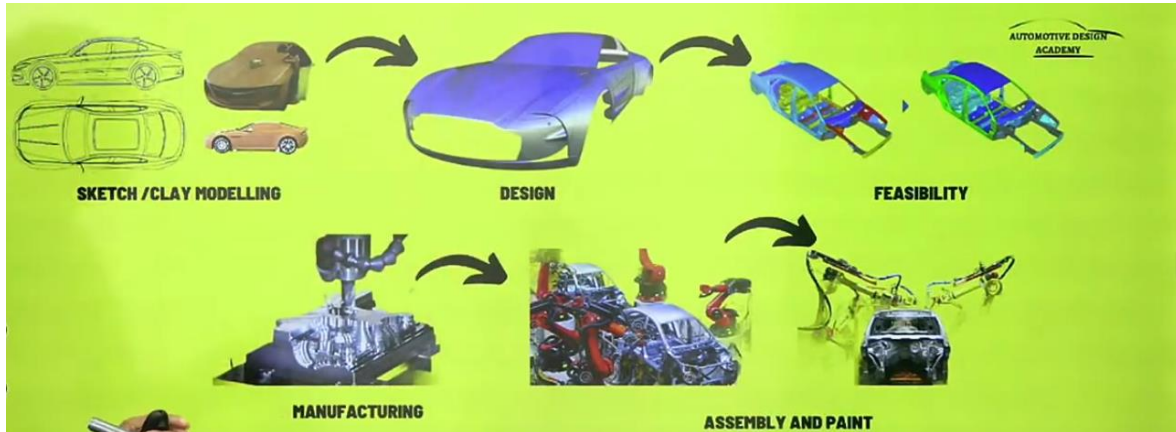


## Essentials of CAD/CAM

### CO-1 Identify various elements of CAD/CAM

**1.1 PRODUCT LIFE CYCLE MANAGEMENT** – “In industry, Product life cycle management is the process of managing the entire lifecycle of a product from its inception through the engineering, design and manufacture as well as the service and disposal of manufactured.”



**Fig.1.1 – Product Life cycle Management of a car**

In product life cycle management you will get CAD, CAE and CAM. CAD, CAE and CAM all are related to each other, let's understand them through product life cycle management.

Software's for PLM – **Team Centre.**

**1.1.1 Computer Aided designing/drafting/drawing (CAD)** – CAD Software is frequently used to create 2-D drawings or 3-D models of real world products with the help of computer.

CAD software's are –



**Fig. 1.2 CAD Software's**

**1.1.2 Computer Aided Engineering (CAE)** – CAE is the broad usage of computer software to aid in engineering analysis tasks. It includes –

- Finite element analysis (FEA)
- Static Analysis – Analysis of Beam

## 2 Computer Aided Manufacturing\_MKN

- Dynamic Analysis – Analysis of Suspension System
- Thermal Analysis – Heat transfer Analysis, Fluid flow Analysis, Thermal Analysis, Computational Fluid dynamics (CFD)
- Fatigue Analysis
- Crash Test Analysis
- Drop Test Analysis

### Software's for CAE –

- Ansys – All-rounder, They can perform so many analysis
- Hyperworks – All-rounder, They can perform so many analysis
- Abaqus – Used for Non-Linear Analysis
- LS-Dyna – Used for Dynamic Analysis
- COMSOL –

**1.1.3 CAM** – CAM is the use of software and computer-controlled machinery to automate a manufacturing process. CAM एक विनिर्माण प्रक्रिया को स्वचालित करने के लिए सॉफ्टवेयर और कंप्यूटर नियंत्रित मशीनरी का उपयोग है।

**CAM Software's** – Fusion 360, Solid Edge, HSMWorks, SolidCAM, CAMWorks, NXCAM, MasterCAM, POWERMILL, SOLIDWORKS CAM and hyperMILL etc.

**1.2 COMPUTER AIDED DRAWING, DRAFTING OR DESIGNING** – CAD is the use of computers to aid in the creation, modification, analysis, or optimization of a design. CAD Software is frequently used to create 2-D drawings or 3-D models of real world products. It replaces the traditional pen and paper methods of drawing and drafting.

CAD किसी डिज़ाइन के निर्माण, संशोधन, विश्लेषण या अनुकूलन में सहायता के लिए कंप्यूटर का उपयोग है। CAD सॉफ्टवेयर का उपयोग अक्सर वास्तविक दुनिया के उत्पादों के 2-D चित्र या 3-D मॉडल बनाने के लिए किया जाता है। यह ड्राइंग और प्रारूपण की पारंपरिक कलम और कागज पद्धति का स्थान लेता है।

**1.2.1 Concept of CAD software –**

**1.2.2 Need of CAD software –**

**1.2.3 CAD Software –**

**1. Types of CAD Software's** – AutoCAD, ProE, CATIA, NX, SolidWorks, Fusion 360, FreeCAD and Solid Edge etc.

**2. Features of CAD Software's** – 5 Keys features of CAD Software's are –

**i). 3D Presentations** – Through CAD Software's, you can present your design in 3D. This lets you visualize your layouts in a more detailed and comprehensive view. This gives you a clearer idea of how your design will look like in reality.

CAD Software के माध्यम से आप अपने डिज़ाइन को 3D में प्रस्तुत कर सकते हैं। इससे आप अपने लेआउट को अधिक विस्तृत और व्यापक दृश्य में देख सकते हैं। इससे आपको स्पष्ट अंदाज़ा हो जाएगा कि आपका डिज़ाइन वास्तविकता में कैसा दिखेगा।

**ii). Smart or Automated tools** – It simplifies the creation process by automating certain tasks. This may include shape or dimension manipulation, design configurations,

alignments, accuracy and precision checks and more. These tools make design easier, faster and more reliable.

यह कुछ कार्यों को स्वचालित करके निर्माण प्रक्रिया को सरल बनाता है। इसमें आकार या आयाम हेरफेर, डिज़ाइन कॉन्फ़िगरेशन, संरेखण, सटीकता और परिशुद्धता जांच और बहुत कुछ शामिल हो सकता है। ये उपकरण डिज़ाइन को आसान, तेज़ और अधिक विश्वसनीय बनाते हैं।

**iii). Preset models** – It also offers some preset models for your layouts and designs. This serves as your templet or reference for your project. In this way, you can quickly create blueprints and models without needing to start from scratch.

यह आपके लेआउट और डिज़ाइन के लिए कुछ प्रीसेट मॉडल भी प्रदान करता है। यह आपके प्रोजेक्ट के लिए आपके सांचा या संदर्भ के रूप में कार्य करता है। इस तरह, आप बिल्कुल शुरुआत से शुरुआत किए बिना जल्दी से ब्लूप्रिंट और मॉडल बना सकते हैं।

Some premade models like – certain parts like - bolts, nuts or essential layout features like – doors, shelves. You can easily insert these premade parts into your designs.

कुछ पूर्वनिर्मित मॉडल जैसे - कुछ हिस्से जैसे - बोल्ट, नट या आवश्यक लेआउट सुविधाएँ जैसे - दरवाजे, अलमारियाँ। आप इन पूर्वनिर्मित भागों को आसानी से अपने डिज़ाइन में सम्मिलित कर सकते हैं।

**iv). Collaboration tools** – Sharing or transferring files from one device to another. CAD lets you export your file into a JPEG or other similar format to make it even more accessible to other people. You can store files in the cloud so that your files remain accessible to multiple people all the time. Person seating far away can view, comment and review on your designs through internet.

फ़ाइलों को एक डिवाइस से दूसरे डिवाइस पर साझा करना या स्थानांतरित करना। CAD आपको अपनी फ़ाइल को JPEG या अन्य समान प्रारूप में निर्यात करने देता है ताकि इसे अन्य लोगों के लिए और भी अधिक सुलभ बनाया जा सके। आप फ़ाइलों को क्लाउड में संग्रहीत कर सकते हैं ताकि आपकी फ़ाइलें हर समय कई लोगों के लिए पहुंच योग्य रहें। दूर बैठा व्यक्ति इंटरनेट के माध्यम से आपके डिज़ाइन को देख सकता है, टिप्पणी कर सकता है और समीक्षा कर सकता है।

**v). Simulation tools** – You can simulate the different conditions, situations in your layouts through CAD Software's. This allows you to test your designs before you can start building them to make sure everything is in working order. Likewise, it reduces chances of encountering issues and setbacks with your layouts in the long run. With your 3-D rendering feature, you may even integrate your design with a virtual reality device/software. This enhances immersion with your layouts and makes the presentation even more entertaining and detailed.

आप CAD सॉफ़्टवेयर के माध्यम से अपने लेआउट में विभिन्न स्थितियों, परिस्थितियों का अनुकरण कर सकते हैं। यह आपको निर्माण शुरू करने से पहले अपने डिज़ाइनों का परीक्षण करने की अनुमति देता है ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि सब कुछ कार्य क्रम में है। इसी तरह, यह लंबे समय में आपके लेआउट के साथ समस्याओं और असफलताओं का सामना करने की संभावना को कम कर देता है। अपनी 3-डी रेंडरिंग सुविधा के साथ, आप अपने डिज़ाइन को वर्चुअल रियलिटी डिवाइस/सॉफ़्टवेयर के साथ भी एकीकृत कर सकते हैं। यह आपके लेआउट के साथ विसर्जन को बढ़ाता है और प्रस्तुति को और भी अधिक मनोरंजक और विस्तृत बनाता है।

### 1.2.4 Advantages/Strengths of CAD Software's –

1. Improves accuracy –
2. Decreases error –
3. Saves time –
4. Better quality –
5. Easy editing and modification – Copy, mirror, Array, fillet, chamfer,
6. Easy sharing –
7. Decreases design effort –
8. Improves productivity –
9. Ease of understanding and visualization –
10. Benefits of Automation –
11. Easy Measurement and 3-D View –

### 1.2.5 Limitations of CAD Software's –

1. Work can be lost because of sudden breakdown of computers
2. Work is prone to viruses
3. Work can be “Hacked”
4. Skilled manpower required.
5. High computer system cost and software cost.
6. Time and cost of training the staff which will work on it.
7. Need of regular updating of software or operating system

### 1.2.6 CAD PROCESS AND FUNCTIONAL AREAS OF CAD –

#### 1. Geometric Modeling –

- i). Geometric modeling is a technique to represent the image of product or object on computer screen. It uses various mathematic equations to form a model. The models of the design can be used for variety of purposes.
  - ii). CAD system has important characteristics of solid modeling and its fast editing process.
  - iii). Figure shows the solid model, surface model and wire-frame modal.
- i). ज्यामितीय मॉडलिंग कंप्यूटर स्क्रीन पर उत्पाद या वस्तु की छवि प्रस्तुत करने की एक तकनीक है। यह एक मॉडल बनाने के लिए विभिन्न गणितीय समीकरणों का उपयोग करता है। डिज़ाइन के मॉडल का उपयोग विभिन्न उद्देश्यों के लिए किया जा सकता है।
  - ii). CAD प्रणाली में ठोस मॉडलिंग और इसकी तेज़ संपादन प्रक्रिया की महत्वपूर्ण विशेषताएं हैं।
  - iii). चित्र ठोस मॉडल, सतह मॉडल और तार-फ्रेम मॉडल दिखाता है।

#### 2. Engineering Analysis –

- i). Engineering analysis is performed on the object after modeling. We can know the following properties by analysis. मॉडलिंग के बाद ऑब्जेक्ट पर इंजीनियरिंग विश्लेषण किया जाता है। विश्लेषण द्वारा हम निम्नलिखित गुणों को जान सकते हैं।
  - a) Mass of the object

- b) Surface area
  - c) Volume
  - d) Centre of Gravity
  - e) Moment of inertia
  - f) Weight
- ii). Figure shows the solid model of an object with different physical properties. चित्र विभिन्न भौतिक गुणों वाली किसी वस्तु का ठोस मॉडल दिखाता है।
- iii). Recent CAD packages have more facilities to perform different templates of the object on screen to perform the test. हाल के CAD पैकेजों में परीक्षण करने के लिए स्क्रीन पर ऑब्जेक्ट के विभिन्न टेम्पलेट प्रदर्शित करने की अधिक सुविधाएं हैं।
- 3. Design Review and Evaluation** – Design review and evaluation are performed to check the accuracy level of designing. For example, mating parts are checked to know the types of fit between them, which may be clearance fit or interference fit. डिजाइनिंग की सटीकता के स्तर की जांच के लिए डिजाइन की समीक्षा और मूल्यांकन किया जाता है। उदाहरण के लिए, उनके बीच फिट के प्रकार को जानने के लिए mating parts की जांच की जाती है, जो क्लीयरेंस फिट या इंटरफेरेंस फिट हो सकता है।
- 4. Automated Drafting** – Drafting is the final stage of design process. We can prepare the manufacturing drawings or multi views of a model for prints. CAD database is used to prepare the hard copy by printer or plotter for various applications. ड्राफ्टिंग डिजाइन प्रक्रिया का अंतिम चरण है। हम प्रिंट के लिए किसी मॉडल के विनिर्माण चित्र या मल्टी व्यू तैयार कर सकते हैं। CAD डेटाबेस का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए प्रिंटर या प्लॉटर द्वारा हार्ड कॉपी तैयार करने के लिए किया जाता है।

**1.3 CAD WORKSTATION** – CAD Workstation is a computer built with the speed and reliability to run software for CAD. A workstation is a special computer designed for technical or scientific applications. CAD वर्कस्टेशन सीएडी के लिए सॉफ्टवेयर चलाने की गति और विश्वसनीयता के साथ बनाया गया एक कंप्यूटर है। वर्कस्टेशन एक विशेष कंप्यूटर है जिसे तकनीकी या वैज्ञानिक अनुप्रयोगों के लिए डिजाइन किया गया है।

A CAD Workstation (desktop/laptop) performs complex mathematical calculations and graphic-intensive computing tasks, the workstations provide higher performance than standard or mainstream personal computers. एक CAD वर्कस्टेशन (डेस्कटॉप/लैपटॉप) जटिल गणितीय गणना और ग्राफिक-गहन कंप्यूटिंग कार्य करता है, वर्कस्टेशन मानक या मुख्यधारा के व्यक्तिगत कंप्यूटरों की तुलना में उच्च प्रदर्शन प्रदान करता है।

Some of the features that set CAD workstations apart from mainstream personal computers are: कुछ विशेषताएं जो CAD वर्कस्टेशन को मुख्यधारा के पर्सनल कंप्यूटर से अलग करती हैं:

- Support for a large number of memory sockets that use registered (buffered) memory modules. Typically, CAD workstations use ECC (Error-correcting code) memory, because data corruption cannot be tolerated
- Support for multiple processor sockets and powerful CPUs. A typical workstation will use multiple CPUs cores running at high clock rates, will have a large amount of cache and will use multi-threading.

## 6 Computer Aided Manufacturing\_MKN

- Support for high performance, reliable graphics processor. Next to a high performance CPU, the GPU (Graphics Processing Unit) is the second most important component of a CAD workstation.
- Operation under a reliable operating system with advanced features that include networking, reliability and security.
- बड़ी संख्या में मेमोरी सॉकेट के लिए समर्थन जो पंजीकृत (बफ़र्ड) मेमोरी मॉड्यूल का उपयोग करते हैं। आमतौर पर, CAD वर्कस्टेशन ECC (त्रुटि-सुधार कोड) मेमोरी का उपयोग करते हैं, क्योंकि data corruption को बर्दाश्त नहीं किया जा सकता है
- एकाधिक प्रोसेसर सॉकेट और शक्तिशाली CPU के लिए समर्थन। एक विशिष्ट वर्कस्टेशन उच्च क्लॉक दरों पर चलने वाले कई CPU कोर का उपयोग करेगा, इसमें बड़ी मात्रा में cache होगा और मल्टी-थ्रेडिंग का उपयोग किया जाएगा।
- उच्च प्रदर्शन, विश्वसनीय ग्राफिक्स प्रोसेसर के लिए समर्थन। उच्च प्रदर्शन CPU के बाद, जीपीयू (ग्राफिक्स प्रोसेसिंग यूनिट) CAD वर्कस्टेशन का दूसरा सबसे महत्वपूर्ण घटक है।
- उन्नत सुविधाओं के साथ एक विश्वसनीय ऑपरेटिंग सिस्टम के तहत संचालन जिसमें नेटवर्किंग, विश्वसनीयता और सुरक्षा शामिल है।

### 1.3.1 Types –

### 1.3.2 Functions –

### 1.3.3 Configurations –

**1.4 COMPUTER AIDED MANUFACTURING/MODELING/MACHINING (CAM) –** CAM is the use of computer to control machine tools in the manufacturing of work pieces.

Or CAM is use of a computer system to assist in all operations of manufacturing plant, including planning, management, transportation and storage.

Or CAM is the use of software and computer-controlled machinery to automate a manufacturing process.

You need three components for a CAM system to function:

**Software:** That tells a machine how to make a product by generating toolpaths

**Machinery:** That can turn raw material into finished product.

**Post Processing:** Converts toolpaths into a language machines can understand.

These 3 components are glued together with tons of human labor and skill.

CAM वर्कपीस के निर्माण में मशीन टूल्स को नियंत्रित करने के लिए कंप्यूटर का उपयोग है।

या CAM योजना, प्रबंधन, परिवहन और भंडारण सहित विनिर्माण संयंत्र के सभी कार्यों में सहायता के लिए एक कंप्यूटर प्रणाली का उपयोग है।

या CAM एक विनिर्माण प्रक्रिया को स्वचालित करने के लिए सॉफ्टवेयर और कंप्यूटर नियंत्रित मशीनरी का उपयोग है।

CAM प्रणाली के कार्य करने के लिए आपको तीन घटकों की आवश्यकता होती है:

सॉफ्टवेयर: यह मशीन को टूलपाथ उत्पन्न करके उत्पाद बनाने का तरीका बताता है

मशीनरी: जो कच्चे माल को तैयार उत्पाद में बदल सकती है।

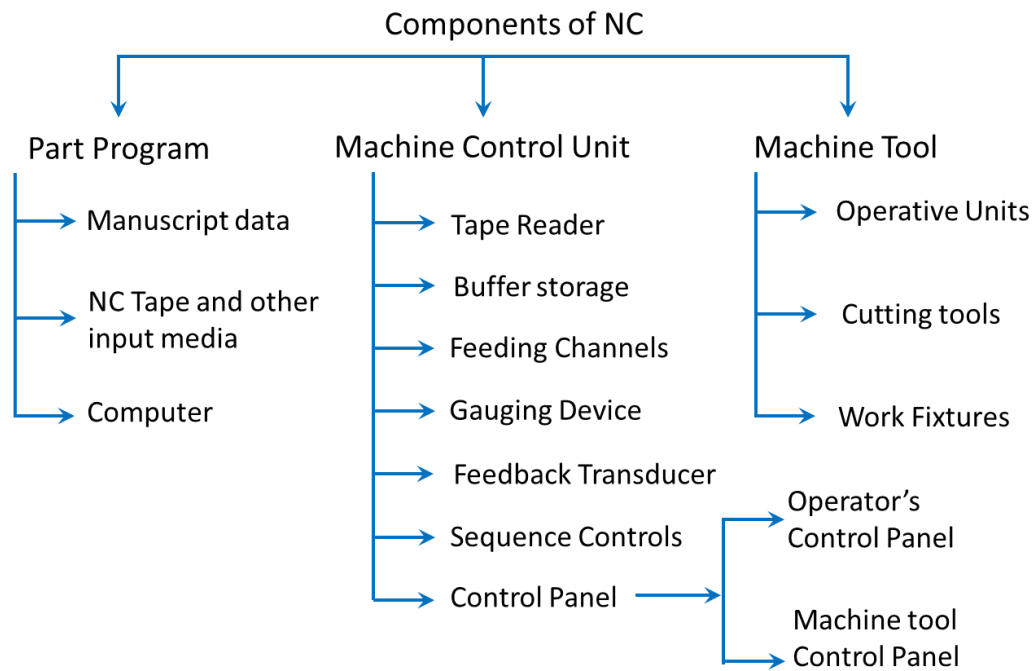
पोस्ट प्रोसेसिंग: टूलपाथ को ऐसी भाषा में परिवर्तित करता है जिसे मशीनें समझ सकें।

ये तीन घटक ढेर सारे मानव श्रम और कौशल से एक साथ जुड़े हुए हैं।

**1.5 NUMERICAL CONTROL – NC Machine** is the machine that is controlled by set of step by step instructions (commands) in the form of numbers, letters, alphabets and symbols called a program (Part program). Positions of tool, spindle on/off, cutting speed rate, feed rate, coolant on/off etc. controlled automatically according to the program.

संख्यात्मक नियंत्रण - NC मशीन वह मशीन है जिसे संख्याओं, अक्षरों, वर्णमाला और प्रतीकों के रूप में चरण-दर-चरण निर्देशों (कमांड) के सेट द्वारा नियंत्रित किया जाता है जिसे प्रोग्राम (पार्ट प्रोग्राम) कहा जाता है। उपकरण की स्थिति, स्पिंडल चालू/बंद, काटने की गति दर, फ़ीड दर, शीतलक चालू/बंद आदि कार्यक्रम के अनुसार स्वचालित रूप से नियंत्रित होते हैं।

### 1.5.1 Main components (or features) of NC Machine –



**Fig. 1.3 Components of NC Machine**

**1. Part program** – Step by step set of instructions or commands in the form of numbers, letters, alphabets and symbols are called part program is fed to the Machine control unit (MCU). These information's are listed in logical sequence so that the MCU can read and direct the cutting tool and workpiece of the machine tool to perform some operation.

This part program information is supplied to the controller unit of the machine in three ways –

**पार्ट प्रोग्राम** - संख्याओं, अक्षरों, वर्णमाला और प्रतीकों के रूप में निर्देशों या आदेशों के चरण-दर-चरण सेट को पार्ट प्रोग्राम कहा जाता है जिसे मशीन नियंत्रण इकाई (MCU) में फीड किया जाता है। इन सूचनाओं को तार्किक अनुक्रम में सूचीबद्ध किया गया है ताकि MCU कुछ ऑपरेशन करने के लिए मशीन टूल के कटिंग टूल और वर्कपीस को पढ़ और निर्देशित कर सके।

इस भाग प्रोग्राम की जानकारी मशीन की नियंत्रक इकाई को तीन तरीकों से आपूर्ति की जाती है -

**i). By manuscript data information and MDI** – Part programmer's record all information's required for machining on a ready-made form called manuscript by using numerical language. This manuscript should contain all the necessary information's regarding operative units movement, cutting speed, feed, types of

cutting tool, fixtures, sequence of operations and special instructions for the operators. This information is fed to the controller unit (MCU) by the operator using control panel of the machine tool.

**पांडुलिपि डेटा जानकारी और एमडीआई द्वारा** - पार्ट प्रोग्रामर मशीनिंग के लिए आवश्यक सभी सूचनाओं को संख्यात्मक भाषा का उपयोग करके पांडुलिपि नामक एक तैयार फॉर्म पर रिकॉर्ड करता है। इस पांडुलिपि में ऑपरेटिव इकाइयों की गति, काटने की गति, फ़ीड, काटने के उपकरण के प्रकार, फिक्स्चर, संचालन के अनुक्रम और ऑपरेटरों के लिए विशेष निर्देशों के संबंध में सभी आवश्यक जानकारी शामिल होनी चाहिए। यह जानकारी मशीन टूल के नियंत्रण कक्ष का उपयोग करके ऑपरेटर द्वारा नियंत्रक इकाई (एमसीयू) को दी जाती है।

**ii). By NC Tape and other input medium** – Part programming is recorded into punch card, punch tape, magnetic tape or a floppy disk.

**NC टेप और अन्य इनपुट माध्यम द्वारा** - पार्ट प्रोग्रामिंग को पंच कार्ड, पंच टेप, मैग्नेटिक टेप या फ्लॉपी डिस्क में रिकॉर्ड किया जाता है।

**a) Punched cards** – These cards are available with 45 or 80 columns and with 12 rows. Hence very large number of cards are required for long programs. These cards generally bend during decoding in card readers. Due to this disadvantage and improper handling of these cards, they are obsolete now a day.

**पंच कार्ड** - ये कार्ड 45 या 80 कॉलम और 12 पंक्तियों के साथ उपलब्ध हैं। इसलिए लंबे कार्यक्रमों के लिए बहुत बड़ी संख्या में कार्डों की आवश्यकता होती है। ये कार्ड आम तौर पर कार्ड रीडर में डिकोडिंग के दौरान मुड़ जाते हैं। इस नुकसान और इन कार्डों के अनुचित रखरखाव के कारण, वे आजकल अप्रचलित हैं।

**b) Punched tape** – Punched tape or perforated paper tape is a form of data storage that consists of a long strip of paper in which holes are punched. It developed from and was subsequently used alongside punched cards, differing in that the tape is continuous. It serves as input to CPU. It is in the form of punched tape/card. It is detailed step by step set of directions which instruct the machine tool what to do.

**पंच टेप** - पंच टेप या छिद्रित पेपर टेप डेटा स्टोरेज का एक रूप है जिसमें कागज की एक लंबी पट्टी होती है जिसमें छेद किए जाते हैं। इसे विकसित किया गया और बाद में इसे छिद्रित कार्डों के साथ उपयोग किया जाने लगा, इसमें अंतर यह है कि टेप सतत है। यह CPU के लिए इनपुट के रूप में कार्य करता है। यह छिद्रित टेप/कार्ड के रूप में होता है। यह निर्देशों का चरण-दर-चरण विस्तृत सेट है जो मशीन टूल को निर्देश देता है कि क्या करना है।



**Fig. 1.4 – 5 & 8 Holes punch paper tap**



(a) Creed model 6S2 5-hole paper tape reader

(b) Paper tape reader on the Harwell computer with a small piece of five-hole tape connected in a circle – creating a physical program loop

**Fig 1.5 – Paper Tap Reader**

- c) **Magnetic tape** – Some NC Machines, use 1-inch wide magnetic tapes to store data. This tape is similar to the tape which is used in audio system but of higher quality. But it has not much applications because interference from nearby electrical equipment such as transformers etc. has a tendency to erase or scramble some information on the tape.

**चुंबकीय टेप** - कुछ NC मशीनें, डेटा संग्रहीत करने के लिए 1 इंच चौड़े चुंबकीय टेप का उपयोग करती हैं। यह टेप ऑडियो सिस्टम में उपयोग किये जाने वाले टेप के समान है लेकिन उच्च गुणवत्ता वाला है। लेकिन इसका अधिक अनुप्रयोग नहीं है क्योंकि आस-पास के विद्युत उपकरणों जैसे ट्रांसफार्मर आदि के हस्तक्षेप से टेप पर कुछ जानकारी मिटने या खराब होने की प्रवृत्ति होती है।

- d) **Floppy disk** – It has channels or tracks to record and store magnetic bits of information. Long part programs can be stored conveniently on floppy disks. One floppy disk can store as much information as 2000ft to 8000ft of punched tape. So, it is a compact and handy device for storing the part program of NC machines. Information of floppy disk is decoded by a reading head on the controller unit or MCU of NC system.

**फ्लॉपी डिस्क** - इसमें सूचनाओं के चुंबकीय बिट्स को रिकॉर्ड करने और संग्रहीत करने के लिए चैनल या ट्रैक होते हैं। फ्लॉपी डिस्क पर लम्बे भाग के प्रोग्रामों को सुविधापूर्वक संग्रहित किया जा सकता है। एक फ्लॉपी डिस्क 2000 फीट से 8000 फीट तक के छिद्रित टेप जितनी जानकारी संग्रहीत कर सकती है। तो, यह NC मशीनों के पार्ट प्रोग्राम को संग्रहीत करने के लिए एक कॉम्पैक्ट और उपयोगी उपकरण है। फ्लॉपी डिस्क की जानकारी कंट्रोलर यूनिट या NC सिस्टम के एमसीयू पर रीडिंग हेड द्वारा डिकोड की जाती है।

- iii). **By external computer** – Drawing is created in an external computer using CAD facility. Then part program is prepared by computer itself by feeding some information regarding cutting conditions, i.e. cutting speed, feed and depth of cut and type of tools to be used, when part program is ready, this is communicated to NC System of the machine tool by interfacing this external computer to the machine tool through modem etc. A number of machine tools can be controlled and supplied with part programs through this external computer and this system is known as DNC system.

**बाहरी कंप्यूटर द्वारा** - CAD सुविधा का उपयोग करके बाहरी कंप्यूटर में ड्राइंग बनाई जाती है। फिर पार्ट प्रोग्राम को कंप्यूटर द्वारा स्वयं काटने की स्थिति, यानी काटने की गति, फीड और कट की गहराई और उपयोग किए जाने वाले टूल के प्रकार के बारे में कुछ जानकारी फीड करके तैयार किया जाता है, जब पार्ट प्रोग्राम तैयार हो जाता है, तो इसे मशीन टूल के NC सिस्टम को सूचित किया जाता है। इस बाहरी कंप्यूटर को मॉडेम आदि के माध्यम से मशीन टूल से इंटरफेस करना। इस बाहरी कंप्यूटर के माध्यम से कई मशीन टूल्स को नियंत्रित और पार्ट प्रोग्राम के साथ आपूर्ति की जा सकती है और इस प्रणाली को DNC सिस्टम के रूप में जाना जाता है।

- 2. Machine control unit** – It is the brain in NC system. It receives the part program through various input media and converts this information into a language that the machine tool can understand and operate accordingly. It controls the action of machine tool. The instructions from tap reader are converted into electrical pulses that the machine's motors and controls follow to perform manufacturing tasks on a work piece.

Main elements of NC controller unit are as follows:

**मशीन नियंत्रण इकाई** - यह NC प्रणाली में मस्तिष्क है। यह विभिन्न इनपुट मीडिया के माध्यम से पार्ट प्रोग्राम प्राप्त करता है और इस जानकारी को एक ऐसी भाषा में परिवर्तित करता है जिसे मशीन टूल समझ सकता है और उसके अनुसार काम कर सकता है। यह मशीन टूल की क्रिया को नियंत्रित करता है। टेप रीडर के निर्देशों को विद्युत पल्स में परिवर्तित किया जाता है जिसका पालन मशीन के मोटर और नियंत्रण किसी वर्कपीस पर विनिर्माण कार्य करने के लिए करते हैं।

NC नियंत्रक इकाई के मुख्य तत्व इस प्रकार हैं:

- i). Tape Reader** – Punched tape is fed to the tape reader which is an electrochemical device for reading and winding the tape. Tape reader changes binary coded data received from punched tape into **binary digits**. This is called data decoding. For this purpose, tape reader consists of separate decoder for addresses and numerals. These addresses and buffer data is sent to the buffer storage.

**टेप रीडर** - छिद्रित टेप को टेप रीडर में डाला जाता है जो टेप को पढ़ने और वाइंडिंग करने के लिए एक विद्युत रासायनिक उपकरण है। टेप रीडर छिद्रित टेप से प्राप्त बाइनरी कोडित डेटा को **बाइनरी अंकों** में बदलता है। इसे डेटा डिकोडिंग कहा जाता है। इस प्रयोजन के लिए, टेप रीडर में पते और संख्यात्मक के लिए अलग-अलग डिकोडर होते हैं। ये पते और बफ़र डेटा बफ़र स्टोरेज में भेजे जाते हैं।

- ii). Buffer storage** – Buffer storage stores the input data in proper logical blocks and transfer the information to other areas of control unit at a faster rate. If there were no buffer storage then controller would wait until the tape reader sends the next set of information. Hence machine units which do not have buffer storage areas, should have high speed tape readers to avoid pauses in transferring information and the machine movements.

**बफर स्टोरेज** - बफर स्टोरेज इनपुट डेटा को उचित तार्किक ब्लॉकों में संग्रहीत करता है और सूचना को नियंत्रण इकाई के अन्य क्षेत्रों में तेज दर से स्थानांतरित करता है। यदि कोई बफर स्टोरेज नहीं होता तो नियंत्रक तब तक इंतजार करता जब तक टेप रीडर सूचना का अगला सेट नहीं भेज देता। इसलिए जिन मशीन इकाइयों में बफर भंडारण क्षेत्र नहीं हैं, उनमें सूचना स्थानांतरित करने और मशीन की गतिविधियों में रुकावट से बचने के लिए उच्च गति वाले टेप रीडर होने चाहिए।

- iii). Feeding channels and devices** – Form buffer storage, the part programming instructions are transmitted to the servo control units of the machine tool through different feeding channels in the form of electrical pulses. Servo motors commands the cutting tool and workpiece table to work upon the operation.

**फीडिंग चैनल और डिवाइस** - बफर स्टोरेज के रूप में, पार्ट प्रोग्रामिंग निर्देश विद्युत पल्स के रूप में विभिन्न फीडिंग चैनलों के माध्यम से मशीन टूल की सर्वो नियंत्रण इकाइयों को प्रेषित किए जाते हैं। सर्वो मोटर्स कटिंग टूल और वर्कपीस टेबल को ऑपरेशन पर काम करने का आदेश देता है।

**iv). Gauging devices** – It measure the machine movements to determine if the servo control units have given the correct command.

**गेजिंग डिवाइस** - यह यह निर्धारित करने के लिए मशीन की गतिविधियों को मापता है कि सर्वो नियंत्रण इकाइयों ने सही कमांड दिया है या नहीं।

**v). Feedback transducer** – Feedback units feed the information back from the gaging device for comparison so that the machine moves to the correct location. These devices send back the information to the MCU so that the machine table slide position can be compared with the required dimension of the input data. If there is any difference, the drive motor is directed through electrical pulses to make the necessary corrections.

**फीडबैक ट्रांसड्यूसर** - फीडबैक इकाइयां तुलना के लिए गैजिंग डिवाइस से जानकारी वापस फीड करती हैं ताकि मशीन सही स्थान पर चली जाए। ये उपकरण जानकारी को MCU को वापस भेजते हैं ताकि मशीन टेबल स्लाइड स्थिति की तुलना इनपुट डेटा के आवश्यक आयाम से की जा सके। यदि कोई अंतर है, तो आवश्यक सुधार करने के लिए ड्राइव मोटर को विद्युत पल्स के माध्यम से निर्देशित किया जाता है।

**vi). Sequence controls** – It is a synchronizing unit whose functions is to synchronize the activities of the other elements of MCU.

**अनुक्रम नियंत्रण** - यह एक सिंक्रोनाइजिंग इकाई है जिसका कार्य MCU के अन्य तत्वों की गतिविधियों को सिंक्रोनाइज़ करना है।

**vii). Control Panels** – No doubt, NC system is an automatic system but still human operator is needed for loading and unloading the workpiece , switching on and off the machines, for setting and changing cutting tools, fixtures and perform some other functions. For efficient control of his Machine tool, the operator should be able to control the whole NC system and this is done through control panel which contains dials and switches with which operator runs the machine.

**नियंत्रण पैनल** - इसमें कोई संदेह नहीं है, NC प्रणाली एक स्वचालित प्रणाली है लेकिन फिर भी workpiece को लोड करने और उतारने, मशीनों को चालू और बंद करने, काटने के उपकरण, फिक्स्चर को सेट करने और बदलने और कुछ अन्य कार्य करने के लिए मानव ऑपरेटर की आवश्यकता होती है। अपने मशीन टूल के कुशल नियंत्रण के लिए, ऑपरेटर को पूरे NC सिस्टम को नियंत्रित करने में सक्षम होना चाहिए और यह नियंत्रण पैनल के माध्यम से किया जाता है जिसमें डायल और स्विच होते हैं जिसके साथ ऑपरेटर मशीन चलाता है।

**3. Machine Tool** – MCU instruct the machine tool to generate different relative motions between workpiece and cutting tool so that stock is removed from raw material to generate different shapes on it.

Main Components of Machine tools are –

**i). Operative units** – These are the movable units which participate either in the motions for shaping the workpiece by accomplishing working travels movements or in positioning motions of the w/p or cutting tool by performing approach and withdrawal movements or co-ordinates positioning. Example of such operative units

are table of drilling, milling, boring m/c or machining centre or carriage of a lathe machine.

**ii). Cutting tools** – These machine tools are same as conventional machine tools but their holding system may be different.

**iii). Work fixtures** – These fixtures are need for holding and clamping the job on the work table of Machine tool. Design of these fixture may be according to the profile of the job.

**मशीन टूल** – MCU मशीन टूल को वर्कपीस और कटिंग टूल के बीच अलग-अलग सापेक्ष गति उत्पन्न करने का निर्देश देता है ताकि कच्चे माल से स्टॉक को हटाकर उस पर अलग-अलग आकृतियाँ बनाई जा सकें।

**मशीन टूल्स के मुख्य घटक हैं -**

i) **ऑपरेटिव इकाइयाँ** - ये चल इकाइयाँ हैं जो या तो कामकाजी यात्रा आंदोलनों को पूरा करके वर्कपीस को आकार देने की गति में भाग लेती हैं या दृष्टिकोण और निकासी आंदोलनों या समन्वय स्थिति का प्रदर्शन करके डब्ल्यू/पी या कटिंग टूल की स्थिति निर्धारण गति में भाग लेती हैं। ऐसी ऑपरेटिव इकाइयों के उदाहरण हैं ड्रिलिंग, मिलिंग, बोरिंग एम/सी या मशीनिंग सेंटर या लेथ मशीन की दुलाई की मेज।

ii). **काटने के उपकरण** - ये मशीन उपकरण पारंपरिक मशीन उपकरण के समान हैं लेकिन उनकी होल्डिंग प्रणाली भिन्न हो सकती है।

iii). **वर्क फिक्स्चर** - इन फिक्स्चर की आवश्यकता मशीन टूल की कार्य तालिका पर कार्य को पकड़ने और जकड़ने के लिए होती है। इन फिक्स्चर का डिज़ाइन कार्य की प्रोफ़ाइल के अनुसार हो सकता है।

**1.5.2 NC motion control system/NC Motion positioning system** – In order to control the motion of the Workpiece and cutting tool with respect to each other for various machining processes the NC system requires different kinds of positioning control system which are broadly classified into two categories –

**NC मोशन कंट्रोल सिस्टम/NC मोशन पोजिशनिंग सिस्टम** - विभिन्न मशीनिंग प्रक्रियाओं के लिए एक दूसरे के संबंध में Workpiece और कटिंग टूल की गति को नियंत्रित करने के लिए NC सिस्टम को विभिन्न प्रकार के पोजिशनिंग कंट्रोल सिस्टम की आवश्यकता होती है जिन्हें मोटे तौर पर दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है –

**1. Finite positioning control system –**

i). **Positional system (Point to point system)** – In point to point motion control system, the importance is given to position of the cutting tool at a predefined location with respect to w/p reference. In this, the cutting tool is positioned in a location and then perform machining operation. After machining, tool is interpolated to next point.

**Example** – Drilling holes, punching and straight milling.

**पोजिशनल सिस्टम (प्वाइंट टू प्वाइंट सिस्टम)** - प्वाइंट टू प्वाइंट मोशन कंट्रोल सिस्टम में, वर्कपीस संदर्भ के संबंध में पूर्वनिर्धारित स्थान पर काटने के उपकरण की स्थिति को महत्व दिया जाता है। इसमें काटने वाले उपकरण को एक स्थान पर रखा जाता है और फिर मशीनिंग ऑपरेशन किया जाता है। मशीनिंग के बाद, उपकरण को अगले बिंदु पर प्रक्षेपित किया जाता है।

उदाहरण - Drilling holes, punching and straight milling.

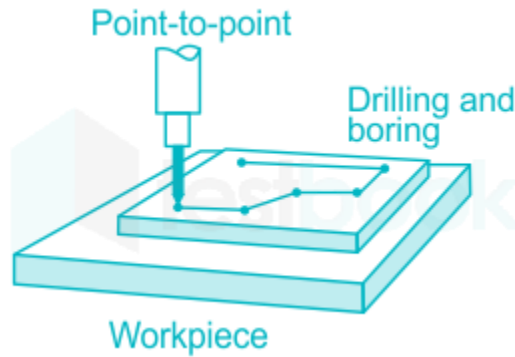


Fig. 1.6 Point to point system

- ii). **Paraxial system (straight line system)** – In straight line motion control system, the cutting tool moves in straight line only (parallel to the major axis). It does not move in any curved path, so it is not possible to combine movements in more than a single axis direction. The positioning and operations are both performed along controlled path but at different velocities.

**Example** – Straight turning.

**पैराएक्सियल प्रणाली (सीधी रेखा प्रणाली)** - सीधी रेखा गति नियंत्रण प्रणाली में, काटने का उपकरण केवल सीधी रेखा में चलता है (प्रमुख अक्ष के समानांतर)। यह किसी भी घुमावदार पथ में नहीं चलता है, इसलिए एक से अधिक अक्ष दिशा में movements को संयोजित करना संभव नहीं है। स्थिति निर्धारण और संचालन दोनों नियंत्रित पथ पर लेकिन अलग-अलग वेग से किए जाते हैं।

**उदाहरण** - Straight turning.

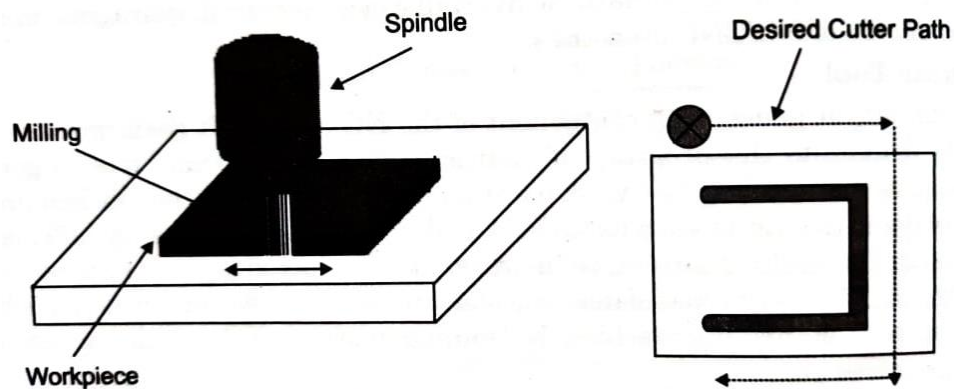
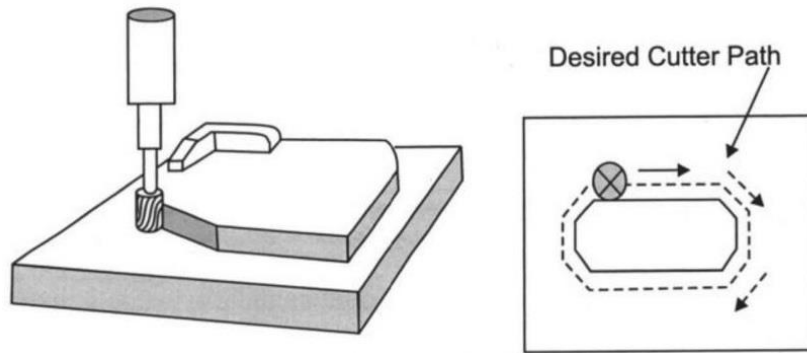


Fig. 1.7 Straight line system

2. **Continuous path or contouring control systems** – In contour path control system, the cutting tool moves in a predefined contour path. This system fulfills the requirements of both PTP and straight line system. The path followed by the tool is similar to machined contour.

**सतत पथ या समोच्च नियंत्रण प्रणाली** - समोच्च पथ नियंत्रण प्रणाली में, काटने का उपकरण एक पूर्वनिर्धारित समोच्च पथ में चलता है। यह प्रणाली PTP और सीधी रेखा प्रणाली दोनों की आवश्यकताओं को पूरा करती है। उपकरण द्वारा अनुसरण किया गया पथ मशीनीकृत समोच्च के समान है।



**Fig. 1.8 Continuous path system**

- 3. Combined path motion control system** – In this system the cutting tool travels in both straight and contour path, hence this system is known as combined path motion control system.

**संयुक्त पथ गति नियंत्रण प्रणाली** - इस प्रणाली में काटने का उपकरण सीधे और समोच्च दोनों पथों में चलता है, इसलिए इस प्रणाली को संयुक्त पथ गति नियंत्रण प्रणाली के रूप में जाना जाता है।

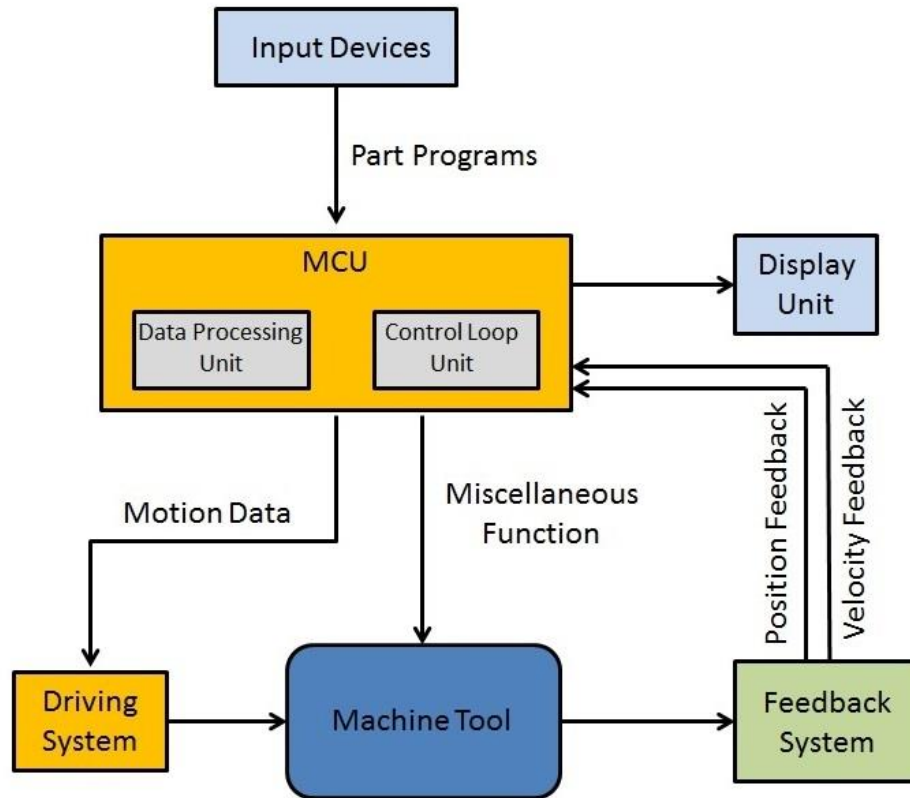
**1.6 COMPUTER NUMERICAL CONTROL (CNC)** – CNC Machine is used to control motions of the work piece and tool with a computer program written in alphanumeric data. Instructions are delivered to CNC Machine in the form of G-Code and M-code programs. The program can be written by a person or generated by CAD or CAM software. The part's mechanical dimensions are defined using CAD software and then translated into manufacturing directives by CAM software. The resulting directives are transformed (by "post processor" software) into the specific commands necessary for a particular machine to produce the component and then are loaded into the CNC machines.

**CNC Software's** – Mach, LinuxCNC, TurboCNC, Universal G-code Sender etc.

कंप्यूटर न्यूमेरिकल कंट्रोल (CNC) – CNC मशीन का उपयोग अल्फ़ान्यूमेरिक डेटा में लिखे कंप्यूटर प्रोग्राम के साथ वर्कपीस और टूल की गति को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। CNC मशीन को निर्देश G-कोड और M-CODE प्रोग्राम के रूप में वितरित किए जाते हैं। प्रोग्राम किसी व्यक्ति द्वारा लिखा जा सकता है या CAD या CAM सॉफ़्टवेयर द्वारा तैयार किया जा सकता है। भाग के यांत्रिक आयामों को CAD सॉफ़्टवेयर का उपयोग करके परिभाषित किया जाता है और फिर CAM सॉफ़्टवेयर द्वारा विनिर्माण निर्देशों में अनुवादित किया जाता है। परिणामी निर्देशों को ("पोस्ट प्रोसेसर" सॉफ़्टवेयर द्वारा) घटक का उत्पादन करने के लिए किसी विशेष मशीन के लिए आवश्यक विशिष्ट कमांड में बदल दिया जाता है और फिर CNC मशीनों में लोड किया जाता है।

**CNC Software's** – Mach, LinuxCNC, TurboCNC, Universal G-code Sender etc.

**1.6.1 Components/Elements of CNC Machine** – A CNC mechanism requires three pieces of equipment's as shown in figure.



**Fig 1.9 – Working of CNC**

- 1. Input Device** – CAD software is used to generate the design/model. This design model is a geometric model and CNC machine cannot use this to manufacture the product directly. CAD design/model is imported into CAM software so that CAM can convert the design into part program. This part program is now fed to CPU/MCU.

**इनपुट डिवाइस** - डिज़ाइन/मॉडल तैयार करने के लिए CAD सॉफ्टवेयर का उपयोग किया जाता है। यह डिज़ाइन मॉडल एक ज्यामितीय मॉडल है और CNC मशीन इसका उपयोग सीधे उत्पाद के निर्माण के लिए नहीं कर सकती है। CAD डिज़ाइन/मॉडल को CAM सॉफ्टवेयर में आयात किया जाता है ताकि CAM डिज़ाइन को पार्ट प्रोग्राम में परिवर्तित कर सके। यह भाग प्रोग्राम अब CPU/MCU को फीड किया गया है।

- 2. Central Processing Unit/Machine control unit** – The CPU is heart of the CNC system.
  - It accepts the information stored in the memory as part program.
  - This data is decoded and transformed into specific position and motion signals to driving system.
  - It receives the feedback from feedback signal and oversees the movement of the control axis or spindle and whenever this does not match with the programmed values, a corrective action is taken.

**सेंट्रल प्रोसेसिंग यूनिट/मशीन नियंत्रण इकाई** – CPU, CNC system का दिल है।

- यह मेमोरी में संग्रहीत जानकारी को पार्ट प्रोग्राम के रूप में स्वीकार करता है।
- इस डेटा को डिकोड किया जाता है और ड्राइविंग सिस्टम में विशिष्ट स्थिति और गति संकेतों में बदल दिया जाता है।
- यह फीडबैक सिग्नल से फीडबैक प्राप्त करता है और नियंत्रण अक्ष या स्पिंडल की गति की निगरानी करता है और जब भी यह प्रोग्राम किए गए मूल्यों से मेल नहीं खाता है, तो सुधारात्मक कार्रवाई की जाती है।

- 3. Machine Tool** – The signals from the interface control the motors on the CNC machine. The signals determine the way the vice or lead screws moves. The movement may be in any of the three directions X, Y and Z. (Horizontally, vertically and depth) the signals are also used to control the speed of the cutting tool and feed etc.

The basic principles that CNC uses are derived from NC technology, but here the movements are computed and controlled by computers instead of doing it manually. The program output from a computer can be directly fed to the CNC machine through an interface controller.

**मशीन टूल** - इंटरफ़ेस से सिग्नल CNC मशीन पर मोटरों को नियंत्रित करते हैं। सिग्नल यह निर्धारित करते हैं कि वाइस या लीड स्कू किस प्रकार चलते हैं। गति तीन दिशाओं X, Y और Z में से किसी एक में हो सकती है। (क्षैतिज, लंबवत और गहराई) संकेतों का उपयोग काटने वाले उपकरण और फ़ीड आदि की गति को नियंत्रित करने के लिए भी किया जाता है। CNC द्वारा उपयोग किए जाने वाले बुनियादी सिद्धांत NC तकनीक से प्राप्त होते हैं, लेकिन यहां गतिविधियों को मैक्युअल रूप से करने के बजाय कंप्यूटर द्वारा गणना और नियंत्रित किया जाता है। कंप्यूटर से प्रोग्राम आउटपुट को इंटरफ़ेस नियंत्रक के माध्यम से सीधे CNC मशीन में फीड किया जा सकता है।

- 4. Driving system** –

- The requirement is that the driving system has to response accurately according to the programmed instructions.
- The motor is coupled either directly or through gear box to the machine lead screw to moves the machine slides or the spindle.
- Three types of electric motors are used: Dc servo motor, AC servo motor and stepper motor.

**ड्राइविंग सिस्टम -**

- आवश्यकता यह है कि ड्राइविंग सिस्टम को प्रोग्राम किए गए निर्देशों के अनुसार सटीक प्रतिक्रिया देनी होगी।
- मशीन की स्लाइड या स्पिंडल को चलाने के लिए मोटर को सीधे या गियर बॉक्स के माध्यम से मशीन के लीड स्कू से जोड़ा जाता है।
- तीन प्रकार की इलेक्ट्रिक मोटरों का उपयोग किया जाता है: डीसी सर्वो मोटर, एसी सर्वो मोटर और स्टेपर मोटर।

- 5. Feedback devices** – This system consists of transducers that act as sensors. It is also called a measuring system. It contains position and speed transducers that continuously monitor the position and speed of the cutting tool located at any instant. The MCU receives the signals from these transducers and it uses the difference between the reference signals and feedback signals to generate the control signals for correcting the position and speed errors.

**फीडबैक डिवाइस** - इस प्रणाली में ट्रांसड्यूसर होते हैं जो सेंसर के रूप में कार्य करते हैं। इसे मापन प्रणाली भी कहा जाता है। इसमें स्थिति और गति ट्रांसड्यूसर शामिल हैं जो किसी भी समय स्थित काटने वाले उपकरण की स्थिति और गति

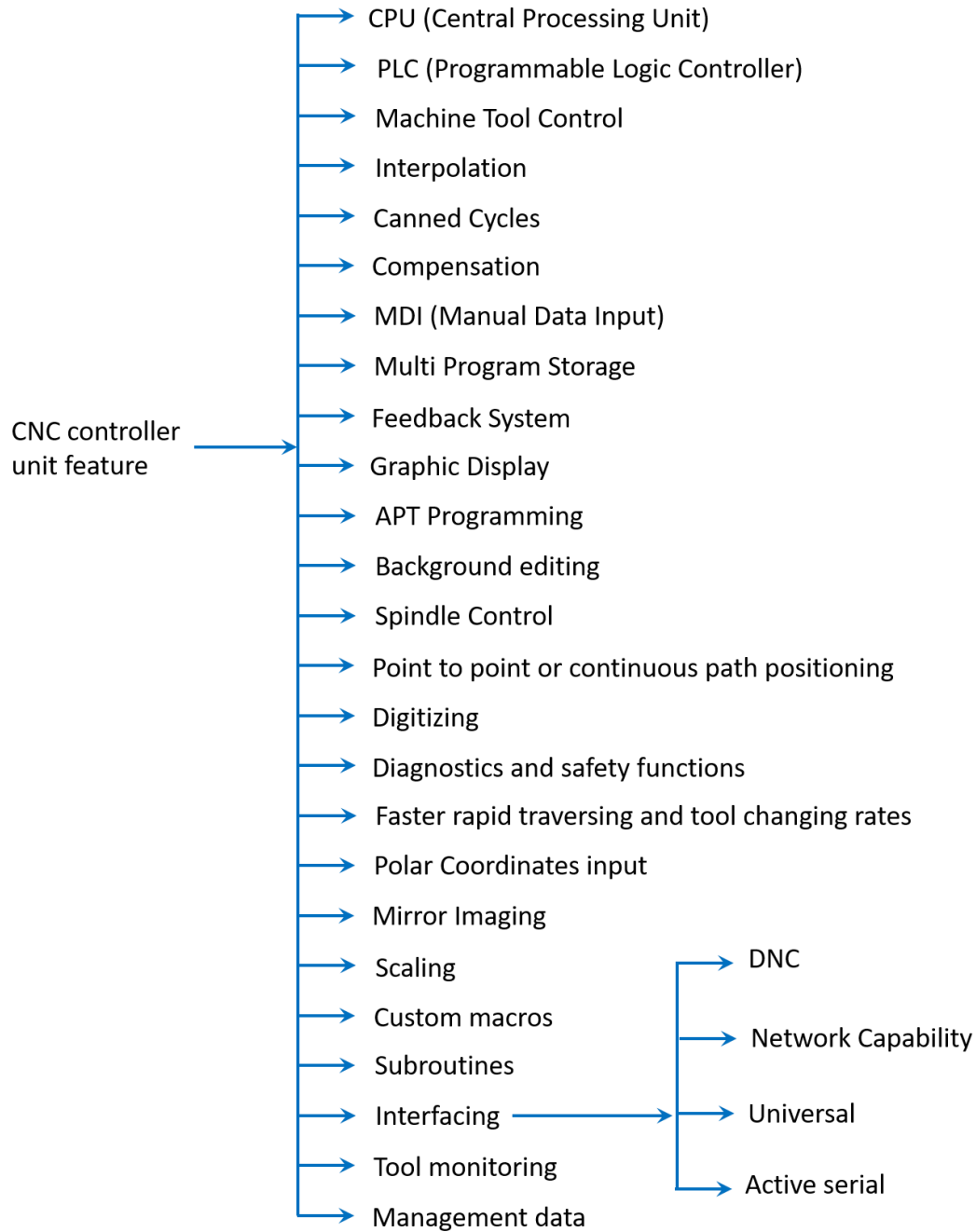
की लगातार निगरानी करते हैं। MCU इन ट्रांसड्यूसरों से सिग्नल प्राप्त करता है और यह स्थिति और गति त्रुटियों को ठीक करने के लिए नियंत्रण सिग्नल उत्पन्न करने के लिए संदर्भ सिग्नल और फीडबैक सिग्नल के बीच अंतर का उपयोग करता है।

- 6. Display unit** – A monitor is used to display the programs, commands and other useful data of CNC machine. A display unit is used to see all the commands, programs and other important data. It acts as the eye of the machine.

**डिस्प्ले यूनिट** – CNC मशीन के प्रोग्राम, कमांड और अन्य उपयोगी डेटा को प्रदर्शित करने के लिए एक मॉनिटर का उपयोग किया जाता है। सभी कमांड, प्रोग्राम और अन्य महत्वपूर्ण डेटा को देखने के लिए एक डिस्प्ले यूनिट का उपयोग किया जाता है। यह मशीन की आंख की तरह काम करता है।

**1.6.2 Features and functions of CNC Machine –**

The CNC Controller of today's have several features –



**Fig. 1.10 – Features of CNC**

1. **Central Processing Unit (CPU)** – CPU is the heart and brain of any CNC system. It performs various roles –
  - CPU receives the part program, decodes and transforms it into specific position control and velocity control signals and feeds these signals to the servo control unit.
  - It stores the data
  - CPU also performs all the calculations for various types of compensation regarding backlash error, tool wear out etc. based on the input elements fed to it.

- Some safety checks are built in the CNC system and CPU takes all the corrective actions regarding these. It displays the alarming signal on the CRT of control panel when any activity goes beyond its predefined limits.
- It also co-ordinates the servo control unit of the CNC machine tools. It sends the control signal to the servo control unit which converts these signals into suitable analog or digital signals and feeds them to the servo drive for specific machine tool axis movement.

**Central Processing Unit (CPU)** – CPU किसी भी CNC सिस्टम का दिल और दिमाग है। यह विभिन्न भूमिकाएँ निभाता है -

- CPU पार्ट प्रोग्राम प्राप्त करता है, डीकोड करता है और इसे विशिष्ट स्थिति नियंत्रण और वेग नियंत्रण संकेतों में बदल देता है और इन संकेतों को सर्वो नियंत्रण इकाई को फीड करता है।
- यह डेटा को स्टोर करता है
- CPU इसमें दिए गए इनपुट तत्वों के आधार पर बैकलैश त्रुटि, उपकरण खराब होने आदि के संबंध में विभिन्न प्रकार के मुआवजे के लिए सभी गणना भी करता है।
- CNC सिस्टम में कुछ सुरक्षा जांचें बनाई जाती हैं और CPU इनके संबंध में सभी सुधारात्मक कार्रवाई करता है। जब कोई गतिविधि अपनी पूर्वनिर्धारित सीमा से परे जाती है तो यह नियंत्रण कक्ष के CRT पर खतरनाक संकेत प्रदर्शित करता है।
- यह CNC मशीन टूल्स की सर्वो नियंत्रण इकाई का भी समन्वय करता है। यह सर्वो नियंत्रण इकाई को नियंत्रण संकेत भेजता है जो इन संकेतों को उपयुक्त एनालॉग या डिजिटल सिग्नल में परिवर्तित करता है और उन्हें विशिष्ट मशीन टूल axis movement के लिए सर्वो ड्राइव में फीड करता है।

## 2. Programmable Logic controller (PLC) –

- It is a device which can be reprogrammed without any hardware changes, it is reusable.
- It acts as a replacement for hard wired relay control panels of NC machine.
- The program for operating the PLC is stored in PLC program memory, on the basis of this program, PLC operates cyclically.

**Programmable Logic controller (PLC) –**

- यह एक ऐसा उपकरण है जिसे बिना किसी हार्डवेयर परिवर्तन के पुनः प्रोग्राम किया जा सकता है, यह पुनः प्रयोज्य है।
- यह NC मशीन के हार्ड वायर्ड रिले कंट्रोल पैनल के प्रतिस्थापन के रूप में कार्य करता है।
- PLC को संचालित करने के लिए प्रोग्राम को PLC प्रोग्राम मेमोरी में संग्रहित किया जाता है, इसी प्रोग्राम के आधार पर PLC चक्रीय रूप से संचालित होता है।

## 3. Machine tool control – CPU receives the part program and decodes it into position and velocity signals and feed it to servo control unit which further generates suitable signals and command values. The command values are converted into actual movement of the operative units (slides etc.), by the servo drive unit. The amount of movement and the rate of movement are controlled by the CNC system depending upon the type of feedback system whether it is closed loop or open loop.

**Machine tool control** – CPU पार्ट प्रोग्राम प्राप्त करता है और इसे स्थिति और वेग संकेतों में डिकोड करता है और इसे सर्वो नियंत्रण इकाई को फीड करता है जो आगे उपयुक्त सिग्नल और कमांड मान उत्पन्न करता है। सर्वो ड्राइव इकाई द्वारा कमांड मान को ऑपरेटिव इकाइयों (स्लाइड आदि) की वास्तविक गति में परिवर्तित किया जाता है। गति की मात्रा और गति की दर को CNC प्रणाली द्वारा नियंत्रित किया जाता है, जो फीडबैक प्रणाली के प्रकार पर निर्भर करता है, चाहे वह बंद लूप हो या खुला लूप।

4. **Interpolation** – In early CNC machines interpolations like linear, circular or parabolic were possible but now-a-days in modern CNC system helical and cubical interpolations are also possible.

**इंटरपोलेशन** - प्रारंभिक CNC मशीनों में रेखिक, गोलाकार या परवलयिक जैसे इंटरपोलेशन संभव थे लेकिन आजकल आधुनिक CNC प्रणाली में हेलिकल और क्यूबिकल इंटरपोलेशन भी संभव हैं।

5. **Canned Cycles** –

6. **Compensation** – For accurate and accident free machining on CNC machine tools, cutter length compensation, cutter radius compensation, backlash, lead screw pitch error and temperature are compensated.

**Compensation** – CNC मशीन टूल्स पर सटीक और दुर्घटना मुक्त मशीनिंग के लिए, कटर की लंबाई क्षतिपूर्ति, कटर त्रिज्या क्षतिपूर्ति, बैकलैश, लीड स्कू पिच त्रुटि और तापमान का क्षतिपूर्ति दिया जाता है।

7. **Manual Data Input (MDI)** – In CNC machine tools, changes can be made in the part programs for correcting and error or for changing the sequence of a machining operations through MDI.

मैन्युअल डेटा इनपुट (MDI) – CNC मशीन टूल्स में, MDI के माध्यम से मशीनिंग संचालन के अनुक्रम को सही करने और त्रुटि या बदलने के लिए पार्ट प्रोग्राम में बदलाव किए जा सकते हैं।

8. **Multi program storage** – It stores a number of part programs and whenever a part program is required for a particular component, then this program is called and machining can be started immediately.

**मल्टी प्रोग्राम स्टोरेज** - यह कई पार्ट प्रोग्राम को स्टोर करता है और जब भी किसी विशेष घटक के लिए पार्ट प्रोग्राम की आवश्यकता होती है, तो इस प्रोग्राम को कॉल किया जाता है और मशीनिंग तुरंत शुरू की जा सकती है।

9. **Feedback system** – It continuously measures the position and velocity of the cutting tool and send back the information to MCU on real time.

**फीडबैक प्रणाली** - यह काटने वाले उपकरण की स्थिति और वेग को लगातार मापता है और वास्तविक समय पर जानकारी MCU को वापस भेजता है।

10. **Graphic display** – Before starting the actual machining of components, graphic simulation of part program can be seen on CRT of control panel and if any error is found in the part programs that can be corrected before actual machining of components.

**ग्राफिक डिस्प्ले** - घटकों की वास्तविक मशीनिंग शुरू करने से पहले, पार्ट प्रोग्राम का ग्राफिक सिमुलेशन कंट्रोल पैनल के CRT पर देखा जा सकता है और यदि पार्ट प्रोग्राम में कोई त्रुटि पाई जाती है तो उसे घटकों की वास्तविक मशीनिंग से पहले ठीक किया जा सकता है।

- 11. Automatically Programmed Tool (APT) programming** – This is more advanced language to prepare a part program. Once familiar with this type of language, one can program much easily. For example, if Fanuc system integration of this APT then this programming language is known as FAPT.

**Automatically Programmed Tool (APT) programming** – यह पार्ट प्रोग्राम तैयार करने के लिए अधिक उन्नत भाषा है। एक बार इस प्रकार की भाषा से परिचित होने के बाद, कोई भी व्यक्ति बहुत आसानी से प्रोग्राम कर सकता है। उदाहरण के लिए, यदि इस APT का फैनूक सिस्टम एकीकरण है तो इस प्रोग्रामिंग भाषा को FAPT के रूप में जाना जाता है।

- 12. Background editing** – CNC machines are equipped with the facility to edit the part program while machining or a new part program can be inserted while machining. For example changes regarding spindle rpm or feed rate etc. can be made on the spot, without stopping the machine through keys provided on the control panel. This save a lot of time.

**Background editing** – CNC मशीनें मशीनिंग के दौरान पार्ट प्रोग्राम को संपादित करने की सुविधा से सुसज्जित हैं या मशीनिंग के दौरान एक नया पार्ट प्रोग्राम डाला जा सकता है। उदाहरण के लिए, स्पिंडल rpm या फीड दर आदि के संबंध में परिवर्तन नियंत्रण कक्ष पर दी गई कुंजियों के माध्यम से मशीन को बंद किए बिना, मौके पर ही किए जा सकते हैं। इससे समय की काफी बचत होती है।

- 13. Spindle control** – Spindle functioning like spindle orientation or spindle speed can be changes even when part program is running with the help of an over-ride knob provided in the control panel.

**स्पिंडल नियंत्रण** - स्पिंडल की कार्यप्रणाली जैसे स्पिंडल ओरिएंटेशन या स्पिंडल गति तब भी बदली जा सकती है, जब कंट्रोल पैनल में दिए गए ओवर-राइड नॉब की मदद से पार्ट प्रोग्राम चल रहा हो।

- 14. Point to point or continuous or combined path positioning** – Controller units are capable of this positioning.

**बिंदु से बिंदु या निरंतर या संयुक्त पथ स्थिति** - नियंत्रक इकाइयाँ इस स्थिति में सक्षम हैं।

- 15. Digitizing** – This features allows a part program to be made directly from an existing component. The original component is traced while the CNC system records all the machine motions and produces a part program.

**डिजिटाइजिंग** - यह सुविधा किसी मौजूदा घटक से सीधे एक पार्ट प्रोग्राम बनाने की अनुमति देती है। मूल घटक का पता लगाया जाता है जबकि CNC प्रणाली सभी मशीन गतियों को रिकॉर्ड करती है और एक भाग प्रोग्राम तैयार करती है।

- 16. Diagnostics and safety functions** – CNC machines are generally equipped with diagnostics facility to help in the maintenance and repair of the machine tool and system parts.

**Diagnostics and safety functions** – CNC मशीनें आम तौर पर मशीन टूल और सिस्टम भागों के रखरखाव और मरम्मत में मदद करने के लिए डायग्नोस्टिक्स सुविधा से सुसज्जित होती हैं।

- 17. Faster rapid traversing and tool changing rates** – Now-a-days CNC machines are equipped with faster rapid traversing and tool changing rates. Upto 40-55 meter/minute rapid traversing in machining centres is available and tool changing timing can range from 1.5 sec (T to T) to 2.8 (C to C). With these features non-productive time is drastically reduced.

**तेज तीव्र ट्रैवर्सिंग और उपकरण बदलने की दर** - आजकल CNC मशीनें तेज तीव्र ट्रैवर्सिंग और उपकरण बदलने की दरों से सुसज्जित हैं। मशीनिंग केंद्रों में 40-55 मीटर/मिनट तक तीव्र ट्रैवर्सिंग उपलब्ध है और उपकरण बदलने का समय 1.5 सेकंड (T से T) से 2.8 (C से C) तक हो सकता है। इन सुविधाओं के साथ गैर-उत्पादक समय काफी कम हो जाता है।

- 18. Polar coordinate input** – In CNC machines points of machining can be defined in polar coordinates also which facilitates the part programming.

**ध्रुवीय समन्वय इनपुट** – CNC मशीनों में मशीनिंग के बिंदुओं को ध्रुवीय समन्वय में भी परिभाषित किया जा सकता है जो भाग प्रोग्रामिंग की सुविधा प्रदान करता है।

- 19. Mirror imaging** – CNC system is also equipped with mirror imaging facility. With this feature, controller unit can reverse plus and minus values along an axis or program zero to produce an accurate right hand work piece from left hand part programs. This ability is applied to all four quadrants and it greatly reduces the time that would be required to program each part.

**Mirror imaging** – CNC system मिरर इमेजिंग सुविधा से भी सुसज्जित है। इस सुविधा के साथ, नियंत्रक इकाई एक अक्ष या प्रोग्राम शून्य के साथ प्लस और माइनस मानों को उलट सकती है ताकि बाएं हाथ के भाग कार्यक्रमों से एक सटीक दाहिने हाथ का कार्य टुकड़ा तैयार किया जा सके। यह क्षमता सभी चार चतुर्थांशों पर लागू होती है और यह प्रत्येक भाग को प्रोग्राम करने के लिए आवश्यक समय को बहुत कम कर देती है।

- 20. Scaling** – CNC machines are also equipped with scaling facility.

- 21. Custom macros** – All CNC systems are generally have this facility. Part programming becomes easier and less memory storage is required for such part program. A group of variables are defined which helps in preparing the part program.

**Custom macros** – सभी CNC सिस्टम में आम तौर पर यह सुविधा होती है। पार्ट प्रोग्रामिंग आसान हो जाती है और ऐसे पार्ट प्रोग्राम के लिए कम मेमोरी स्टोरेज की आवश्यकता होती है। वेरिएबल्स का एक समूह परिभाषित किया गया है जो पार्ट प्रोग्राम तैयार करने में मदद करता है।

- 22. Subroutines** – Subroutine or subprogram is a program within a program. Whenever repetitive types of machining locations are to be defined in a part program, then instead of defining each location repeatedly, a subprogram is prepared which consists of those machining locations or machining paths. This subprogram can be called any number of times in a part program with a suitable code.

**Subroutines** – Subroutine या सबप्रोग्राम एक प्रोग्राम के भीतर एक प्रोग्राम है। जब भी किसी भाग प्रोग्राम में दोहराए जाने वाले प्रकार के मशीनिंग स्थानों को परिभाषित करना होता है, तो प्रत्येक स्थान को बार-बार परिभाषित करने

के बजाय, एक उपप्रोग्राम तैयार किया जाता है जिसमें उन मशीनिंग स्थानों या मशीनिंग पथों को शामिल किया जाता है। इस उपप्रोग्राम को उपयुक्त कोड के साथ एक पार्ट प्रोग्राम में कितनी भी बार कॉल किया जा सकता है।

**23. Interfacing** – CNC systems can be interfaced with CAD, DNC system etc., to increase their productivity and utilization. Generally following systems can be interfaced with CNC machines – CNC systems को उनकी उत्पादकता और उपयोग बढ़ाने के लिए CAD, DNC प्रणाली आदि के साथ इंटरफेस किया जा सकता है। आम तौर पर निम्नलिखित सिस्टम को CNC मशीनों के साथ इंटरफेस किया जा सकता है -

- (i) CAD/CAM
- (ii) DNC system
- (iii) Network capability (for FMS)
- (iv) Material handling robot

**24. Tool Monitoring** – Modern CNC machines are equipped with adaptive control system for monitoring the conditions of cutting tools. When the tool wear land exceeds the predefined limits CNC systems generates a signal for the replacement of this cutting tool, hence proper tool life and cutting conditions are maintained.

**उपकरण निगरानी** - आधुनिक CNC मशीनें काटने वाले उपकरणों की स्थितियों की निगरानी के लिए अनुकूली नियंत्रण प्रणाली से सुसज्जित हैं। जब उपकरण की घिसाव भूमि पूर्वनिर्धारित सीमा से अधिक हो जाती है तो CNC सिस्टम इस काटने वाले उपकरण के प्रतिस्थापन के लिए एक संकेत उत्पन्न करता है, इसलिए उचित उपकरण जीवन और काटने की स्थिति बनाए रखी जाती है।

**25. Management data** – CNC machines have the facility to record spindle running time, number of parts machined, tool use time, machine utilization etc. This data is sent to the computer or displayed on CRT screen of control panel.

**Management data** – CNC मशीनों में स्पिंडल चलने का समय, मशीनीकृत भागों की संख्या, उपकरण उपयोग का समय, मशीन उपयोग आदि को रिकॉर्ड करने की सुविधा होती है। यह डेटा कंप्यूटर पर भेजा जाता है या नियंत्रण कक्ष की CRT स्क्रीन पर प्रदर्शित किया जाता है।

### 1.6.3 Advantages of CNC Machine –

1. Continuous use – They can run for 24 hours a day.
2. Consistency and Repeatability – Consistency and repeatability of the job produced.
3. Accuracy and precision – They can create complex designs with high accuracy and precision in less time than other manual machines.
4. Modification and saving in delay time – Operators can make changes easily, which reduces the delay time.
5. Staffing – Fewer workers are needed to operate these machines, which saves labor costs.
6. Prototype – The modern design software for CNC machines removes the need of producing a prototype or model before executing a project, which saves money and time in the long run.
7. Wastage – CNC Machining Produces Little to No Waste.
8. Higher efficiency

9. Quicker assembly
10. Enhanced personnel safety
11. Reduction in energy consumption
12. CNC Machining leads to lower production costs.
13. The CNC machine operator only needs basic training and skills, enough to supervise several machines. In years gone by, engineers needed years of training to operate centre lathes, milling machines and other manually operated machines. This means many of the old skills are being lost.
14. Flexibility – Within a matter of hours the machine can be reprogrammed to create a totally different part. This will ensure that you keep up with customer demands without spending a lot of time or money replacing parts as it would be needed in manual machines.
15. Automatic material handling
16. Floor space
17. Machining of advanced material.

#### **CNC मशीन के लाभ –**

1. निरंतर उपयोग - ये दिन के 24 घंटे चल सकते हैं।
2. संगति और दोहराव - उत्पादित कार्य की स्थिरता और दोहराव योग्यता।
3. सटीकता और परिशुद्धता - वे अन्य मैनुअल मशीनों की तुलना में कम समय में उच्च सटीकता और परिशुद्धता के साथ जटिल डिजाइन बना सकते हैं।
4. देरी के समय में संशोधन और बचत - ऑपरेटर आसानी से बदलाव कर सकते हैं, जिससे देरी का समय कम हो जाता है।
5. स्टाफिंग - इन मशीनों को चलाने के लिए कम श्रमिकों की आवश्यकता होती है, जिससे श्रम लागत बचती है।
6. प्रोटोटाइप - CNC मशीनों के लिए आधुनिक डिजाइन सॉफ्टवेयर किसी प्रोजेक्ट को निष्पादित करने से पहले प्रोटोटाइप या मॉडल बनाने की आवश्यकता को हटा देता है, जिससे लंबे समय में पैसे और समय की बचत होती है।
7. अपव्यय - CNC मशीनिंग से बहुत कम या कोई अपशिष्ट उत्पन्न नहीं होता है।
8. उच्च दक्षता
9. त्वरित संयोजन
10. कार्मिक सुरक्षा में वृद्धि
11. ऊर्जा खपत में कमी
12. CNC मशीनिंग से उत्पादन लागत कम होती है।
13. CNC मशीन ऑपरेटर को केवल बुनियादी प्रशिक्षण और कौशल की आवश्यकता होती है, जो कई मशीनों की निगरानी के लिए पर्याप्त है। बीते वर्षों में, इंजीनियरों को सेंटर लेथ, मिलिंग मशीन और अन्य मैनुअल रूप से संचालित मशीनों को संचालित करने के लिए वर्षों के प्रशिक्षण की आवश्यकता होती थी। इसका मतलब है कि कई पुराने कौशल खत्म हो रहे हैं।
14. लचीलापन - कुछ ही घंटों में मशीन को पूरी तरह से अलग हिस्सा बनाने के लिए पुनः प्रोग्राम किया जा सकता है। इससे यह सुनिश्चित होगा कि आप भागों को बदलने में बहुत अधिक समय या पैसा खर्च किए बिना ग्राहकों की मांगों को पूरा करते रहेंगे क्योंकि मैनुअल मशीनों में इसकी आवश्यकता होगी।
15. स्वचालित सामग्री प्रबंधन
16. फर्श की जगह
17. उन्नत सामग्री की मशीनिंग.

#### 1.6.4 Limitations of CNC Machine –

1. CNC Machine tool requires a Computer and software which increases the cost.
2. CNC Machine tools are more expensive than manual operated machines, although costs are slowly coming down.
3. High installation cost. Machine have to be installed in air conditioned places.
4. Maintenance is difficult.
5. Skills (Computer knowledge and program knowledge) are required to operator the CNC Machine, basic training is required.
6. In case of breakdown highly skilled professional is required to solve the problem.
7. Size restrictions
8. Programming errors can impact project plans
9. Increases unemployment.

CNC मशीन की सीमाएँ -

1. CNC मशीन टूल के लिए कंप्यूटर और सॉफ्टवेयर की आवश्यकता होती है जिससे लागत बढ़ जाती है।
2. CNC मशीन टूल्स मैनुअल संचालित मशीनों की तुलना में अधिक महंगे हैं, हालांकि लागत धीरे-धीरे कम हो रही है।
3. उच्च स्थापना लागत। वातानुकूलित स्थानों पर मशीन लगानी होगी।
4. रखरखाव कठिन है।
5. CNC मशीन को संचालित करने के लिए कौशल (कंप्यूटर ज्ञान और प्रोग्राम ज्ञान) की आवश्यकता होती है, बुनियादी प्रशिक्षण की आवश्यकता होती है।
6. ब्रेकडाउन की स्थिति में समस्या को हल करने के लिए अत्यधिक कुशल पेशेवर की आवश्यकता होती है।
7. आकार प्रतिबंध
8. प्रोग्रामिंग त्रुटियाँ परियोजना योजनाओं को प्रभावित कर सकती हैं
9. बेरोजगारी बढ़ाता है।

**1.7 DIRECT NUMERICAL CONTROL (DNC) –** According to EIA definition “DNC is a system which connects a set of numerically controlled machines to common memory for part program storage, with provision for on demand distribution of data to be machined.”

On some CNC controllers, the available memory is too small to contain the machining program (for example machining complex surfaces), so in this case the program is stored in a separate computer and sent directly to the machine, one block at a time. If the computer is connected to a number of machines it can distribute programs to different machines as required. Usually, the manufacturer of the control provides suitable DNC software. However, if this provision is not possible, some software companies provide DNC applications that fulfill the purpose. DNC networking or DNC communication is always required when CAM programs are to run on some CNC machine control.

Wireless DNC is also used in place of hard-wired versions. Controls of this type are very widely used in industries with significant sheet metal fabrication, such as the automotive, appliance and aerospace industries.

In general one large computer can be used to control more than 100 machines.

**प्रत्यक्ष संख्यात्मक नियंत्रण (DNC)** – EIA परिभाषा के अनुसार "DNC एक प्रणाली है जो संख्यात्मक रूप से नियंत्रित मशीनों के एक सेट को पार्ट प्रोग्राम स्टोरेज के लिए सामान्य मेमोरी से जोड़ती है, जिसमें मशीनीकृत किए जाने वाले डेटा के ऑन डिमांड वितरण का प्रावधान होता है।"

कुछ CNC नियंत्रकों पर, उपलब्ध मेमोरी मशीनिंग प्रोग्राम (उदाहरण के लिए जटिल सतहों की मशीनिंग) को शामिल करने के लिए बहुत छोटी है, इसलिए इस मामले में प्रोग्राम को एक अलग कंप्यूटर में संग्रहीत किया जाता है और एक समय में एक ब्लॉक में सीधे मशीन पर भेजा जाता है। यदि कंप्यूटर कई मशीनों से जुड़ा है तो यह आवश्यकतानुसार विभिन्न मशीनों में प्रोग्राम वितरित कर सकता है। आमतौर पर, नियंत्रण का निर्माता उपयुक्त DNC सॉफ्टवेयर प्रदान करता है। हालाँकि, यदि यह प्रावधान संभव नहीं है, तो कुछ सॉफ्टवेयर कंपनियाँ DNC एप्लिकेशन प्रदान करती हैं जो उद्देश्य को पूरा करती हैं। जब CAM प्रोग्राम को कुछ CNC मशीन नियंत्रण पर चलाना होता है तो DNC नेटवर्किंग या DNC संचार की हमेशा आवश्यकता होती है।

वायरलेस DNC का उपयोग हार्ड-वायर्ड संस्करणों के स्थान पर भी किया जाता है। इस प्रकार के नियंत्रणों का उपयोग ऑटोमोटिव, उपकरण और एयरोस्पेस उद्योगों जैसे महत्वपूर्ण शीट धातु निर्माण वाले उद्योगों में बहुत व्यापक रूप से किया जाता है।

सामान्यतः एक बड़े कंप्यूटर का उपयोग 100 से अधिक मशीनों को नियंत्रित करने के लिए किया जा सकता है।

### 1.7.1 Components of DNC – The DNC system consists of following components:

1. **Central or mainframe computer** – The main function of the central computer is to call or send the part program to the individual machines as per the requirements through transmission lines. The central computer is a high end computer having big memory. It can control more than 100 CNC machine tools. When the burden on the central computer increases then minicomputers can be used in addition to main computer.
2. **Telecommunication lines** – The communication between the central computer and all machine tools takes place through these telecommunication lines. These are generally cables which connects the machine tools with central computer, but wireless DNC is also possible.
3. **Post Processor** – It is very important part of the DNC system. It convert the instructions into a particular coding system as per particular machine tool. The selection of post processor is dependent upon the type of control system like FANUC, CNUMERIC etc. it mostly converts the CLFILE instruction into the required G and M-codes instruction and this can be supplied to the machine tool.
4. **Machine Tool** – These can be the different NC machine tools such as NC milling, NC lathe etc. or CNC machining centres.

**Components of DNC** – DNC system में निम्नलिखित घटक होते हैं:

1. सेंट्रल या मेनफ्रेम कंप्यूटर - सेंट्रल कंप्यूटर का मुख्य कार्य ट्रांसमिशन लाइनों के माध्यम से आवश्यकता के अनुसार पार्ट प्रोग्राम को अलग-अलग मशीनों पर कॉल करना या भेजना है। सेंट्रल कंप्यूटर बड़ी मेमोरी वाला एक उच्च स्तरीय कंप्यूटर है। यह 100 से अधिक CNC मशीन टूल्स को नियंत्रित कर सकता है। जब सेंट्रल कंप्यूटर पर बोझ बढ़ जाता है तो मुख्य कंप्यूटर के अलावा मिनी कंप्यूटर का भी उपयोग किया जा सकता है।
2. दूरसंचार लाइनें - केंद्रीय कंप्यूटर और सभी मशीन टूल्स के बीच संचार इन दूरसंचार लाइनों के माध्यम से होता है। ये आम तौर पर केबल होते हैं जो मशीन टूल्स को केंद्रीय कंप्यूटर से जोड़ते हैं, लेकिन वायरलेस DNC भी संभव है।
3. पोस्ट प्रोसेसर - यह DNC सिस्टम का बहुत महत्वपूर्ण हिस्सा है। यह निर्देशों को विशेष मशीन टूल के अनुसार एक विशेष कोडिंग प्रणाली में परिवर्तित करता है। पोस्ट प्रोसेसर का चयन FANUC, CNUMERIC आदि जैसे नियंत्रण प्रणाली के प्रकार पर

निर्भर करता है। यह ज्यादातर CLFILE निर्देश को आवश्यक G और M-CODE निर्देश में परिवर्तित करता है और इसे मशीन टूल को आपूर्ति की जा सकती है।

4. मशीन टूल - ये विभिन्न NC मशीन टूल्स जैसे NC मिलिंग, NC लेथ आदि या CNC मशीनिंग केंद्र हो सकते हैं।

### 1.7.2 Difference between NC machine and CNC machine –

S. N.	NC Machine	CNC Machine
1	<p>NC Machine is the machine that is controlled by set of instructions in the form of numbers, letters and symbols called a program.</p> <p>NC मशीन वह मशीन है जिसे संख्याओं, अक्षरों और प्रतीकों के रूप में निर्देशों के सेट द्वारा नियंत्रित किया जाता है जिसे प्रोग्राम कहा जाता है।</p>	<p>CNC Machine is used to control motions of the work piece and tool with a computer program written in alphanumeric data.</p> <p>CNC मशीन का उपयोग अल्फ़ान्यूमेरिक डेटा में लिखे कंप्यूटर प्रोग्राम के साथ वर्कपीस और टूल की गति को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।</p>
2	<p>In NC Machine, programs are fed into the punch cards.</p> <p>NC मशीन में प्रोग्राम को पंच कार्ड में फीड किया जाता है।</p>	<p>In a CNC Machine, the programs are directly fed into the computer using a small keyboard.</p> <p>CNC मशीन में, प्रोग्राम को एक छोटे कीबोर्ड का उपयोग करके सीधे कंप्यूटर में फीड किया जाता है।</p>
3	<p>It is very difficult to modify the program in NC Machine if some error occurs and debugging is needed. For NC Machines, you will have to change the program in the tape and feed it to the machine again even for a tiny change.</p> <p>यदि कुछ त्रुटि होती है और डिबगिंग की आवश्यकता होती है तो NC मशीन में प्रोग्राम को संशोधित करना बहुत मुश्किल है। NC मशीनों के लिए, आपको टेप में प्रोग्राम को बदलना होगा और एक छोटे से बदलाव के लिए भी इसे मशीन में फिर से फीड करना होगा।</p>	<p>In A CNC Machine, modification of the program is very easy. In CNC Machines, you just have to change a variable in the computer to modify the program.</p> <p>CNC मशीन में प्रोग्राम को संशोधित करना बहुत आसान है। CNC मशीनों में, आपको प्रोग्राम को संशोधित करने के लिए बस कंप्यूटर में एक वैरिएबल बदलना होगा।</p>
4	<p>High skilled operator is required to operate a NC Machine but training cost is lesser.</p> <p>NC मशीन को संचालित करने के लिए उच्च कुशल ऑपरेटर की आवश्यकता होती है लेकिन प्रशिक्षण लागत कम होती है।</p>	<p>Less skilled operator is required but training cost is higher.</p> <p>कम कुशल ऑपरेटर की आवश्यकता होती है लेकिन प्रशिक्षण लागत अधिक होती है।</p>
5	<p>Maintenance cost is less for NC Machine</p>	<p>Maintenance cost is higher compared to NC Machines</p>
6	<p>In NC Machines programs cannot be stored, as it does not have memory storage. It runs off of the tape each time</p>	<p>In CNC Machines programs can be stored in the computer and can be used again and again.</p>

	<p>the machine cycles. NC Machines have a controller known as Machine Controller Unit or MCU that is capable of reading and interpreting a stored program and using the instructions in this to control a machine via actuation devices.</p> <p>NC मशीन के लिए रखरखाव लागत कम है NC मशीनों में प्रोग्रामों को संग्रहीत नहीं किया जा सकता, क्योंकि इसमें मेमोरी स्टोरेज नहीं होती है। हर बार मशीन के चक्र के दौरान यह टेप बंद हो जाता है। NC मशीनों में एक नियंत्रक होता है जिसे मशीन नियंत्रक इकाई या एमसीयू के रूप में जाना जाता है जो संग्रहीत प्रोग्राम को पढ़ने और व्याख्या करने और इसमें दिए गए निर्देशों का उपयोग करके एक्ज्यूशन उपकरणों के माध्यम से मशीन को नियंत्रित करने में सक्षम है।</p>	<p>CNC मशीनों में प्रोग्राम को कंप्यूटर में संग्रहित किया जा सकता है और बार-बार उपयोग किया जा सकता है।</p>
7	<p>It offers less flexibility and computational capability यह कम लचीलापन और कम्प्यूटेशनल क्षमता प्रदान करता है।</p>	<p>It offers more flexibility and computational capability यह अधिक लचीलापन और कम्प्यूटेशनल क्षमता प्रदान करता है।</p>
8	<p>Accuracy is less</p>	<p>Higher accuracy</p>
9	<p>It is not possible to run NC Machine continuously NC मशीन को लगातार चलाना संभव नहीं है।</p>	<p>CNC Machines can run 24 hours a day. CNC मशीनें 24 घंटे चल सकती हैं।</p>
10	<p>Cost of NC Machine is less</p>	<p>Cost of CNC Machine is higher</p>

### 1.7.3 Difference between CNC machine and DNC machine –

S. N.	CNC	DNC
1	<p>In CNC, remote controlling of the working operation is not possible. CNC में, कार्य संचालन का रिमोट नियंत्रण संभव नहीं है।</p>	<p>Whereas in the DNC, it facilitates remote control. जबकि DNC में यह रिमोट कंट्रोल की सुविधा देता है।</p>
2	<p>The CNC is an integral part of the machine. CNC मशीन का एक अभिन्न अंग है।</p>	<p>But the DNC is not integral to machines, DNC computer can locate a distance from machines. लेकिन DNC मशीनों का अभिन्न अंग नहीं है, DNC कंप्यूटर मशीनों से दूरी का पता लगा सकता है।</p>
3	<p>CNC machine has a transferring machining instruction.</p>	<p>Whereas the DNC machine manages the information distribution to the number of the machine.</p>

	CNC मशीन में एक ट्रांसफरिंग मशीनिंग निर्देश होता है।	जबकि DNC मशीन मशीन के नंबर तक सूचना वितरण का प्रबंधन करती है।
4	The CNC machine is a computer-controlled NC machine. CNC मशीन एक कंप्यूटर नियंत्रित NC मशीन है।	By using the DNC machine programmer you can control more than one NC machine as you required. DNC मशीन प्रोग्रामर का उपयोग करके आप अपनी आवश्यकता के अनुसार एक से अधिक NC मशीनों को नियंत्रित कर सकते हैं।
5	CNC software is used to increase the particular capacity of the machine tool. CNC सॉफ्टवेयर का उपयोग मशीन टूल की विशेष क्षमता को बढ़ाने के लिए किया जाता है।	Whereas in DNC, it does not only control the equipment but also serves as a part of the management information system. जबकि DNC में, यह न केवल उपकरण को नियंत्रित करता है बल्कि प्रबंधन सूचना प्रणाली के एक भाग के रूप में भी कार्य करता है।
6	In the CNC Program feeds directly into the computer by a small keyboard similar to our traditional keyboard. CNC प्रोग्राम हमारे पारंपरिक कीबोर्ड के समान एक छोटे कीबोर्ड द्वारा सीधे कंप्यूटर में फीड होता है।	In DNC part program is feed to the machine through the main computer. DNC भाग में प्रोग्राम को मुख्य कंप्यूटर के माध्यम से मशीन में फीड किया जाता है।
7	CNC has low processing power when compared to DNC. DNC की तुलना में CNC की प्रसंस्करण शक्ति कम होती है।	DNC has high processing energy when compared to CNC. CNC की तुलना में DNC में उच्च प्रसंस्करण ऊर्जा होती है।

#### 1.7.4 Difference among NC, CNC and DNC Machines –

S. N.	NC	CNC	DNC
1	The program is fed to machine through the <b>tapes</b> or other such media. प्रोग्राम को टेप या ऐसे अन्य मीडिया के माध्यम से मशीन में फीड किया जाता है।	In CNC machine tool system, the program is fed to the machine through the <b>Computer</b> . CNC मशीन टूल सिस्टम में प्रोग्राम को कंप्यूटर के माध्यम से मशीन में फीड किया जाता है।	The part program is fed to the machine through the <b>Main Computer</b> . पार्ट प्रोग्राम को मुख्य कंप्यूटर के माध्यम से मशीन में फीड किया जाता है।
2	In order to modify the program, the tapes have to be changed. प्रोग्राम को संशोधित करने के लिए टेप को बदलना होगा।	The programs can be easily modified with the help of computer. प्रोग्राम को कंप्यूटर की सहायता से आसानी से संशोधित किया जा सकता है।	In order to modify the program, single computer is used. प्रोग्राम को संशोधित करने के लिए एकल कंप्यूटर का उपयोग किया जाता है।

3	In NC machine tool system, tape reader is a part of machine control unit. NC मशीन टूल सिस्टम में, टेप रीडर मशीन नियंत्रण इकाई का एक हिस्सा है।	The microprocessor or minicomputer forms the machine control unit. The CNC machine does not need tape reader. माइक्रोप्रोसेसर या मिनीकंप्यूटर मशीन नियंत्रण इकाई बनाता है। CNC मशीन को टेप रीडर की आवश्यकता नहीं होती है।	Large memory of DNC allows it to store a large amount of part program. DNC की बड़ी मेमोरी इसे बड़ी मात्रा में पार्ट प्रोग्राम को स्टोर करने की अनुमति देती है।
4	System has no memory storage and each time it is run using the tap. सिस्टम में कोई मेमोरी स्टोरेज नहीं है और हर बार इसे टैप का उपयोग करके चलाया जाता है।	It has memory storage ability, in which part program can be stored. इसमें मेमोरी स्टोरेज क्षमता होती है, जिसके पार्ट प्रोग्राम को स्टोर किया जा सकता है।	Same part program can be run on different machines at the same time. एक ही पार्ट प्रोग्राम को एक ही समय में विभिन्न मशीनों पर चलाया जा सकता है।
5	It cannot import CAD files. यह CAD फ़ाइलें आयात नहीं कर सकता	System can import CAD files and convert it to part program. सिस्टम CAD फ़ाइलों को आयात कर सकता है और इसे पार्ट प्रोग्राम में परिवर्तित कर सकता है।	The data can be processed using the MIS software so as to effectively carry out the production planning and scheduling. डेटा को MIS सॉफ्टवेयर का उपयोग करके संसाधित किया जा सकता है ताकि उत्पादन योजना और शेड्यूलिंग को प्रभावी ढंग से पूरा किया जा सके।
6	They are not software driven. वे सॉफ्टवेयर संचालित नहीं हैं।	The system is software driven. सिस्टम सॉफ्टवेयर संचालित है।	The system is software driven. सिस्टम सॉफ्टवेयर संचालित है।

**1.8 SELECTION CRITERIA OF CNC MACHINE** – The selection of machine-tools is largely a matter of judgment, based on the consideration of many variable factors. Some of them are as follows –

1. Type of machine to be purchased and operator experience.
2. Feature requirements of the CNC.
3. Production capacity and machine run time.
4. Range of usefulness of CNC machines –
5. Standardized machines equipment with special tooling or special purpose machine.
6. Complexity and precision of the parts produced.
7. Quality, tolerances, finish required and other performance of the CNC machine.
8. Quantity of production and production rate required.

9. Possibility of change in design of the products.
10. Machine cost, production cost, maintenance and repair cost.
11. Quality of service provided by company.
12. Shape, size and space requirements for the machine.
13. Easy installation, operation, maintenance and repair of the machine.
14. Life of machine, number of service, quality of service and AMC charges promised by supplier.
15. Reliability and brand of the machine.
16. Type of CNC control system.
17. Materials to be machined.
18. Linear motion guide ways or box guide ways.

CNC मशीन का चयन मानदंड - मशीन-टूल्स का चयन काफी हद तक निर्णय का विषय है, जो कई परिवर्तनीय कारकों पर विचार पर आधारित है। उनमें से कुछ इस प्रकार हैं -

1. खरीदी जाने वाली मशीन का प्रकार और ऑपरेटर का अनुभव।
2. CNC की फ्रीचर आवश्यकताएँ।
3. उत्पादन क्षमता और मशीन चलाने का समय।
4. CNC मशीनों की उपयोगिता की सीमा -
5. विशेष टूलींग या विशेष प्रयोजन मशीन के साथ मानकीकृत मशीनें उपकरण।
6. उत्पादित भागों की जटिलता और सटीकता।
7. CNC मशीन की गुणवत्ता, सहनशीलता, आवश्यक फिनिश और अन्य प्रदर्शन।
8. आवश्यक उत्पादन की मात्रा एवं उत्पादन दर.
9. उत्पादों के डिजाइन में बदलाव की संभावना.
10. मशीन की लागत, उत्पादन लागत, रखरखाव और मरम्मत लागत।
11. कंपनी द्वारा प्रदान की गई सेवा की गुणवत्ता।
12. मशीन के लिए आकार, आकार और स्थान की आवश्यकताएँ।
13. मशीन की आसान स्थापना, संचालन, रखरखाव और मरम्मत।
14. मशीन का जीवन, सेवा की संख्या, सेवा की गुणवत्ता और आपूर्तिकर्ता द्वारा वादा किया गया एएमसी शुल्क।
15. मशीन की विश्वसनीयता और ब्रांड।
16. CNC नियंत्रण प्रणाली का प्रकार।
17. मशीनीकृत की जाने वाली सामग्री।
18. रैखिक गति गाइड तरीके या बॉक्स गाइड तरीके।