

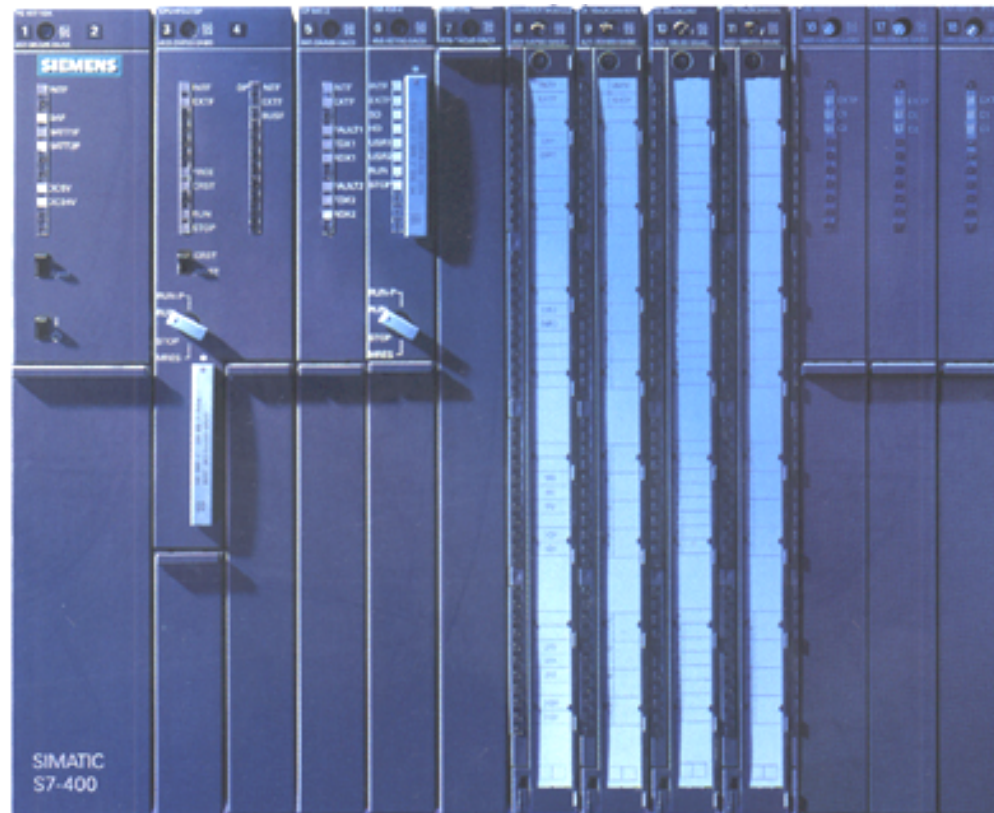
Sistemas Automáticos

Tema
Arquitectura
del Autómata Programable

El Autómata Programable

Definición

- equipo electrónico
- de control
- con hardware independiente del proceso a controlar
- que se adapta a dicho proceso mediante software específico
- que contiene la secuencia de operaciones a realizar



Señales de entrada

- digitales
 - finales de carrera
 - detectores de proximidad
 - presencia
- analógicas
 - temperatura
 - posición
 - velocidad

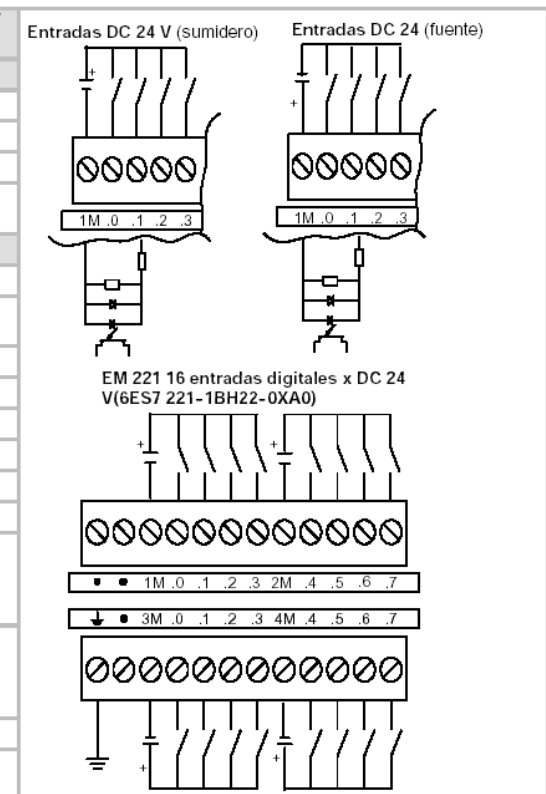
SIEMENS

Datos técnicos

SIMATIC S7-200 EM 221 16 entradas digitales x DC 24 V, EM 222 4 salidas digitales x DC 24 V-5A, EM 222 4 salidas digitales x relé 10A

Tabla 1 Datos técnicos del módulo EM 221 16 entradas digitales x DC 24 V

Descripción Nº de referencia	EM 221 16 entradas digitales x DC 24 V 6ES7 221-1BH22-0XA0
Tamaño físico	
Dimensiones en mm (l x a x p)	71,2 x 80 x 62
Peso	160 g
Disipación	3 W
Tensión DC disponible +DC 5 V	70 mA
Características de las entradas	
Nº de entradas	16 x DC 24 V
Tipo de datos	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC con sumidero de corriente)
Tensión nominal	DC 24 V a 4 mA
Tensión continua máx. admisible	DC 30 V
Sobretensión	DC 35 V durante 0,5 s
Señal 1 lógica (mín.)	DC 15 V a 2,5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	DC 5 V ó 1 mA
Retardo de las entradas (máx.)	4,5 ms
Conexión de sensor de proximidad de 2 hilos (Bero)	
Intensidad de fuga admisible (máx.)	1 mA
Aislamiento	
Separación galvánica (campo a circuito lógico)	AC 500 V, 1 minuto
Grupos de aislamiento	4
Entradas ON simultáneamente	Todas a 55° C
Longitud del cable Apantallado	500 m
No apantallado	300 m



Señales de salida

- digitales
 - contactores
 - válvulas todo-nada
 - relés
 - lámparas
- analógicas
 - tensión (motor CC, válvulas proporcionales, etc)
 - corriente (resist. calent.)

Tabla 2 Datos técnicos de los módulos EM 222 4 salidas digitales x DC 24 V-5A y EM 222 4 salidas digitales x relé 10A

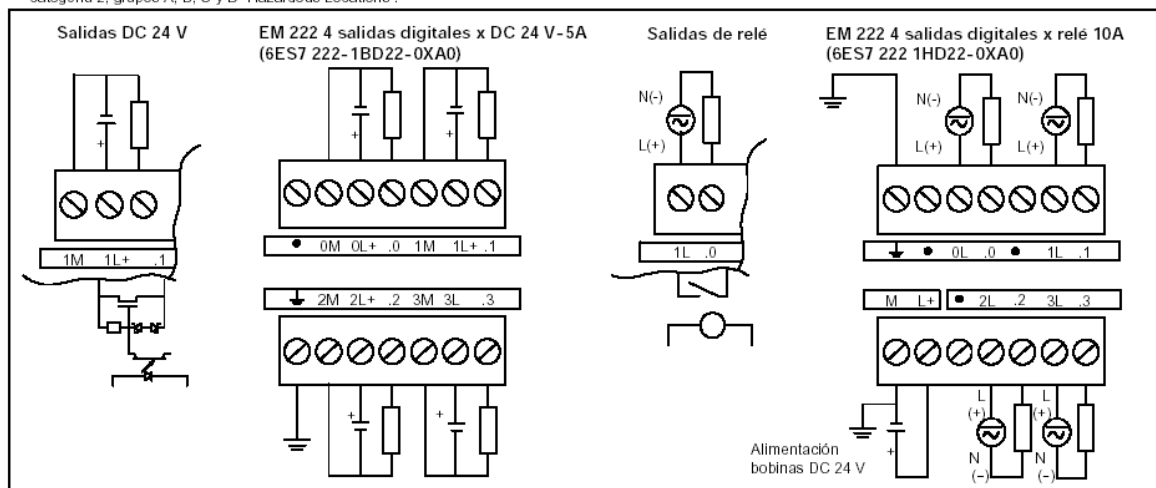
Descripción Nº de referencia	EM 222 4 salidas digitales x DC 24 V-5A 6ES7 222-1BD22-0XA0	EM 222 4 salidas digitales x relé 10A 6ES7 222-1HD22-0XA0
Intensidad nominal por neutro (máx.)	5 A	10 A
Corriente de fuga	30 µA	-
Carga de lámparas	50 W	100 W DC/1000 W AC
Tensión de bloqueo inductiva	L + menos 47 V ²	-
Resistencia en estado ON (contactos)	Máx. 0,05 Ω	0,1 Ω (máx., si son nuevos)
Aislamiento		
Óptico (galvánico, campo a circuito lógico)	AC 500 V, 1 minuto	-
Bobina a circuito lógico	-	Ninguno
Bobina a contacto	-	AC 1500 V, 1 minuto
Resistencia (bobina a contacto)	-	100 M Ω mín., si son nuevos
Grupos de aislamiento	1 salida	1 salida
Retardo OFF a ON/ON a OFF (máx.) Comutación	500 µs -	- 15 ms
Frecuencia de conmutación (máx.)	-	1 Hz
Vida útil mecánica	-	30.000.000 (sin carga)
Vida útil de los contactos	-	30.000 (carga nominal)
Salidas ON simultáneamente	Todas a 55° C	Todas a 55°C con 20 A de intensidad máx. ³ Todas a 40°C con 10 A por salida
Conexión en paralelo de dos salidas	Sí	No
Longitud del cable Apantallado No apantallado	500 m 150 m	500 m 150 m

¹ Cuando un contacto mecánico aplica tensión a una CPU S7-200, o bien a un módulo de ampliación digital, envía una señal "1" a las salidas digitales durante aproximadamente 50 microsegundos. Considere ésto especialmente si desea utilizar aparatos que reaccionen a impulsos de breve duración.

² Si la salida se recalienta debido a una conmutación inductiva excesiva, o bien a circunstancias anormales, podría desconectarse o averiarse.

La salida se podría recalentar o averiar si se expone a más de 0,7 J de energía al desconectar una carga inductiva. Para evitar este problema es posible conectar en paralelo a la carga un circuito de supresión conforme a lo descrito en el *Manual del sistema de automatización S7-200*. Estos componentes se deben dimensionar adecuadamente para la aplicación en cuestión.

³ El módulo EM 222 4 salidas digitales x relé tiene una clasificación FM diferente que los demás equipos S7-200. Su clasificación es T4, en vez de T4A FM 1ª clase, categoría 2, grupos A, B, C y D "Hazardous Locations".



Programa de control

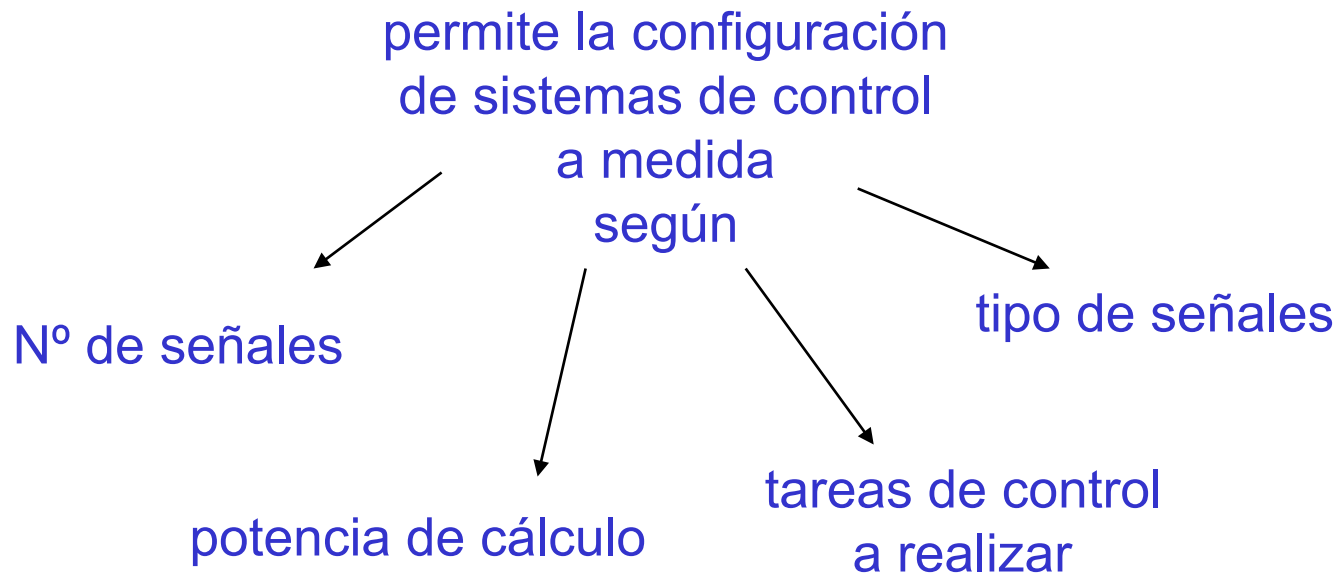
El PLC gobierna las señales de salida según el *programa de control* almacenado en memoria a partir del estado de las señales de entrada

Unidad de Programación

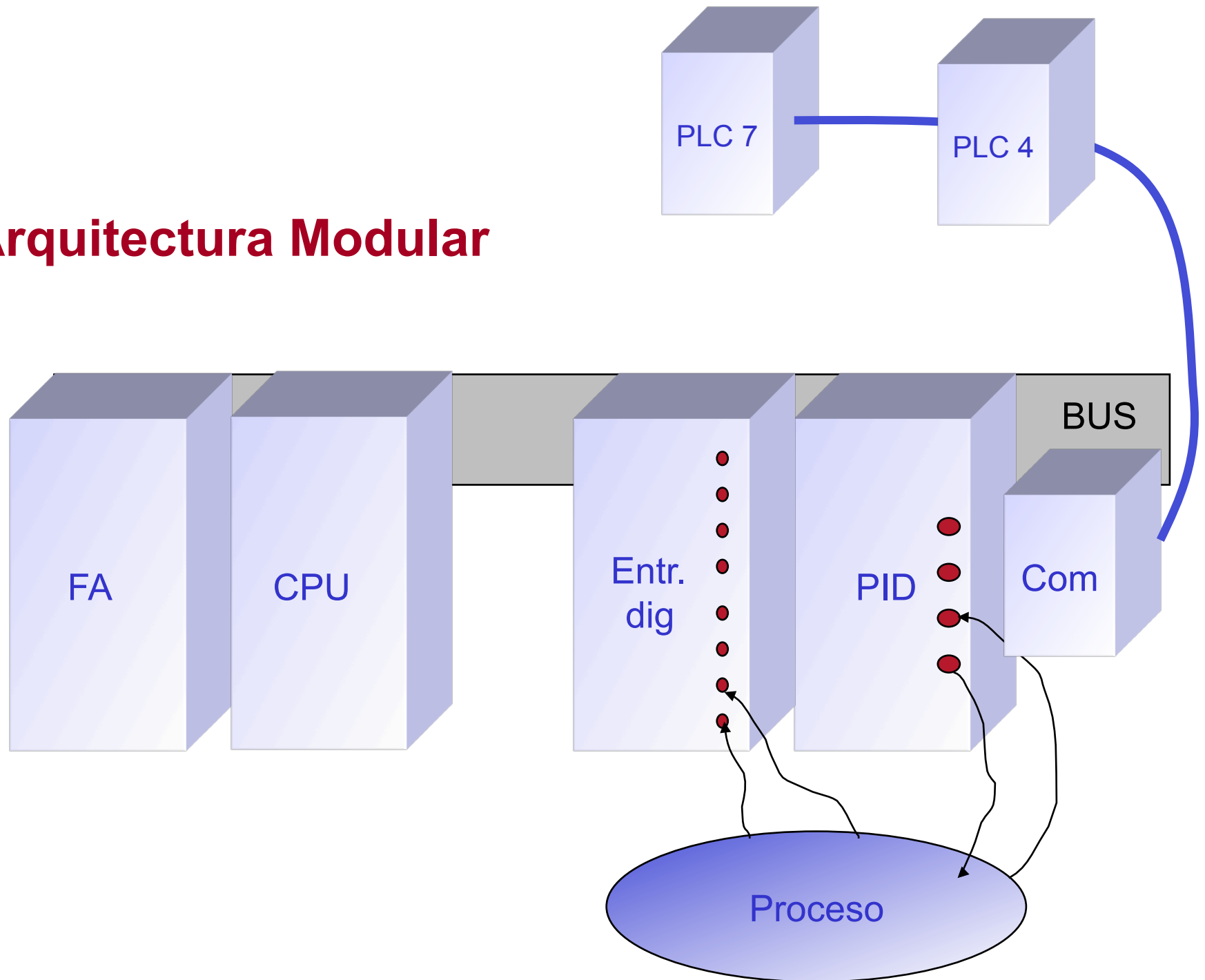
El programa de control se introduce a través de una *unidad de programación* que permite además depurar, simular, monitorizar, controlar autómeta, etc.

Estandarización del hardware

El PLC se caracteriza
frente a otros sistemas de control programables
por la *estandarización del su hardware*



Arquitectura Modular



Bloques Esenciales de un Autómata

Unidad de Control (CPU)

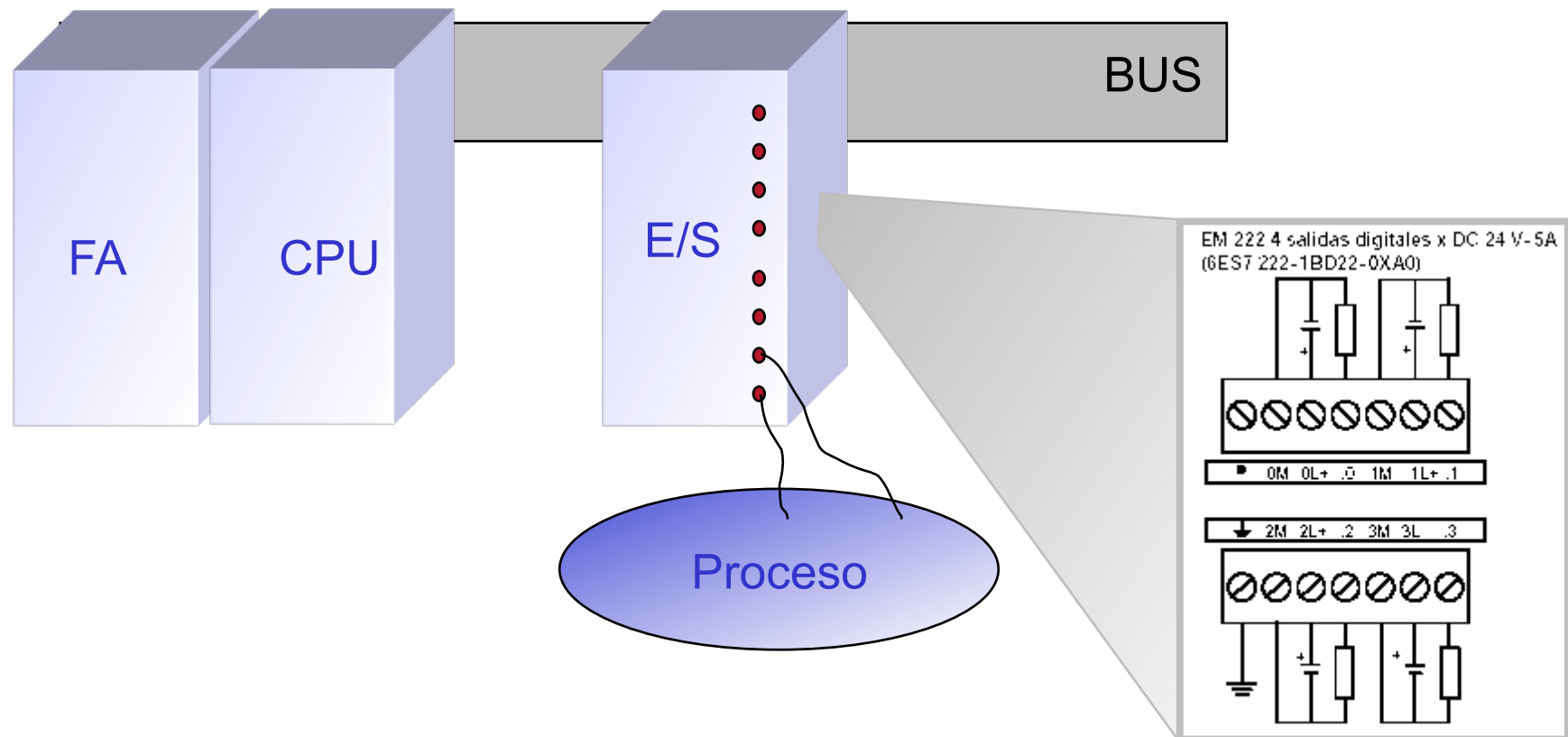
1. Consulta el estado de las entradas
2. recoge de memoria la secuencia de instrucciones
3. las instrucciones son ejecutadas en serie, una a una
4. elabora señales de salida u órdenes
5. actualiza salidas, temporizadores y contadores

Memoria

- Datos intermedios que no aparecen en salida (Marcas)
- Reflejo o imagen de estados leídos en entradas (PAE)
- Reflejo o imagen de valores no enviados a salidas (PAA)
- Memoria del programa:
 - secuencia de instrucciones
 - parámetros de configuración del API (tpo de ciclo, watchdog, etc)

Interfases E/S

- Se conectan al proceso y sus señales a través de bornas
- se conectan a la CPU mediante el bus interno
- adapta las señales del proceso a las señales internas del PLC



Fuente de Alimentación

- A partir de una tensión exterior (110/220 V)
- genera las tensiones necesarias
- para el funcionamiento de los circuitos del sistema (ej: 24 V)
- Suele llevar una batería tampón



Batería Tampón

En caso de fallo de alimentación asegura:

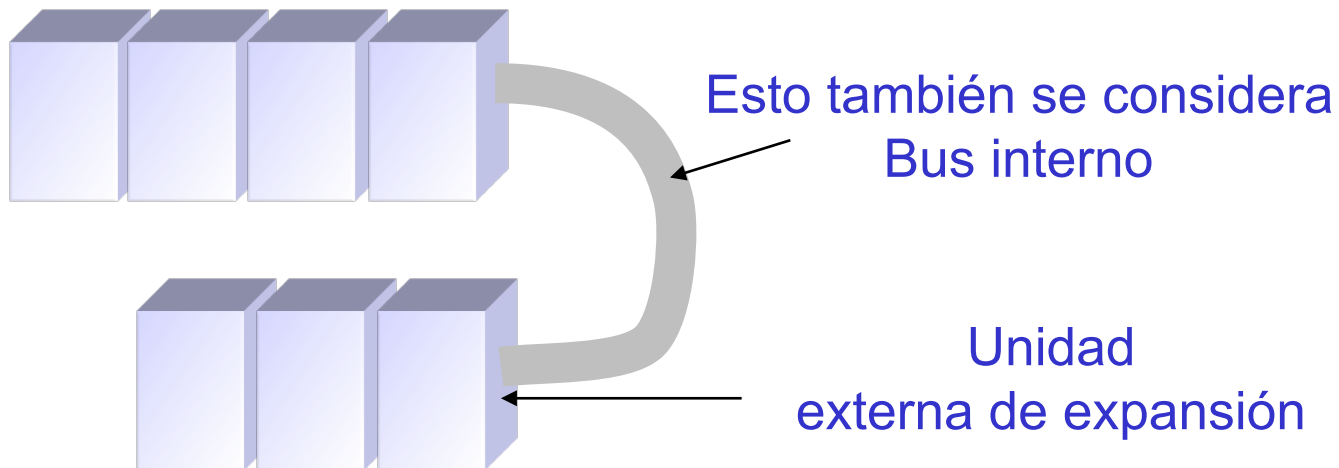
- programa (instrucciones)
- determinados datos de bits (marcas remanentes)
- algunos temporizadores y contadores

Bus Interno

Consiste en una serie de hilos o pistas para intercambiar datos y órdenes que conecta CPU con memorias y con los interfaces E/S

BUS interno =

Bus de Datos + Bus de Direcciones + Bus de Control



La CPU

CPU

- Constituida por un microprocesador
- Ejecuta programa de usuario
- Gestiona la transferencia de información en el sistema E/S
- Funcionamiento interpretado...

Ejecuta secuencialmente una vez tras otra:

1. *leer instrucción de la memoria*
2. *decodificar*
3. *ejecutar*

CPU: Bloques fundamentales

ALU:

Operaciones aritméticas (sumas, restas...)
y lógicas (AND, OR, ...)

Acumulador (AKKU1, AKKU2, VKE):

Almacena el resultado de la última operación y sirven de resultado intermedio en operaciones aritméticas y lógicas

Flags:

Resultado de la operación (mayor que, positivo, negativo, etc)

PC:

Contador del programa. Existen instrucciones que lo modifican (instrucciones de salto...)

Decodificador de Instrucciones:

Decodifica las instrucciones y genera señales de control

Programa ROM Monitor:

Es el sistema operativo del PLC. Gestiona la puesta en marcha, rutinas de test, excepciones, etc.

Registros de pila:

Permiten almacenar resultados parciales (ej: instrucciones con paréntesis, llamadas a funciones...)

CPU: *Arquitecturas*

- **Coprocador**
Varios microprocesadores
que trabajan concurrentemente
en paralelo
- **Control Distribuido**
Varios módulos inteligentes
cada uno tiene un μP y memoria propia
desempeñan tareas de forma autónoma (ej: PID)
descargando la CPU de esas tareas
Utiliza tecnologías de bus (ej: profibus)

La Memoria del Autómata

Memoria del Autómata

Tipos de datos almacenados en un PLC

a) Datos de proceso

- Señales de planta
 - Entradas
 - Salidas
- Variables internas
 - de bit: relés internos (marcas)
 - de palabra: temporizadores, contadores
- Datos alfanuméricos y constantes (bloques DB)

b) Datos de control

- Instrucciones del programa
- Configuración del autómata
 - Modo de funcionamiento
 - Tiempo de ciclo
 - Parámetros del watchdog (reloj de guarda)
 - Nº de E/S

Mapa de Memoria del Autómata



Relés internos (marcas)

- 1 bit
- Localizados en RAM
- utilizados como datos temporales, operaciones intermedias, etc.
- no asociados a ningún borne
- Dos tipos
 - Remanentes: protegidos contra pérdidas de tensión (batería)
 - No remanentes: sus contenidos se borran al apagar

Temporizadores y contadores

- 16 bits
- codificados en BCD (de 0000 a 9999)
- Localizados en RAM
- almacenan valores de tiempos y conteo
- Pueden cargarse, borrarse, arrancarse y pararse desde programa
- Hay varios modos (retardo a la conexión, retardo a la desconexión, etc.)
- También los hay remanentes y no remanentes

Registros Internos

- tamaño palabra (8-16 bits)
- utilizados para operaciones lógicas, aritméticas y manipulación de datos

Memoria de programa

- Puede ser interna o externa enchufable a la CPU
- almacena las instrucciones del programa
- cada instrucción ocupa 2 bytes
- puede tener datos alfanuméricos y variables
- habitualmente protegido (RAM+batería o EPROM)

Interfases E/S

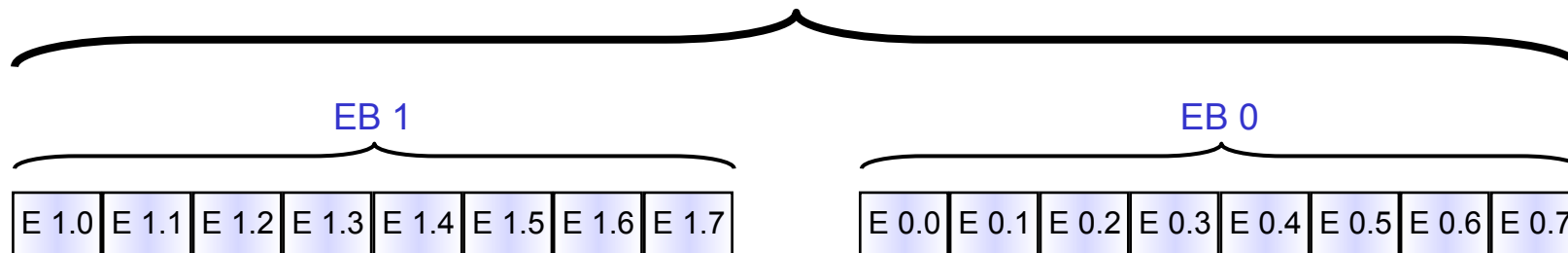
Descripción

- Establecen la comunicación entre CPU y el proceso
- codifican señales de proceso al formato E/S del PLC
- decodifican y amplifican el formato E/S del PLC y envían al proceso

Clasificación por el tipo de señales

- digitales 1 bit
- digitales de varios bits
- analógicas
 - en tensión (0-10 V)
 - en corriente (4-20 mA)

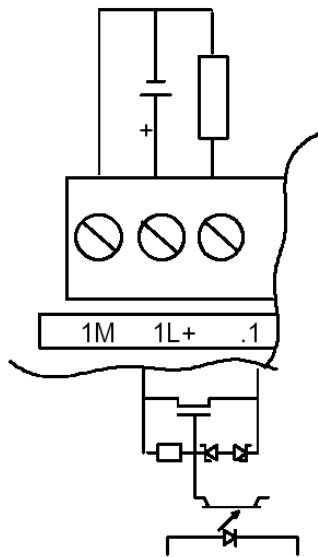
EW 0



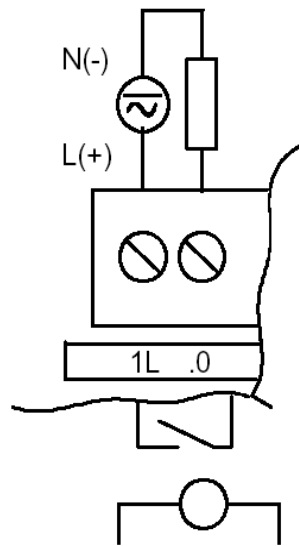
Clasificación por la tensión de alimentación

- de corriente continua (24 V)
- corriente continua a colector abierto (PNP,NPN)
- de corriente alterna (triac)
- salidas por relé (libres de tensión)

Salidas DC 24 V



Salidas de relé



triac



Clasificación por el aislamiento

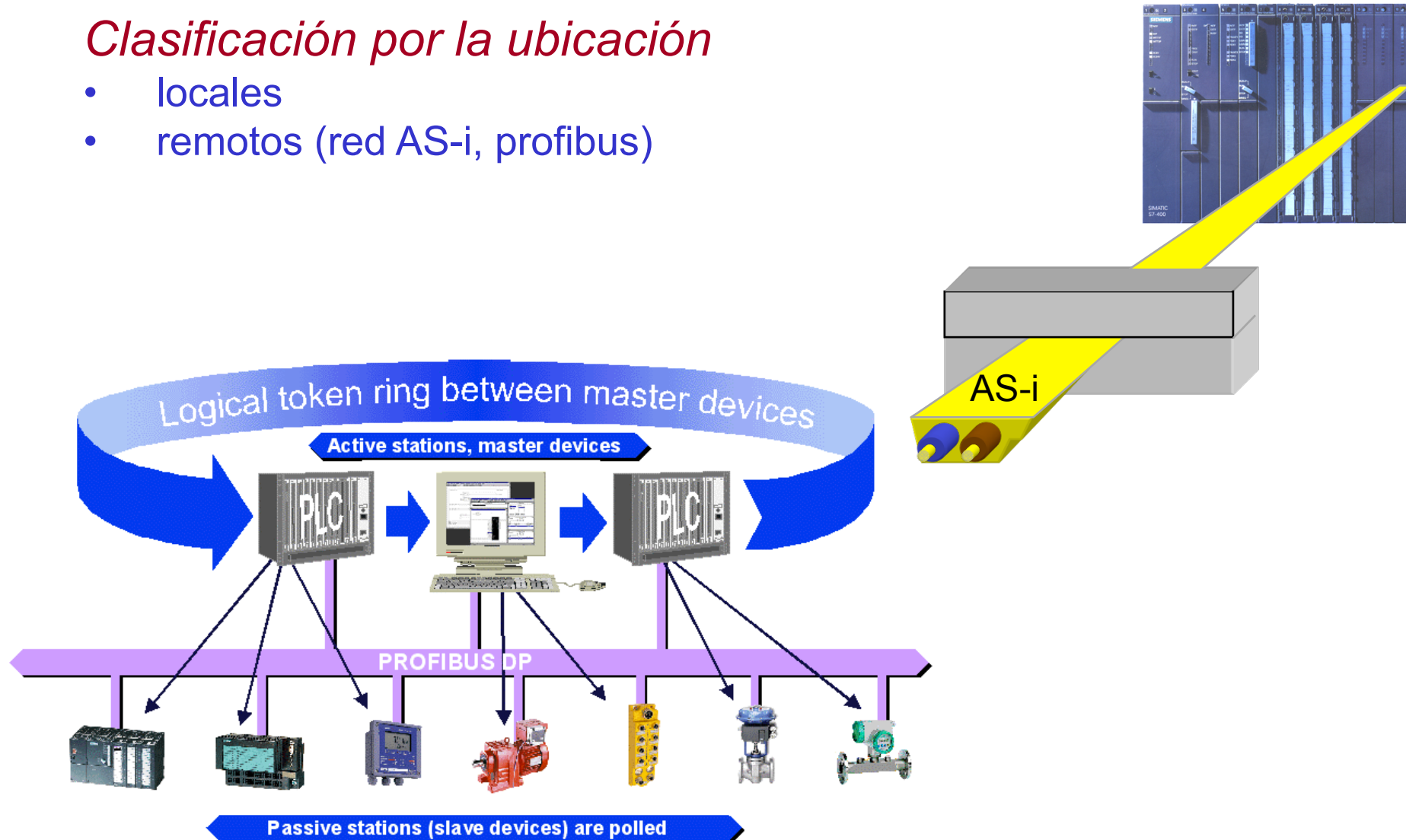
- con separación galvánica (optoacopladores)
- con acoplamiento directo

Clasificación por la forma de comunicación con CPU

- serie
- paralelo

Clasificación por la ubicación

- locales
- remotos (red AS-i, profibus)



Fuente de Alimentación

Fuente de alimentación

Suele ser continua 24 V o alterna 110/220 V

Tres sistemas a alimentar:

- CPU + interfases E/S (alimentación del autómeta). La CPU alimenta las interfases a través del bus interno
- Alimentación para las entradas
- Alimentación para las salidas

Batería tampón:

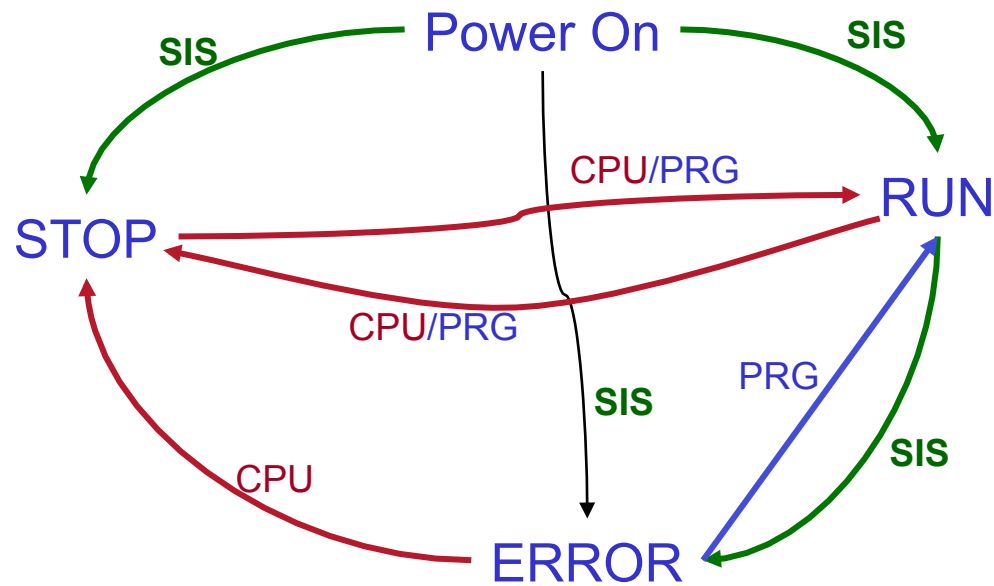
- Mantener valores de RAM (marcas remanentes, algunos registros y programa)
- 3.5 V @ 1500-5000 mAh, duran 1 a 5 años de vida
- Suele estar monitorizado por un led
- Suele existir una excepción asociada a batería baja

Estados de Operación Básicos

Estados de Operación Básicos

- STOP:
 - No se ejecuta programa
 - usado para mantenimiento o diagnóstico
 - Salidas pasan a estado OFF
 - Se congelan temporizadores y contadores
 - Modo del autómeta mientras se programa
 - Por defecto tras el arranque (en algunos modelos)
 - Se puede acceder a él por interruptor
- RUN
 - Modo de ejecución normal del autómeta
 - salidas temporizadores y contadores evolucionan con normalidad
 - algunos autómetas pueden pasar a modo RUN automáticamente tras el arranque
- ERROR
 - Se accede en caso de error de funcionamiento
 - Salidas pasan a OFF
 - puede abandonarse mdte. puesta en tensión o desde unidad de programación

Tránsito entre Estados de Operación Básicos



SIS: Sistema Operativo

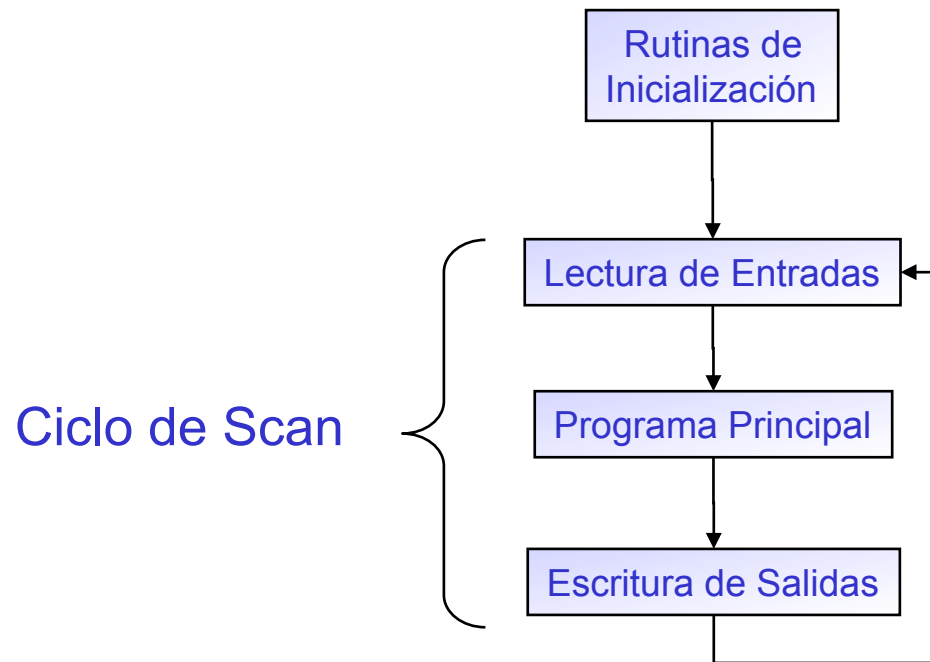
CPU: Usuario

PRG: Programa

Modos de Ejecución del Autómata. Ciclo de Funcionamiento

Ciclo de Operación (Ciclo de Scan)

Básicamente, el autómata opera según un un funcionamiento cíclico (ver figura)

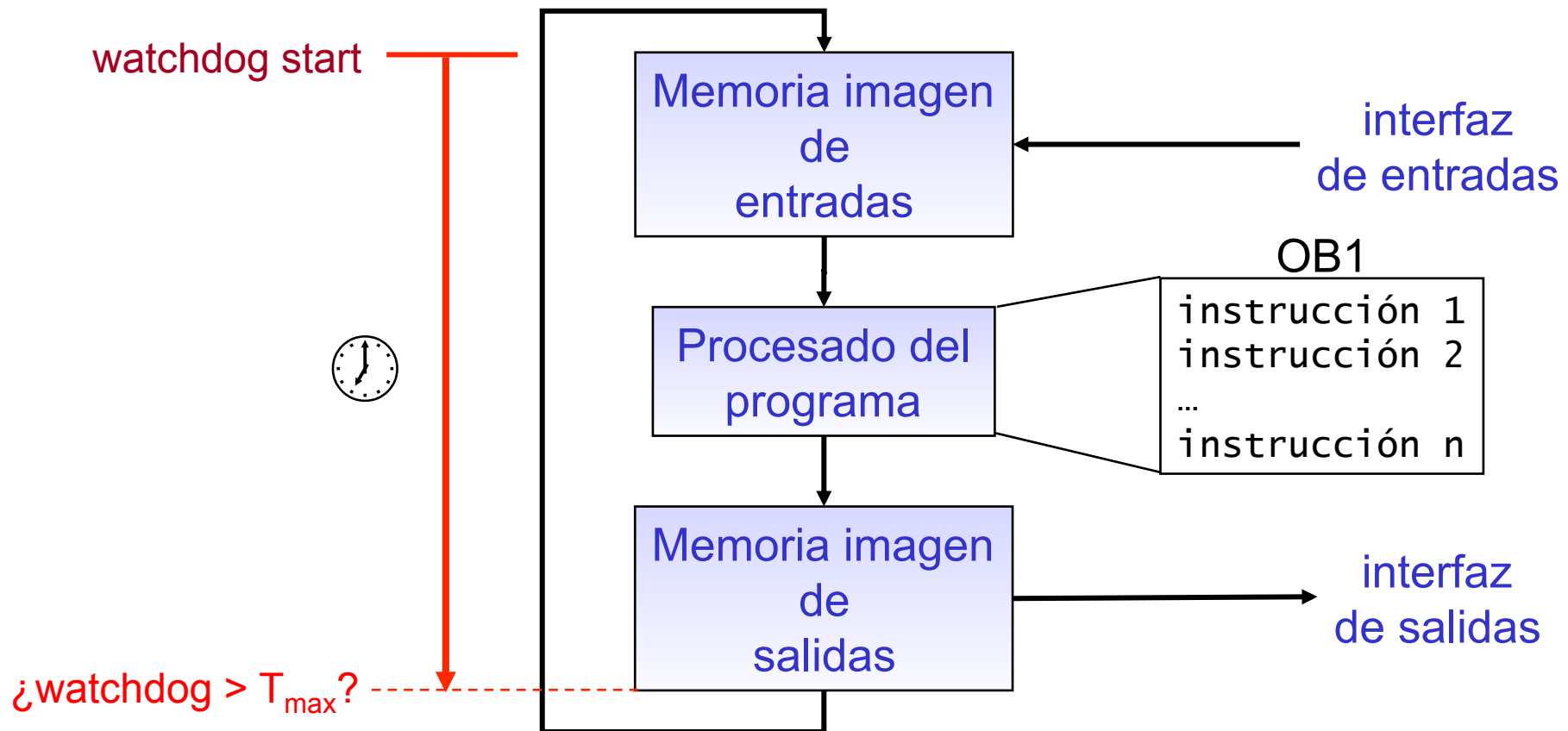


Modos de Ejecución

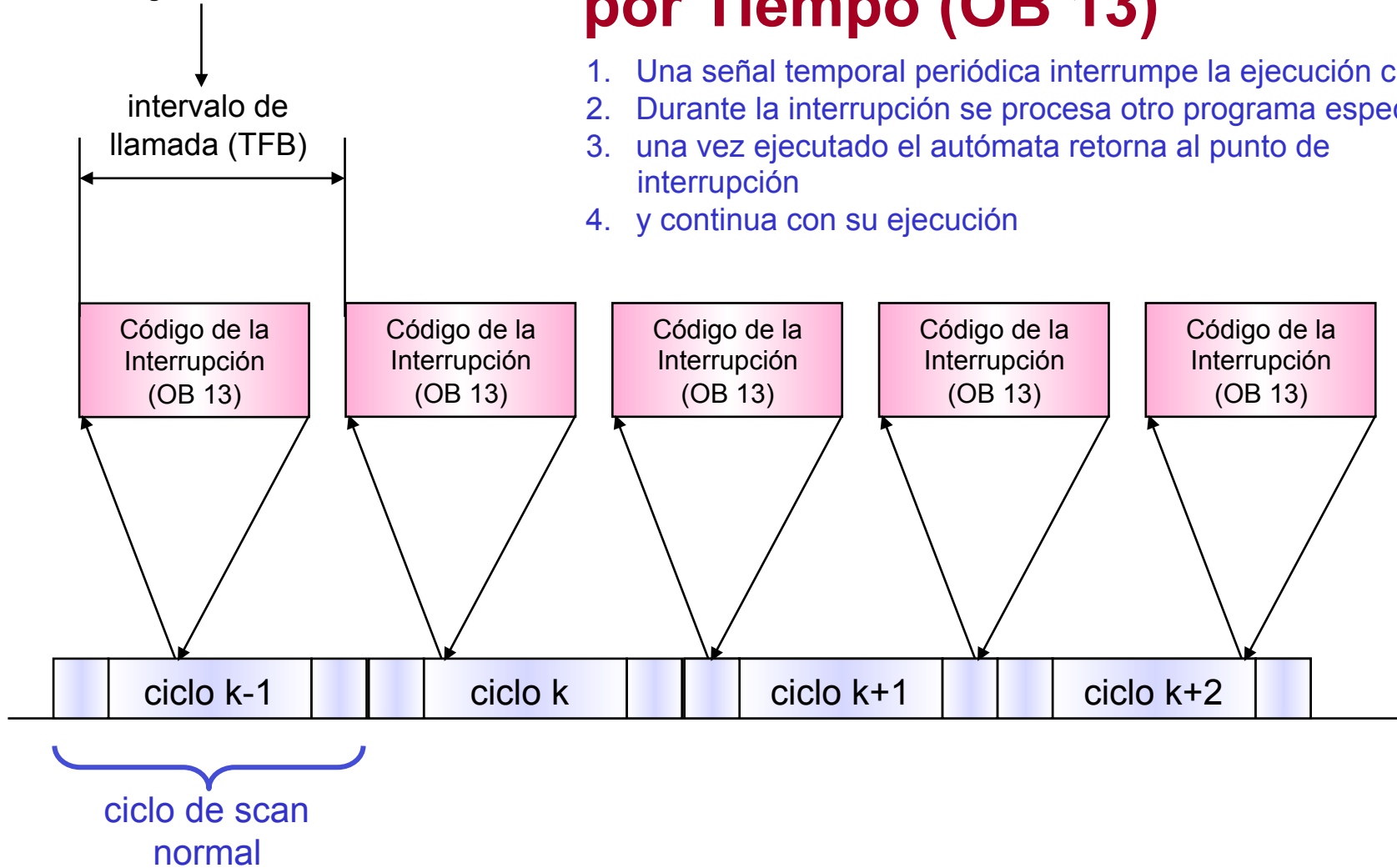
- Cíclico (OB1)
- Ejecución controlada por Alarmas (OB 3)
- Ejecución controlada por tiempo (OB 13)
- Tratamiento del procedimiento de arranque (STOP > RUN) (OB 21)
- Tratamiento del procedimiento de arranque (conexión a red) (OB 22)
- Tratamiento de errores en el hardware (fallo de batería) (OB 34)
- Disparo de tiempo de ciclo (watchdog) (OB 31)

Modo de Ejecución Cíclica (OB 1)

1. Arranca el watchdog
2. Copia valores de entradas en PAE
3. Produce llamada al programa de usuario (almacenado en OB1)
4. El programa de usuario almacena resultados en PAA
5. Transfiere PAA a las salidas de la periferia
6. Si el watchdog no se arranca al cabo de un tiempo (ej. 300ms) el autómata pasa a STOP. Esto puede ocurrir por
 - Avería
 - bucle sin fin...
 - conexión a red fallida...



puede ajustarse este intervalo (en ms) como parámetro de configuración del PLC

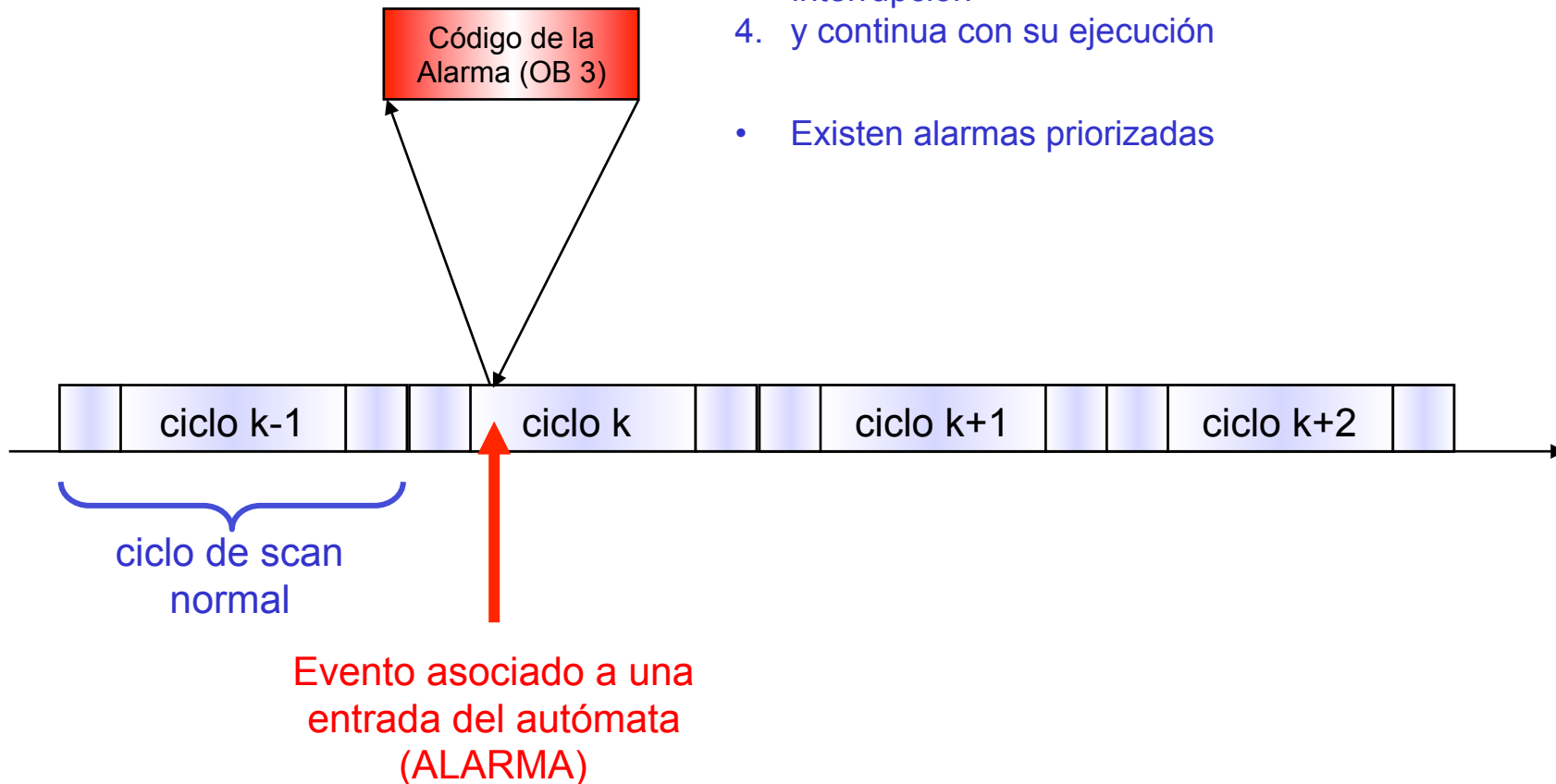


Ejecución Controlada por Tiempo (OB 13)

1. Una señal temporal periódica interrumpe la ejecución cíclica
2. Durante la interrupción se procesa otro programa específico
3. una vez ejecutado el autómata retorna al punto de interrupción
4. y continua con su ejecución

Ejecución Controlada por Alarma (OB 3)

1. Un evento (ALARMA) interrumpe la ejecución cíclica
 2. Durante la interrupción se procesa otro programa específico
 3. una vez ejecutado el autómata retorna al punto de interrupción
 4. y continua con su ejecución
- Existen alarmas priorizadas



Proceso de Arranque (OB 21, OB 22)

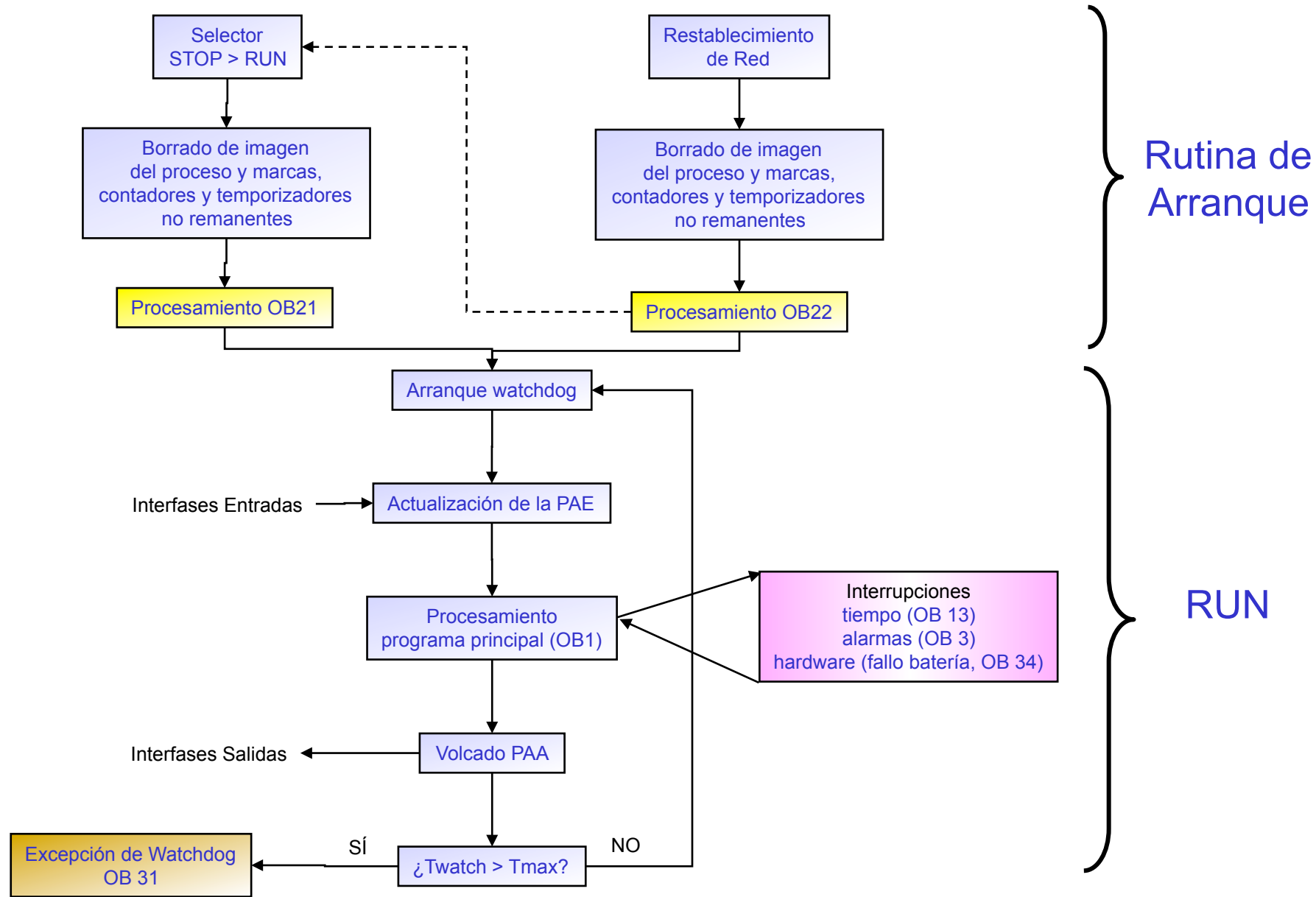
- Permiten preajustes e inicializaciones
- Bloques de programa ejecutados en el arranque
 - RUN>STOP: OB 21
 - Restablecimiento de tensión de red: OB 22

Fallo de Batería (OB 34)

- Se procesa el OB 34
- Permite programar la reacción ante fallo en la batería
 - Señalización luminosa
 - Alarma sonora, etc.

Otros modos de funcionamiento

- OB 251:
 - Control PID (preprogramado), se ejecuta un control digital PID en intervalos regulares de tiempo (control discreto)
- OB 31:
 - Código ejecutado ante disparo del watchdog... acciones a realizar cuando el PLC “se cuelga”



Bibliografía:

- Josep Balcells, José Luis Romeral. “*Autómatas Programables*”, Ed. Marcombo. Serie Mundo Electrónico

