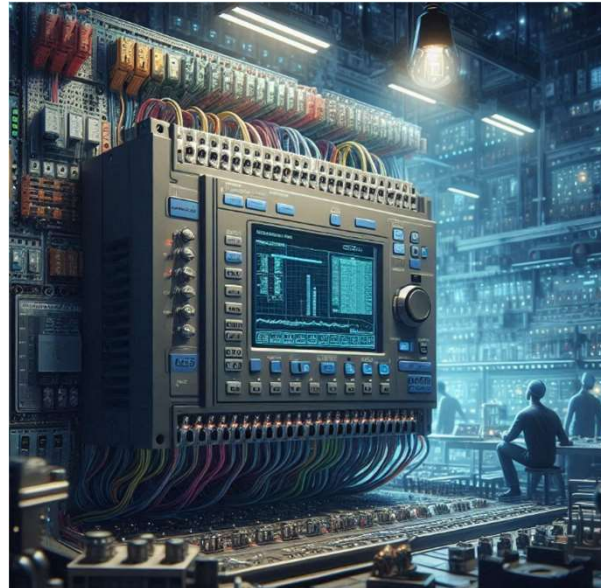


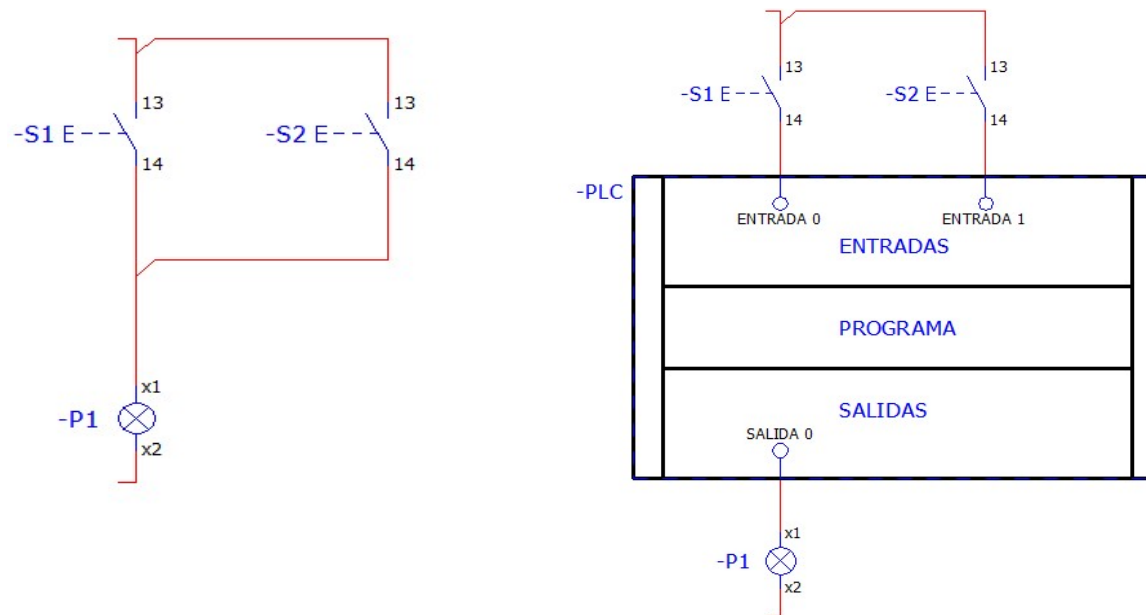
# Introducción PLC



# 1. Introducción PLC

Los circuitos de control en un sistema de automatización se pueden diseñar como:

- **Lógica cableada:** mediante relés que abran o cierren circuitos con una determinada secuencia lógica
- **Sistema programable:** activación o desactivación de señales digitales de un controlador a partir de una lógica programada interna. PLC: *Programmable Logic Control*



# 1. Introducción PLC

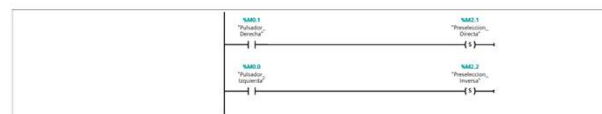
Un controlador lógico con una unidad aritmética y lógica (CPU) destinado a efectuar funciones lógicas combinacionales y secuenciales en un ambiente industrial y en tiempo real.

- **Lógica combinacional:** sistema lógico en el que sus salidas son función exclusiva del valor de sus entradas en un momento dado, sin que intervengan estados anteriores de las entradas o de las salidas.
- **Funciones secuenciales:** los valores de las salidas no dependen exclusivamente de los valores de las entradas en ese momento, sino también dependen del estado anterior o estado interno. Por tanto, necesitan almacenar variables de estados anteriores mediante celdas de memoria, biestables (*flip-flops*), etc.

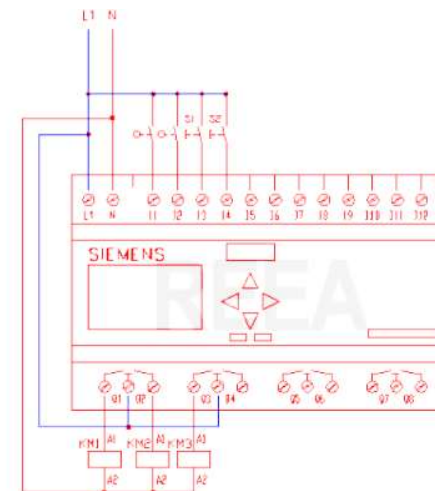
Un controlador lógico programable (**PLC**) es un autómatas programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial y cuya finalidad es controlar mediante entradas y salidas diversos tipos de máquinas o procesos. Para la programación de PLC se utilizan:

- Funciones lógicas
- Secuencias, temporizaciones, contadores y funciones aritméticas

Segmento 1:



Segmento 3:



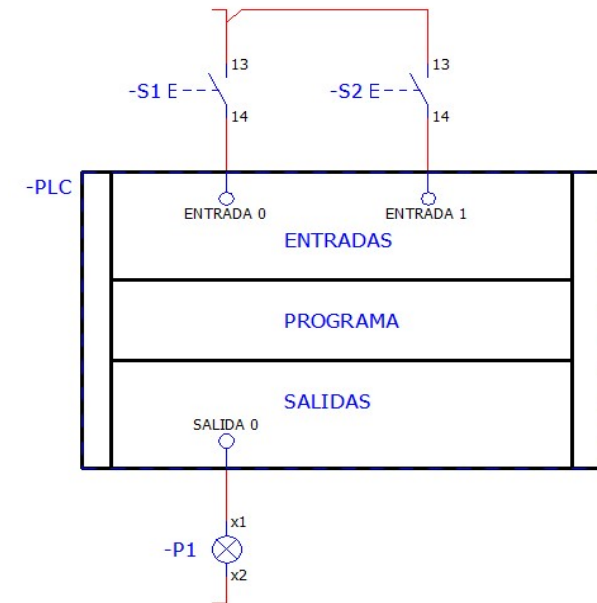
# 1. Introducción PLC

En un PLC se implementa la lógica en forma de programa de una secuencia de funcionamiento.

El programa del PLC se encarga de enlazar las entradas con las salidas, con una determinada lógica.

Las ventajas de la lógica programada respecto a la cableada son:

- Las maniobras son programadas, por lo que hay mucho **menos cableado**.
- **Ahorro en el espacio** de los armarios eléctricos.
- **Fácil instalación**
- Software: mucha más **flexibilidad** en la realización de modificaciones en la maniobra
- **Mantenimiento**. Mejor seguimiento de las averías.
- **Modularidad**



Programación **Ladder** o escalera o KOP (en Step7): Es un lenguaje simbólico estándar IEC 61131-3 basado en los esquemas de circuitos eléctricos:

- Las entradas o bits de lectura equivalen a contactos
- Las salidas o bits de escritura equivalen a bobinas o actuadores

# 1. Introducción PLC

Los controladores PLC ejecutan un programa secuencial de manera cíclica. El tiempo total de ejecución de todas las operaciones necesarias del programa se denomina **ciclo de scan**.

El tiempo de **ciclo de scan** incluye:

- Lectura de entradas
- Ejecución de las operaciones  
secuenciales
- Escritura de las salidas

El ciclo de *scan* se mide en milisegundos (**ms**).



Tiempo de ciclo o ciclo de scan (ms)

Depende de

- **Número de entradas**
- **Longitud del programa e interrupciones**
- **Número de salidas**

En máquinas complejas los ciclos de *scan* suelen ser inferiores a 10ms.

# 1. Introducción PLC

## Ventajas PLC

- Utilizan en operaciones en “**tiempo real**”, es decir tiempo muy pequeño de procesado
- **Flexibilidad.** Se adaptan fácilmente a nuevas tareas modificando la programación
- **Comunicación** inmediata con otros dispositivos (PLC, ordenadores, unidades E/S remotas, HMI, etc.) que forman parte de una misma red industrial, mediante protocolos industriales estándares (Profinet, Ethercat, OPC-UA, etc).
- **Escalabilidad** del sistema: incorporación fácil a la red industrial (mediante comunicación Ethernet)
- **Construcción estable.** Diseñado para poder resistir vibraciones, temperaturas extremas, situaciones de humedad y ruidos.
- **Fácilmente programables.** Variedad en los tipos de programación: por contactos, procedimental, por bloques, etc.
- **Programación sobre IDE:** ofrecen ayudas a la programación, permite incorporar librerías, modularidad (reaprovechamiento de código), simulación, debug, etc.

# 1. Introducción PLC

## PAC – IPC

**IPC:** Industrial PC. PC preparados para resistir ambientes industriales. Inicialmente (1990-2000) se utilizaban junto los PLC para realizar tareas que éstas no podían realizar (procesado, control, etc). Actualmente se utilizan PAC, un híbrido de ambos dispositivos.

**PAC:** Controladores de Automatización Programables. Utilizan dos o más procesadores, permiten realizar: multitarea. Puede realizar tareas de un PLC y tareas más complicadas

Se programan mediante lenguajes gráficos como diagramas de flujo, lenguajes orientados a objetos como C y C++, SQL, etc.

Diseño modular, Sistema Operativo

Control y supervisión de sistemas complejos y/o de grandes dimensiones

Capacidad de procesado: control, análisis, procesado de señal

Protocolos y estándares: OPC, TCP/IP, CAN, PROFIBUS



APAX-5580 de Advantech  
incluye Intel Core i7/i3

Se calcula que un 80% de las tareas en la automatización las puede realizar un PLC



# 1. Introducción PLC

## Línea temporal de evolución de los PLC

Las primeras PLC se utilizaron en los Estados Unidos en los años 1969-70 en el sector de la industria del automóvil; fueron empleados en Europa aproximadamente dos años más tarde.

Coincide con el comienzo de la era del microprocesador y con la generación de la lógica cableada modular.

- **1969:** Bedford Associates propuso el Controlador Digital Modular (MODICON, Modular Digital CONTroller) para la División Hydramatic de General Motors

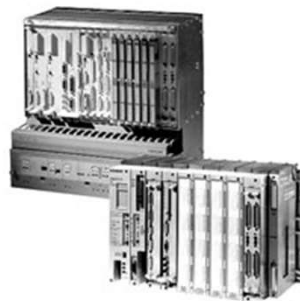
Se instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas de lógica cableada en sus líneas de producción. Trabajaban con 4 bits.

**MODICON 084**, primer PLC del mundo en ser producido comercialmente. Utilizaba relés.

- **1970: PLC 1774 de Allen Bradley.** Autómata modular que permitía la incorporación de módulos de entradas y salidas: 1778 y 1771.
- **Mediados de los 70:** las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estado secuenciales y CPU, basadas en desplazamiento de bit. Los **microcontroladores** AMD 2901 y 2903 se incorporaron a Modicon y PLC Allen Bradley.

Los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC

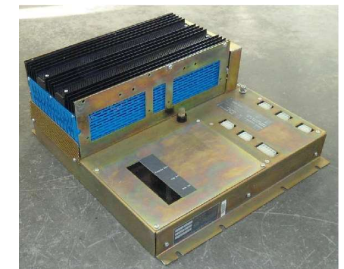
- Comunicación entre PLC
- E/S analógicas
- No se habían definido estándares de comunicación



MODICON 084



Terminal de programación y PLC 1774 de Allen Bradley





# 1. Introducción PLC

- **Principios 80:** protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motors.
  - Reducción las dimensiones del PLC
  - **Programación simbólica** sobre ordenadores personales en vez de terminales de programación
  - Conjunto de operaciones en 8 y 16 bits
  - Protocolo MODBUS (maestro-esclavo)
- **Mediados 80:** aparecen protocolos de comunicación. Gran variedad sin estándares
- **Principio 90:**
  - microprocesadores de 32 bits
  - operaciones matemáticas complejas
  - comunicaciones entre PLC de diferentes marcas y PC, posibilidad de fábricas completamente automatizadas: **Pirámide CIM**
  - Reducción en el número de nuevos protocolos
  - Modernización de las capas físicas de los protocolos
  - Estándar IEC 61131-3 que unifica el sistema de programación en todos los PLC
- **Finales 90, inicio 2000:**
  - Utilización de comunicación **Ethernet**
  - OPC: protocolo estándar que ofrece una interfaz que permite la interoperabilidad entre los diferentes protocolos. Es una arquitectura cliente-servidor. Permite el intercambio de datos entre diferentes protocolos y un PC (con SO Windows)



# 1. Introducción PLC

## PIRÁMIDE CIM

### Nivel 1,2: Control de máquinas (Automatización de procesos)

Este nivel involucra la automatización de las máquinas y equipos de producción, robots industriales y sistemas automáticos

### Nivel 3: Control de la planta (SCADA)

Controlan los procesos de manufactura en tiempo real, supervisando el flujo de materiales, el rendimiento de las máquinas y el estado de la producción.

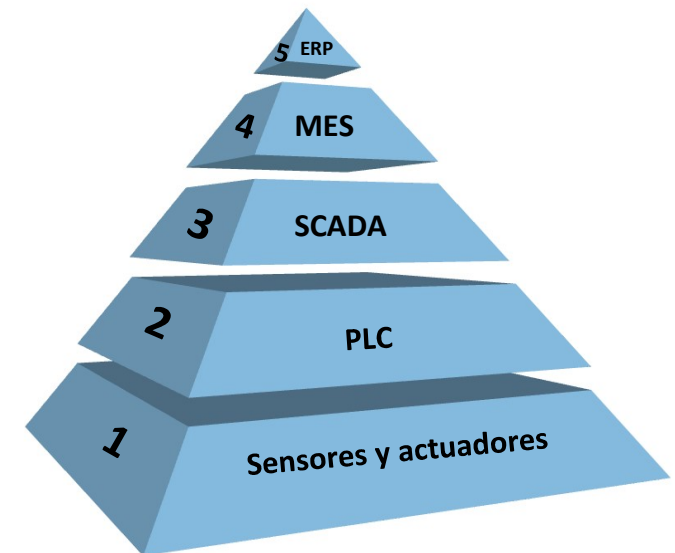
### Nivel 4: Control de la planta (Manufacturing Execution System, MES)

Optimizar el proceso de fabricación monitoreando, siguiendo, documentando y controlando todo el ciclo de vida de la producción.

### Nivel 5: Planificación de la producción (ERP y MRP, BI)

Planificación de la producción, la programación y la gestión de materiales. MRP (Material Requirements Planning) y ERP (Enterprise Resource Planning) para gestionar el inventario, los plazos de producción y la asignación de recursos.

Toma de decisiones estratégicas: CRM (Customer Relationship Management), SCM (Supply Chain Management)



## 2- Estructura de un plc

### Parámetros

Los parámetros para seleccionar un PLC son:

- **CPU:** Unidad central. En general, contiene el microprocesador, unidades de memoria y un procesador de comunicaciones.
  - ✓ Tiempo de ejecución de las operaciones lógicas
  - ✓ Transferencia de palabras (*words*) de instrucción
  - ✓ Transferencia de operaciones matemáticas

- **Capacidad de memoria** de programa/datos: se refiere al número de posiciones de las memorias de instrucciones y datos:

S7-1200: instrucciones de 4kB a 8kB

datos de 25B a 50kB

S7-1500: instrucciones de 150kB a 1MB

datos de 1MB a 5MB

**1Byte=8bits**

- **Capacidad de entradas/salidas:** número máximo de variables de entrada y de salida digitales de un controlador.

S7-1200: Entradas de 6 a 24

Salidas de 4 a 16

S7-1500: Entradas/salidas de 128 a 1024

## 2- Estructura de un plc

- **Modularidad:** Capacidad de añadir componentes sin necesidad de modificar los ya existentes. En referencia a los controladores, es la capacidad de añadir módulos de entrada/salida tanto analógicas como digitales.

- ✓ **PLC totalmente modulares:** la unidad central no tiene entradas/salidas. Los módulos de entradas/salidas se van añadiendo según necesidad. Los módulos suelen ser de 4-16 E/S

Por ejemplo: S7-300 y S7-1500 de Siemens

Actualmente los módulos tienen su propio microcontrolador que gestiona la comunicación con la CPU, permitiendo una configuración automática (*plug and play*)

Elementos que conforma el autómatas: **fuentes de alimentación, CPU, módulos de entradas y salidas digitales**

Esta disposición de dispositivos permite:

- **Flexibilidad** de configuración para las necesidades del usuario.
- **Facilita el diagnóstico y mantenimiento:** que si un dispositivo falla puede ser rápidamente sustituido.



## 2- Estructura de un plc

### Módulos de entrada/salida:

Módulos acoplables de entrada/salida digitales o analógicos con su propia unidad de control que se comunica con la unidad CPU de la PLC:

- ✓ Salidas digitales
- ✓ Entradas digitales
- ✓ Analógicos
- ✓ Entradas de alta velocidad:  
por ejemplo, contadores de alta velocidad para leer *encoders*



4 entradas/2 salidas analógicas  
6ES7334-OCE01-0AA0 para S7-300

Contador de 2 canales para  
*encoder* incremental o por  
pulsos (200-800KHz)  
3 DI, 2 DQ por canal  
6ES7550-1AA00-0AB0 para S7-  
1500

## 2- Estructura de un plc

Ejemplos de PLCs modulares:

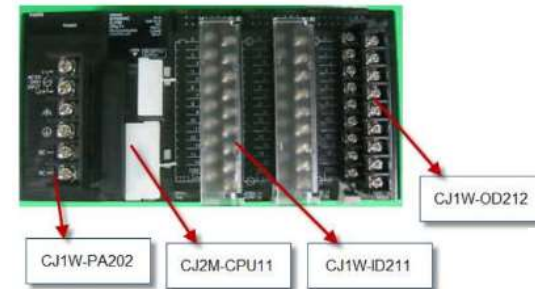
### OMRON

CJ1W-PA202: Fuente Alimentación 220Vac

CJ2M-CPU11: CPU

CJ1W-ID211: Tarjeta 16 Entradas 24VDC

CJ1W-OD212: Tarjeta 16 Salidas 24 VDC



CPU 1516-3 PN/DP con módulos E/S

### SIEMENS S7-1500

	MODELO	REF	VERSION
PLC	CPU 1516-3 PN/DP	6ES7 516-3AN01-0AB0	2.8
HMI	TP700 -COMFORT	6AV 125-0GC01-0AX0	16.0
UNIDAD REMOTA E/S	ET200SP IM 155-6 PN ST	6ES7 155-6AU00-0BN0	3.1
16 ENTRADA REMOTAS	DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	1.0
16 SALIDAS REMOTAS	DQ 16x24VDC/0.5A ST	6ES7 132-6BH00-0BA0	1.1



ET200SP



TP700 -COMFORT

DESARROLLO DE PROJ. DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL 2024



## 2- Estructura de un plc

### ✓ PLC semimodulares:

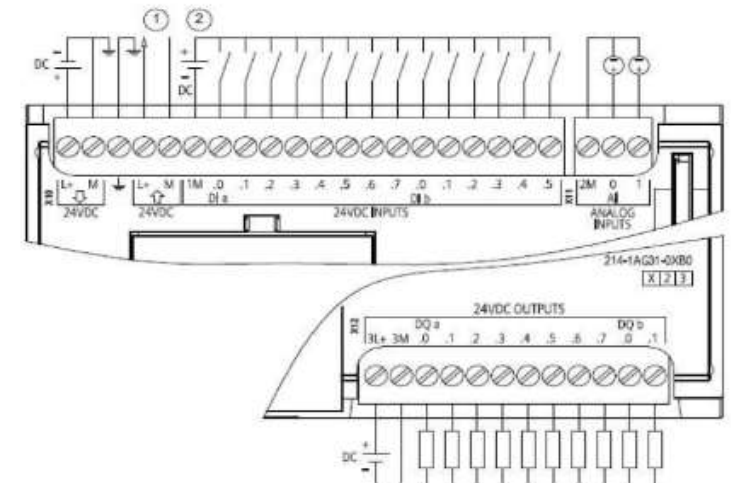
La unidad central incluye entradas/salidas pero prevén la posibilidad de ampliarlas mediante el acoplamiento de módulos de entradas/salidas.

Por ejemplo: S7-1200



Modelo	Memoria	Ent./ Salidas	Interfaces de Comunicación	Mód. Adici
S7-1211C	25 KB	6 DI / 4 DO	1 x Ethernet	Hasta 2
S7-1212C	50 KB	8 DI / 6 DO	1 x Ethernet	Hasta 3
S7-1214C	100 KB	14 DI / 10 DO	1 x Ethernet, 1 x RS-485	Hasta 8
S7-1215C	125 KB	14 DI / 10 DO	2 x Ethernet, 1 x RS-485	Hasta 8
S7-1217C	125 KB	14 DI / 10 DO	2 x Ethernet, 1 x RS-485	Hasta 8

Tabla A- 60 CPU 1214C DC/DC/DC (6ES7 214-1AG31-0XB0)





## 2- Estructura de un plc

### ✓ PLC compactos:

la unidad central incluye entradas/salidas pero no son ampliables en módulos. Son módulos compactos, simples y con un coste bajo.

Por ejemplo:

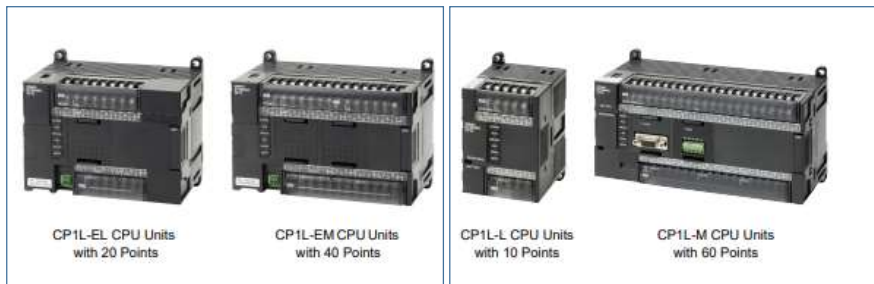
- S230RC o S24RCE de SIEMENS LOGO!



- Familia CP1L de OMRON

Ethernet

USB, DB9



CP1L-□□□D□-□  
(1) (2) (3) (4) (5)

1. Expansion capability  
E : Ethernet port  
None : -
2. Program capacity  
M : 10K steps  
L : 5K steps

3. Number of Built-In number I/O points  
60 : 60 I/O points  
40 : 40 I/O points  
30 : 30 I/O points  
20 : 20 I/O points  
14 : 14 I/O points  
10 : 10 I/O points

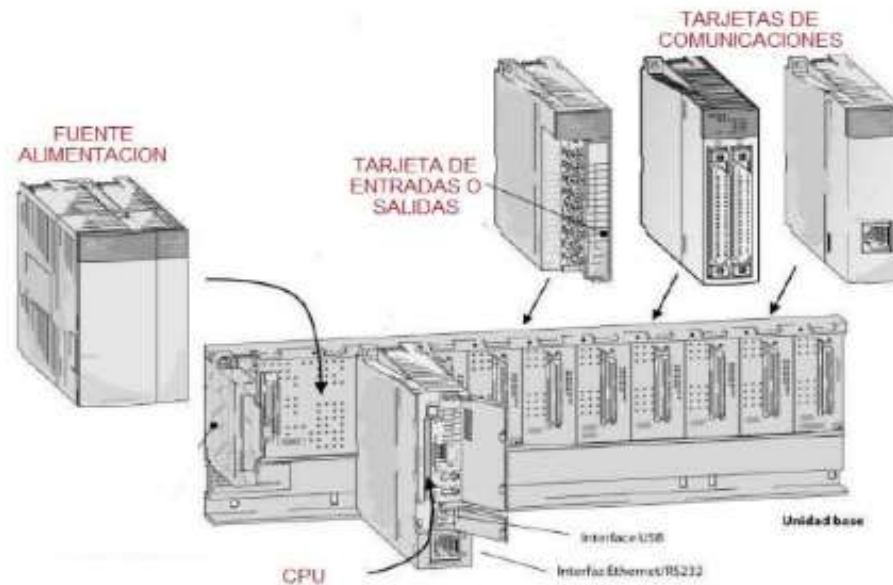
4. Output classification  
R : Relay outputs  
T : Transistor Outputs (sinking)  
T1 : Transistor Outputs (sourcing)
5. Power supply  
A : AC  
D : DC

T: salida NPN  
T1: salida PNP

## 2- Estructura de un plc

Los PLC modulares respecto las compactas:

- admiten mayor número de entradas / salidas
- CPU más rápida
- mayor capacidad de memoria, tanto de datos como de programa.



## 2- Estructura de un plc

- **Capacidad de interrupción:**

Evento en que provoca que el autómatas abandone temporalmente y de forma inmediata el programa principal, y salte a una rutina especial que realice las acciones adecuadas a dicho evento. Posteriormente al evento, el autómatas retorna al programa principal en el punto que lo abandonó. Los eventos son rutinas muy sencillas y breves.

- ✓ **De reloj**

Interrupción asociada al reloj interno de la CPU, la interrupción salta cuando se alcanza un valor de reloj almacenado. Utiliza un comparador que compara el valor actual con el almacenado para ejecutar la interrupción

- ✓ **Temporizadas**

Ejecuciones periódicas a partir de una base de tiempo programada. Por ejemplo, comprobaciones periódicas del estado de variables para detectar errores (*watch-dog*)

- ✓ **Contador**

Se activa la interrupción cuando el contenido de un contador programado alcanza un determinado valor. Los contadores deben activarse mediante la ejecución de una instrucción y reiniciarse.

- ✓ **Comunicación**

Se activa cuando un dispositivo genera un valor en una determinada entrada de la PLC

- ✓ **Terminales y bornes**

Se activa cuando una variable digital de entrada cambia de valor.

## 2- Estructura de un plc

### • Interfaz máquina-usuario

- Sistema con procesador propio que se comunica a la CPU mediante un bus de comunicaciones
- ✓ Paneles de operación
  - Pantalla gráfica y pulsadores de membrana. Por ejemplo, OP277 de SIEMENS
- ✓ Pantalla táctil HMI
  - Pantalla gráfica táctil con teclado virtual. Por ejemplo, TP700 de SIEMENS
- ✓ PC Industrial o autómatas *embedded*
  - Pantalla gráfica táctil con CPU. Por ejemplo, Simatic IPC de SIEMENS



## 2- Estructura de un plc

### • Recursos de comunicación

En la década de los 90 con el avance de los microcontroladores, la capacidad de comunicación de los PLC aumentó drásticamente, para formar parte de la fabricación asistida por computador (pirámide CIM).

Los PLC actuales se comunican mediante sistemas de comunicación que contiene un procesador y que permite la conexión a un bus *ethernet*. Este sistema puede estar integrado en la propia CPU o ser un módulo independiente. Los buses actuales utilizan conexiones *ethernet* con protocolos TCP/IP, UDP/IP, etc .

### Ejemplos:

Los PLC SIEMENS se comunican mediante buses PROFIBUS DP y PROFINET (protocolos ethernet)



Módulo CM 1542-5 de SIEMENS  
Módulo de comunicación PROFIBUS  
para S7-1500



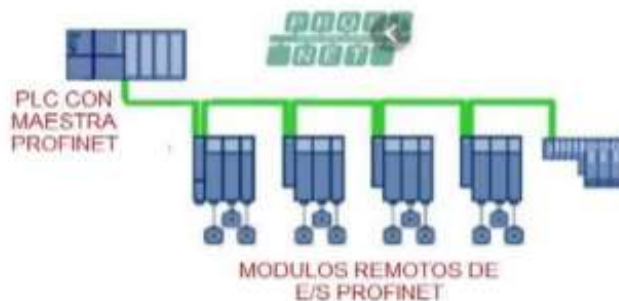
Módulo de S7-1516 PN/DP de SIEMENS  
Módulo de CPU que incorpora control de  
comunicaciones PROFIBUS  
Y PROFINET

## 2- Estructura de un plc

### Distribución de E/S

Según la ubicación de las entradas/salidas con respecto a la CPU, se distingue entre distribución centralizada y distribuida:

- **Periferia centralizada:** Las entradas/salidas se encuentran físicamente al lado de la CPU, en el mismo conjunto. En el caso de los plc compactos forman parte del mismo conjunto, en el caso de los plc modulares formando parte del mismo conjunto de *racks*. Este tipo de distribución obliga a tener que cablear todas las señales hasta donde está la CPU (normalmente en el armario de control principal) y si estas señales están muy alejadas implica un trabajo de cableado.
- **Periferia distribuida:** En este caso los módulos de E/S están alejados de la ubicación de la CPU y físicamente se acercan donde a los elementos de entrada/salida (detectores, pulsadores, electroválvulas, etc.). El trabajo de cableado disminuye considerablemente. Necesitan una **estructura de bus** (*ethernet*) con un maestro (normalmente CPU) y módulos remotos de E/S esclavos.



Por ejemplo, módulo de E/S remotas con conexión a PROFINET SIEMENS  
ET200SP IM 155-6 PN ST

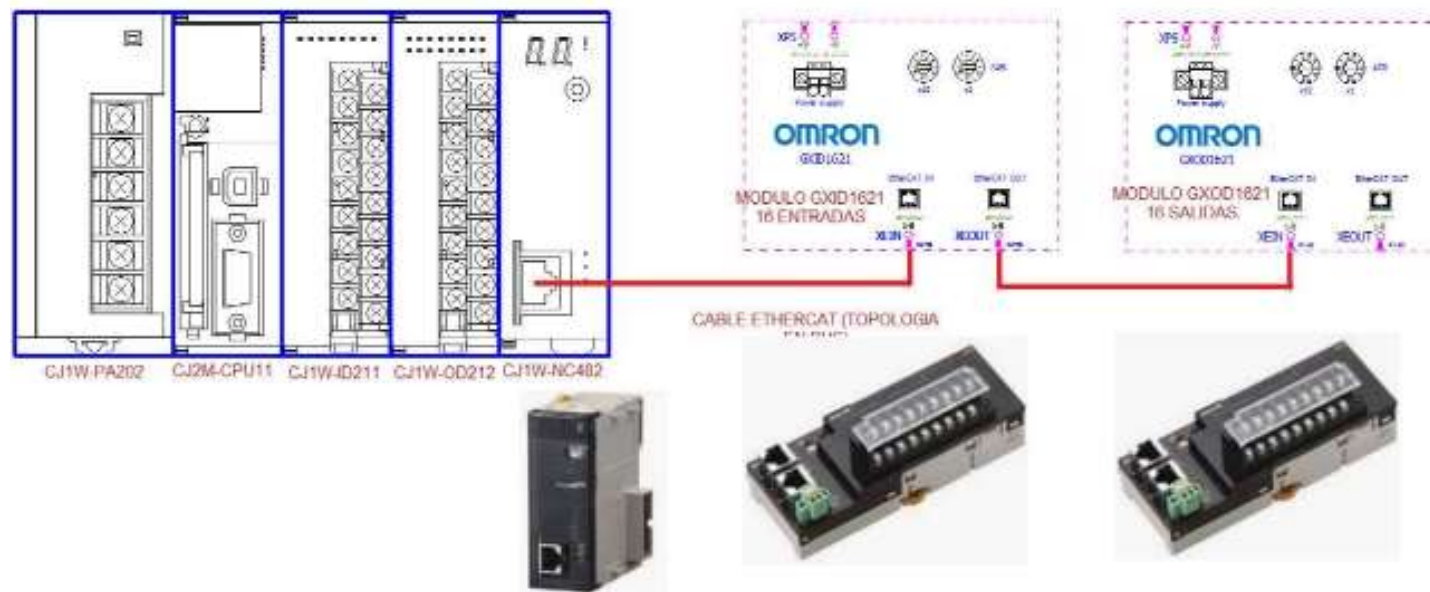


## 2- Estructura de un plc

**Ejemplo** de conexión distribuida:

Conexión BUS de distribución remota implementada sobre un Omron con Ethercat, un PLC modular compuesto por: fuente de alimentación, CPU, una tarjeta de 16 entradas, una de 16 salidas y una maestra de bus del tipo Ethercat

En la periferia remota se ha conectado un modulo de 16 entradas y uno de 16 salidas, ambos Ethercat.





## 2- Estructura de un plc

### Ventajas de la distribución de E/S

Las ventajas de implementar periferia distribuida en una instalación son:

- **Ahorro en el cableado:** Al desplazar los módulos de entrada/salida (E/S) cercanos a los elementos a cablear hay un considerable ahorro en el cableado
- **Aumento en al capacidad de las entradas/salidas:** Tanto los PLC compactos como los modulares tienen una capacidad limitada en cuanto al número máximo de entradas/salidas centralizadas que pueden direccionar. Al incorporar un maestro de red se incrementa de modo considerable el número de entradas/salidas, siempre hasta un máximo que depende del tipo de bus empleado.

### Tipos de señal E/S

Dos tipos de entradas/salidas:

- **Digitales.** Proporcionan un valor al PLC de 0 (desactivado) o 1 (activado). Por ejemplo, como entrada un pulsador y como salida un piloto.
- **Analógicas.** Proporcionan al sistema un dato numérico representado por una magnitud eléctrica que puede ser en **tensión** (suele ser entre 0 y 10 Vdc o entre -10 y 10 Vdc) o en **corriente** (suele ser entre 4-20 mA). Por ejemplo, lectura analógica de un sensor de medición de nivel de un depósito.

La mayoría de sensores analógicos proporcionan una lectura de corriente de 4mA a 20 mA. La medida mínima (4mA) proporciona una comprobación ante interrupciones de comunicación: **si se produce una rotura en el cable o un problema en la conexión la lectura será de 0mA.**

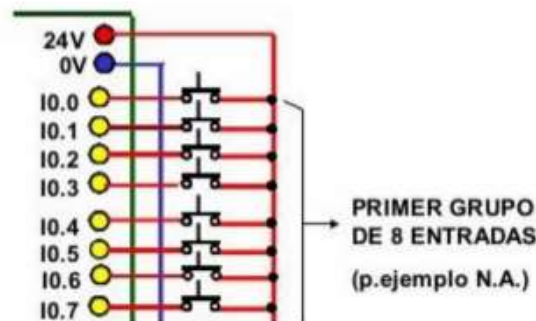
## 2- Estructura de un plc

### Distribución E/S

Todas las entradas y salidas de un PLC reciben una **numeración única** que permitirá identificar esta señal. La numeración varía de forma significativa según la arquitectura interna del PLC, incluso dentro de una misma marca puede variar según el modelo. Hay algunos modelos que permiten al **programador seleccionar esta identificación**.

Por ejemplo, supongamos que un PLC tiene una tarjeta de 8 entradas digitales que almacena esta información en un canal (por ejemplo canal 0) de 8 bits. Las entradas se numeran de 0.0 a la 0.7 respectivamente.

Las salidas podrían estar direccionadas en el canal 10: 10.0, 10.1, ...



ENTRADAS		SALIDAS	
0.0	PULSADOR MARCHA	10.0	LED MAQUINA EN MARCHA
0.1	PULSADOR PARO	10.1	LED MAQUINA EN EMERGENCIA
0.2	SETA DE EMERGENCIA	10.2	LIBRE
0.3	LIBRE	10.3	ACTUAR EV. CILINDRO ADELANTE
0.4	DETECCION PIEZA	10.4	ACTUAR EV. CILINDRO ATRÁS
0.5	DETECTOR CILINDRO ADELANTE	10.5	LIBRE
0.6	DETECTOR CILINDRO ATRÁS	10.6	LIBRE
0.7	LIBRE	10.7	LIBRE

## 2- Estructura de un plc

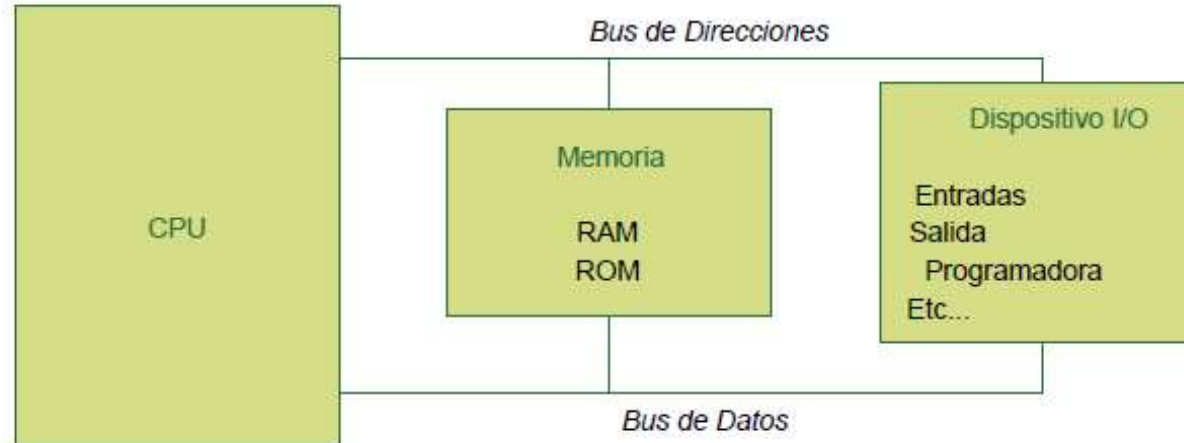
### Memoria

La memoria almacena información

- Memoria de datos: todas las variables internas de programación, y los valores de las entradas y salidas
- Memoria de programa. Secuencia de instrucciones que se ejecutan
- Configuración de la PLC y *firmware* del fabricante

La memoria se almacena en RAM (*Random Acces Memory*, memorias de acceso rápido, temporales, datos, programa) y en ROM (*Read Only Memory*, para *firmware*)

La información viaja por dos tipos de bus internos: datos y direcciones. Las direcciones indican las localizaciones en memoria de los datos.



## 2- Estructura de un plc

- **Sistema operativo y datos del autómeta:**

El sistema operativo incluye programas de sistema que fijan la ejecución del programa de usuario, la gestión de entradas y salidas, el reparto de la memoria, la gestión de datos y similares.

El sistema operativo es fijo, y viene preestablecido por el fabricante. También hay una zona (o zonas) en las que se reserva memoria para todos los datos que se van a utilizar en el programa.

- **Memoria de programa:**

Espacio de memoria en la que está ubicado el programa. El tamaño de la zona de memoria de programa es una característica importante, puesto que va a limitar la longitud (número de instrucciones) del programa.

- **Memoria de datos:**

Es la memoria donde se almacenan los datos del programa y es de libre uso por el programador.

- ✓ Puede estar formado por registros de 16 bits o de 8 bits (normalmente son registros de 16 bits)
- ✓ Los datos se almacenan en un determinado formato preestablecido (decimal, coma flotante, signo, etc.) y en función de este formato pueden ocupar uno o varios registros.
- ✓ Los programas de PLC incorporan instrucciones que permiten la manipulación de toda esta información, así como los movimientos de datos.

### Capacidades de memoria de PLC SIEMENS

S7-1200: instrucciones de 4kB a 8kB

datos de 25B a 50kB

S7-1500: instrucciones de 150kB a 1MB

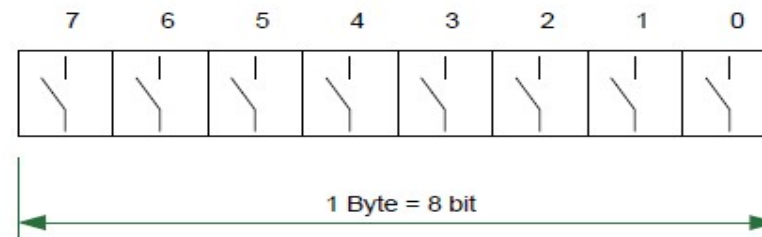
datos de 1MB a 5MB

## 2- Estructura de un plc

### Datos

Un bit es la unidad fundamental de información en memoria.

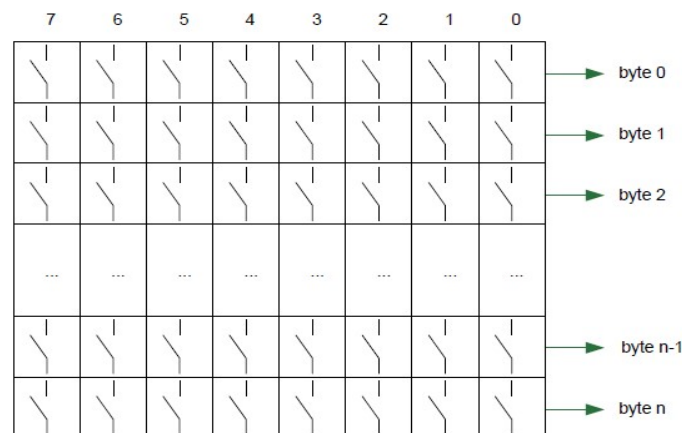
- Valores binarios: 1 o 0.
- Se agrupan en conjuntos de 8 bits denominados **bytes** (1 byte = 8 bits).



Un byte puede formar 256 combinaciones diferentes según el estado en el que se encuentre cada uno de los bits (0 o 1):

$$n=8; 2^n=256$$

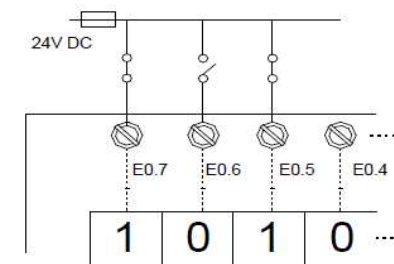
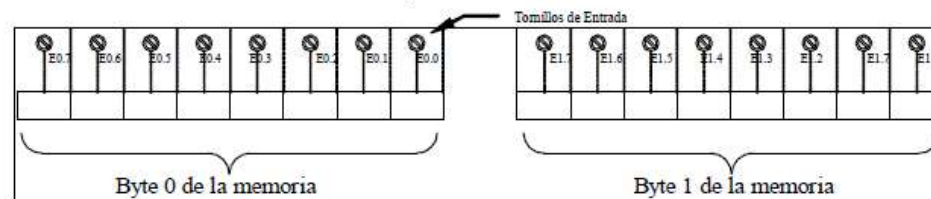
En la memoria de un PLC se tiene una matriz de 'n' bytes



## 2- Estructura de un plc

### Entradas

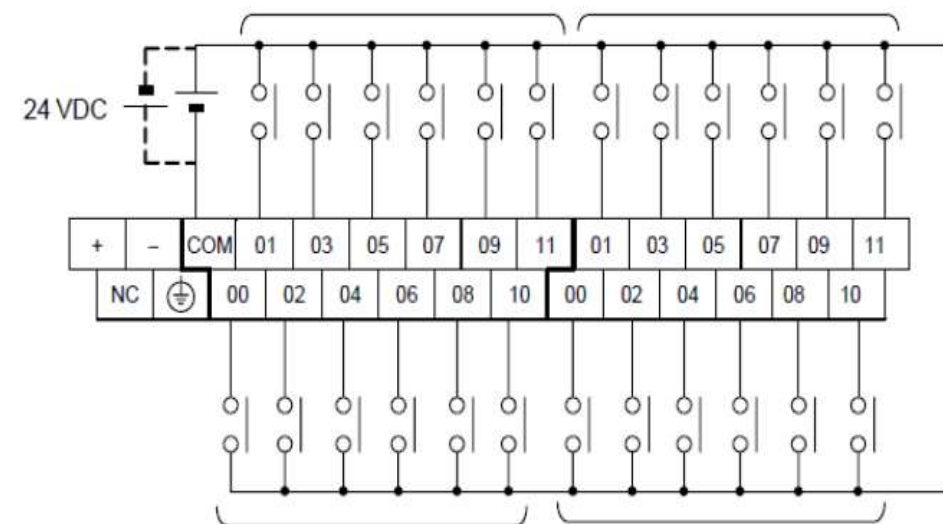
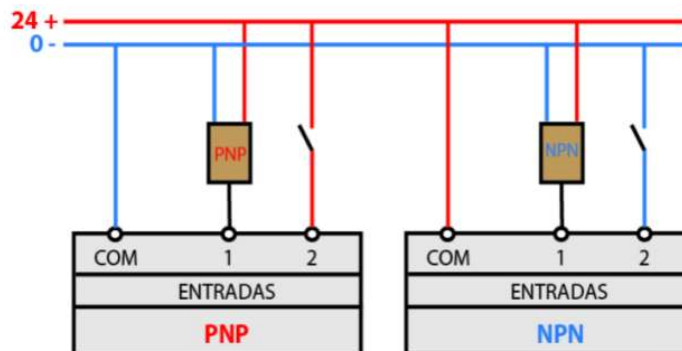
Si suponemos un módulo de 16 entradas, para poder almacenar el estado de cada una de ellas son necesarios 16 bits (o 2 bytes). El PLC lee el estado de cada una de las entradas del módulo con **referencia a un común**. Según la lectura, la entrada tendrá el valor '1' o '0'



## 2- Estructura de un plc

Para hacer la lectura del módulo de entradas se dispone de un común (COM) de entradas. La conexión de este común dependerá del tipo de sensor que se conecte a la entrada:

- Sensores tipo PNP: La referencia de estos sensores es 0V. **El común del módulo será 0V (COM -)**
- Sensores tipo NPN: La referencia de estos sensores es 24V (lógica negada). **El común del módulo será de 24V (COM +)**





## 2- Estructura de un plc

### Salidas

Si suponemos un módulo de 16 salidas, para poder almacenar el estado de cada una de ellas son necesarios 16 bits (o 2 bytes). El PLC asigna el estado de cada una de las salidas del módulo con **referencia a un común**. Según el valor de salida, tendrá el valor 24V o 0. En el caso de salidas por relé los terminales se cablean como contactos

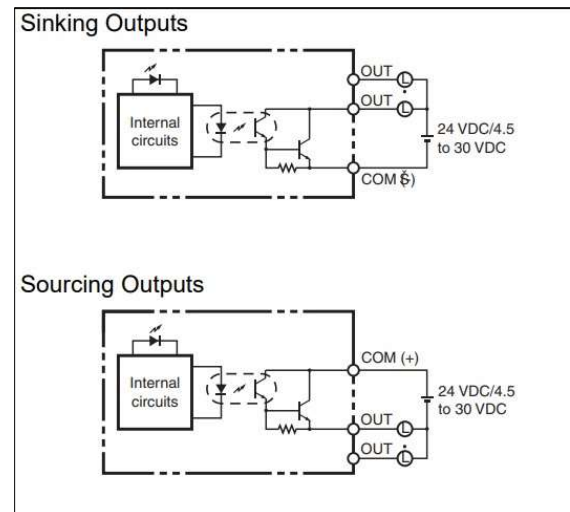
Las **salidas** de PLC por **transistor** deberán cablearse dependiendo del tipo de transistor, si son PNP o NPN:

**NPN, Sinking, Tipo M (Siemens):** la carga (L) está referenciada a 24V. El común a 0V

**PNP, Sourcing, Tipo P (Siemens):** la carga (L) está referenciada a 0V. El común a 24V

Por ejemplo,

DQ 6ES7522-1BL01-0AB0 de SIEMENS es salida de tipo P



*Sinking, NPN, tipo M*

La carga se conecta entre la salida y a 24V

*Sourcing, PNP, tipo P*

La carga se conecta entre la salida y a 0V

# ESTRUCTURA DE UN PLC

Para referirse a la memoria de un PLC las unidades empleadas son:

1 bit = 0 o 1

1 byte = 8 bits

1 word = 2 bytes = 16 bits

kilo: 1KB = 1024 bytes.

mega: 1 MB = 1024 KB = 1.048.576 bytes.

La normativa IEC 80000-13 establece las unidades de manera más estricta.

Las basadas en base 10:

1kbyte=1000 bytes

Las basadas en base 2 tienen la denominación (kibi, Mebi, Giga,...):

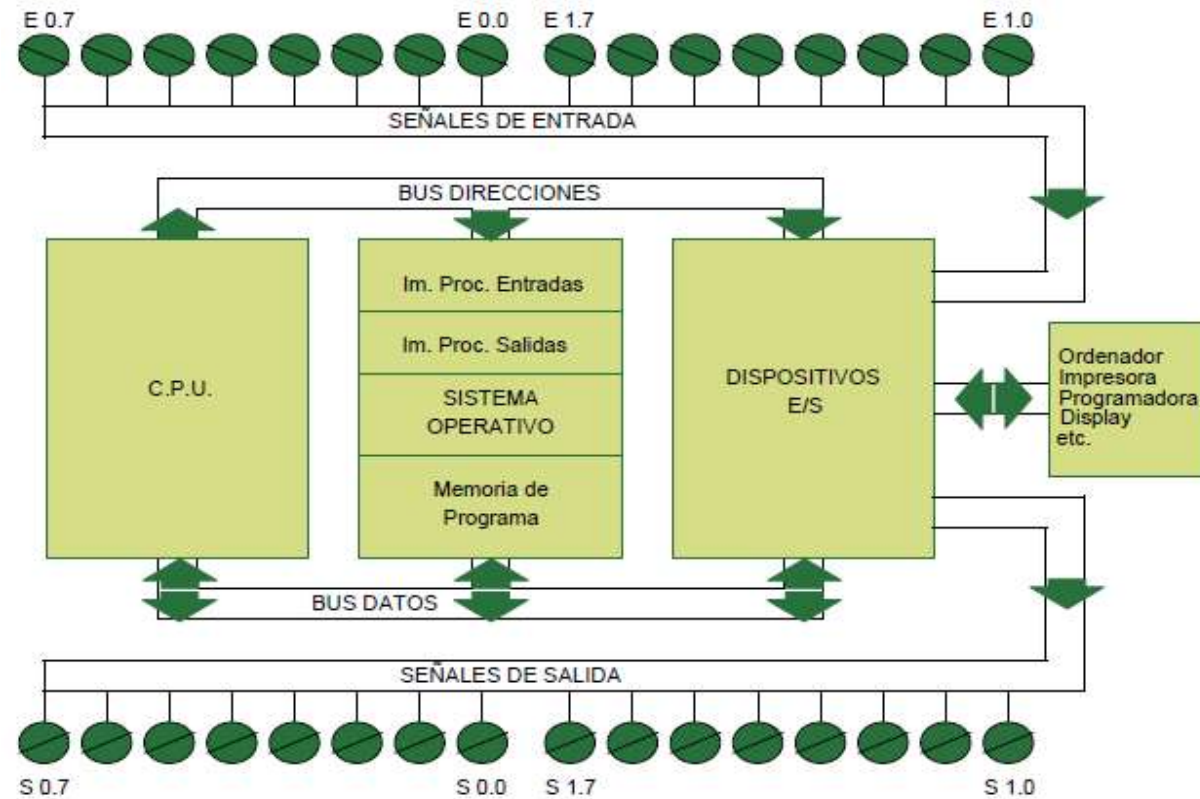
1KiB=1024 bytes

1MiB=1024 KiB

Por ejemplo, se tiene una memoria de programa de 16 kB, el programa ocupará como máximo  $16 \times 1024 = 16.384$  bytes. Suponiendo que una instrucción ocupa 2 bytes, el número máximo de instrucciones que podrá tener el programa será de  $16.384/2 = 8.192$  instrucciones.

## 2- Estructura de un plc

Internamente el funcionamiento de un autómata se ve reflejado en el siguiente esquema:



## 2- Estructura de un plc

### Ciclo

- En el arranque el PLC ejecuta un programa interno (firmware) para inicializar el funcionamiento del autómatas y busca la **primera instrucción del programa**.
- **Lee** el estado en el que se encuentran las **entradas**.
- **Ejecuta la totalidad del programa**. A lo largo de la ejecución del programa va actualizando el estado de las salidas, pero sin actuarlas eléctricamente, tan sólo guarda la información internamente.
- **Actualiza las salidas**, aplicando tensión a los terminales de salida que correspondan.

Vuelve al segundo punto repitiendo este proceso de forma indefinida.



### 3- Direccionamiento de memoria

En el direccionamiento de PLC SIEMENS deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- **E/S digitales**

**Por defecto, de manera automática**

- ✓ Las direcciones de entradas y salidas comienzan con la dirección 0, para el primer modulo del *rack*
- ✓ **A cada módulo se le asignan 4 bytes (se usen o no)**
- ✓ La numeración de cada grupo de entradas se ubicará de manera correlativa dependiendo del orden en el que se inserten las tarjetas y no de la posición en el *rack*
- ✓ La numeración de cada grupo de salidas se ubicará de manera correlativa dependiendo del orden en el que se inserten las tarjetas y no de la posición en el *rack*

FUENTE		IM	0.0	4.0	8.0	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0
ALIMEN.	CPU	emisor	a	a	a	a	a	a	a	a
			3.7	7.7	11.7	15.7	19.7	23.7	27.7	31.7

		IM	32.0	36.0	40.0	44.0	48.0	52.0	56.0	60.0
		receptor	a	a	a	a	a	a	a	a
			35.7	39.7	43.7	47.7	51.7	55.7	59.7	63.7

### 3- Direccionamiento de memoria

Las entradas digitales se identifican con una 'I' y las salidas con una 'Q'.

Por ejemplo, si se tiene la configuración.



La tarjeta de 16 entradas tendrá reservados 4 bytes de entradas (0, 1, 2 y 3) se utilicen o no. El direccionamiento será:

I0.0 a la I0.7

I1.0 a la I1.7

La tarjeta de 8 entradas tendrá reservados los siguientes 4 bytes de entradas (4, 5, 6 y 7). El direccionamiento será:

I4.0 a la I4.7

La tarjeta de 16 Salidas tendrá reservados 4 bytes de salidas (0, 1, 2 y 3) se utilicen o no. El direccionamiento será:

Q0.0 a la Q0.7

Q1.0 a la Q1.7

Estos direccionamientos se realizan de manera automática, pero en la configuración de los módulos, en TIA PORTAL, es posible cambiarlos.

### 3- Direccionamiento de memoria

Para hacer referencia a una entrada:

*I numero de byte. numero bit*

Para hacer una referencia a una salida:

*Q numero byte. numero bit*

		Entrada I0.6					Entrada I1.2		
ENTRADAS		7	6	5	4	3	2	1	0
IB0		0	0	0	0	1	1	0	0
IB1		1	1	1	0	0	1	0	0
SALIDAS		7	6	5	4	3	2	1	0
QB0		0	0	0	0	1	1	0	0
QB1		1	1	1	0	0	1	0	0
.									
.		Salida Q0.3					Salida Q1.0		
.									



### 3- Direccionamiento de memoria

Por ejemplo, en un PLC SIEMENS modular de la serie 1500 al que se han añadido una tarjeta de 32 entradas Ref 6ES7-521-1BL00-0AB0 y una tarjeta de 32 salidas Ref: 6ES7-522-1BL01-0AB0



### 3- Direccionamiento de memoria

ENTRADAS	7	6	5	4	3	2	1	0
IB0	I0.7	I0.6	I0.5	I0.4	I0.3	I0.2	I0.1	I0.0
IB1	I1.7	I1.6	I1.5	I1.4	I1.3	I1.2	I1.1	I1.0
IB2	I2.7	I2.6	I2.5	I2.4	I2.3	I2.2	I2.1	I2.0
IB3	I3.7	I3.6	I3.5	I3.4	I3.3	I3.2	I3.1	I3.0
SALIDAS	7	6	5	4	3	2	1	0
QB0	Q0.7	Q0.6	Q0.5	Q0.4	Q0.3	Q0.2	Q0.1	Q0.0
QB1	Q1.7	Q1.6	Q1.5	Q1.4	Q1.3	Q1.2	Q1.1	Q1.0
QB2	Q2.7	Q2.6	Q2.5	Q2.4	Q2.3	Q2.2	Q2.1	Q2.0
QB3	Q3.7	Q3.6	Q3.5	Q3.4	Q3.3	Q3.2	Q3.1	Q3.0

En el programa se tendrá que hacer referencia a las entradas/salidas mediante la nomenclatura de la tabla anterior.

## 4- Mapa de memoria

- **Memoria interna de datos**

Es la memoria a disposición del programador. Se indican mediante: M (o D), el tipo de dato y la posición

- ✓ **Bytes (MB)**
- ✓ **Palabras (MW): 2MB**
- ✓ **Dobles Palabras (DB). 2MW o 4MB.** En el tratamiento de dicha estructura debe tenerse muy en cuenta que esta área es común y que los bytes, las palabras y las dobles palabras están implementadas sobre la misma zona, por lo que se solapan.

También se puede acceder individualmente a cada uno de los bits que conforman los MB.

Para evitar solapamientos en *word* las asignaciones serán **saltos de 2 bytes**:

MW0 -> MB0 y MB1

MW2 -> MB2 y MB3

MW4 -> MB4 y MB5

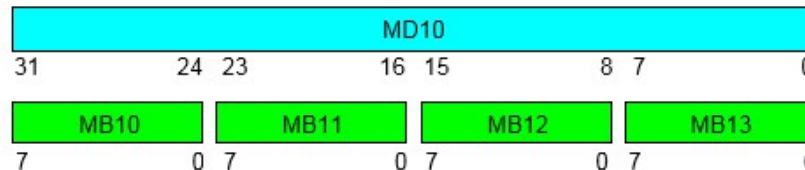
Por ejemplo, la palabra MW11 esta compuesta por los Bytes MB11 y MB12



## 4- Mapa de memoria

Las dobles palabras están formadas por 32 bits (2 *words* ó 4 bytes). Debe tenerse en cuenta que pueden reservarse MD o MW en las posiciones que ocupa la MD

Por ejemplo



Las posiciones MB10, MB11, MB12 y MB13 no podrán utilizarse porque pertenecen a MD10.

Si, a continuación de ésta, queremos reservar otra posición de doble palabra será la MD14 y no la MD11

En doble *word* el salto es de 4 bytes, y es necesario asegurarse de que los bytes empleados no están ocupados por MW

MD10 -> MB10, MB11, MB12 y MB13

MD14 -> MB14, MB15, MB16 y MB17

MD18 -> MB18, MB19, MB20 y MB21

## 4- Mapa de memoria

Para hacer referencia a un bit: M número byte.numero bit

Por ejemplo, MB4.7 se refiere al bit 7 de la MB4

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0	DECIMAL	HEX
MB0	0	0	0	0	1	1	0	0	12	0C
MB1	1	1	1	0	0	1	0	0	228	E4
MB2	1	1	1	1	1	1	1	1	255	FF
MB3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
MB4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
MB5	1	1	1	0	0	0	0	0	224	E0

M4.7

BIT NO	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	DECIMAL	HEX
MW0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
MW1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7743	1E3F
MW2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7	7
MW3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
MW4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1599	63F
MW5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	8199	2007

## 4- Mapa de memoria

También se pueden representar los registros en formato decimal, hexadecimal y ASCII.

BIT NO	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	DECIMAL	HEX
MW0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
MW1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7743	1E3F
MW2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7	7
MW3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
MW4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1599	63F
MW5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	8199	2007