making shapes / आकार बनाने के लिए
- (b) Painting parts / भागों को रंगने के लिए
- (c) Packing tools / औजार पैक करने के लिए
- (d) Cleaning machine / मशीन साफ करने के लिए

Ans. a | Sol. : Mold and die manufacturing is used to make required shapes and parts in production. / मोल्ड और डाय निर्माण का उपयोग उत्पादन में आवश्यक आकार और भाग बनाने के लिए किया जाता है।

**Q9. What toolpath strategy is preferred for deep pockets? / गहरे पॉकेट्स के लिए कौन सी टूलपाथ रणनीति पसंद की जाती है?**

- (a) Spiral ramping / सर्पिल रैम्पिंग
- (b) Circular profiling / वृत्तीय प्रोफाइलिंग
- (c) Peck drilling / पेक ड्रिलिंग
- (d) Linear contouring / रैखिक कंटूरिंग

Ans. a | Sol. : Spiral ramping provides a gradual entry into deep pockets, reducing tool stress. / सर्पिल रैम्पिंग धीरे-धीरे गहरे पॉकेट्स में प्रवेश कर टूल तनाव को कम करती है।

**Q10. What is the function of contour toolpath strategy? / कंटूर टूलपाथ रणनीति का कार्य क्या है?**

- (a) Creates holes / छेद बनाता है
- (b) Engraves 3D images / 3D चित्र उकेरता है
- (c) Follows part outline for profiling / प्रोफाइलिंग के लिए पार्ट की बाहरी रेखा का अनुसरण करता है

(d) Cleans tools / टूल्स की सफाई करता है

Ans. c | Sol. : Contour toolpath follows the outer shape of the part. / कंटूर टूलपाथ पार्ट के बाहरी आकार का अनुसरण करता है।

**Q11. What does CAM software workflow represent? / CAM सॉफ्टवेयर वर्कफ्लो क्या दर्शाता है?**

- (a) Design color / डिज़ाइन का रंग
- (b) Sequence of operations from design to code output / डिज़ाइन से कोड आउटपुट तक कार्यों का अनुक्रम
- (c) Tool inventory / टूल सूची
- (d) Feed rate calculator / फीड रेट कैलकुलेटर

Ans. b | Sol. : Workflow defines the complete steps from CAD import to G-code export. / वर्कफ्लो CAD इम्पोर्ट से लेकर G-कोड एक्सपोर्ट तक के सभी चरणों को परिभाषित करता है।

**Q12. What does dynamic motion in CAM imply? / CAM में डायनामिक मोशन का क्या तात्पर्य है?**

- (a) Changing background color / बैकग्राउंड रंग बदलना
- (b) Variable tool engagement during cutting / कटिंग के दौरान टूल संलग्नता में परिवर्तन
- (c) Spindle RPM locking / स्पिंडल RPM लॉक करना
- (d) Deleting toolpath / टूलपाथ हटाना

Ans. b | Sol. : Dynamic motion adjusts feed and direction based on material engagement. / डायनामिक मोशन मटेरियल के संलग्नता के अनुसार फीड और दिशा को समायोजित करता है।

**Q13. In raster to vector conversion, what does a high-resolution image improve? / रास्टर से वेक्टर रूपांतरण में उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेज किसे बेहतर बनाती है?**

- (a) Tool life / टूल की उम्र
- (b) Code size / कोड का आकार
- (c) Vector quality and toolpath accuracy / वेक्टर की गुणवत्ता और टूलपाथ की सटीकता
- (d) Cutting speed / कटिंग गति

Ans. c | Sol. : Better image resolution leads to cleaner and more accurate toolpaths. / बेहतर इमेज रिज़ॉल्यूशन से स्वच्छ और अधिक सटीक टूलपाथ प्राप्त होते हैं।

**Q14. What is a key characteristic of dynamic motion strategy in CAM? / CAM में डायनामिक मोशन रणनीति की एक प्रमुख विशेषता क्या है?**

- (a) Constant depth of cut / समान कटिंग गहराई
- (b) Tool avoids sharp corners and maintains consistent engagement / टूल तीव्र कोनों से बचता है और लगातार संलग्नता बनाए रखता है
- (c) Uses only Z-axis movement / केवल Z-अक्ष गति का उपयोग करता है
- (d) Skips finishing pass / फिनिशिंग पास छोड़ देता है

Ans. b | Sol. : Dynamic motion maintains tool stability by avoiding aggressive moves. / डायनामिक मोशन आक्रामक गतियों से बचकर टूल की स्थिरता बनाए रखता है।

**Q15. Which file format is most compatible for raster-to-vector artwork in CAM? / CAM में रास्टर-से-वेक्टर आर्टवर्क के लिए सबसे उपयुक्त फाइल फॉर्मेट कौन-सा है?**

- (a) .DOC / .DOC
- (b) .PNG / .PNG
- (c) .DXF / .DXF
- (d) .MP3 / .MP3

Ans. c | Sol. : DXF files are widely used for vector-based designs suitable for CAM operations. / DXF फाइलें वेक्टर आधारित डिज़ाइनों के लिए उपयुक्त होती हैं और CAM में व्यापक रूप से उपयोग होती हैं।

**Q16. A part is engraved. Why is engraving done? / किसी भाग पर नक्काशी/मार्किंग क्यों की जाती है?**



**Engraved Parts**  
नक्काशीदार भाग

- (a) For identification / पहचान के लिए
- (b) For painting / रंगाई के लिए
- (c) For packing / पैकिंग के लिए
- (d) For melting / पिघलाने के लिए

Ans. a | Sol. : Engraving is done to mark or identify the part. / नक्काशी या मार्किंग भाग की पहचान के लिए की जाती है।

**Q17. What does the "step-over" parameter control? / "स्टेप-ओवर" पैरामीटर किसे नियंत्रित करता है?**

- (a) Spindle RPM / स्पिंडल RPM
- (b) Tool life / टूल की उम्र
- (c) Distance between adjacent tool paths / पास-पास टूल पाथ के बीच की दूरी
- (d) Feed override / फीड ओवरराइड

Ans. c | Sol. : Step-over affects the surface finish and toolpath overlap. / स्टेप-ओवर सतह फिनिश और टूलपाथ ओवरलैप को प्रभावित करता है।

**Q18. The Art Mode feature in CAM software is mainly used for / CAM सॉफ्टवेयर में आर्ट मोड फीचर का मुख्य उपयोग होता है:**

- (a) CNC code editing / CNC कोड संपादन
- (b) Creating decorative or relief patterns / सजावटी या उभरे हुए पैटर्न बनाना
- (c) Verifying simulation results / सिमुलेशन परिणामों की पुष्टि करना
- (d) Adjusting machine RPM / मशीन RPM समायोजित करना

Ans. b | Sol. : Art Mode is used for engraving, embossing, and aesthetic designs on complex surfaces. / आर्ट मोड का उपयोग उकेरने, उभारने और जटिल सतहों पर सौंदर्य डिज़ाइन के लिए किया जाता है।

**Q19. Contour toolpaths are primarily used to / कंटूर टूलपाथ का मुख्य उपयोग किस लिए किया जाता है?**

- (a) Change spindle motor / स्पिंडल मोटर बदलने के लिए
- (b) Machine part perimeters and outlines / पार्ट के किनारों और बाहरी रेखाओं को मशीनिंग करने के लिए
- (c) Paint the workpiece / वर्कपीस को पेंट करने के लिए
- (d) Modify CAD model / CAD मॉडल को बदलने के लिए

Ans. b | Sol. : Contour toolpaths follow the outer boundary of the part for clean edge machining. / कंटूर टूलपाथ पार्ट के बाहरी किनारे का अनुसरण करते हैं ताकि साफ एज मशीनिंग हो सके।

**Q20. Dynamic motion strategy in CAM improves machining by / CAM में डायनामिक मोशन स्ट्रैटेजी मशीनिंग को कैसे सुधारती है?**

(a) Randomizing tool movements / टूल मूवमेंट को यादृच्छिक बनाकर

(b) Maintaining consistent tool engagement and reducing tool load / लगातार टूल एंगेजमेंट बनाए रखते हुए टूल लोड कम करके

(c) Pausing every 10 seconds / हर 10 सेकंड में रुककर

(d) Disabling tool offset / टूल ऑफसेट निष्क्रिय करके

Ans. b | Sol. : Dynamic motion avoids sudden direction changes and maintains cutting stability. / डायनामिक मोशन अचानक दिशा परिवर्तन से बचाता है और कटिंग स्थिरता बनाए रखता है।

**Q21. Which parameter affects how deep a tool moves in each pass? / कौन सा पैरामीटर यह प्रभावित करता है कि टूल प्रत्येक पास में कितनी गहराई तक जाता है?**

(a) Step-over / स्टेप-ओवर

(b) Step-down / स्टेप-डाउन

(c) Spindle speed / स्पिंडल स्पीड

(d) File extension / फ़ाइल एक्सटेंशन

Ans. b | Sol. : Step-down controls vertical depth per pass and directly affects tool load and finish. / स्टेप-डाउन प्रत्येक पास की ऊर्ध्व गहराई को नियंत्रित करता है और टूल लोड व फिनिश को प्रभावित करता है।

**Q22. Contour cutting strategy is best applied when / कंटूर कटिंग स्ट्रैटेजी सबसे उपयुक्त होती है जब:**

(a) Cutting curved outside profiles / वक्र बाहरी प्रोफाइल काटी जा रही हो

(b) Boring deep holes / गहरे होल बोर किए जा रहे हों

(c) Finishing internal cavities / आंतरिक कैविटी फिनिश की जा रही हो

(d) 3D engraving is done / 3D एंग्रेविंग की जा रही हो

Ans. a | Sol. : Contour strategy is ideal for tracing the outer shapes of 2D or 3D parts. / कंटूर स्ट्रैटेजी 2D या 3D भागों के बाहरी आकृति को ट्रेस करने के लिए आदर्श है।

**Q23. Accelerated finishing reduces machining time by / एक्सेलेरेटेड फिनिशिंग मशीनिंग समय को कैसे कम करती है?**

(a) Ignoring cutting depth / कटिंग गहराई की अनदेखी करके

(b) Using high-speed sweeping paths with fine tools / उच्च गति स्वीपिंग पाथ के साथ महीन टूल का उपयोग करके

(c) Skipping tool changes / टूल परिवर्तन को छोड़कर

(d) Increasing coolant pressure / कूलेंट प्रेशर बढ़ाकर

Ans. b | Sol. : Accelerated finishing uses optimized motion and specialty tools to cover complex geometry faster. / एक्सेलेरेटेड फिनिशिंग जटिल ज्योमेट्री को तेज़ी से कवर करने के लिए अनुकूलित गति और विशेष टूल का उपयोग करती है।

**Q24. Decorative machining is used for? / सजावटी मशीनिंग किसके लिए उपयोग होती है?**



Decorative Machining  
सजावटी मशीनिंग

(a) Decoration / सजावट

(b) Cutting pipe / पाइप काटना

(c) Welding / वेल्डिंग

(d) Measuring / मापना

Ans. a | Sol. : It is used to make decorative designs on a part. / इसका उपयोग भाग पर सजावटी डिज़ाइन बनाने के लिए किया जाता है।

**Q25. What is the primary purpose of CAM workflow management? / CAM वर्कफ़्लो प्रबंधन का मुख्य उद्देश्य क्या है?**

(a) Reduce file size / फ़ाइल का आकार कम करना

(b) Organize toolpath creation in logical sequence / टूलपाथ निर्माण को तार्किक क्रम में व्यवस्थित करना

(c) Improve tool sharpening / टूल शार्पनिंग सुधारना

(d) Save electricity / बिजली बचाना

Ans. b | Sol. : Workflow ensures operations are structured from CAD import to code export. / वर्कफ़्लो यह सुनिश्चित करता है कि ऑपरेशन्स CAD इंपोर्ट से लेकर कोड एक्सपोर्ट तक संगठित हों।

**Q26. When using Art Mode in CAM software, what is the primary benefit of using grayscale images? / CAM सॉफ़्टवेयर में आर्ट मोड का उपयोग करते समय ग्रेस्केल छवियों का मुख्य लाभ क्या होता है?**

(a) They reduce tool wear / वे टूल घिसाव को कम करते हैं

(b) They define tool diameter / वे टूल व्यास को परिभाषित करते हैं

(c) They allow height depth control from brightness / वे चमक के अनुसार ऊँचाई-गहराई को नियंत्रित करने देते हैं

(d) They simulate tool paths faster / वे टूल पाथ सिमुलेशन को तेज़ करते हैं

Ans. c | Sol. : Grayscale images in Art Mode convert brightness to height data, controlling Z-depth of toolpaths. / आर्ट मोड में ग्रेस्केल छवियाँ चमक को ऊँचाई डेटा में बदलती हैं, जो टूलपाथ की Z-गहराई को नियंत्रित करती हैं।

**Q27. Why is raster-to-vector conversion critical in CAM programming? / CAM प्रोग्रामिंग में रास्टर से वेक्टर रूपांतरण क्यों महत्वपूर्ण है?**

(a) It converts G-code to text / यह G-कोड को टेक्स्ट में बदलता है

(b) It makes toolpaths compatible with CNC / यह टूलपाथ को CNC के अनुकूल बनाता है

(c) It reduces surface roughness / यह सतह की खुरदरापन को कम करता है

(d) It directly sends files to machine / यह सीधे मशीन को फाइलें भेजता है

Ans. b | Sol. : CNC machines require vector geometry; raster images are unusable until converted. / CNC मशीनों को वेक्टर ज्योमेट्री की आवश्यकता होती है; रास्टर छवियाँ जब तक परिवर्तित न हों तब तक उपयोगी नहीं होतीं।

**Q28. In CAM software workflow, what step comes immediately after toolpath simulation? / CAM सॉफ़्टवेयर वर्कफ़्लो में टूलपाथ सिमुलेशन के तुरंत बाद कौन-सा चरण आता है?**

(a) Drawing import / ड्राइंग इम्पोर्ट

(b) Post-processing to generate NC code / पोस्ट-प्रोसेसिंग द्वारा NC कोड बनाना

(c) Mesh smoothing / मेष स्मूदिंग

(d) Tool calibration / टूल कैलिब्रेशन

Ans. b | Sol. : Simulation verifies the strategy, and then post-processing creates CNC-readable code. /

सिमुलेशन रणनीति की पुष्टि करता है और फिर पोस्ट-प्रोसेसिंग CNC पठनीय कोड बनाता है।

**Q29. What is the role of Accelerated Finishing in CAM operations? / CAM संचालन में एक्सेलेरेटेड फिनिशिंग की भूमिका क्या होती है?**

- (a) Cuts corners off the part / भाग के कोनों को काटता है  
 (b) Increases rapid movement only / केवल रैपिड मूवमेंट बढ़ाता है  
 (c) Uses specialized toolpath for steep and shallow regions / तीव्र और सपाट क्षेत्रों के लिए विशेष टूलपाथ का उपयोग करता है  
 (d) Eliminates simulation / सिमुलेशन को समाप्त करता है

Ans. c | Sol. : Accelerated finishing applies advanced toolpaths to improve surface quality in complex contours. / एक्सेलेरेटेड फिनिशिंग जटिल कंटूर में सतह की गुणवत्ता सुधारने के लिए उन्नत टूलपाथ लागू करता है।

**Q30. What happens if CAM workflow skips tool definition before simulation? / यदि CAM वर्कफ्लो में सिमुलेशन से पहले टूल परिभाषा को छोड़ दिया जाए, तो क्या होता है?**

- (a) Only roughing is simulated / केवल रफिंग सिमुलेट होती है  
 (b) Simulation fails or runs inaccurately / सिमुलेशन असफल होता है या गलत चलता है  
 (c) Tool gets optimized automatically / टूल स्वचालित रूप से ऑप्टिमाइज़ हो जाता है  
 (d) Hole features get added / होल फीचर्स जुड़ जाते हैं

Ans. b | Sol. : Tool parameters are necessary for collision checks and material removal simulations. / टूल पैरामीटर टकराव जांच और सामग्री हटाने वाले सिमुलेशन के लिए आवश्यक होते हैं।

**Q31. What is the role of entry motion settings in toolpath strategy? / टूलपाथ रणनीति में एंट्री मोशन सेटिंग्स की भूमिका क्या होती है?**

- (a) It shortens tool life / यह टूल जीवन को छोटा करता है  
 (b) It defines G-code type / यह G-कोड प्रकार को परिभाषित करता है  
 (c) It reduces entry stress and improves finish / यह एंट्री तनाव को कम करता है और फिनिश सुधारता है  
 (d) It enables simulation pause / यह सिमुलेशन रोकने की अनुमति देता है

Ans. c | Sol. : Smooth entry like ramping or helical minimizes mechanical shocks during tool engagement. / रैम्पिंग या हेलिकल जैसी एंट्री टूल संलग्नता के समय यांत्रिक झटकों को कम करती है।

**Q32. Customized products are made for? / कस्टमाइज़्ड उत्पाद किसके लिए बनाए जाते हैं?**



Customized Products  
कस्टमाइज़्ड उत्पाद

- (a) Specific need / विशेष आवश्यकता  
 (b) Mass same use / सभी के लिए समान उपयोग  
 (c) Scrap work / कबाड़ कार्य  
 (d) Only packing / केवल पैकिंग

Ans. a | Sol. : Customized products are made as per specific customer need. / कस्टमाइज़्ड उत्पाद ग्राहक की विशेष आवश्यकता के अनुसार बनाए जाते हैं।

**Q33. Which type of motion is used for advanced roughing toolpaths in CAM? / CAM में उन्नत रफिंग टूलपाथ के लिए किस प्रकार की गति उपयोग की जाती है?**

- (a) Oscillating motion / दोलन गति  
 (b) Dynamic motion / डायनामिक मोशन  
 (c) Static motion / स्थिर गति  
 (d) Step-wise motion / क्रमिक गति

Ans. b | Sol. : Dynamic motion increases roughing efficiency by following optimized paths. / डायनामिक मोशन अनुकूलित पथों का अनुसरण करके रफिंग की दक्षता बढ़ाता है।

**Q34. What is the key benefit of using silhouette boundary in CAM programming? / CAM प्रोग्रामिंग में सिलहूट बाउंड्री का प्रमुख लाभ क्या है?**

- (a) Increases file size / फाइल का आकार बढ़ाता है  
 (b) Reduces material hardness / मटेरियल की कठोरता घटाता है  
 (c) Identifies profile area for machining quickly / प्रोफाइल क्षेत्र को तेजी से मशीनिंग के लिए पहचानता है  
 (d) Paints the model / मॉडल को रंगता है

Ans. c | Sol. : Silhouette boundaries help quickly isolate machining zones. / सिलहूट बाउंड्री मशीनिंग क्षेत्रों को तेजी से अलग करने में मदद करता है।

**Q35. Contour machining is NOT suitable for / कंटूर मशीनिंग किसके लिए उपयुक्त नहीं है?**

- (a) Outer profile cutting / बाहरी प्रोफाइल कटिंग  
 (b) Chamfering edges / किनारों को चेम्फर करने के लिए  
 (c) Pocket milling / पॉकेट मिलिंग के लिए  
 (d) Finishing curved boundaries / वक्र सीमाओं की फिनिशिंग

Ans. c | Sol. : Contour paths follow edges, not designed for internal cavity (pocket) material removal. / कंटूर पाथ किनारों का अनुसरण करते हैं, आंतरिक कैविटी की मशीनिंग के लिए उपयुक्त नहीं होते।

**Q36. What advantage does chain selection using color segmentation offer? / रंग विभाजन का उपयोग करके चैन चयन करने से क्या लाभ होता है?**

- (a) It increases code length / यह कोड की लंबाई बढ़ाता है  
 (b) It filters machining areas by priority / यह मशीनीकरण क्षेत्रों को प्राथमिकता से फ़िल्टर करता है  
 (c) It randomizes toolpath / यह टूलपाथ को यादृच्छिक बनाता है  
 (d) It bypasses geometry errors / यह ज्यामेट्री त्रुटियों को दरकिनार करता है

Ans. b | Sol. : Colors can be assigned to different regions, guiding toolpath based on selection logic. / विभिन्न क्षेत्रों को रंग दिए जा सकते हैं, जिससे चयन तर्क के आधार पर टूलपाथ निर्देशित 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/computer-aided-manufacturing-cam-programmer/>



### 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)