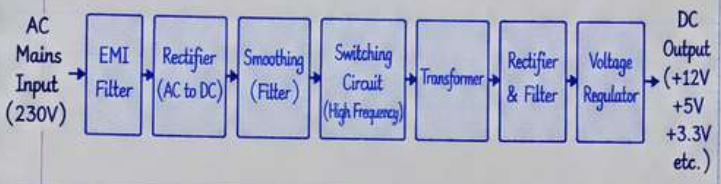
Unit 13 : Power Supply

1. Introduction

- Power Supply एक electronic device होता है जो AC mains supply को DC supply में convert करके computer के various components को required voltage और current प्रदान करता है।
- Computer में उपयोग होने वाली power supply को SMPS (Switch Mode Power Supply) कहा जाता है।
- यह computer system के लिए stable, reliable और continuous power supply देता है।
- Power supply incoming AC voltage को rectification, filtering, regulation और conversion की process द्वारा usable DC output में बदलता है।
- इसके बिना computer के internal components (जैसे Motherboard, CPU, HDD, SSD, Fans आदि) work नहीं कर सकते।

2. Block Diagram

Block Diagram of Power Supply (SMPS)



3. Working Principle

1. **AC Input** : 230V AC mains supply को input के रूप में लिया जाता है।
2. **EMI Filter** : यह noise और unwanted signal को remove करता है।
3. **Rectifier** : Diodes के द्वारा AC को DC में convert किया जाता है।
4. **Smoothing Filter** : Capacitor के द्वारा DC को smooth किया जाता है ताकि ripple कम हो।
5. **Switching Circuit** : High frequency (20 kHz – 100 kHz) पर switching किया जाता है।
6. **Transformer** : High frequency transformer द्वारा voltage को step-down किया जाता है।
7. **Rectifier & Filter** : Secondary side पर फिर से rectify और filter करके DC प्राप्त होता है।
8. **Voltage Regulator** : यह output voltage को stable और regulated रखता है (जैसे +12V, +5V, +3.3V)।

4. Types of Power Supply

1. **Linear Power Supply** – पुराने systems में उपयोग होता था।
2. **Switch Mode Power Supply (SMPS)** – आधुनिक computers में उपयोग होता है (high efficiency)।
3. **Uninterruptible Power Supply (UPS)** – backup power के लिए उपयोग होता है।
4. **ATX Power Supply** – desktop computers में standard form factor के रूप में उपयोग होता है।

5. Output Connectors

1. **24-pin ATX Connector** – Motherboard के लिए
2. **4/8-pin CPU Connector** – Processor के लिए
3. **SATA Power Connector** – HDD / SSD / Optical Drive के लिए
4. **Molex Connector** – पुराने devices (fans, drives) के लिए
5. **PCIe Connector (6/8-pin)** – Graphics Card के लिए

6. Output Voltages and Current (Typical)

Output Voltage	Typical Use	Current Capacity (Approx.)
+12V	CPU, GPU, HDD, Fans	10A – 40A
+5V	Motherboard, USB, Logic Circuits	10A – 30A
+3.3V	RAM, Chipset, Logic Circuits	10A – 30A
−12V	Serial Ports, Special ICs	0.5A – 1A
+5VSB	Standby Power (Soft Off)	1A – 3A

7. Features

- High efficiency (70% – 90%)
- Wide input voltage range (180V – 264V AC)
- Stable and regulated DC output
- Low ripple and noise
- Short circuit, over voltage, over current and over temperature protection
- Compact and lightweight design
- Supports multiple connectors
- Reliable and continuous power supply

8. Advantages

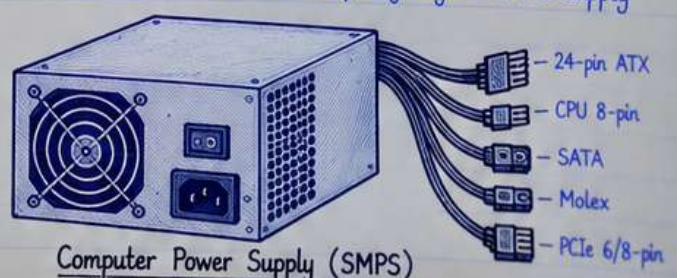
- Efficient and reliable
- Less heat generation
- Wide input range
- Provides multiple output voltages
- Protects computer components
- Suitable for high performance systems

9. Disadvantages

- More complex design
- Higher initial cost compared to linear power supply
- Failure in power supply can stop the whole system
- Repair is difficult

10. Application

- Desktop and laptop computers
- Workstations and servers
- Gaming systems
- Other electronic devices requiring regulated DC supply



Computer Power Supply (SMPS)

Operating Characteristics
(of Power Supply)

किसी भी Power Supply की performance और behavior को उसके operating characteristics द्वारा समझा और evaluate किया जाता हैं। ये characteristics बताती हैं कि power supply विभिन्न conditions में किस प्रकार कार्य करती हैं।

1. Input Voltage Range

- यह वह range होती हैं जिसमें power supply बिना किसी problem के काम कर सकती हैं।
- सामान्यतः SMPS 180V – 264V AC input को support करती हैं।
- यदि input voltage इस range से बाहर हो, तो power supply या तो shutdown हो सकती हैं या unstable हो सकती हैं।

2. Output Voltage (DC)

- Power supply का मुख्य कार्य AC को regulated DC में convert करना होता हैं।
- यह विभिन्न DC output voltages प्रदान करती हैं जैसे +12V, +5V, +3.3V, −12V आदि।
- Output voltage को stable रखना आवश्यक हैं ताकि computer के सभी components सही ढंग से कार्य करें।

3. Output Current (Current Rating)

- प्रत्येक output rail की एक निश्चित current capacity होती हैं।
- जैसे +12V rail के लिए 10A, 20A आदि।
- कुल output current power supply की wattage पर निर्भर करता हैं।
- यदि load, rated current से अधिक हो जाए तो protection circuit activate हो जाता हैं।

4. Voltage Regulation

- Load बदलने पर भी output voltage को एक निश्चित range में stable रखना voltage regulation कहलाता हैं।
- आमतौर पर regulation ±5% के भीतर होना चाहिए।
- अच्छी power supply में line regulation और load regulation दोनों low होते हैं।

$$\text{Voltage Regulation (\%)} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

जहाँ,

V_{NL} = No Load पर output voltage

V_{FL} = Full Load पर output voltage

5. Ripple and Noise

- Output DC में थोड़ी बुहत AC component (ripple) हो सकती हैं, जिसे ripple and noise कहते हैं।
- यह जितनी कम हो, उतना बेहतर होता हैं।
- अधिक ripple से system की stability प्रभावित हो सकती हैं।
- सामान्यतः ripple < 120 mV (p-p) होना चाहिए।

6. Efficiency

- यह input power की तुलना में output power का ratio होता हैं।
- High efficiency का अर्थ हैं कम power loss और कम heat generation।
- आधुनिक SMPS की efficiency सामान्यतः 70% – 90% होती हैं।

$$\text{Efficiency (\%)} = \frac{\text{Output Power}}{\text{Input Power}} \times 100$$

7. Load Regulation

- जब load (current) बदलता हैं, तब output voltage में जो परिवर्तन होता हैं, उसे load regulation कहते हैं।
- अच्छी power supply में load बदलने पर भी voltage लगभग constant रहता हैं।

8. Line Regulation

- Input AC voltage में परिवर्तन (जैसे 180V से 264V) के बावजूद output voltage का stable रहना line regulation कहलाता हैं।
- यह दर्शाता हैं कि power supply input fluctuations को कितनी अच्छी तरह handle कर सकती हैं।

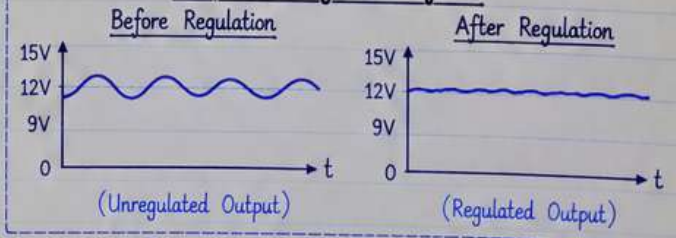
9. Hold-up Time

- जब अचानक AC mains supply चली जाती हैं, तब power supply कितनी देर तक regulated output देती रहती हैं, उसे hold-up time कहते हैं।
- यह समय आमतौर पर 10 ms – 20 ms होता हैं।

10. Protection Features

- Operating characteristics में सुरक्षा (protection) भी शामिल होती हैं, जैसे –
  1. Over Voltage Protection (OVP)
  2. Over Current Protection (OCP)
  3. Short Circuit Protection (SCP)
  4. Over Temperature Protection (OTP)

Output Voltage Waveform



Stable, regulated and low-ripple output ensures reliable operation of all computer components.

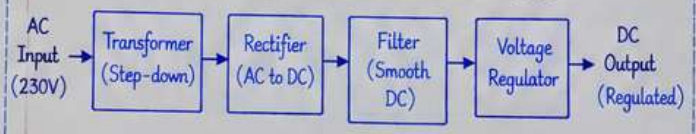
Types (of Power Supply)

Power Supply को उसके working, design, output format और application के आधार पर विभिन्न types में classified किया जाता हैं। नीचे प्रमुख types दिए गए हैं -

1. Linear Power Supply

- इसमें transformer, rectifier, filter और linear regulator का उपयोग होता है।
- यह AC input को step-down करके regulated DC output प्रदान करता है।
- Design सरल होता है लेकिन size बड़ा और efficiency कम होती हैं (लगभग 40% - 60%)।
- Low noise और stable output प्रदान करता हैं।
- Sensitive devices के लिए उपयुक्त।

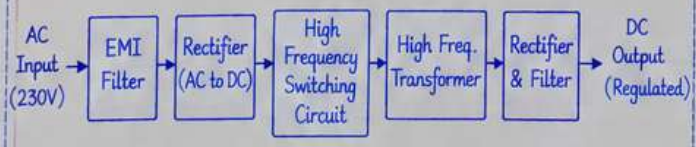
Block Diagram (Linear Power Supply)



2. Switch Mode Power Supply (SMPS)

- इसमें high frequency switching technology का उपयोग होता है।
- AC input को high frequency में convert करके छोटे size के transformer द्वारा step-down किया जाता हैं और फिर rectification व regulation होता हैं।
- Efficiency बहुत अधिक होती है (लगभग 70% - 90%)।
- Size और weight कम होता हैं।
- Desktop computers, laptops और modern devices में व्यापक रूप से उपयोग होता है।

Block Diagram (SMPS)

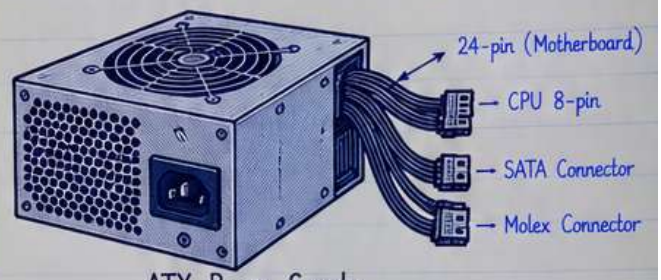


3. Uninterruptible Power Supply (UPS)

- यह backup power के लिए उपयोग होता है।
- जब main power fail हो जाती है, तो यह battery के द्वारा तुरंत DC को AC में convert करके supply देता है।
- Computer systems को sudden shutdown से बचाता है।
- Types : Offline UPS, Line-Interactive UPS, Online UPS.
- Critical systems (servers, hospitals, banks) में उपयोग किया जाता हैं।

4. ATX Power Supply

- यह desktop computers में उपयोग होने वाला standard form factor power supply है।
- यह multiple DC output voltages प्रदान करता है (+12V, +5V, +3.3V, -12V, +5VSB)
- इसमें 20/24 pin main connector, 4/8 pin CPU connector, SATA, Molex आदि connectors होती हैं।
- इसमें cooling fan, over voltage protection, over current protection जैसी सुविधाऐं होती हैं।



ATX Power Supply

5. Battery Power Supply

- यह rechargeable batteries के द्वारा DC power प्रदान करता है।
- यह portable और independent power source होता है।
- Mobile devices, laptops, और embedded systems में उपयोग किया जाता हैं।
- Battery का type - Lead Acid, Li-ion, NiMH आदि।

6. DC Power Supply

- यह सीधे DC output प्रदान करता है।
- Electronic circuits, testing, laboratory experiments और industrial applications में उपयोग होता है।
- Output voltage adjustable या fixed हो सकता है।

7. AC Power Supply

- यह regulated AC output प्रदान करता है।
- कुछ special applications में stable AC supply की आवश्यकता होती है।
- Frequency आमतौर पर 50 Hz या 60 Hz होती हैं।

8. Programmable Power Supply

- इसमें output voltage और current को program द्वारा set किया जा सकता है।
- Research, development और testing के लिए उपयोगी।
- High precision और flexibility प्रदान करता है।

Power Supply Maintenance

1. Introduction

- Power Supply computer system का एक महत्वपूर्ण component है, जो AC mains supply को regulated DC में convert करके सभी internal components (CPU, Motherboard, HDD/SSD, Fans आदि) को आवश्यक power प्रदान करता है।
- यदि power supply सही से कार्य नहीं करती है, तो system में instability, data loss या hardware damage जैसी समस्याएँ हो सकती हैं, इसलिए इसका नियमित maintenance आवश्यक है।

2. Importance of Maintenance

- System की stable और reliable performance के लिए।
- Hardware components को damage से बचाने के लिए।
- Unexpected failure और downtime को कम करने के लिए।
- Power supply की life को बढ़ाने के लिए।
- Safe और efficient operation सुनिश्चित करने के लिए।

3. Common Problems

1. Dust accumulation (धूल जमा होना)
2. Overheating (अधिक गर्म होना)
3. Unstable output voltage
4. Fan failure या slow operation
5. Loose or damaged cables/connectors
6. Unusual noise (असामान्य आवाज)
7. Power supply not turning ON
8. Burnt smell या physical damage

4. Maintenance Procedures

1. Regular Cleaning

- Power supply के outer surface और fan grill को समय-समय पर clean करें।
- Compressed air या soft brush का उपयोग करके अंदर की dust को हटाएँ।

2. Check Ventilation

- Ensure करें कि cabinet में proper airflow हो।
- Air vents को block न होने दें।

3. Inspect Cables and Connectors

- सभी power cables (24-pin, 4/8-pin, SATA, Molex) को check करें कि वे properly connected हों।
- Loose या damaged cables को replace करें।

4. Check Cooling Fan

- Fan का smooth operation सुनिश्चित करें।
- यदि fan slow है या noise कर रहा है, तो उसे clean या replace करें।

5. Monitor Temperature

- Overheating से बचने के लिए system temperature को regular monitor करें।
- Ensure करें कि power supply के आसपास sufficient space और ventilation हैं।

6. Check Output Voltages

- Multimeter या monitoring software की सहायता से +12V, +5V, +3.3V आदि output voltages को check करें।
- यदि voltage out of range है, तो power supply में problem हो सकती है।

7. Avoid Overloading

- Power supply की rated capacity (Watt) से अधिक load न डालें।
- Future upgrades के लिए 20-30% extra capacity रखना बेहतर होता है।

8. Periodic Testing

- समय-समय पर power supply की performance को test करें।
- यदि कोई abnormal behavior दिखे, तो तुरंत rectify करें।

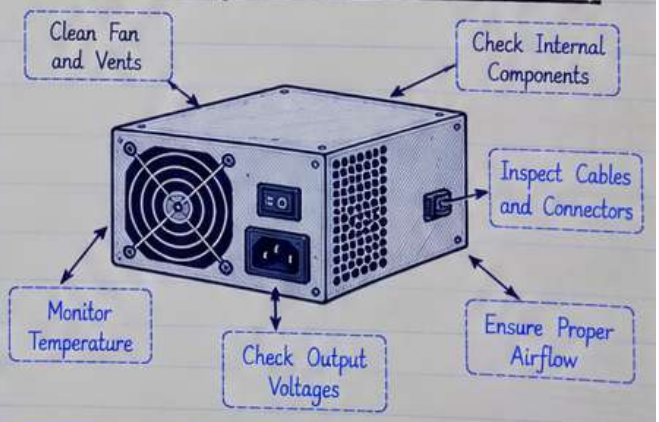
5. Safety Precautions

- Maintenance से पहले system को shut down करें और AC mains plug को remove करें।
- Capacitors में stored charge के कारण तुरंत touch न करें, कुछ समय प्रतीक्षा करें।
- Insulated tools का उपयोग करें।
- यदि आपको hardware की जानकारी नहीं हैं, तो professional technician की सहायता लें।
- कभी भी power supply को open करके repair न करें, जब तक आप trained न हों।

6. Tips for Longer Life

- Clean और dust-free environment में रखें।
- Use a surge protector या UPS।
- Stable power supply के लिए good quality mains supply का उपयोग करें।
- System को overloading से बचाएँ।
- Regular maintenance schedule बनाकर follow करें।

7. Block Diagram (Maintenance Points)



Regular maintenance of power supply ensures stable performance, prevents hardware failure and increases its lifespan.