

Indira Gandhi Govt PG College

Vaishali Nagar, Bhilai

Department of Computer Science

UNIT II

Computer Fundamental & Operating System

CSSC/CSGE - 01

Peripheral Devices: Hindi-English Notes
With Relevant Diagrams | 5 and 10 Marks Questions

Head of Department

Suresh Kumar Thakur

Asst Prof.

B Sc/B A/B H Sc 1st Sem

Unit II: Peripheral Devices

यह Unit II की विस्तृत Hindi-English study material है। Definitions, working, components, advantages, limitations और labelled diagrams से 5 तथा 10 अंक के answers तैयार किए जा सकते हैं।

Section	Syllabus Topics
1-3	I/O devices: keyboard, mouse, monitor
4-6	Impact/non-impact printers, plotters and scanners
7-8	Other I/O devices, I/O ports, programmable/non-programmable and inbuilt ports
9-11	Parallel/serial ports; USB, IEEE 1394 and AGP
12	Serial data transfer schemes
13-16	Microcontroller, signal processor, I/O processor, arithmetic processor

Peripheral Device की परिभाषा

Peripheral device ऐसा hardware है जो computer से जुड़कर input, output, storage या communication का कार्य करता है। Keyboard, mouse, monitor, printer और scanner उदाहरण हैं। Peripheral का अर्थ हमेशा cabinet के बाहर होना नहीं; internal devices भी peripheral functions दे सकते हैं।

उत्तर लिखने का क्रम

5 अंक: Definition → छोटा labelled diagram → 4-5 points → example। **10 अंक:** Introduction → parts/types → working → diagram → advantages/limitations → applications या comparison।

Diagram Note

Figures conceptual और not-to-scale हैं। वास्तविक connectors, devices और internal architecture models के अनुसार बदल सकते हैं। Legacy interfaces भी syllabus के अनुसार शामिल हैं।

1. Input / Output Devices

Input devices data और instructions computer को देते हैं। **Output devices** processed results user या अन्य system तक पहुँचाते हैं। कुछ devices दोनों कार्य करते हैं।

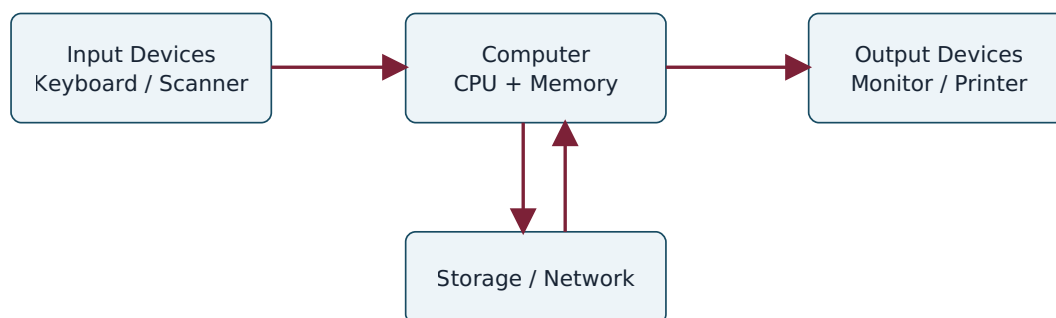


Figure 1. Input-processing-output तथा storage/communication का संबंध।

Category	Examples / Function
Input	Keyboard: text; mouse: pointing; scanner: image capture; microphone: audio
Output	Monitor: visual; printer: hard copy; speakers: audio; projector: display
Input and output	Touchscreen: display + touch input; network interface: receive + transmit
Storage-related I/O	SSD, external drive: data read/write

I/O Operations

I/O का अर्थ CPU/memory और devices के बीच information exchange है। Different devices की speed और format अलग होती है। Controllers और interfaces इन differences को संभालते हैं।

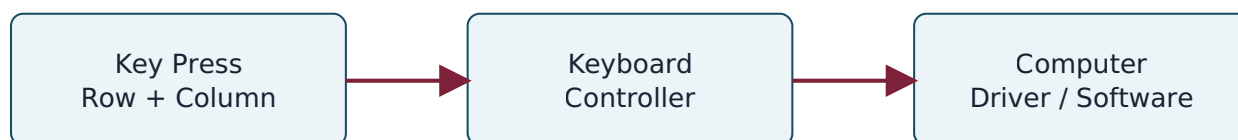
Controller and Driver

Controller: Hardware जो device operations तथा data transfer manage करता है। **Driver:** OS को controller/device उपयोग करने का software interface देता है।

महत्व: Input devices data collection, output devices result presentation और communication devices data sharing संभव बनाते हैं।

2. Keyboard

Keyboard text, numbers, symbols और commands input करने का device है। Keys को दबाने पर keyboard electronics key event पहचानकर computer को भेजती है।



Scan / usage code is interpreted using keyboard layout

Figure 2. Keyboard input की simplified working।

मुख्य Key Groups

Group	Examples / Use
Alphanumeric	A–Z, 0–9 और symbols; text entry
Function	F1–F12; application-dependent tasks
Modifier	Shift, Ctrl, Alt; combinations
Navigation	Arrows, Home, End, Page Up/Down
Numeric keypad	Number entry और arithmetic symbols
Control / editing	Enter, Esc, Backspace, Delete, Tab

Working

- Key press से switch state बदलती है; बहुत से keyboards key matrix scan करते हैं।
- Controller row/column combination पहचानता है और bounce effects handle कर सकता है।
- Key-down/key-up event या संबंधित code interface से भेजा जाता है।
- OS/driver और keyboard layout इसे character या command में interpret करते हैं।

Types

Membrane keyboards pressure-based layers उपयोग करते हैं। Mechanical keyboards में individual switches होते हैं। Wired keyboards USB जैसे interface और wireless keyboards radio/Bluetooth connections उपयोग कर सकते हैं।

लाभ, सीमाएँ और उपयोग

लाभ: text entry, shortcuts और accurate commands। सीमा: typing skill चाहिए; लंबे उपयोग में उचित posture जरूरी। उपयोग: documents, coding, data entry और examinations।

परीक्षा बिंदु: Key press सीधे हर बार ASCII character नहीं भेजता; interpretation layout और software पर निर्भर है।

3. Mouse

Mouse pointing input device है, जो pointer move करने, items select करने और graphical objects के साथ काम करने में उपयोग होता है।

Parts

Left/right buttons, scroll wheel, movement sensor और wired/wireless interface। कुछ models में extra programmable buttons भी होते हैं।

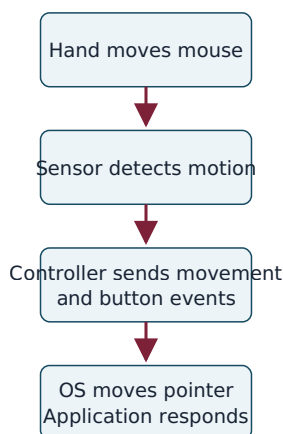


Figure 3. Mouse movement से screen pointer तक input flow।

Types

Type	Working
Mechanical	Ball तथा rollers से movement detect; legacy design
Optical	Illuminated surface के images compare करके motion detect
Laser	Laser illumination आधारित optical sensing
Wireless	Motion/button data wireless link से भेजना

Operations

Click: select। Double-click: सामान्य settings में open। Right-click: context menu। Drag-and-drop: दबाकर move और release। Scrolling: content navigation।

लाभ और सीमाएँ

GUI navigation और selection आसान। Text entry के लिए keyboard अधिक उपयुक्त। Surface, battery या sensor quality से performance प्रभावित हो सकती है। DPI/CPI sensitivity specification है; अधिक value हमेशा बेहतर practical accuracy नहीं देती।

4. Monitor

Monitor visual output device है जो text, images और video दिखाता है। Screen output को soft copy कहते हैं क्योंकि वह paper पर permanent print नहीं है।

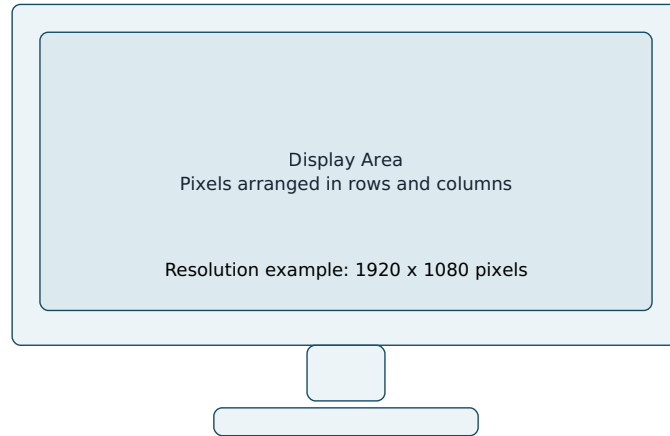


Figure 4. Display area pixels की grid से बनता है।

मुख्य Terms

Term	Meaning
Pixel	Digital image/display का picture element
Resolution	Horizontal × vertical pixel count
Screen size	आमतौर पर diagonal measurement
Refresh rate	प्रति second screen refreshes; Hz
Response time	Pixel transition का समय; measurement method पर निर्भर
Color depth	Color representation में bits
Aspect ratio	Width : height, जैसे 16:9

Numerical: $1920 \times 1080 = 2,073,600$ pixels। Refresh rate और resolution अलग concepts हैं। समान resolution पर बड़ी screen में pixel density कम हो सकती है।

4.1 Types of Monitors

CRT — Cathode Ray Tube

Electron beams phosphor-coated screen पर strike करके light उत्पन्न करती हैं। Magnetic/electronic deflection beam scan कराती है। CRT भारी, bulky और comparatively अधिक power-consuming होती है; आज मुख्यतः legacy study में आती है।

LCD — Liquid Crystal Display

Liquid crystal layer light का transmission नियंत्रित करती है। Panel को सामान्यतः backlight चाहिए; liquid crystals स्वयं प्रकाश नहीं बनाते। Thin design और comparatively कम power इसके लाभ हैं।

LED-backlit LCD

बहुत से products में LED monitor का अर्थ LCD panel with LED backlight होता है। इसे OLED के समान self-emissive technology न समझें। Direct-view LED displays अलग technology भी हो सकते हैं।

OLED

Organic light-emitting elements स्वयं प्रकाश बनाते हैं। Deep blacks और high contrast संभव हैं। Cost तथा static-content burn-in risk application/design पर निर्भर सीमाएँ हैं।

CRT	LCD / LED-backlit LCD
Electron beam + phosphor	Liquid crystals + backlight
Bulky और भारी	Thin और हल्का
अधिक space/power सामान्यतः	कम space/power सामान्यतः
Legacy technology	Common flat-panel technology

Applications and Selection

Office work में readable text; design में color accuracy; video/gaming में response और refresh; medical/scientific use में appropriate standards महत्वपूर्ण हैं। केवल screen size से quality तय नहीं होती।

10 अंक: Definition, pixel diagram, specifications, CRT/LCD/LED/OLED working और comparison लिखें।

5. Printers: Impact Printers

Printer output device है जो text/images की hard copy देता है। Printers को impact और non-impact categories में बाँटा जाता है।

Impact printer में print mechanism ribbon पर physical strike करके paper पर marks बनाता है।

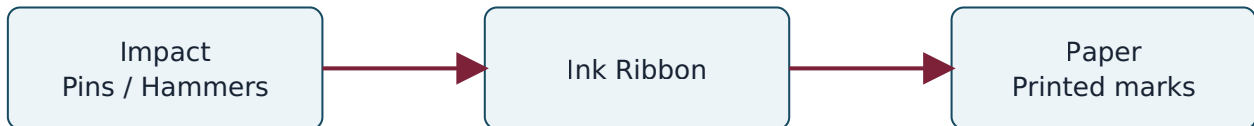


Figure 5. Impact printing का principle: strike → ribbon → paper।

Dot Matrix Printer

Print head की pins ribbon पर strike करती हैं। Dots का pattern characters/images बनाता है। Head paper के across move करता है और paper feed mechanism अगली line आगे बढ़ाता है। Multipart forms तथा carbon-copy applications में उपयोगी।

Daisy Wheel Printer

Wheel की petals पर fixed characters होते हैं। Required character position पर wheel rotate होती है और hammer ribbon के through strike करता है। Letter-quality fixed characters, लेकिन graphics और fonts की flexibility कम।

Line Printers

Drum और chain printers high-volume legacy systems में एक line के कई character positions print कर सकते हैं। Drum/chain mechanism और hammers मिलकर printing करते हैं।

Advantages	Limitations
Multipart forms बना सकते हैं	Noise अधिक
कुछ transaction uses में उपयोगी	Graphics/quality सीमित
Durable legacy applications	Modern desktop alternatives से धीमे/कम flexible हो सकते हैं

Speed units: Character printers में CPS (characters per second), line printers में LPM (lines per minute)। Model के अनुसार specifications बदलती हैं।

5.1 Non-Impact Printers

Non-impact printers ribbon पर mechanical strike किए बिना print बनाते हैं। सामान्य उदाहरण inkjet, laser और thermal printers हैं। सभी non-impact printers की technology समान नहीं होती।

Inkjet Printer

Tiny ink droplets nozzles से paper पर deposit होते हैं। Thermal-bubble या piezoelectric methods drops निकाल सकती हैं। Color/photo output तथा home/office use में उपयोगी। Limitations: ink cost, nozzle clogging और paper-dependent quality।

Laser Printer

Electrophotographic process उपयोग करता है। Laser drum पर image-related charge pattern बनाता है। Toner pattern पर develop होता है, paper पर transfer होता है और heat/pressure से fuse होता है।

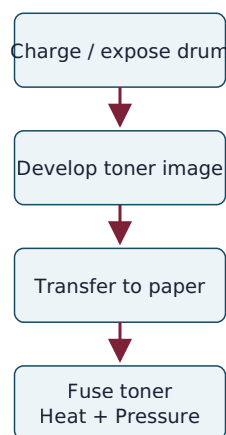


Figure 6. Laser printing की simplified stages; cleaning/recharging भी आवश्यक हैं।

Thermal Printer

Direct thermal: Heat-sensitive paper गरम होने पर dark होता है; receipts में उपयोग। **Thermal transfer:** Heated ribbon से material label/paper पर transfer होता है। Direct thermal और thermal transfer अलग processes हैं।

लाभ: Quiet operation, suitable text/graphics quality; exact benefits technology पर निर्भर। **सीमाएँ:** Consumables, maintenance तथा media cost। Laser में toner और inkjet में liquid ink सामान्यतः उपयोग होते हैं।

5.2 Printer Comparison & Specifications

Basis	Impact	Non-impact
Principle	Mechanical strike	No ribbon-striking mechanism
Noise	सामान्यतः अधिक	सामान्यतः कम
Multipart forms	अक्सर उपयोगी	सामान्यतः उपयुक्त नहीं
Examples	Dot matrix, daisy wheel	Inkjet, laser, thermal
Graphics / quality	Device-dependent; often limited	अक्सर बेहतर options

Important Specifications

- **DPI:** Dots per inch; printing resolution का measure, overall quality का अकेला factor नहीं।
- **PPM:** Pages per minute; document, settings और test method पर निर्भर।
- **Duplex:** दोनों तरफ printing।
- **Duty cycle:** Manufacturer-defined workload specification; recommended monthly volume अलग हो सकता है।
- **Cost per page:** Ink/toner, drum और अन्य consumables की लागत को ध्यान में रखना।
- **Connectivity:** USB, network या wireless options।

Inkjet vs Laser

Inkjet	Laser
Liquid ink droplets	Toner-based electrophotography
Photo/color applications में उपयोगी	Text और office workloads में लोकप्रिय
Nozzle/ink maintenance	Toner/drum/fuser maintenance
Costs model और workload पर निर्भर	Costs model और workload पर निर्भर

10 Marks Answer Plan

Printer की definition → impact/non-impact classification → dot matrix working → inkjet/laser working → labelled diagram → comparison → applications। केवल “impact slow, non-impact fast” जैसी absolute statements से बचें; performance model-dependent है।

6. Plotters

Plotter precise drawings, graphs, maps और engineering designs बनाने वाला output device है। Traditional pen plotters vector instructions के अनुसार pen move करते हैं। Modern usage में large-format inkjet printers को भी plotters कहा जाता है।

Flatbed Plotter

Paper flat surface पर fixed रहता है। Pen/carriage X और Y directions में move करके drawing बनाता है। Large working surface चाहिए; accurate technical drawings में उपयोगी।

Drum Plotter

Paper drum movement से एक direction में जाता है और pen दूसरी direction में move करता है। इससे coordinated motion द्वारा drawing बनती है।

Large-format Inkjet Plotter

Inkjet print head wide media पर raster images और drawings print करता है। CAD, architecture, banners और posters में उपयोग होता है। यह traditional pen mechanism से अलग है।

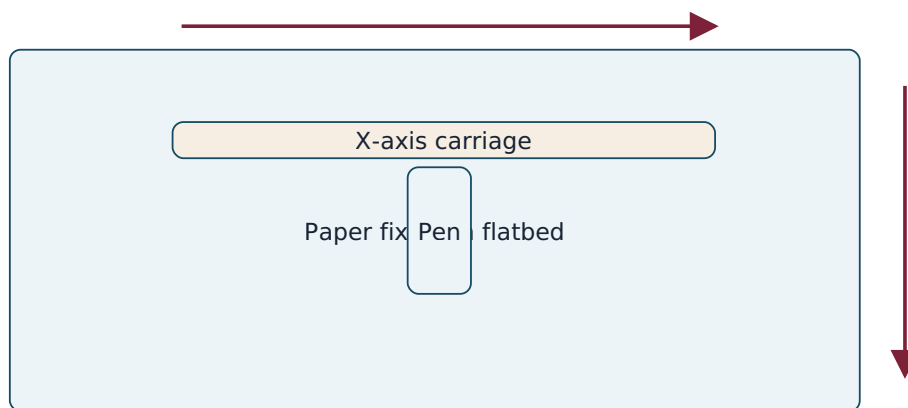


Figure 7. Flatbed pen plotter: coordinated X-Y movement।

Advantages	Limitations
Large drawings और precision	Large space/media requirement
CAD/maps में उपयोगी	Cost और speed technology पर निर्भर
Fine lines और scale drawings	Traditional pen designs maintenance-heavy हो सकते हैं

7. Scanner

Scanner physical documents/photos को digital image में convert करने वाला input device है। Text पहचानने के लिए अलग OCR processing की आवश्यकता हो सकती है।

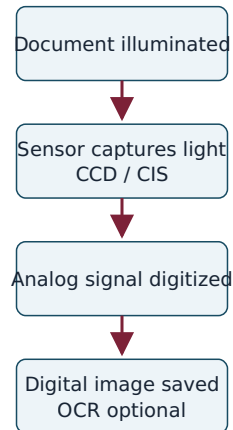


Figure 8. Scanner working: light से image data तक।

Main Parts and Working

Light source document illuminate करता है। Reflected light optics/sensor तक पहुँचती है। CCD या CIS sensor brightness/color information capture करता है। Analog-to-digital conversion और processing से digital image बनती है।

Types

Type	Use
Flatbed	Document glass पर; books/photos
Sheet-fed	Pages feed होती हैं; office documents
Handheld / portable	Manual/portable scanning
Drum scanner	Specialized high-quality imaging

Resolution and OCR

DPI: Spatial sampling/detail specification। Optical resolution और software interpolation अलग हैं। **OCR = Optical Character Recognition:** Scanned text image से editable/searchable text निकालना; accuracy print quality, language और layout पर निर्भर है।

लाभ और सीमाएँ

Digitization, sharing और archival आसान। Poor originals, blur या folded pages से quality घट सकती है। Scanner स्वयं हर printed word का अर्थ नहीं समझता।

7.1 Other Input / Output Devices

Device	Function / Working
Microphone	Sound को electrical signal में बदलता है; ADC से digital sampling हो सकती है।
Webcam / digital camera	Light sensor से images/video capture।
Touchscreen	Visual output + touch position input; capacitive/resistive sensing।
Joystick / game controller	Direction/buttons से control input।
Barcode reader	Printed encoded pattern पढ़ता है; product tracking।
OMR	Marked positions detect; objective answer sheets।
OCR system	Image में printed text पहचानता है।
MICR	Magnetic-ink characters पढ़ना; banking use।
Biometric sensor	Fingerprint/iris जैसी characteristics capture।
Speakers / headphones	Electrical audio से sound output।
Projector	Image बड़ी surface पर display।
Network interface	Data transmit/receive; communication I/O।

OMR, OCR and MICR में अंतर

OMR mark की position detect करता है। OCR characters पहचानता है। MICR magnetic-ink characters के लिए specialized reading है। इनका purpose तथा input material अलग है।

Analog-to-Digital and Digital-to-Analog

Microphone का analog signal ADC से digital हो सकता है। Audio playback में DAC/amplifier signal speakers तक पहुँचाते हैं। हर peripheral में identical conversion stages नहीं होते।

Exam tip: Other devices के प्रश्न में device name के साथ input/output category, function और एक application लिखें।

8. I/O Ports and Interfaces

I/O port शब्द physical connector या hardware interface के addressable registers, दोनों के लिए उपयोग हो सकता है। Physical USB port और CPU के I/O register address को एक ही concept न मानें।

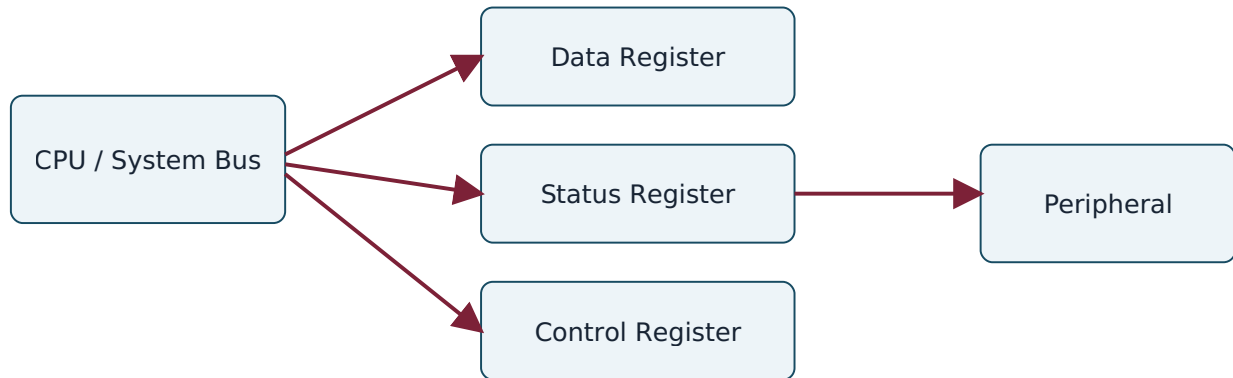


Figure 9. I/O interface के typical data, status और control registers।

Register Functions

- **Data register:** Transfer होने वाला data रखता है।
- **Status register:** Ready, busy, error जैसी device condition देता है।
- **Control register:** Mode, start और interrupt settings जैसी commands रखता है।

Memory-mapped vs Isolated I/O

Memory-mapped I/O: Device registers memory address space में mapped; load/store operations उपयोग हो सकते हैं। **Isolated/port-mapped I/O:** Separate I/O address space और special instructions, architecture के अनुसार।

Inbuilt I/O Ports

Motherboard, processor या embedded chip में integrated interfaces inbuilt ports कहलाते हैं। Examples: USB controller connections, audio, Ethernet और microcontroller GPIO। Physical connector मौजूद होना और controller integrated होना अलग बातें हैं।

Functions: Data exchange, buffering, speed matching, status reporting और control signals। Interface में electrical तथा protocol compatibility दोनों जरूरी हैं।

8.1 Programmable & Non-Programmable Ports

इस syllabus में programmable port का सामान्य अर्थ ऐसा interface है जिसका direction, mode या function software द्वारा configure किया जा सके। इसका exact behavior hardware पर निर्भर है।

Programmable I/O Port

Software control registers के माध्यम से input/output direction, operating mode या alternate function चुनता है। Example: microcontroller GPIO या classic 8255 Programmable Peripheral Interface (PPI)।

8255 PPI: अध्ययन बिंदु

8255 में Port A, Port B और Port C मिलाकर 24 programmable I/O lines होती हैं। Control word से modes configure होते हैं। Mode 0 basic I/O, Mode 1 strobed/handshaking I/O और Mode 2 Port A के लिए bidirectional bus mode है। Port C की कुछ lines handshaking में उपयोग होती हैं।

Non-Programmable / Fixed-function Port

Fixed-function interface में roles/mode hardware से निर्धारित होते हैं और software configuration सीमित होती है। Example: teaching circuit में fixed input switch register या fixed output LED latch। “Non-programmable” का अर्थ यह नहीं कि CPU उसे read/write नहीं कर सकता।

Programmable	Fixed-function
Direction/mode configurable	Direction/role mainly fixed
Flexible reuse	सरल dedicated purpose
GPIO, 8255 PPI	Fixed input/output interface
Configuration आवश्यक	कम mode configuration

Programmable Port vs Programmed I/O

Programmed I/O data-transfer method है जिसमें CPU instructions से device status/data handle करता है, अक्सर polling के साथ। यह programmable port की category से अलग concept है।

10 अंक: Definitions, register diagram, configuration example, comparison तथा inbuilt ports समझाएँ।

9. Parallel and Serial Ports

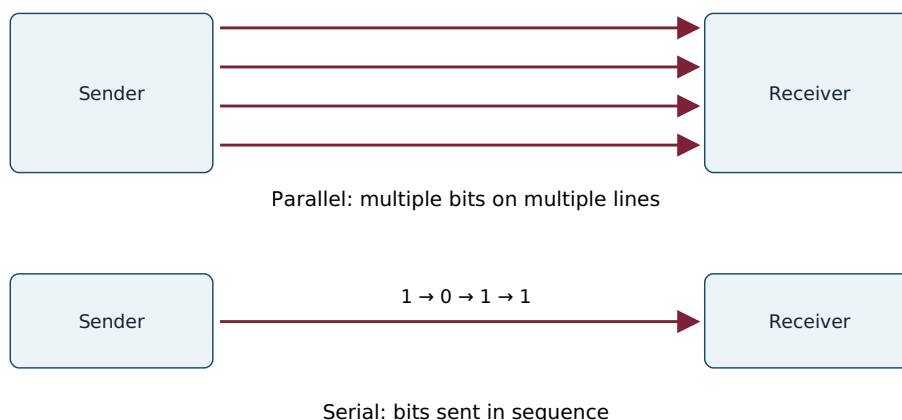


Figure 10. Parallel और serial transfer का conceptual अंतर; control lines omitted हैं।

Parallel Port

कई data bits अलग lines पर एक साथ भेजता है। Traditional PC parallel printer port Centronics/IEEE 1284 family से जुड़ा था; host side पर DB-25 connector आम था। Data lines के साथ status/control lines भी होती थीं।

Serial Port

Data bits क्रम से भेजता है। Traditional PC serial ports में RS-232 और DE-9 connectors आम थे। UART parallel data और serial stream के बीच conversion में उपयोग होता है। Modern USB भी serial technology है, लेकिन legacy RS-232 से अलग protocol है।

Parallel	Serial
Multiple data lines	एक lane/channel पर sequential bits
Wire count अधिक	कम wires/lanes संभव
Skew और crosstalk concerns	High-speed differential designs संभव
Legacy printer port	RS-232, USB जैसे अलग standards

महत्वपूर्ण: Parallel हमेशा serial से तेज नहीं होता। Modern serial interfaces बहुत high data rates दे सकते हैं। Connector shape अकेले protocol नहीं बताती।

10. USB — Universal Serial Bus

USB peripherals को host system से connect करने का serial interface family है। यह standardized communication, device enumeration और कई configurations में power delivery उपलब्ध कराती है।

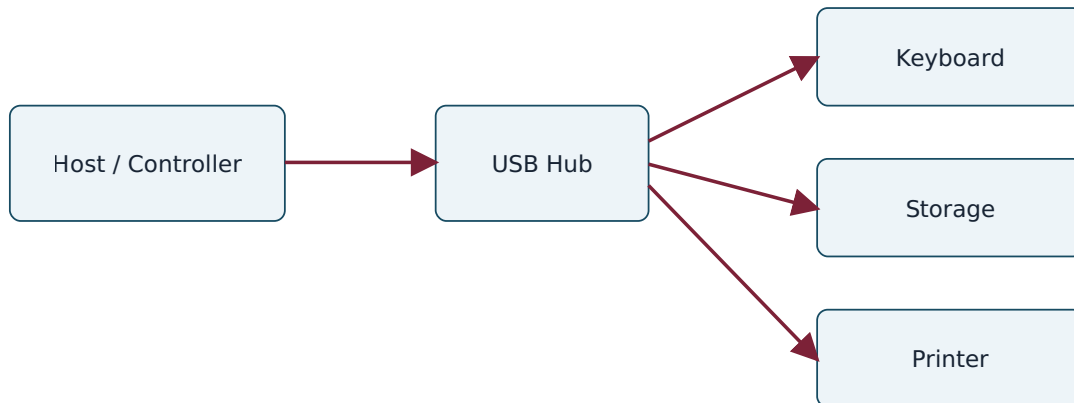


Figure 11. USB की host-controlled hub topology।

मुख्य विशेषताएँ

- Host controller communication schedule/manage करता है।
- Hubs के माध्यम से कई devices connect हो सकते हैं।
- Hot-plug और OS-based device detection support।
- Data तथा power support connector/standard पर निर्भर।
- Enumeration में host device पहचानता और configure करता है।

Transfer Types

Control: Configuration/commands। **Bulk:** Reliable large transfers, जैसे storage। **Interrupt:** Periodic low-latency access, जैसे keyboard। **Isochronous:** Timing-sensitive streams, protocol-level retry limitations के साथ। USB interrupt transfer CPU hardware interrupt के समान concept नहीं है।

Connector vs Protocol

Type-A, Type-B और Type-C connector forms हैं। Type-C अपने आप specific speed, video या charging capability की guarantee नहीं है। दोनों ends और cable की capability देखनी होती है।

10.1 USB: Historical Speeds & Uses

नीचे established historical signaling rates academic comparison के लिए हैं। ये maximum theoretical rates हैं; application throughput कम होता है।

USB category	Nominal signaling rate
USB 1.1 low-speed	1.5 Mb/s
USB 1.1 full-speed	12 Mb/s
USB 2.0 high-speed	480 Mb/s
USB 3.0 historical SuperSpeed	5 Gb/s

USB Working: Simple Steps

- Device connect होता है; host attachment detect करता है।
- Host reset/address assignment और descriptors के माध्यम से identification करता है।
- OS suitable driver/configuration चुनता है।
- Host/controller transfers manage करते हैं।
- Safe removal relevant storage operations complete करने में मदद करता है।

Applications

Keyboard, mouse, external storage, printer, webcam, audio devices और embedded interfaces। Power, supported classes तथा features actual implementation पर निर्भर हैं।

लाभ और सीमाएँ

लाभ: common interface, device discovery, hubs और broad peripheral support। सीमाएँ: bandwidth sharing, cable quality/length constraints तथा connector/protocol confusion।

Numerical: Ideal Transfer Time

480 Mb/s को ideal 60 MB/s मान सकते हैं क्योंकि 8 bits = 1 byte। 120 MB transfer का ideal minimum = $120/60 = 2 \text{ seconds}$ । Protocol overhead, storage और software delays के कारण वास्तविक समय अधिक होगा। Decimal MB और Mb conventions मानकर यह calculation की गई है।

11. IEEE 1394 and AGP

IEEE 1394 — FireWire / i.LINK

IEEE 1394 high-speed serial bus standard family है। Digital video cameras, external storage और professional audio/video applications में इसका historical उपयोग हुआ। Isochronous transfer timing-sensitive data के लिए और asynchronous transactions सामान्य data exchange के लिए उपलब्ध हैं।

- Peer-to-peer communication capability।
- Hot-plugging और devices की daisy-chain connections।
- Classic examples: IEEE 1394a में लगभग 400 Mb/s category; IEEE 1394b में 800 Mb/s implementation प्रसिद्ध।
- Different connector forms/power arrangements; हर connector power नहीं देता।

AGP — Accelerated Graphics Port

AGP motherboard chipset और graphics adapter के बीच dedicated legacy interface था। यह modern PCI Express से पहले graphics use के लिए विकसित हुआ। इसे external general-purpose serial port नहीं समझना चाहिए। AGP का data path parallel था।

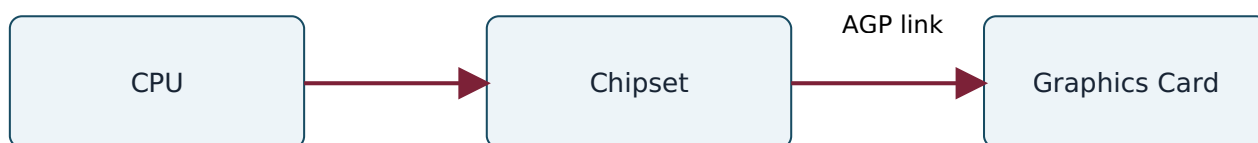


Figure 12. Legacy AGP का simplified graphics connection।

AGP 1×, 2×, 4× और 8× modes में increasing transfer rates मिलते थे। 32-bit path और लगभग 66.7 MHz आधार से AGP 1× का theoretical rate लगभग 266 MB/s था। AGP 8× लगभग 2.13 GB/s देता था। ये historical theoretical values हैं।

USB	IEEE 1394	AGP
General peripherals	Historical AV/storage	Graphics card interface
Host-controlled	Peer-to-peer capable	Dedicated graphics link
Serial	Serial	Parallel legacy interface

12. Serial Data Transfer Schemes

Serial transfer में bits क्रम से भेजे जाते हैं। इसे timing और direction, दोनों आधार पर समझना चाहिए।

Asynchronous Transfer

Data सामान्यतः individual characters/frames में start और stop bits के साथ भेजा जाता है। Sender/receiver agreed baud rate पर काम करते हैं। Continuous shared clock line आवश्यक नहीं होती, लेकिन timing agreement जरूरी है। UART इसका सामान्य उदाहरण है।



Illustrative UART frame; data/parity/stop configuration varies

Figure 13. Asynchronous frame: start, data, optional parity, stop।

Synchronous Transfer

Timing shared clock या recovered clock से coordinated होती है। Data blocks/frames में भेजा जा सकता है; हर character पर start/stop bits जरूरी नहीं। Framing और synchronization overhead फिर भी होते हैं। SPI जैसे interfaces shared clock का सरल उदाहरण हैं।

Isochronous Transfer

Time-sensitive stream के लिए periodic/scheduled delivery पर ध्यान देता है। Audio/video में useful, जहाँ delay बहुत महत्वपूर्ण होता है। यह simplex/full-duplex जैसी direction category नहीं है।

Asynchronous	Synchronous
Start/stop framing आम	Clock-coordinated framing
Character-level timing	Block/continuous stream possible
Simple UART links	Clocked serial interfaces
Per-character overhead	Framing/synchronization overhead

12.1 Direction, Baud Rate & Numerical

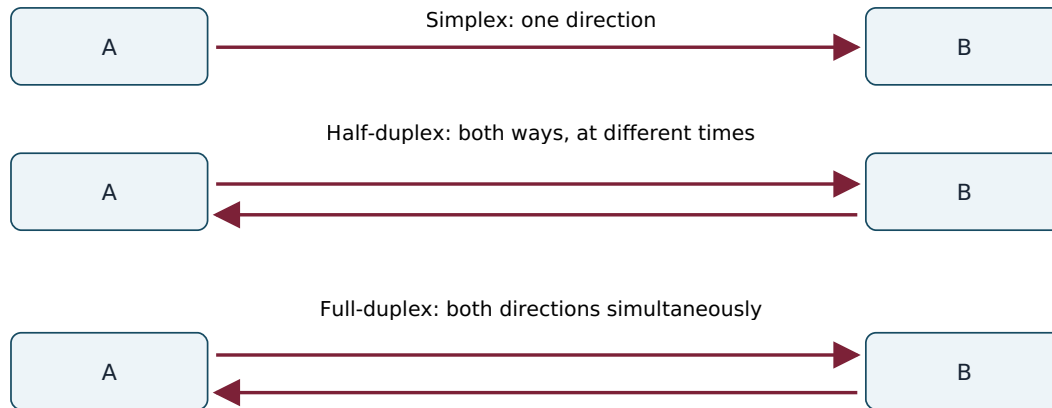


Figure 14. Communication direction modes; half-duplex arrows are not simultaneous

Direction Modes

Simplex: एक direction; one-way sensor broadcast link। **Half-duplex**: दोनों directions लेकिन एक समय में एक; walkie-talkie। **Full-duplex**: दोनों directions एक साथ; suitable telephone/data links।

Bit Rate vs Baud Rate

Bit rate: Bits per second। **Baud rate**: Symbols per second। यदि हर symbol k bits encode करता है, $\text{bit rate} = \text{baud rate} \times k$, ideal modulation mapping में। Binary UART में सामान्यतः एक symbol interval प्रति bit होता है।

UART Numerical: 8N1

8N1 = 8 data bits, no parity, 1 stop bit। एक start bit जोड़कर total 10 transmitted bits per character। 9600 bit/s पर ideal character rate = $9600/10 = 960 \text{ characters/s}$ । Payload efficiency = $8/10 = 80\%$ ।

Handshaking and Parity

Handshaking sender/receiver readiness coordinate करता है; hardware signals या software control characters से हो सकता है। Parity कुछ bit errors detect करती है, लेकिन सभी errors नहीं; यह सामान्यतः error correction नहीं करती।

10 अंक: Serial definition, asynchronous frame, synchronous comparison, direction diagrams और एक numerical शामिल करें।

13. Microcontroller

Microcontroller एक integrated chip है जिसमें CPU core, program/data memory और peripheral interfaces होते हैं। यह embedded control tasks के लिए बनाया जाता है। Specific components model के अनुसार बदलते हैं।

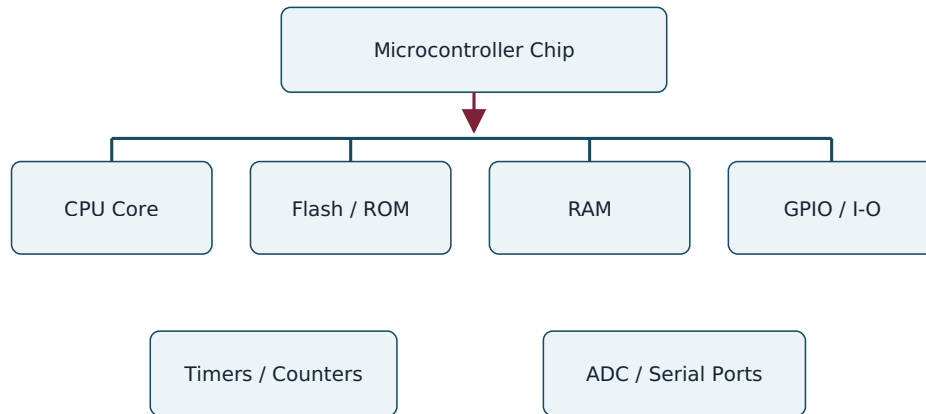


Figure 15. Typical microcontroller blocks; सभी chips में हर block होना आवश्यक नहीं।

Main Components

CPU instructions execute करता है। Flash/ROM program रखती है; RAM variables रखती है। GPIO external signals read/write करता है। Timers delay/event counting, ADC analog inputs तथा UART/SPI/I²C serial communication में उपयोग हो सकते हैं।

Working Example: Automatic Irrigation

Soil-moisture sensor का value read होता है। Program threshold से compare करता है। जरूरत पर output signal driver/relay को जाता है जो pump नियंत्रित करता है। Motor को सामान्यतः GPIO से सीधे power नहीं देते; suitable driver और protection चाहिए।

लाभ और सीमाएँ

Compact, low power और dedicated control में economical। General computer की तुलना में memory तथा processing सीमित हो सकती है। Real-time behavior software/hardware design पर निर्भर है।

Applications

Washing machine, thermostat, traffic controller, sensor node, robotics और agricultural automation। Microcontroller और general-purpose microprocessor में integration का अंतर महत्वपूर्ण है।

13.1 Microcontroller vs Microprocessor

Basis	Microcontroller	Microprocessor
Integration	CPU + memory + I/O एक chip पर सामान्यतः	CPU-focused; external components लग सकते हैं
Purpose	Embedded control	General computation/application processing
Resources	अक्सर सीमित और task-specific	अक्सर higher performance ecosystem
Power / Cost	कई embedded designs में कम	Implementation पर निर्भर
Examples	8051-family, many ARM-based MCUs	General-purpose CPU families

Program Flow in a Control System

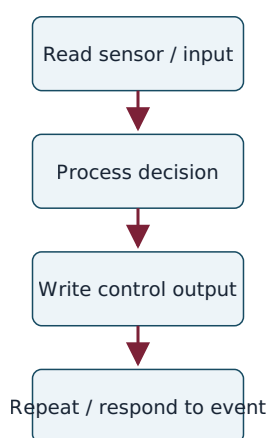


Figure 16. Embedded control loop का सामान्य रूप।

Interrupts

Interrupt किसी event पर CPU को handler execute करने के लिए signal देता है। Timer expiry, received byte या external pin change examples हैं। इससे हर event के लिए continuously polling करना आवश्यक नहीं रहता।

Polling vs Interrupt

Polling में software बार-बार status जाँचता है। Interrupt-driven approach event आने पर service request देती है। Best method timing, workload और hardware पर निर्भर है।

परीक्षा: Microcontroller definition, block diagram, component functions, working example और applications से 10 अंक का उत्तर पूर्ण करें।

14. Signal Processor / DSP

Signal processor signals पर mathematical operations करता है। Computer architecture में यह सामान्यतः **Digital Signal Processor (DSP)** को दर्शाता है, जो sampled digital data की तेज processing के लिए optimized processor है।

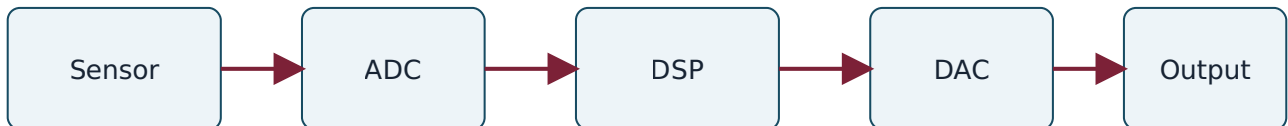


Figure 17. Analog signal processing chain; purely digital inputs में ADC आवश्यक नहीं।

मुख्य विशेषताएँ

- Fast multiply-accumulate (MAC) operations।
- Efficient data movement और specialized addressing।
- Repeated numeric operations के लिए optimized instruction execution।
- Fixed-point या floating-point arithmetic, device के अनुसार।
- Real-time streaming workloads के लिए predictable processing की सुविधा।

MAC Example

Filter calculation में $y[n] = \sum h[k] \times x[n-k]$ जैसे repeated multiply-and-add operations होते हैं। DSP इन्हें efficiently execute कर सकता है।

Applications

Audio noise reduction, speech processing, image processing, communication modems, medical signals और motor control।

लाभ और सीमाएँ

Numeric signal workloads में high efficiency। Specialized programming, precision management और signal-sampling knowledge की जरूरत। DSP हर general-purpose task में CPU से तेज हो, यह जरूरी नहीं।

15. I/O Processor (IOP)

I/O processor specialized processor है जो I/O-related instructions और device operations execute करके CPU का workload कम करता है। कुछ systems में इसे channel processor कहा जाता है। Exact capability architecture पर निर्भर है।

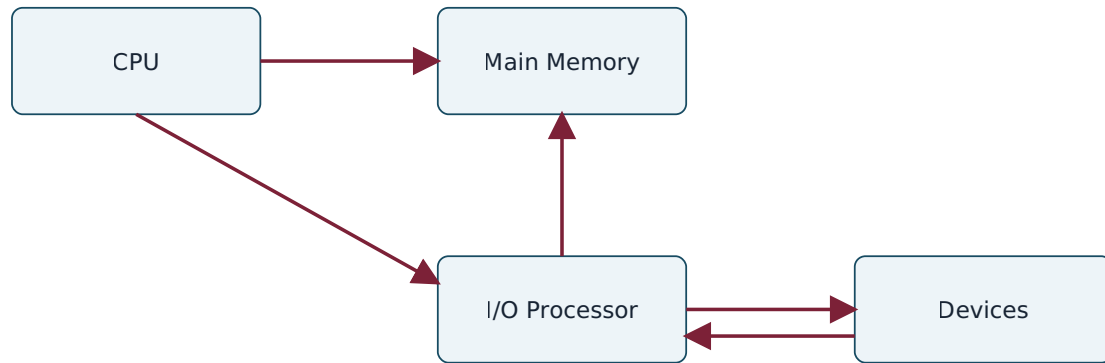


Figure 18. CPU control देता है; IOP device operations और memory transfers manage करता है।

Working

- CPU I/O request/control information तैयार करता है।
- IOP command sequence या channel program execute करता है।
- Device controller के साथ data transfer और status manage करता है।
- CPU इस दौरान अन्य काम कर सकता है।
- Completion/error पर interrupt या status update मिलता है।

Programmed I/O, DMA and IOP

Method	Role
Programmed I/O	CPU instructions से data/status operations
Interrupt-driven I/O	Device event पर CPU service
DMA	Controller block transfer memory से/तक करता है; CPU setup/completion handle करता है
IOP	More autonomous I/O instruction/control processing

लाभ और सीमाएँ

CPU overhead कम, parallel activity और high-volume I/O management। अतिरिक्त hardware, coordination और software complexity।

ध्यान दें: DMA controller और I/O processor समान नहीं हैं। DMA मुख्यतः transfer mechanism है; IOP अधिक स्वतंत्र control/program execution दे सकता है।

16. Arithmetic Processor

Arithmetic processor numeric calculations के लिए specialized processing unit है। इस syllabus में इसे arithmetic/math coprocessor के रूप में समझा जा सकता है। Modern systems में related functions अक्सर CPU के अंदर integrated होते हैं।

ALU, FPU and Coprocessor

Term	Meaning
ALU	Arithmetic Logic Unit; integer arithmetic और logical operations। CPU का basic part।
FPU	Floating-Point Unit; real-number approximation format में arithmetic।
Math coprocessor	Historical separate processor जो main CPU की numeric processing में सहायता करता था।



Separate in some historical systems; often integrated today

Figure 19. CPU और arithmetic coprocessor का conceptual सहयोग।

Functions

Addition, subtraction, multiplication और division; floating-point operations तथा कुछ designs में square root या other numeric functions। Exact instruction support unit पर निर्भर है।

Historical Example

Intel 8087 एक historical numeric coprocessor था जो 8086/8088 systems के साथ numeric operations में सहायता करता था। इसे modern integrated FPU arrangement से अलग historical context में पढ़ें।

Applications, Advantages and Limits

Scientific computing, graphics, engineering simulation और statistics। Numeric speed बेहतर हो सकती है; benefit supported operations और workload पर निर्भर। Floating-point results में rounding/precision limitations होती हैं।

17. Processor Comparison & Revision

Unit	Main purpose	Typical work
CPU	General instruction execution	OS, applications
Microcontroller	Embedded control	Sensors, timers, outputs
DSP	Digital signal computation	Filtering, audio, communications
IOP	I/O management	Device commands, transfers
Arithmetic processor / FPU	Numeric arithmetic	Floating-point calculations

Quick Revision

- Input data देता है; output result प्रस्तुत करता है।
- Keyboard events को layout/software characters में interpret करते हैं।
- Monitor soft copy; printer hard copy देता है।
- LED-backlit LCD और OLED अलग हैं।
- Impact printer ribbon पर strike करता है।
- Laser toner और inkjet liquid droplets सामान्यतः उपयोग करते हैं।
- Scanner image बनाता है; OCR text पहचानता है।
- I/O port physical connector या addressable interface register हो सकता है।
- Programmable port और programmed I/O अलग concepts हैं।
- Parallel हमेशा serial से तेज नहीं।
- USB connector form से speed निश्चित नहीं होती।
- IEEE 1394 serial; AGP legacy parallel graphics interface है।
- Asynchronous frame में start/stop; synchronous में coordinated timing।
- Baud rate symbols/s और bit rate bits/s है।
- TLB/MMU इस Unit के I/O processors से अलग memory functions हैं।
- DSP signal operations; IOP I/O; FPU numeric arithmetic के लिए है।

Useful Numericals

$1920 \times 1080 = 2,073,600$ pixels। USB 480 Mb/s ideal = 60 MB/s। UART 9600 bit/s, 8N1 $\rightarrow$ 960 characters/s और 80% payload efficiency। Actual throughput overhead और conditions पर निर्भर है।

18. Examination Question Bank

5 Marks Questions

- Peripheral devices और input/output categories समझाइए।
- Keyboard working और key groups लिखिए।
- Mouse के प्रकार और operations लिखिए।
- Monitor resolution, refresh rate और pixel समझाइए।
- Impact और non-impact printers में अंतर लिखिए।
- Plotter के प्रकार लिखिए।
- Scanner working तथा OCR/OMR/MICR में अंतर लिखिए।
- I/O port के data/status/control registers समझाइए।
- Programmable और fixed-function ports में अंतर लिखिए।
- Serial और parallel transfer में अंतर लिखिए।
- USB, IEEE 1394 और AGP पर short notes लिखिए।
- Baud rate और bit rate में अंतर तथा UART numerical लिखिए।
- Microcontroller, DSP, IOP और FPU के कार्य लिखिए।

10 Marks Questions

- Keyboard, mouse और monitor का working, types तथा diagrams समझाइए।
- Impact/non-impact printers का classification और comparison विस्तार से लिखिए।
- Plotters और scanners के types, working, applications और diagrams लिखिए।
- I/O ports, programmable/non-programmable तथा inbuilt ports समझाइए।
- Parallel/serial ports, USB, IEEE 1394 और AGP समझाइए।
- Serial transfer schemes, frame diagram, direction modes और numerical लिखिए।
- Microcontroller block diagram, components और control-system example लिखिए।
- DSP, IOP तथा arithmetic processor के diagrams, working और applications समझाइए।

Final answer tip: प्रत्येक diagram को title दें, parts label करें और text में उसकी working समझाएँ। Unlabelled figure से बेहतर साफ एवं छोटा labelled diagram है।