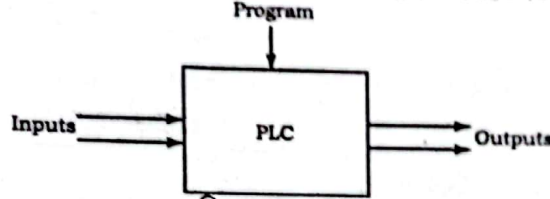


৭.১ PLC-এর সংজ্ঞা

(Define PLC)

Programmable Logic Controller এর সংক্ষিপ্ত রূপ হলো PLC। মাইক্রো প্রসেসর বেসড কন্ট্রোল সিস্টেম যাতে ইনস্ট্রাকশন জমা করার জন্য একটি প্রোগ্রামেবল মেমোরি থাকে তাকে প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলার বা পিএলসি বলে। অর্থাৎ এটি মাইক্রোপ্রসেসর বেসড কন্ট্রোলারের একটি বিশেষ রূপ যা ইনস্ট্রাকশন স্টোর করতে প্রোগ্রামেবল মেমোরি ব্যবহার করে এবং প্রসেস ও মেশিনকে নিয়ন্ত্রণ করতে লজিক, সিকুয়েন্সিং, টাইমিং, কাউন্টিং ও গাণিতিক ফাংশন ইমপ্লিমেন্ট করে এবং কম্পিউটার ও কম্পিউটিং ভাষার সীমিত জ্ঞানসহ ইঞ্জিনিয়ার দ্বারা পরিচালিত করতে ডিজাইন করা হয়।



চিত্র-৭.১ : PLC

উপরোক্ত আলোচনা থেকে বুঝা যায় যে, PLC-এর একটি উপাদান হলো মাইক্রোকন্ট্রোলার, মাইক্রোকন্ট্রোলারের উপাদান হলো মাইক্রোকম্পিউটার এবং মাইক্রোকম্পিউটারের উপাদান হলো মাইক্রোপ্রসেসর।

PLC-তে একাধিক ইনপুট, আউটপুট থাকে। তাছাড়া এতে প্রোগ্রামেবল মেমোরি থাকে, যেখানে পূর্ব থেকেই প্রোগ্রাম প্রবেশ করানো থাকে। ফলে কম্পিউটার প্রোগ্রামারগণ ঐ প্রোগ্রাম পরিবর্তন করতে পারে। PLC-তে ইনপুট ডিভাইস হিসেবে বিভিন্ন ধরনের সুইচ, ট্রান্সডিউসারের আউটপুট ইত্যাদি ব্যবহার হয়। বিভিন্ন মেশিন এবং প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য PLC-এর আউটপুটসমূহ ব্যবহার হয়। মূলত কন্ট্রোল কাজ এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল এনভায়রনমেন্টের অপারেশনের জন্য PLC ব্যবহার হয়ে থাকে।

৭.২ পিএলসি এর ইতিহাস

(Describe Historical Background of a PLC)

প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলার (পিএলসি) প্রথম ১৯৬০ এর দশকের শেষের দিকে সাধারণ জনগণ এর কার্যাবলি সম্পর্কে জানতে পেরেছিল। এটি এমন একটি ডিভাইস যা তৈরি করার প্রাথমিক কারণ হলো যুক্তরাষ্ট্রে গাড়ির নির্মাতাদের জন্য জটিল রিলে ভিত্তিক মেশিন কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রতিস্থাপন এবং বড় খরচগুলো কমিয়ে আনা।

প্রকৌশলী Richard E. Morley অনেকগুলো US গাড়ির কোম্পানিকে Modular Digital Controller (MODICON) এর জন্য প্রস্তাব করেন। তিনি Bedford Associates (Bedford, MA) Involved in the Automotive Industry তে চাকরি করতেন। এরপর থেকে তিনি বিভিন্ন কোম্পানিতে Consultation শুরু করলেন। তখন তিনি General Electric Company এর একটি প্রজেক্টের কাজ শুরু করলেন। অবশেষে ১৯৬৯ সালে সর্বপ্রথম MODICON PLC এর জন্ম নিল। Dick Morley প্রথম PLC আবিষ্কার করলেন যার মডেল ছিল 084।

তখন থেকে, দীর্ঘ গতির বৃদ্ধির ফলে উৎপাদন ও প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ শিল্পগুলো পিএলসি অ্যাপ্লিকেশন-ভিত্তিক সফটওয়্যার-প্রোগ্রামযোগ্য ভাষার সুবিধা গ্রহণ করতে সক্ষম হয়েছে যা রিলে-সিডার-লজিকের মত মনে করা হয়।

মর্লির পিএলসি-এর বিস্তারিত ১ জানুয়ারি ১৯৬৮ এ প্রকাশিত হয়েছিল। প্রায় ৩৫ বছর পর এটি বিশ্বব্যাপী কয়েক বিলিয়ন ডলারের বাজারের সাথে শিল্প অটোমেশন ব্যবসার সবচেয়ে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত পণ্য। পিএলসি পণ্য কয়েকটি ভিন্ন ফ্যাক্টর (এমবেডেড কন্ট্রোলারসহ) বিভিন্ন ধরনের উৎস থেকে পাওয়া যায় এবং কয়েকশত মিলিয়ন ডলারের ব্যবসা করে।

৭.৩ কম্পিউটার ও PLC এর মধ্যে পার্থক্য

(Mention the Difference Between PLC and Computer)

কম্পিউটার হিসাব-নিকাশ, ডিসপ্লে ও সাধারণ কার্যক্রম সম্পাদন করে কিন্তু PLC ইন্ডাস্ট্রিয়াল এনভায়রনমেন্ট ও নিয়ন্ত্রণ কার্যক্রম সম্পাদন করে। যেমন-

- (১) কম্পন (Vibration), তাপমাত্রা (Temperature), আর্দ্রতা (Humidity) ও নয়েজ (Noise) প্রতিরোধ করতে পারে।
- (২) কন্ট্রোলারের অভ্যন্তরে ইনপুট ও আউটপুট ইন্টারফেসিং সার্কিট থাকে।
- (৩) প্রোগ্রাম লজিক ও সুইচিং অপারেশন সম্পর্কিত হওয়ায় সহজে প্রোগ্রাম করা যায় এবং সহজে প্রোগ্রামিং ভাষা অনুধাবন করা যায়।

নিচে কম্পিউটার ও PLC এর মধ্যে পার্থক্য

কম্পিউটার (Computer)	পিএলসি (PLC)
১। কম্পিউটার হিসাব-নিকাশ, ডিসপ্লে ও সাধারণ কার্যক্রম সম্পাদন করে।	১। পিএলসি ইন্ডাস্ট্রিয়াল নিয়ন্ত্রণ কাজ সম্পাদন করতে ব্যবহৃত হয়।
২। প্রোগ্রাম লজিক ও সুইচিং অপারেশন সম্পর্কিত হওয়ায় সহজে প্রোগ্রাম করা যায় এবং সহজে প্রোগ্রামিং ভাষা অনুধাবন করা যায়।	২। পিএলসি লজিক ও সুইচিং কার্যক্রম সম্পাদন করে।
৩। কম্পিউটারে ল্যাডার ডায়গ্রাম ভাষা ব্যবহার করা হয় না।	৩। পিএলসিতে ল্যাডার ডায়গ্রাম ভাষা ব্যবহার করা হয়।
৪। কম্পিউটারে মেমরি, টাইমার, কাউন্টার, ইন্টারাক্ট, ইনপুট/আউটপুট ইত্যাদি বাহ্যিকভাবে সংযুক্ত থাকে।	৪। পিএলসিতে মেমরি, টাইমার, কাউন্টার, ইন্টারাক্ট, ইনপুট/আউটপুট ইত্যাদি। অভ্যন্তরীণ ভাবে সংযুক্ত থাকে।
৫। কম্পিউটার ছোট পরিসরে কাজ করে।	৫। পিএলসি বড় পরিসরে কাজ করে।
৬। কম্পিউটারের মাধ্যমে ভিন্ন ভিন্ন কাজ করার জন্য পেরিফেরাল ডিভাইস প্রয়োজন হয়।	৬। পিএলসি এর সাহায্যে ভিন্ন ভিন্ন কাজ করতে প্রোগ্রাম পরিবর্তন করতে হয়।

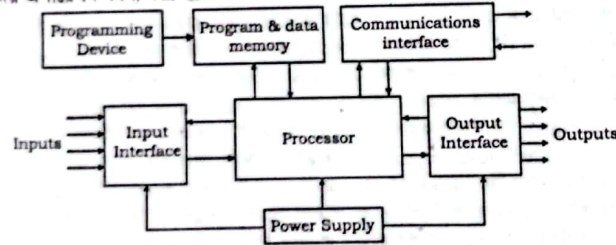
৭.৪ পি.এল.সি-এর ফাংশনাল ব্লক ডায়গ্রামের বর্ণনা

(Describe the Functional Block Diagram of a PLC System)

সাধারণত PLC সিস্টেম ৬ টি বেসিক কম্পোনেন্ট নিয়ে গঠিত। এরা হলো:

- ক। প্রসেসর ইউনিট,
- খ। মেমোরি,
- গ। পাওয়ার সাপ্লাই,
- ঘ। ইনপুট/আউটপুট ইন্টারফেস,
- ঙ। প্রোগ্রামিং ডিভাইস,
- চ। কমিউনিকেশন ইন্টারফেস।

নিচের চিত্রে এদের অপারেশন বর্ণনা করা হলো:

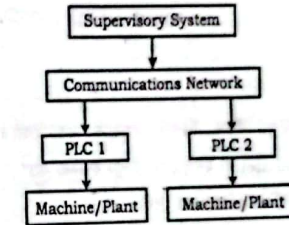


চিত্র-৭.২ : The PLC system

নিচে বেসিক কম্পোনেন্টগুলোর বর্ণনা করা হলো:

- (ক) প্রসেসর ইউনিট বা সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট (CPU), যা মাইক্রোপ্রসেসর ধারণ করে। এটি ইনপুট সিগন্যালকে বহন এবং ইনস্ট্রাকশন অনুযায়ী কার্যে পরিণত করে (Control action)। এটি রেজাল্টকে মেমোরিতে রাখে এবং প্রয়োজনানুযায়ী output হিসেবে Display করে।
- (খ) পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (PSU), প্রধান (main) a.c ভোল্টেজকে ক্ষুদ্র মানের DC voltage (5V)-এ পরিণত করে এবং প্রয়োজন অনুযায়ী সিস্টেমের বিভিন্ন অংশে Power supply করে।
- (গ) প্রোগ্রামিং ডিভাইস (Programming device) প্রয়োজনীয় প্রোগ্রাম ধারণ করে। এ ডিভাইসের মধ্যে প্রোগ্রাম developed করা হয় এবং PLC-এর মেমোরি unit-এ পাঠানো হয়।
- (ঘ) যেখানে প্রোগ্রাম জমা থাকে, তাকে মেমোরি ইউনিট (memory unit) বলে। মাইক্রোপ্রসেসর দ্বারা উক্ত জমাকৃত প্রোগ্রাম বিভিন্ন instruction অনুযায়ী ব্যবহার করা হয়।

- (ঙ) প্রসেসর বাইরে থেকে information গ্রহণ করে এবং মেমোরিতে রাখে এবং Instruction অনুযায়ী তা প্রসেস করে এবং মেমোরিতে রাখে। অর্থাৎ প্রসেসর যেখানে থেকে information receive করে, তাকে ইনপুট সেকশন বলে। প্রসেসকৃত জমাকৃত ফলাফল বাইরে ডিভাইসে (output device) পাঠানো হয়। ইনপুট ডিভাইস হিসেবে Switch, lever, roller, encoders ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। Output ডিভাইস হিসেবে motor, solenoid ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। প্রকৃতপক্ষে PLC-তে logic ব্যবহৃত হয়। logic মূলত এক ধরনের Switch. এ Switch On/Off-এর মাধ্যমেই প্রোগ্রামের সাহায্যে device control করা হয়। সংক্ষেপে ইনপুট বলতে বিভিন্ন ধরনের Switching operation (ON/OFF), যা programmer-এর মাধ্যমে control করা হয় এবং তা output, যেমন- motor, lift, automatic door ইত্যাদিতে প্রবেশ করানো হয়। ফলে, output টি প্রোগ্রাম অনুযায়ী কাজ করে। এটিই মূলত PLC অপারেশন।
- (চ) কমিউনিকেশন নেটওয়ার্কের মাধ্যমে, দূরবর্তী কোন PLC-তে অথবা দূরবর্তী (Remote) কোন PLC হতে ডাটা গ্রহণ এবং প্রেরণ করার জন্য কমিউনিকেশন ইন্টারফেস ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত বিভিন্ন Application এবং Connection ম্যানেজমেন্টের মধ্যে ডিভাইস তেরিফিকেশন, ডাটা একুইজিশন এবং সিনক্রোনাইজেশনের জন্য ব্যবহার হয়ে থাকে।

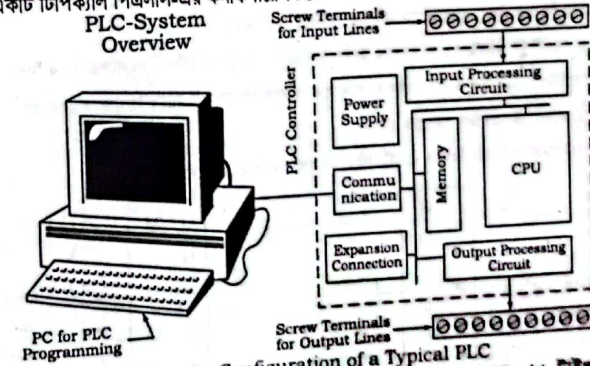


চিত্র-৭.৩ :

৭.৫ টিপিক্যাল পিএলসি-এর কনফিগারেশন

(Mention the Configuration of a Typical PLC)

নিচের চিত্রে একটি টিপিক্যাল পিএলসি-এর কনফিগারেশন দেখানো হলো-



চিত্র-৭.৪ : Configuration of a Typical PLC

পিএলসি-এর আকৃতি সাধারণত ব্রিক টাইপ, ব্রিক (Brick) টাইপ বা র্যাক (Rack) টাইপ হতে পারে। বিভিন্ন কোম্পানির বিভিন্ন মডেলের পিএলসি পাওয়া যায়। নিচে Mitsubishi F2-20 MR-ES-এর কনফিগারেশন (Configuration) দেয়া হলো-

- (১) পাওয়ার সাপ্লাই (Power Supply): 110 - 120V/220-240V এসি সিঙ্গেল ফেজ 50/60 Hz।
- (২) প্রোগ্রাম ল্যাঙ্গুয়েজ (Program Language): লেডার লজিক।
- (৩) প্রোগ্রামিং ক্যাপাসিটি (Programming Capacity): 1000 স্টেপ।

(৪) এক্সিকিউশন স্পিড (Execution Speed) : গড়ে 7 μ s/স্টেপ।

(৫) প্রোগ্রাম মেমোরি (Program Memory) : CMOS-RAM বিল্ট-ইন; EPROM ব্লক হতে পারে।

(৬) ব্যাটারি ব্যাক-আপ (Battery Back-up) : Lithium ব্যাটারি, প্রায় 5 বছর টেকসই।

(৭) টাইমার (Timers) : 0.1s টাইমার : 24 পয়েন্টস, অন-ডিলে টাইমার (0.1s থেকে 999s).
0.01s টাইমার : 8 পয়েন্টস, অন-ডিলে টাইমার (0.01s থেকে 999s).

(৮) কাউন্টার (কন্ট্রোল) : 32 পয়েন্টস, ডাউন কাউন্টার (0 থেকে 999).

(৯) ইনপুট সংখ্যা (Input Number) : 12 পয়েন্টস, সবই অপটো-আইসোলটেড।

(১০) ইনপুট ভোল্টেজ (Input Voltage) : বিল্ট-ইন 24V ডিসি, এক্সটারনাল 24V ডিসি।

(১১) আউটপুট সংখ্যা (Number of Output) : 8 পয়েন্টস।

(১২) আউটপুট চয়েস (Choice of Output) : রিলে আউটপুট : রিলে আইসোলটেড।

ট্রানজিস্টর আউটপুট : অপটো-আইসোলটেড।

ট্রায়াক আউটপুট : অপটো-আইসোলটেড।

৭.৬ আই/ও মডিউলের সংজ্ঞা

(Define I/O Module)

যে ইউনিট বিভিন্ন ইনপুট, আউটপুট ফিল্ড ডিভাইসসমূহকে যথাযথভাবে কন্ট্রোলারের সাথে সংযুক্ত করে, তাকে ইনপুট/আউটপুট মডিউল (I/O Module) বা ইনপুট/আউটপুট ইউনিট বলে।

PLC-তে দুই ধরনের ইনপুট/আউটপুট মডিউল থাকে, যথা-

(১) ফিল্ড ইনপুট/আউটপুট Module

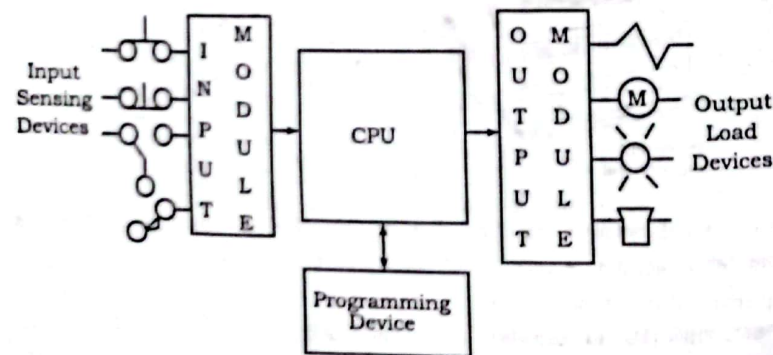
(২) মডিউলার ইনপুট আউটপুট মডিউল।

ফিল্ড ইনপুট/আউটপুট Module : ফিল্ড ইনপুট/আউটপুট Module পিএলসির সাথে বিল্ট-ইন থাকে। ছোট ছোট বক টাইপ পিএলসি-তে ফিল্ড ইনপুট/আউটপুট মডিউল ব্যবহার করা হয়।

মডিউলার ইনপুট আউটপুট মডিউল : মডিউলার টাইপ ইনপুট/আউটপুট মডিউল পিএলসির সাথে বিল্ট-ইন থাকে না, আলাদা আলাদা ইনপুট/আউটপুট মডিউল থাকে, যাদেরকে ব্যাকবন্ডে পিএলসির সাথে সংযুক্ত করতে হয়। বড় বড় পিএলসি-তে

মডিউলার ইনপুট/আউটপুট মডিউল ব্যবহৃত হয়।

নিচের চিত্রে ইনপুট/আউটপুট মডিউলসহ একটি PLC-র বেসিক চিত্র দেখানো হলো-



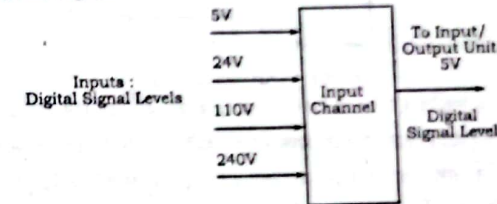
৭.৭ ইনপুট ও আউটপুট মডিউলের কাজ

(Mention the Functions of Input and Output Module)

৭.৭.১ ইনপুট মডিউল (Input Module) : ইনপুট মডিউল দুটি অংশে কাজ করে- প্রথমত, ফিল্ড ইনপুট ডিভাইস যেমন পুশবটন সুইচ, লিমিট সুইচ, সেন্সর, সিলেক্টর সুইচ ও থাম্ব হুইল সুইচ (Thumb Wheel Switch) ইত্যাদিকে হু হাতে ফিজিক্যালি সংযোগ করে। এই অংশে ফিল্ড ইনপুট ডিভাইস হতে সিগন্যাল ইনপুট হয়।

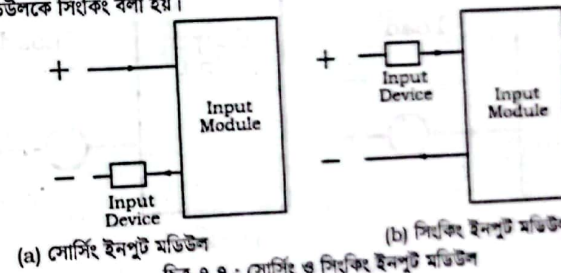
দ্বিতীয় অংশে ইলেকট্রনিক কনভার্সন বর্তনী থাকে। ইনপুট মডিউলের ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট ফিল্ড ডিভাইস হতে আগত ইনপুট ভোল্টেজকে কন্ট্রোলারের কার্যকর ভোল্টেজ + 5V-এর রূপান্তর করে এবং উচ্চ ইনপুট ভোল্টেজ লেভেল থেকে কন্ট্রোলারকে পৃথক (আইসোলটেড) করে রাখে। ইনপুট ইন্টারফেস ভোল্টেজ নিম্নলিখিত বিভিন্ন মানের হতে পারে। যেমন : 24V AC/DC, 48V AC/DC, 120V AC/DC, 240V AC/DC, 110V AC/DC, 5V DC ইত্যাদি।

নিচে Input Levels দেখানো হলো-



চিত্র-৭.৬ : Input Levels

কনভেনশনাল কারেন্ট প্রবাহের দিক বিবেচনা করে অর্থাৎ সাপ্লাই সোর্সের ধনাত্মক হতে ঋণাত্মক দিক। ইনপুট মডিউল সোর্সিং এবং সিংকিং (Sourcing and Sinking) হতে পারে। একটি ইনপুট মডিউল হতে যখন ইনপুট ডিভাইসে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখন ইনপুট মডিউলকে সোর্সিং বলা হয়। আর যদি ইনপুট ডিভাইস হতে ইনপুট মডিউলে কারেন্ট প্রবেশ করে তবে ইনপুট মডিউলকে সিংকিং বলা হয়।



(a) সোর্সিং ইনপুট মডিউল

(b) সিংকিং ইনপুট মডিউল

চিত্র-৭.৭ : সোর্সিং ও সিংকিং ইনপুট মডিউল

ইনপুট মডিউলের সারসংক্ষেপ :

ইনপুট মডিউল মডিউল ফিজিক্যালি সংযুক্ত করে।

(১) ফিল্ড ইনপুট ডিভাইসকে ইনপুট মডিউল ফিজিক্যালি সংযুক্ত করে।

(২) ইনপুট ফিল্ড ডিভাইস থেকে আগত বৈদ্যুতিক সিগন্যালকে লো মানের ডিসি ভোল্টেজ + 5V-এ রূপান্তর করে, যা কন্ট্রোলার খুব সহজে অনুধাবন করতে পারে।

(৩) উচ্চ ভোল্টেজের ফিল্ড ডিভাইসকে নিম্ন ভোল্টেজের কন্ট্রোলার থেকে পৃথক (Isolate) করে রাখে।

৭.৭.২ আউটপুট সিজিউল (Output Schedule) : সিপিইউ কর্তৃক প্রসেসকৃত ফলাফল আউটপুট মডিউলে আসে। আউটপুট মডিউল ইলেকট্রনিক বর্তনীর মাধ্যমে কন্ট্রোলার কর্তৃক উৎপন্ন ফলাফল, যা নিম্নমানের ডিসি ভোল্টেজ + 5V কে উচ্চ বিভিন্ন মানের আউটপুট ভোল্টেজ লেভেলে রূপান্তর করে এবং কন্ট্রোলারকে উচ্চ ভোল্টেজের আউটপুট ডিভাইস থেকে পৃথক (Isolate) করে রাখে। পিএলসি-তে আউটপুট মডিউল রিলে টাইপ (Relay Type), ট্রানজিস্টর টাইপ (Transistor Type) ও ট্রায়াক টাইপ (Triac Type) হতে পারে। আউটপুট মডিউলের উচ্চ ভোল্টেজ অংশে হু হাতে ফিল্ড আউটপুট ডিভাইস যেমন- ছোট মোটর (Small Motor), মোটর স্টার্টার (Motor Starters), সলিনয়েড (Solenoid) এবং ল্যাম্প ইন্ডিকেটর (Lamp Indicator) ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে।

আউটপুট মডিউলে আউটপুট ইন্টারফেস ভোল্টেজ বিভিন্ন মানের হয়ে থাকে : 12 - 48V AC, 120V AC, 230V AC, 120V DC, 110V DC, 24VDC, 5V DC ইত্যাদি।