

Autómatas y Sistemas de Control

Introducción al control industrial

DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

Arturo Gil
arturo.gil@umh.es

Introducción al control industrial

- Introducción al Control Industrial



- **Introducción**

- Definición de control
- Ejemplos
- Clasificación de sistemas de control
- Evolución de la tecnología
- Diseño de un sistema de control
- Topología de los sistemas de control

Introducción

Definición de control

■ Control...

control.

(Del fr. *contrôle*).

1. m. Comprobación, inspección, fiscalización, intervención.

2. m. Dominio, mando, preponderancia.

3. m. Oficina, despacho, dependencia, etc., donde se controla.

4. m. puesto de control.

5. m. Regulación, manual o automática, sobre un sistema.

6. m. testigo (l muestra).

7. m. *Mec.* Mando o dispositivo de regulación.

8. m. *Mec.* Tablero o panel donde se encuentran los mandos. U. m. en pl.

~ de natalidad.

1. m. Limitación del número de nacimientos.

~ remoto.

1. m. Dispositivo que regula a distancia el funcionamiento de un aparato, mecanismo o sistema.

□ V.

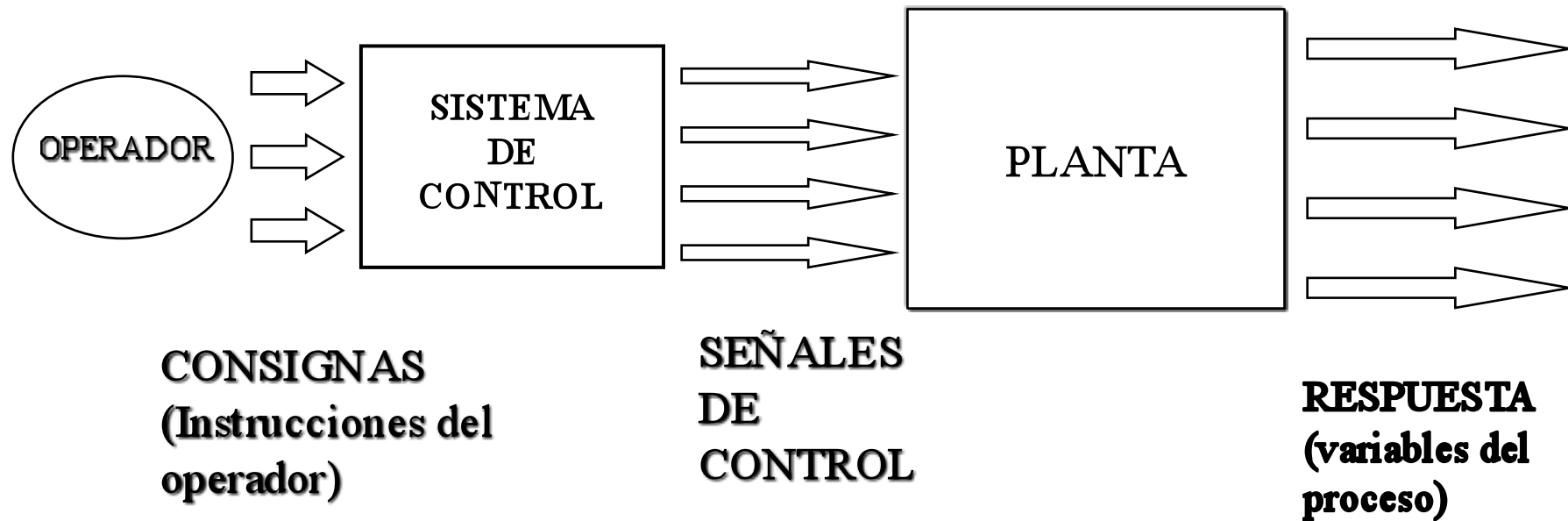
torre de control

Introducción

Definición de control

- Se puede definir **control** como:

“la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema llamado planta a través de otro sistema llamado sistema de control”



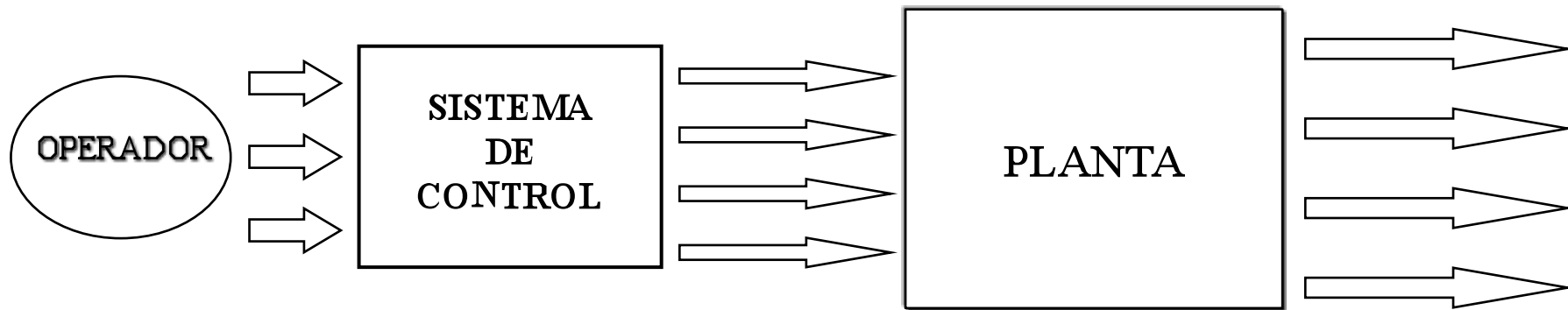
Introducción

Definición de control

- La definición menciona diferentes elementos:
 - **1 PLANTA:** Proceso que se desea controlar (manipular sus magnitudes). Esto es: variar su comportamiento, ajustándolo a unos requisitos (p.e. variar la velocidad a la que se mueve un elemento).
 - **2 SISTEMA DE CONTROL:** Sistema (eléctrico, mecánico, neumático) encargado de actuar sobre el sistema.
 - **3 OPERADOR:** Encargado de fijar las consignas (supervisión).

Introducción

Definición de control



El operador da unas consignas/ referencia.

El sist. de control se encarga de calcular unas señales (p.e. eléctricas)

que actúan sobre la planta (aquello que deseamos controlar)

RESPUESTA (variables del proceso)

Introducción

Definición de control

■ ¿Ejemplos de sistemas de control?:

- Control de un proceso industrial.
- Control de velocidad de crucero en un automóvil.
- Control de la inyección en un motor Otto.
- Control de las diferentes secuencias de lavado (lavadora).
- Ascensor.

■ Definid en cada uno: Operador, control y planta.

Introducción al control industrial

- Introducción al Control Industrial

- **Introducción**



- Clasificación de sistemas de control

- En relación la variable a controlar.

- Ejemplo.

- En relación con el tipo de controlador utilizado.

- Evolución de la tecnología

- Diseño de un sistema de control

- Topología de los sistemas de control

Clasificación de sistemas de control

- En la definición aparecen 3 elementos:
 - Operador.
 - Planta.
 - Sistema de control.

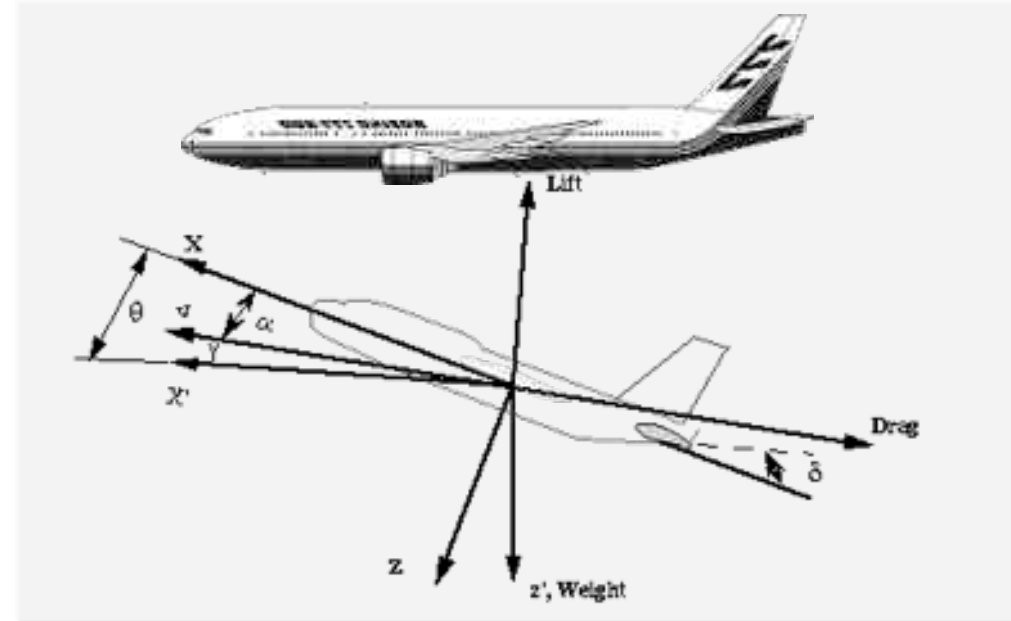
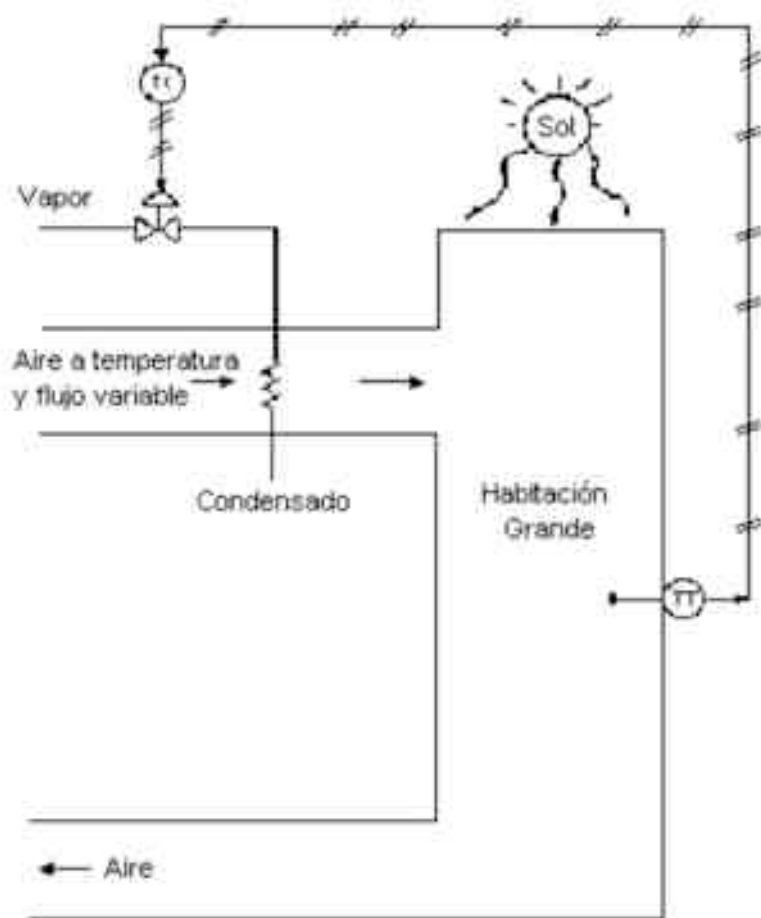
- Con lo que podemos clasificarlos atendiendo a:
 - El tipo de planta (tipo de variable) a controlar.
 - El tipo de sistema de control utilizado (cableado, basado en un micro...)

Clasificación de sistemas de control: variable

- Según el tipo de variable que pretenden controlar. Así distinguimos:
 - Variables continuas: Señales de tipo continuo, temperatura, presión, velocidad → CONTROL (2º cuatrimestre).
 - Variables **discretas**: Señales binarias con dos niveles lógicos, todo/nada. P.e. puerta abierta/cerrada, motor accionado/parado, botón pulsado/no pulsado. → AUTÓMATAS (1º cuatrimestre).

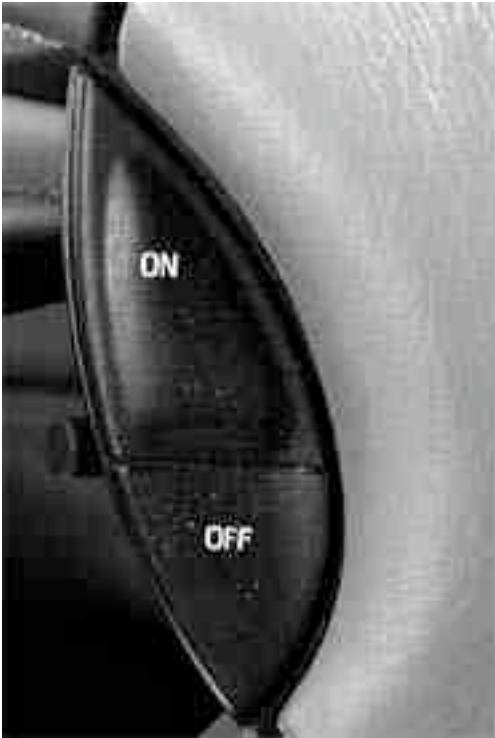
Clasificación de sistemas de control: variable

■ Control de temperatura



■ "Pitch" Control

Clasificación de sistemas de control: variable



- Control de velocidad de crucero



Clasificación de sistemas de control: variable



Introducción

Clasificación de sistemas de control

- Nos centraremos en el control de **procesos secuenciales discretos**.
- Proceso **discreto**: si intervienen variables discretas.
- **Secuencial**: la característica principal de estos procesos consiste en que se pueden representar mediante una serie de estados (E) y una serie de condiciones (todo/nada) que controlan la transición entre estados.
- Es importante ver que el controlador debe calcular las acciones de control teniendo en cuenta...:
 - El nivel lógico de las entradas
 - El estado en el que se encuentra el proceso.

Introducción al control industrial

- Introducción al Control Industrial

- **Introducción**

- Clasificación de sistemas de control

- En relación la variable a controlar.



- Ejemplo.

- En relación con el tipo de controlador utilizado.

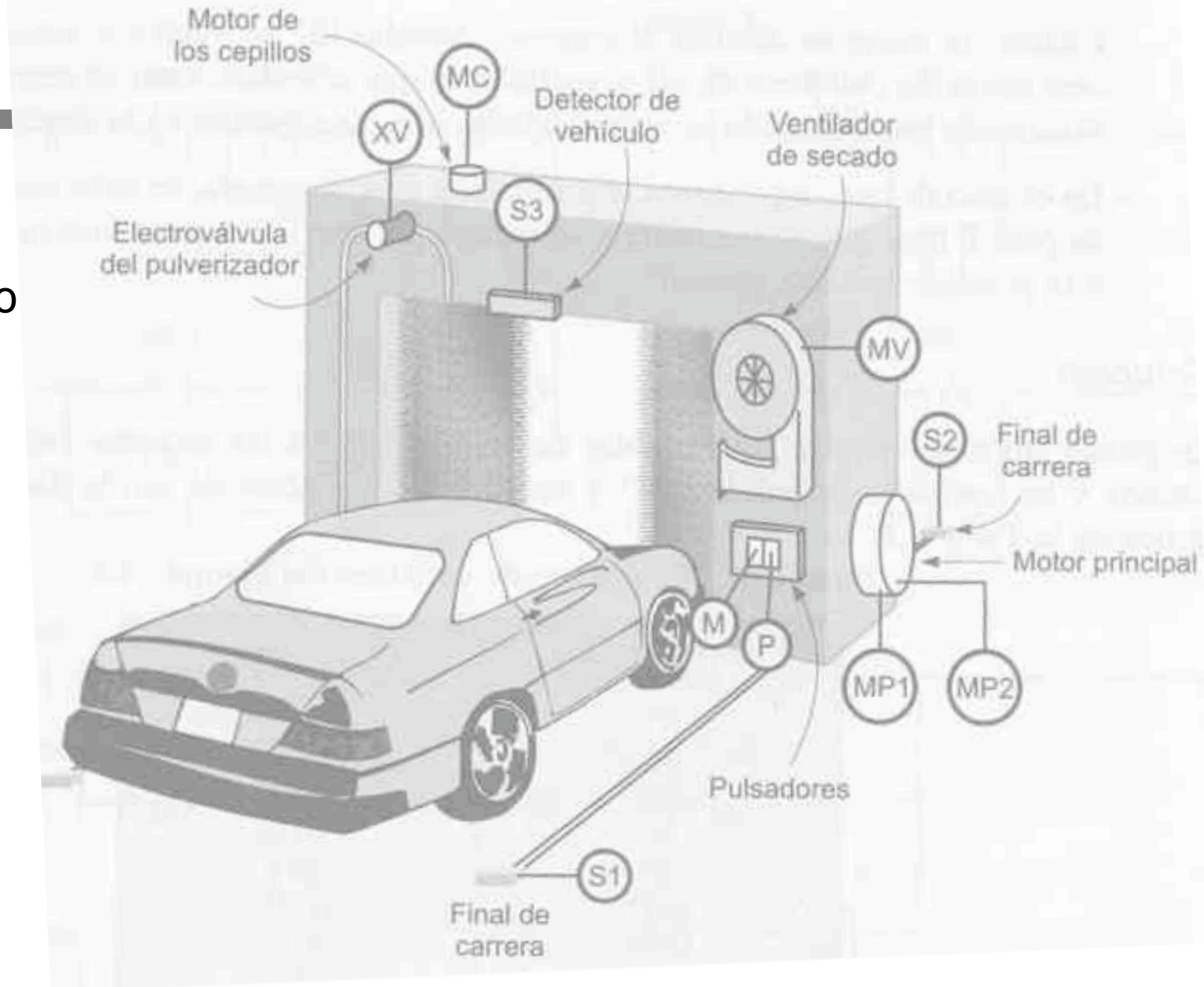
- Evolución de la tecnología

- Diseño de un sistema de control

- Topología de los sistemas de control

Ejemplo: proceso secuencial discreto

- Ejemplo: Máquina de lavado de coches.



Introducción

Ejemplo: Máquina de lavado de coches

- **Descripción del sistema:** El sistema cuenta con los siguientes elementos.

ACTUADORES

- **MP**, motor principal que mueve la estructura.
- **MC**, motor que mueve los cepillos de limpieza.
- **MV**, motor del ventilador de aire, para secado del coche.
- **XV**, Una electroválvula, para la salida del líquido de limpieza.

SENSORES

- **S1** y **S2**, dos finales de carrera (interruptores), que detectan cuando la estructura llega al final de su movimiento.
- **S3**, un sensor que detecta la presencia del vehículo.
- **M**, botón de marcha.
- **P**, botón de parada de emergencia.

Introducción

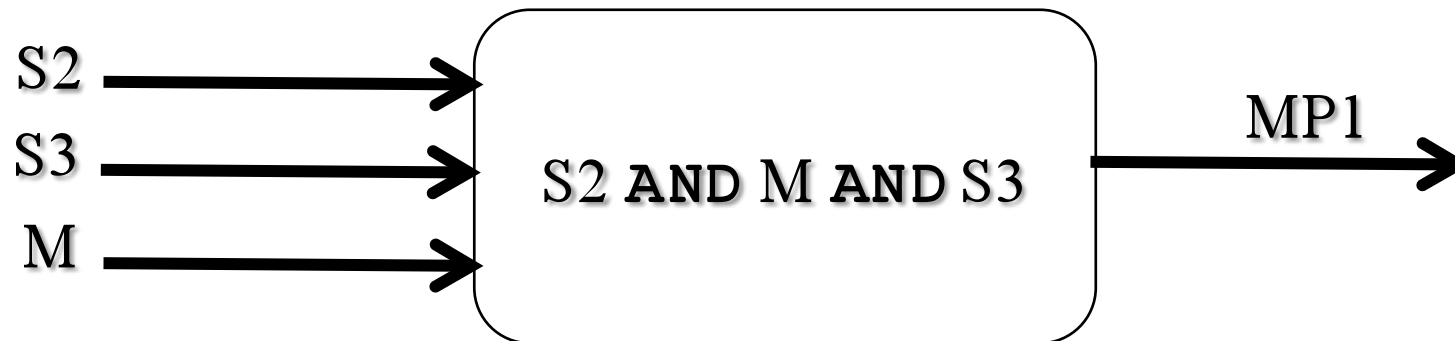
Ejemplo: Máquina de lavado de coches

- **Funcionamiento:** La máquina debe funcionar de la siguiente manera
 - Inicialmente, la máquina se encuentra en el extremo derecho (S2 activado) y se pone en marcha al pulsar M y detectarse un vehículo (S3)
 - Una vez accionado M, la máquina debe hacer un recorrido de ida y vuelta con la salida de líquido abierta y los cepillos en funcionamiento.
 - A continuación, debe hacer otro recorrido de ida y vuelta únicamente con el ventilador encendido. Al final de este recorrido la máquina debe pararse.
 - Si en cualquier momento se pulsa el botón P, el sistema debe pararse. Si, a continuación, se pulsa el botón M, el sistema debe retomar el funcionamiento en el momento en que se detuvo.
- **Nótese que se trata de eventos discretos. Por ejemplo:**
 - M activado/desactivado
 - S1 y S2 finales de carrera activados/desactivados... que se traducen en dos niveles eléctricos alto/bajo.
 - MC, gira/no gira
 - MP, es un poco más especial... gira izq/gira der/no gira: MP1, MP2
- **En ningún momento se habla de controlar la velocidad de los motores, o la temperatura del líquido de limpieza... etc. → Control de una variable continua**

Introducción

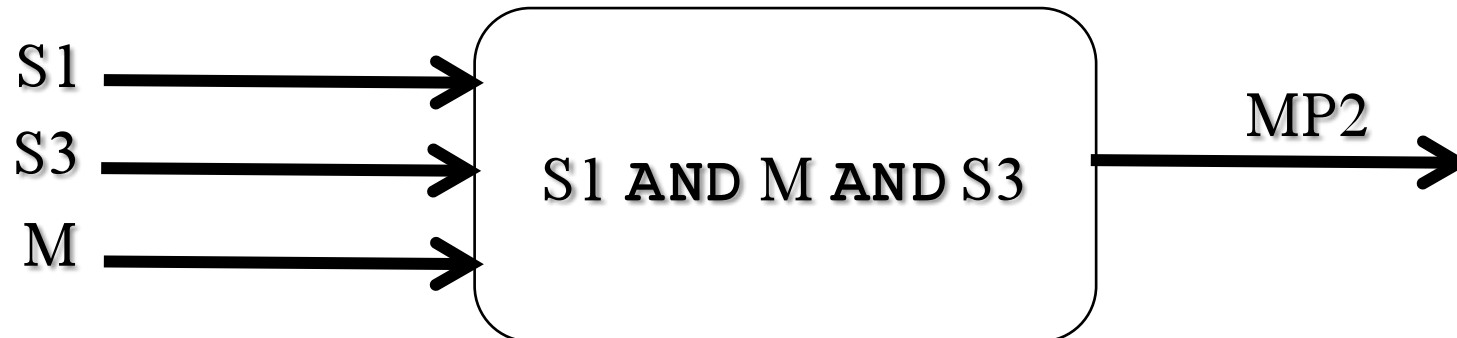
Clasificación de sistemas de control

- La pregunta es... cómo podríamos representar este funcionamiento.
- Por ejemplo ¿utilizando funciones lógicas?



Introducción

Clasificación de sistemas de control



Introducción

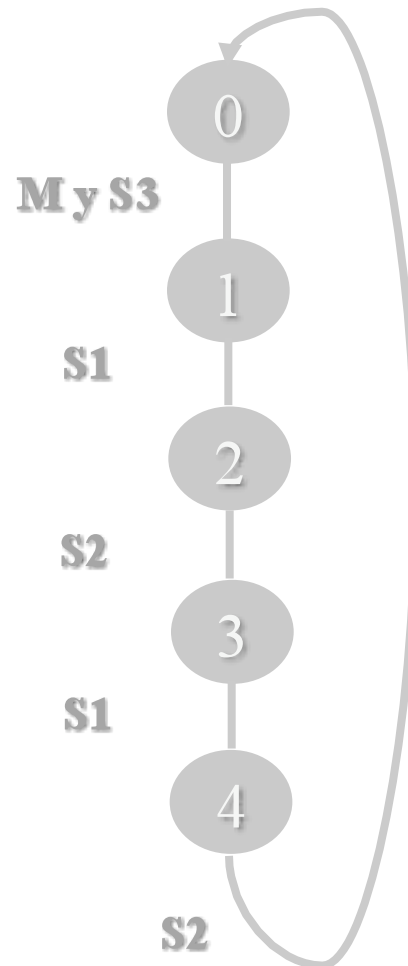
Clasificación de sistemas de control

- Es importante ver que la transición depende de:
 - El valor lógico de las variables de entrada.
 - El estado en el que se encuentre el sistema.
- Por lo que el controlador debe calcular las acciones de control teniendo en cuenta esos dos aspectos.
 - Debe contar con una memoria para almacenar el estado en que se encuentra el proceso.

Introducción

Clasificación de sistemas de control

- El ejemplo anterior lo podemos representar mediante el siguiente diagrama de estados.



- 0: Estado inicial.
- 1: Limpieza I → Motor MP izq, XV, MC
- 2: Limpieza II → Motor MP der, XV, MC
- 3: Secado I → Motor MP izq, MV
- 4: Secado II → Motor MP der, MV

Introducción

Clasificación de sistemas de control

- ¿Cómo planteamos el cambio entre estado?
 - Sup. $E0=1, E1=0, E2=0, E3=0...$
 - Si $E0 == 1 \text{ AND } M \text{ AND } S3$, entonces $E0=0, E1=1$
 - Si $E1==1 \text{ AND } M \text{ AND } S3...$
- Asociado a cada estado hay unas salidas:
 - Si $E1==1 \rightarrow$ Motor MP izq, $XV=1, MC=1$

Introducción

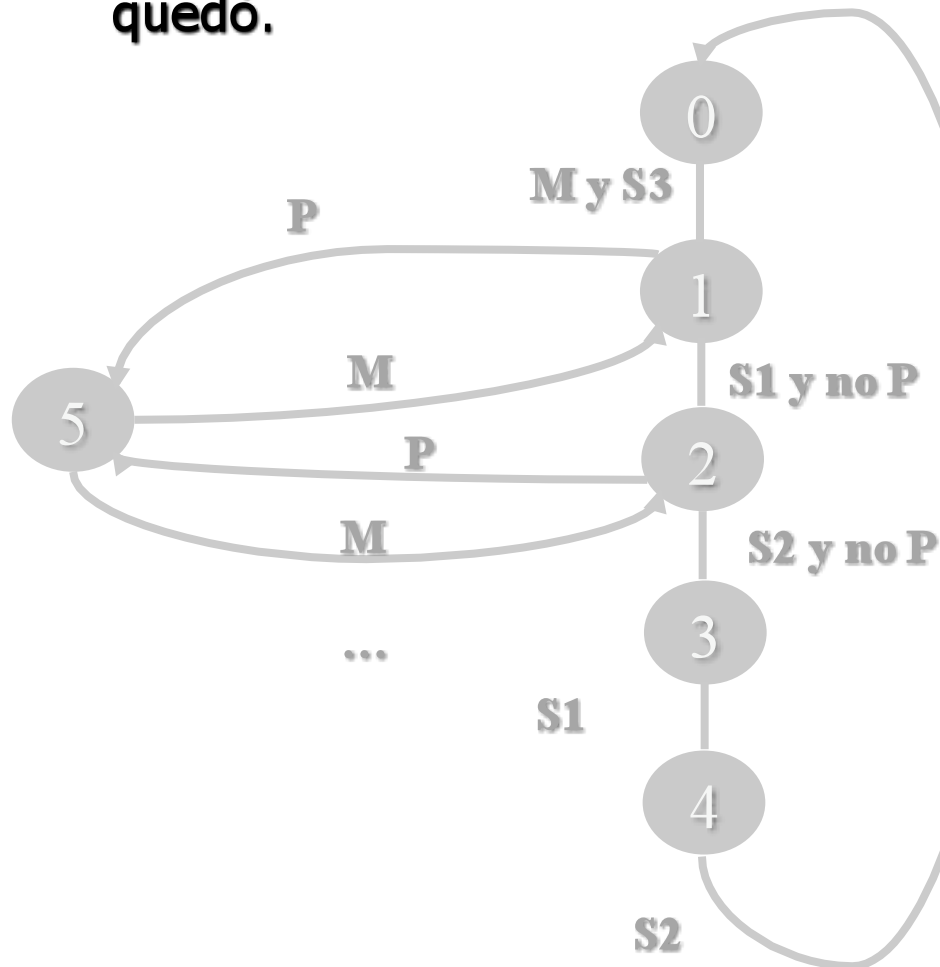
Clasificación de sistemas de control

- Falta algo... si se presiona P se debe parar... para continuar donde se quedó.
- ¿Cómo podemos representar esto en un grafo?

Introducción

Clasificación de sistemas de control

- Falta algo... si se presiona P se debe parar... para continuar donde se quedó.



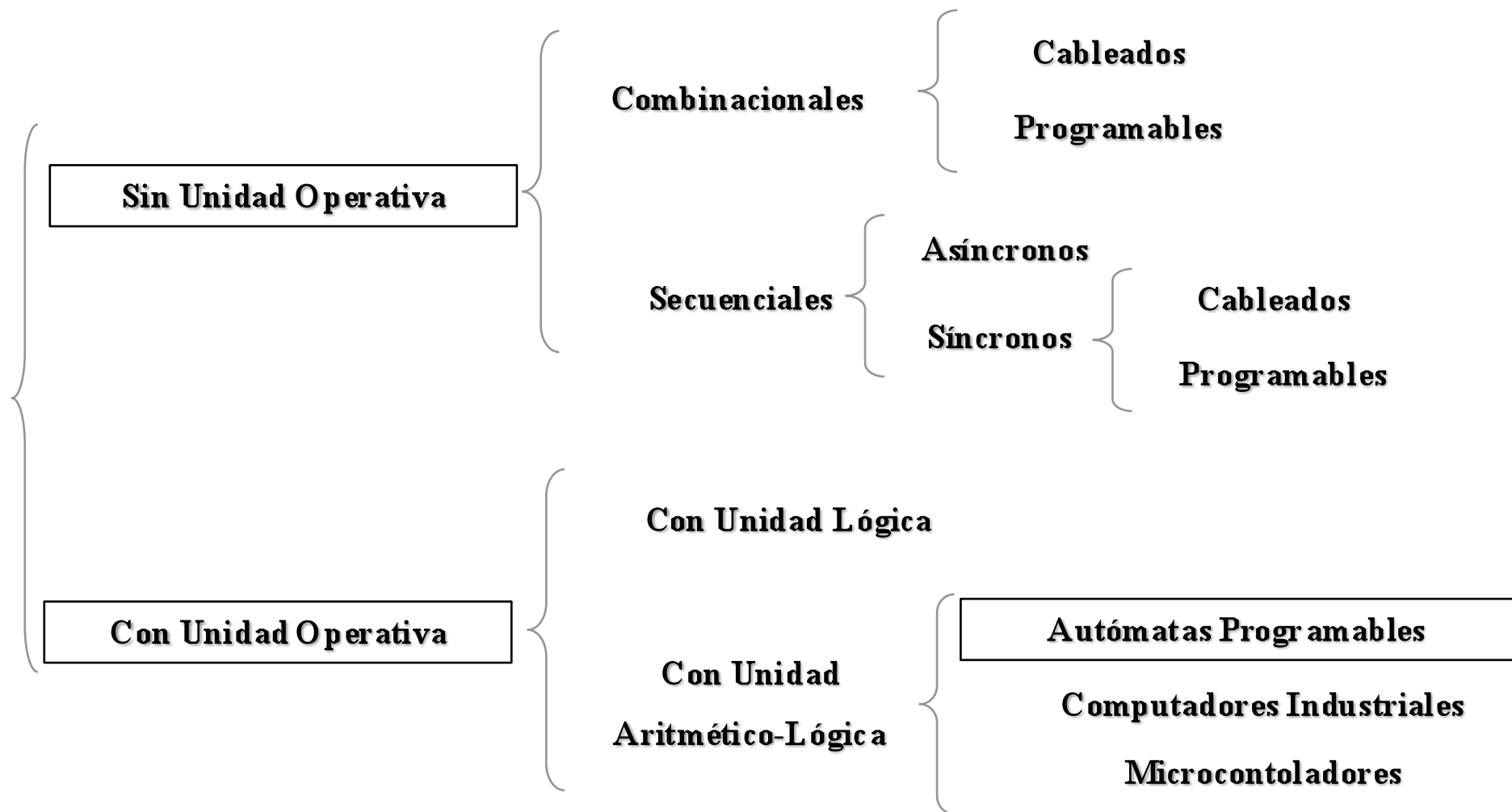
- 0: Estado inicial.
- 1: Limpieza I → Motor MP izq, XV, MC
- 2: Limpieza II → Motor MP der, XV, MC
- 3: Secado I → Motor MP izq, MV
- 4: Secado II → Motor MP der, MV
- 5: Parada emergencia → parar motores

Introducción al control industrial

- Introducción al Control Industrial
 - **Introducción**
 - Clasificación de sistemas de control
 - En relación la variable a controlar.
 - Ejemplo.
 - En relación con el tipo de controlador utilizado.
 - Evolución de la tecnología
 - Diseño de un sistema de control
 - Topología de los sistemas de control



Clasificación de sistemas de control: Tipo de controlador

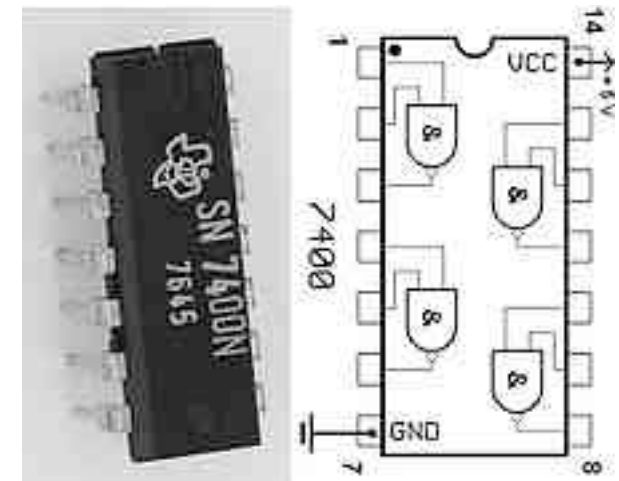
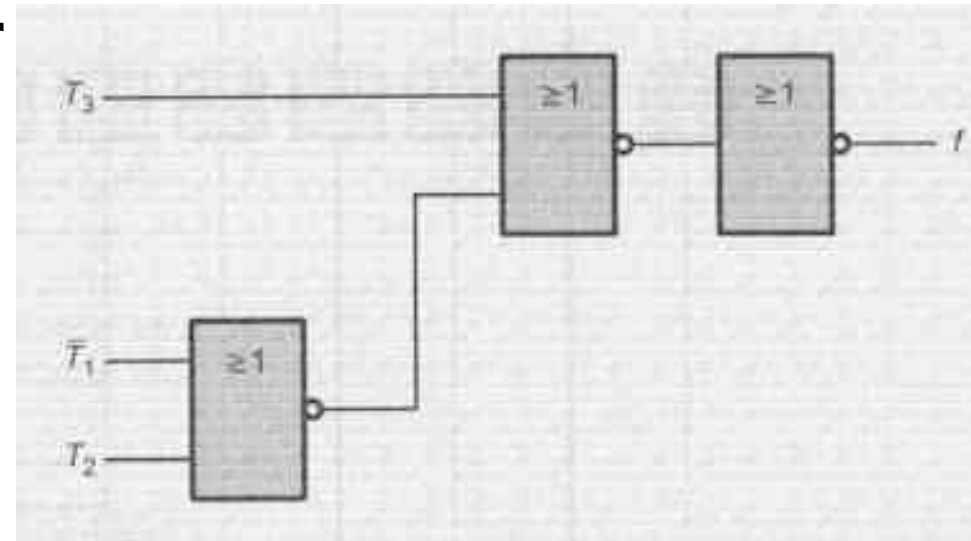


Clasificación de sistemas de control: Tipo de controlador

Sin Unidad Operativa

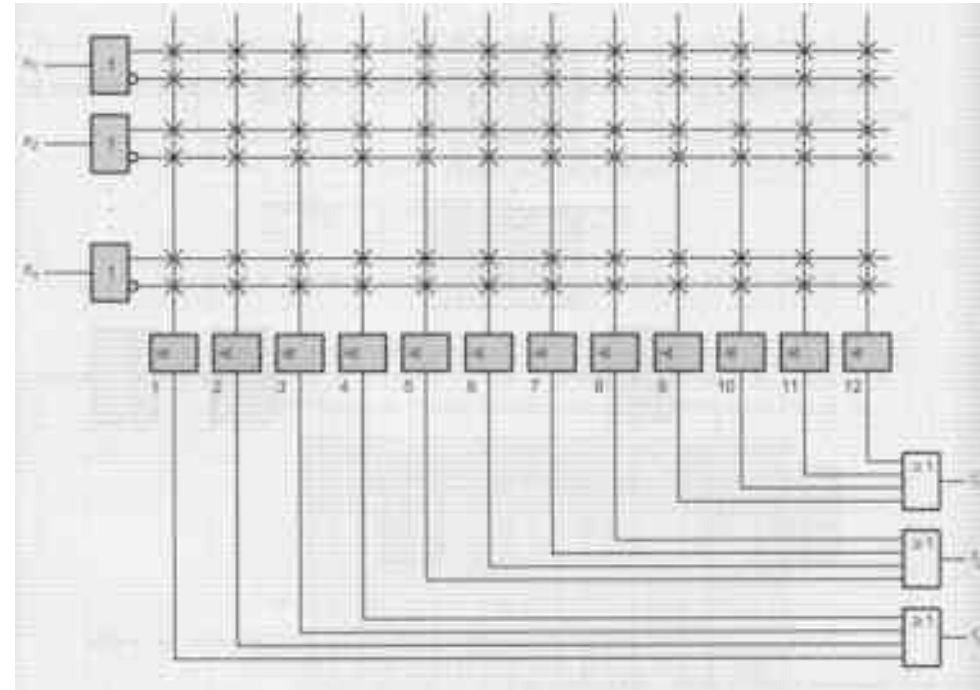
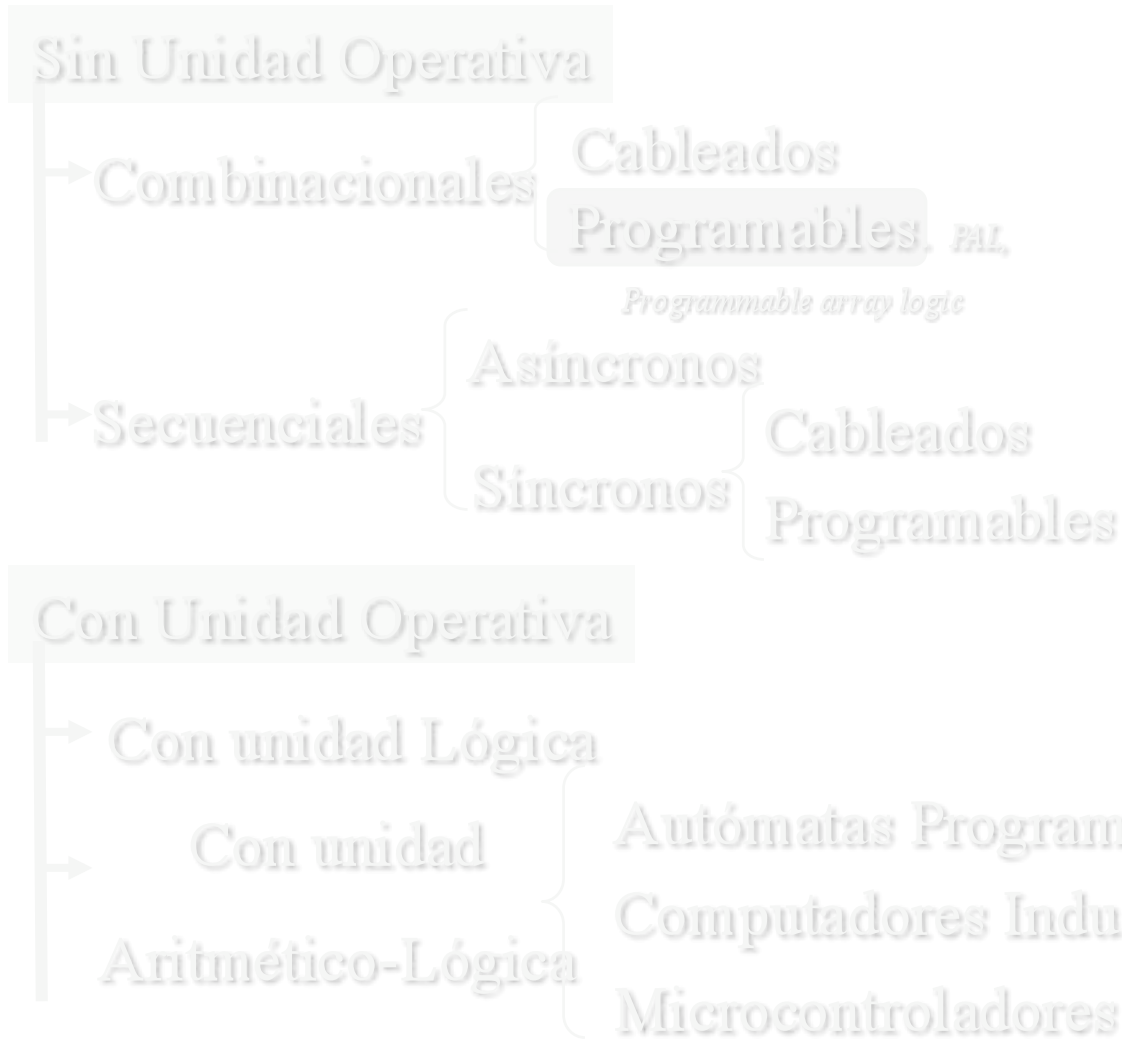


Con Unidad Operativa

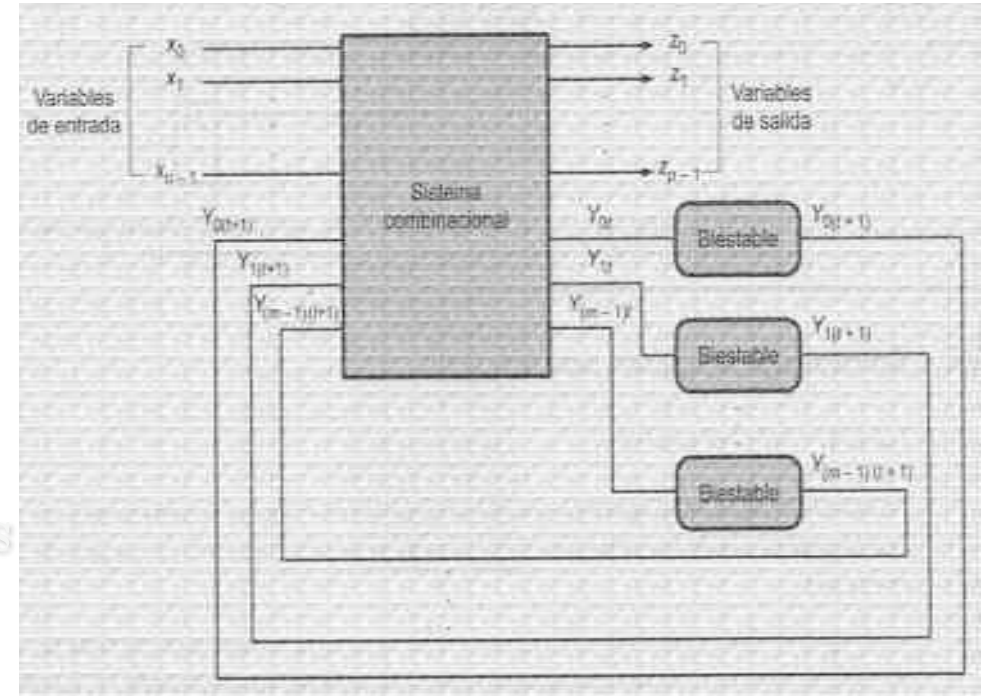
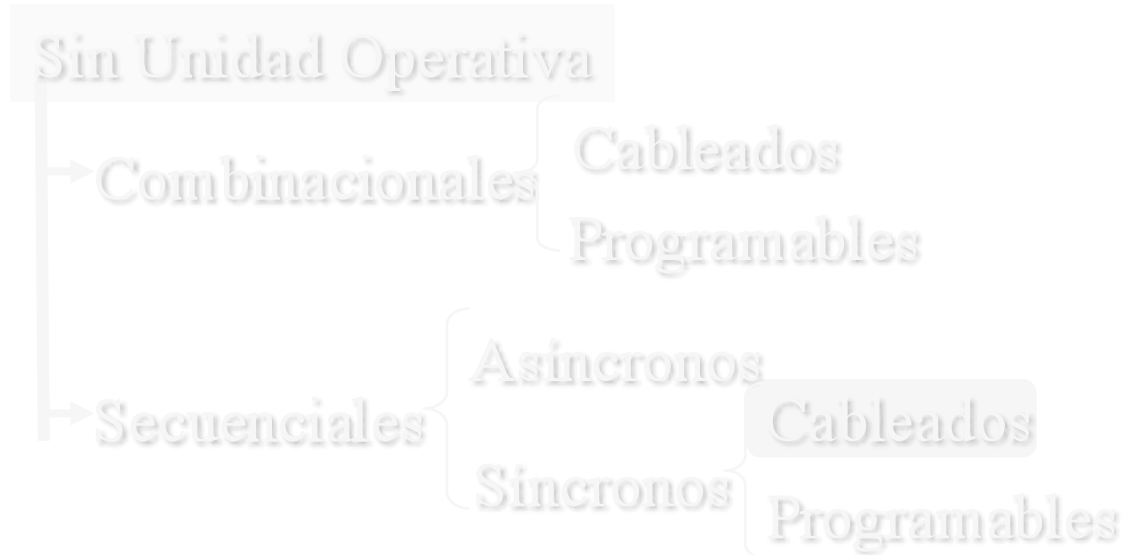


Importante: la salida f depende de las entradas en t .

Clasificación de sistemas de control: Tipo de controlador



Clasificación de sistemas de control: Tipo de controlador



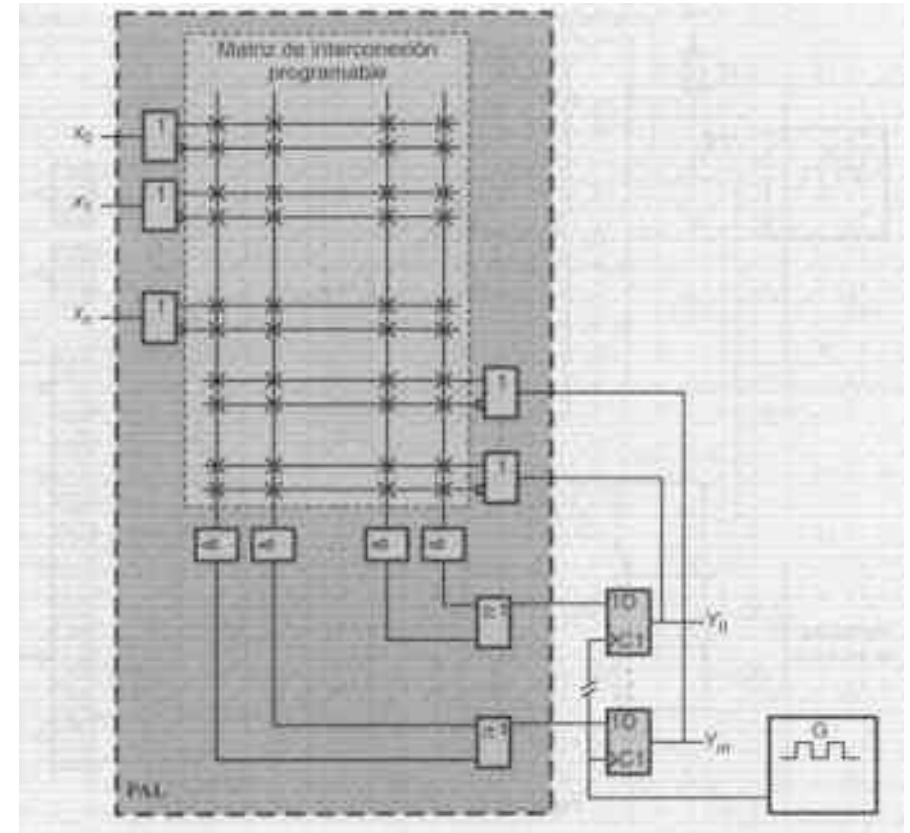
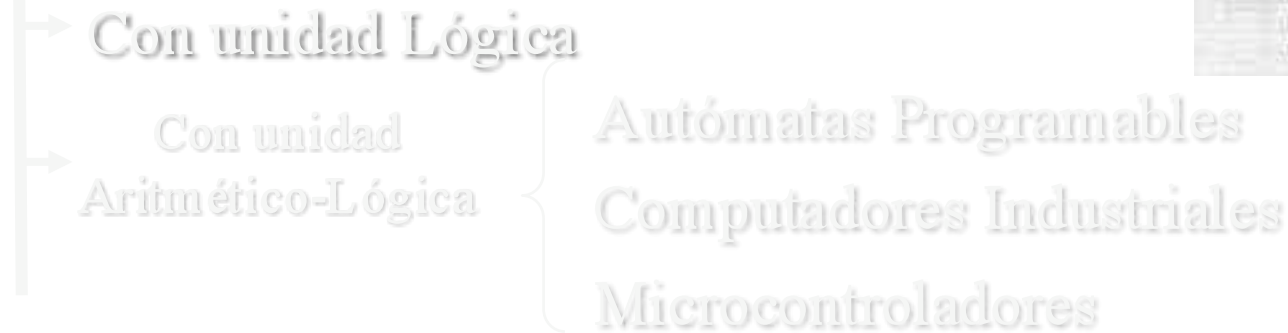
Importante: la salida(s) depende de las entradas en $t, t-1, t-2 \dots t_0$

Clasificación de sistemas de control: Tipo de controlador

Sin Unidad Operativa



Con Unidad Operativa



Clasificación de sistemas de control: Tipo de controlador

Sin Unidad Operativa

- Combinacionales
 - Cableados
 - Programables
- Secuenciales
 - Asíncronos
 - Síncronos
 - Cableados
 - Programables




Con Unidad Operativa

- Con unidad Lógica (operaciones AND, OR, NOT)
 - Autómatas Programables
- Con unidad Aritmético-Lógica
 - Computadores Industriales
 - Microcontroladores



Introducción al control industrial

- Introducción al Control Industrial
 - Introducción
 - Clasificación de sistemas de control
 -  – Evolución de la tecnología
 - Diseño de un sistema de control
 - Topología de los sistemas de control

Introducción al control industrial

Evolución de la tecnología

- Los primeros Autómatas programables aparecen a principios de los años 60.
- Antes el control se había basado en armarios eléctricos formados por relés, temporizadores y contadores.
 - Baja fiabilidad.
 - Muy poca flexibilidad.
 - Gran tasa de fallos.
 - Mantenimiento complicado.
- La industria demandaba un dispositivo fácilmente programable con una alta capacidad de interconexión con el proceso.

Introducción al control industrial

Evolución de la tecnología

- Se desarrollaron entonces los primeros controladores lógicos programables (*Programmable Logic Controller*).
 - Basados en una CPU.
 - Capaces de interpretar un programa paso a paso.
- Las principales características de un PLC son las siguientes:
 - Es robusto ya que debe tolerar el ambiente industrial.
 - Tiene las interfaces de entrada/salida integradas.
 - Permite acceder al valor de las entradas y salidas de forma sencilla desde programa.
 - Permite su programación de forma sencilla.
 - Es modular: p.e. permite ampliar el número de E/S.

Introducción al control Industrial: Evolución de la tecnología

- Hasta la fecha, los autómatas han evolucionado...
- Los modelos existentes se diferencian en:
 - Unidad Central (tipo, capacidad de procesamiento)
 - Capacidad de memoria
 - Número de entradas y salidas digitales
 - Modularidad
 - Módulos específicos de entradas/salidas
 - Capacidad de interrupción
 - Recursos de comunicaciones (p.e. Conectar varios autómatas en red)
 - Interfaz hombre-máquina
 - Protección y seguridad
 - Lenguajes de Programación

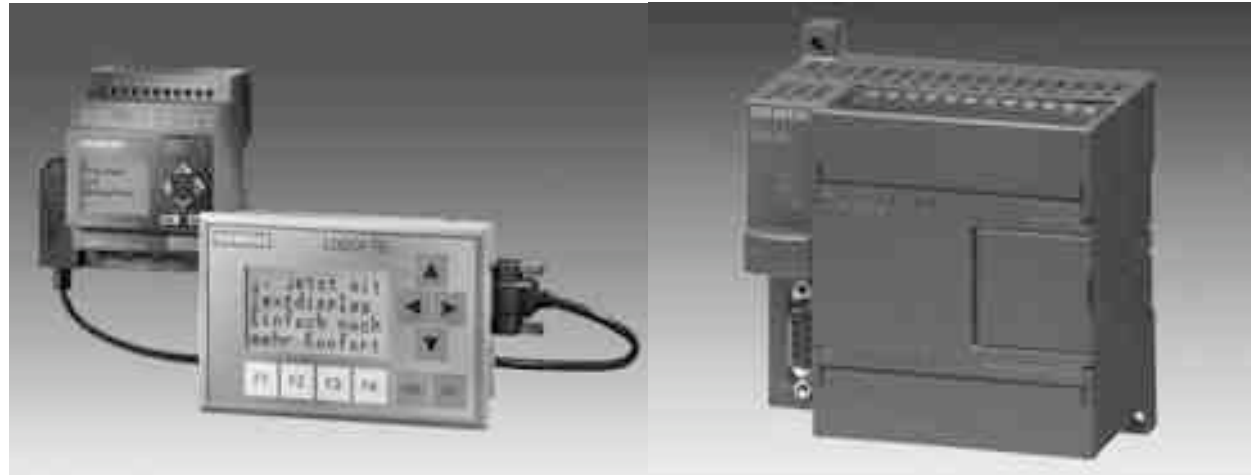
Introducción:

Diseño de un automatismo






- Debido al desarrollo de la electrónica. Hoy en día hay distintas variedades de autómatas que van desde:
 - Microautómatas y Nanoautómatas que se utilizan en apertura y cierre de puertas, domótica, control de iluminación, control de riego de jardines, etc.
 - Hasta autómatas de gama alta \approx prestaciones de un pequeño ordenador. Pero no hay que olvidar que la principal virtud de un PLC es su robustez y facilidad de interconexión con el proceso
- La tendencia actual consiste en conectar un conjunto de autómatas a una red, en la que podemos encontrar también PCs.
- El PC permite una monitorización más efectiva de los procesos que se están realizando, además de poder variar algunos parámetros del control.
- Se consigue combinar las ventajas de ambos, facilidad de interfaces estándar (autómata) y la potencia de cálculo (ordenador).

Ejemplo: gama Siemens Simatic

- Logo
- S7-200
- S7-300
- S7-400



Siemens S7-200

Specific technical data on the CPUs					
Feature	CPU 221 ¹	CPU 222 ¹	CPU 224 ¹	CPU 224XP ¹ CPU 224XPsi ¹	CPU 226 ¹
					
Integrated dig. inputs/outputs	6 DI/4 DO	8 DI/8 DO	14 DI/10 DO	14 DI/10 DO	24 DI/16 DO
Digital inputs/expansions (max. number of channels with expansion module)	—	48/48/34	114/110/234	114/110/224	128/128/254
Analog inputs/outputs (max. number of channels with expansion modules)	—	16 DI/16	32/28/44	2 AI/1 AO integrated 32/28/44 ²	32/28/44
Program memory	4 kByte	4 kByte	8/12 kByte	12/16 kByte	16/24 kByte
Data memory	2 kByte	2 kByte	8 kByte	10 kByte	10 kByte
Storage of data (data via high-performance capacitors)	typ. 50 h	typ. 50 h	typ. 100 h	typ. 100 h	typ. 100 h
High-speed counters	4 x 30 kHz, of which 2 x 20 kHz A/B counter usable	4 x 30 kHz, of which 2 x 20 kHz A/B counter usable	6 x 30 kHz, of which 4 x 20 kHz A/B counter usable	4 x 30 kHz, 2 x 200 kHz, of which 3 x 20 kHz + 1 x 100 kHz A/B counter usable	6 x 30 kHz, of which 4 x 20 kHz A/B counter usable
Communications interfaces (RS-485)	1	1	1	2	2
Supported protocols:				both interfaces	both interfaces
– MPI master/slave	yes	yes	yes	yes	yes
– MPI slave	yes	yes	yes	yes	yes
– Freeport (freely config. ASCII protocol)	yes	yes	yes	yes	yes
Optional communications possibilities	not expandable	yes, PROFIBUS DP Slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/ Internet/Modem	yes, PROFIBUS DP Slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/ Internet/Modem	yes, PROFIBUS DP Slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/ Internet/Modem	yes, PROFIBUS DP Slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/ Internet/Modem
Built-in 0-bit analog potentiometer (for commissioning, value change)	1	1	2	2	2
Real-time clock	optional	optional	yes	yes	yes
Integrated 24-V-DC sensor supply volt.	max. 180 mA	max. 180 mA	max. 280 mA	max. 280 mA	max. 400 mA
Reversible terminal block	—	—	yes	yes	yes
Dimensions (W x H x D in mm)	90 x 80 x 62	90 x 80 x 62	120,5 x 80 x 62	140 x 80 x 62	196 x 90 x 62


Siemens S7-300

CPU	CPU 312	CPU 314 ¹⁾	CPU 315-2 DP ¹⁾	CPU 315-2 PN/DP ¹⁾	CPU 317-2 DP	CPU 317-2 PN/DP ¹⁾	CPU 319-3 PN/DP
Dimensions (mm)	40 x 125 x 130		40 x 125 x 130	80 x 125 x 130	80 x 125 x 130		120 x 125 x 130
Order number (incl. BES7)	312-1AE	314-1AG	315-2AG	315-2BH	317-2AJ	317-2EK	319-3EL
Memory							
Work memory	32 KB	96 KB	128 KB	256 KB	512 KB	1 MB	1.4 MB
Instructions	10 K	32 K	42 K	84 K	170 K	340 K	470 K
Processing times							
Bit operation	0.2 µs	0.1 µs	0.1 µs		0.05 µs		0.01 µs
Word operation	0.4 µs	0.2 µs	0.2 µs		0.2 µs		0.02 µs
Fixed-point operation	5 µs	2 µs	2 µs		0.2 µs		0.02 µs
Floating-point operation	6 µs	3 µs	3 µs		1 µs		0.04 µs
Bit memories/initiators/counters							
Bit memory	128 bytes	256 bytes	2048 bytes		4096 bytes		8192 bytes
32 timers/counters	128/128	256/256	256/256		512/512		2048/2048
IEC timers/counters	●	●	●		●		●
Address areas							
IO (bytes)	1024/1024	1024/1024	2048/2048		8192/8192	8192/8192	8192/8192
IO process image (bytes)	128/128	128/128	128/128		256/256	2048/2048	2048/2048
Digital channels (central)	256	1024	1024		1024	1024	1024
Analog channels (central)	64	256	256		256	256	256
DP interfaces							
DP master/system internal / CP 343-5	○ / ●		● / ○		● / ●	● / ●	● / ●
DP slaves			●		●	●	●
PROFINET interface							
PROFINET CBA				●		●	●
PROFINET ID				●		●	●
PROFINET with IRT							● (1)
TCP/IP				●		●	●
UDP				●		●	●
ISO-on-TCP (RFC 1004)				●		●	●
Web server				●		●	●
Data set gateway ²⁾							●

Siemens S7-400

CPU	CPU 412-1	CPU 412-2	CPU 414-2	CPU 414-3	CPU 414-3 PN/DP
Dimensions (mm)	25 x 290 x 219			50 x 290 x 219	
No. of slots	1			2	
Order number, core: 6ES7	412-1XX	412-2XX	414-2XX	414-3XX	414-3EM
Work memory					
Integrated	288 KB	512 KB	1 MB	2.8 MB	
Instructions	48 K	84 K	170 K	460 K	
For program	144 KB	256 KB	512 KB	1.4 MB	
For data	144 KB	256 KB	512 KB	1.4 MB	
Processing times					
Bit operation	0.075 µs		0.045 µs		
Word operation	0.075 µs		0.045 µs		
Fixed-point operation	0.075 µs		0.045 µs		
Floating-point operation	0.225 µs		0.135 µs		
Bit memories, timers, counters					
Bit memory	4 KB		8 KB		
S7 timers/counters	2048 / 2048		2048 / 2048		
IEC timers/counters	●		●		
Address areas					
I/O	4 KB / 4 KB		8 KB / 8 KB		
Process I/O image	4 KB / 4 KB		8 KB / 8 KB		
Digital channels	32768 / 32768		65536 / 65536		
Analog channels	2048 / 2048		4096 / 4096		
DP interfaces					
Number of DP interfaces	1 (MP/DP)	1	1	2	1
Number of DP slaves	32	64	96	96 each	128 each
Plug-in interface modules					1 x DP
PN interfaces					
Number of PN interfaces					1 (2 ports)
PROFINET IEC					●
PROFINET with IRT					●
PROFINET CBA					●
TCP/IP					●
UDP					●
ISO on TCP (RFC 1006)					●
Web server					●
Data bus gateway					●

Introducción al control industrial

- Introducción al Control Industrial
 - Introducción
 - Clasificación de sistemas de control
 -  – Diseño de un sistema de control
 - Evolución de la tecnología
 - Topología de los sistemas de control

Introducción:

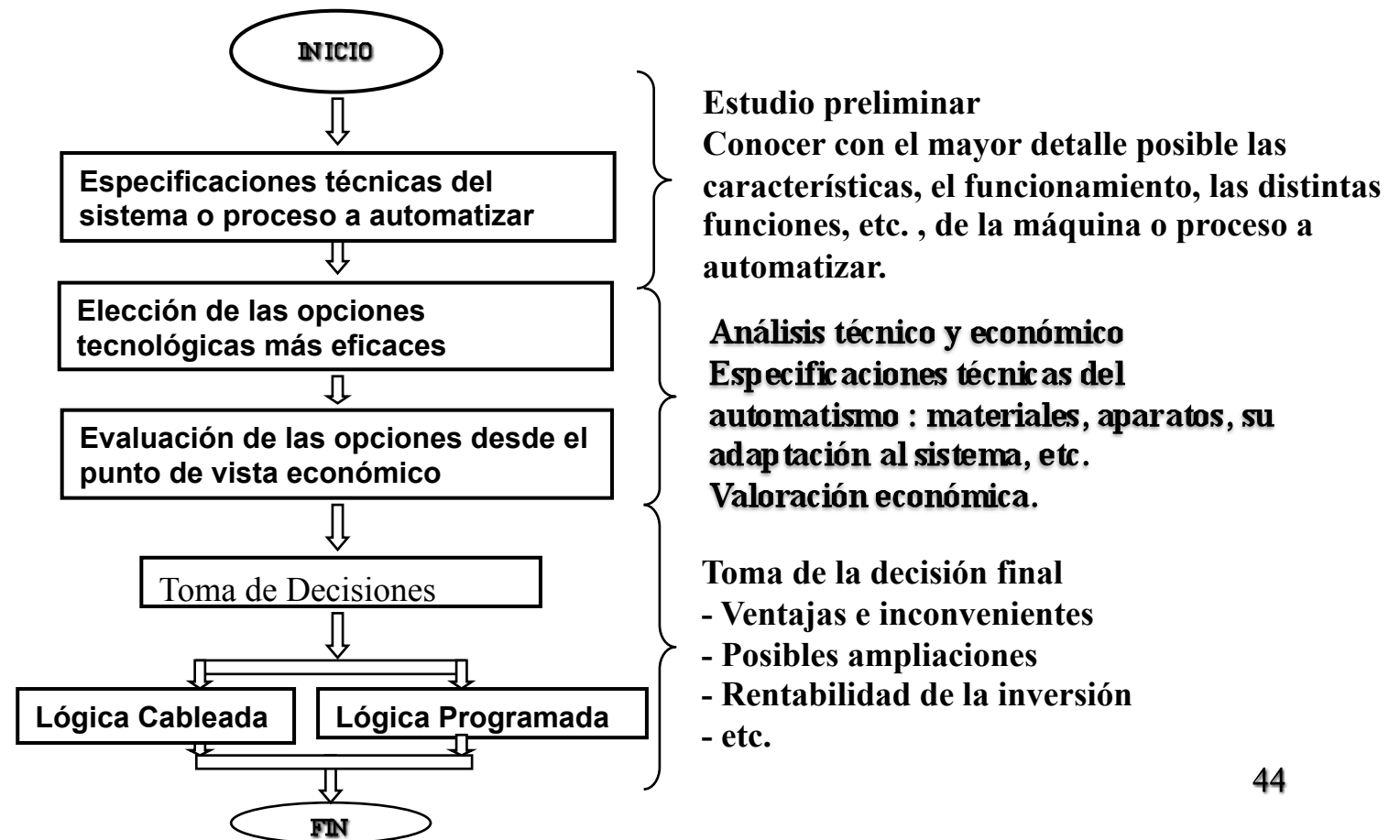
Diseño de un sistema de control

- Nos ponemos en el caso de controlar la máquina lavacoques.
- Para realizar el control del proceso descrito anteriormente existen infinitas posibilidades.
- La elección de la tecnología depende de un gran número de factores.
 - Coste.
 - Tiempo.
 - Durabilidad, fiabilidad.
 - Posibles ampliaciones.

Introducción

Diseño de un automatismo

- Proceso de elaboración de un automatismo.
 - ¿Qué tecnología debería utilizar? ¿ Qué datos debo conocer ?
 - La elección se debe basar teniendo en cuenta la complejidad del proceso a controlar, la previsión de cambios, el tiempo requerido para implantarlo... etc. Se puede resumir en el siguiente cuadro.



Introducción al control industrial

- Introducción al Control Industrial
 - Introducción
 - Clasificación de sistemas de control
 - Evolución de la tecnología
 - Diseño de un sistema de control
 - Topología de los sistemas de control



Topología de los sistemas de control

Tipos de topologías

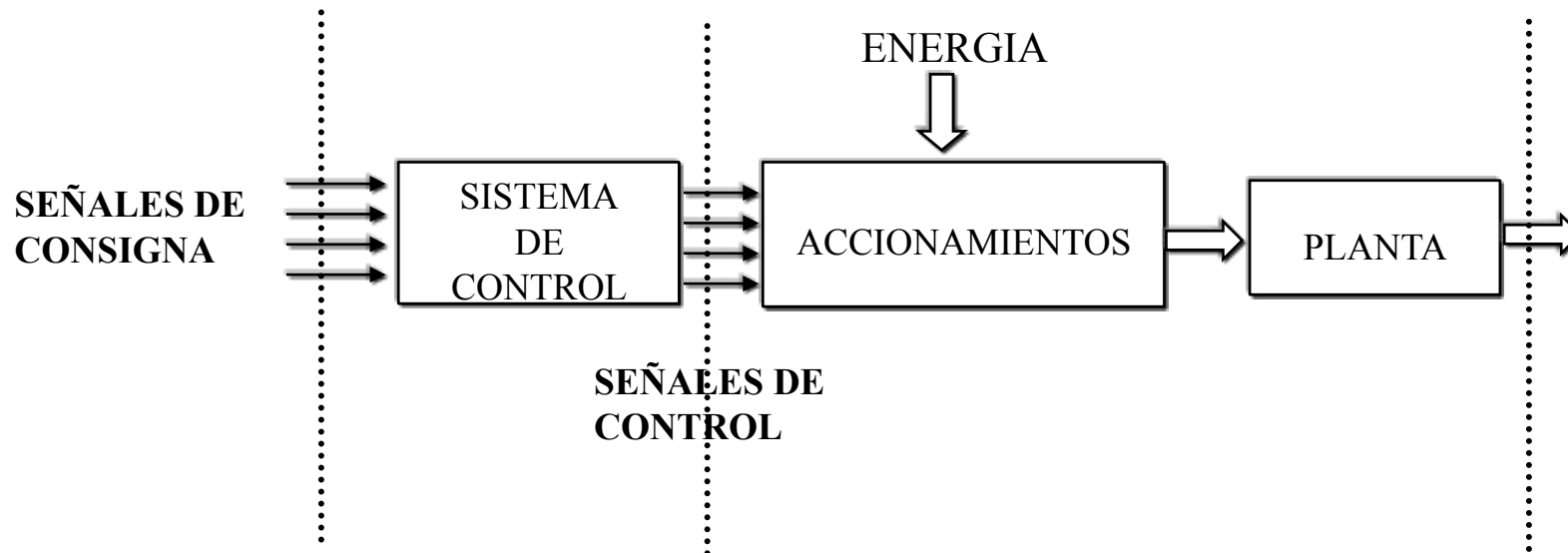
- El objetivo de un sistema de control es:
 - modificar la respuesta de una planta, sin que el operador intervenga directamente sobre sus elementos de salida. El operador manipula únicamente las magnitudes de consigna y el sistema de control se encarga de gobernar dicha salida a través de los accionamientos.
 - El sistema de control opera, en general, con magnitudes de baja potencia, llamadas genéricamente señales, y gobierna unos accionamientos que son los que realmente modulan la potencia entregada a la planta.
- Existen dos tipos de topologías :
 - Lazo o bucle abierto
 - Lazo o bucle cerrado

Topología de los sistemas de control

Tipos de topologías

■ Lazo Abierto

- Sistema de control no recibe información del comportamiento de la planta

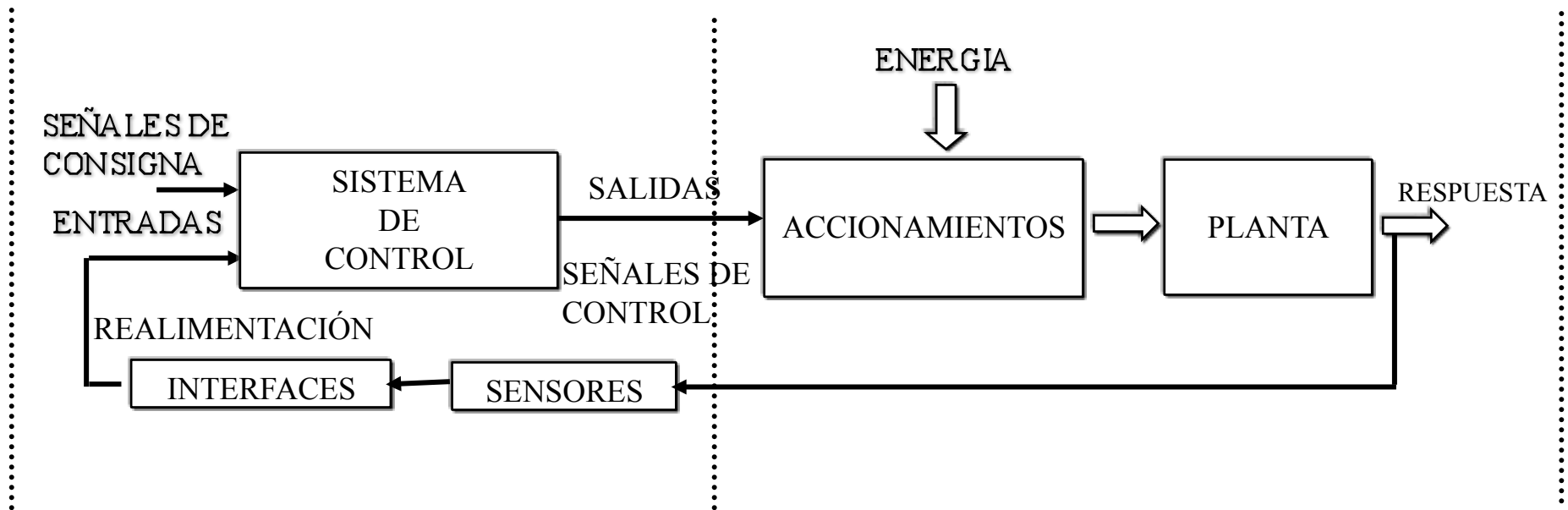


Topología de los sistemas de control

Tipos de topologías

■ Lazo Cerrado

- Existe una realimentación a través de los sensores desde la planta hacia el sistema de control.



Elementos de señal
(baja potencia)

Elementos de potencia

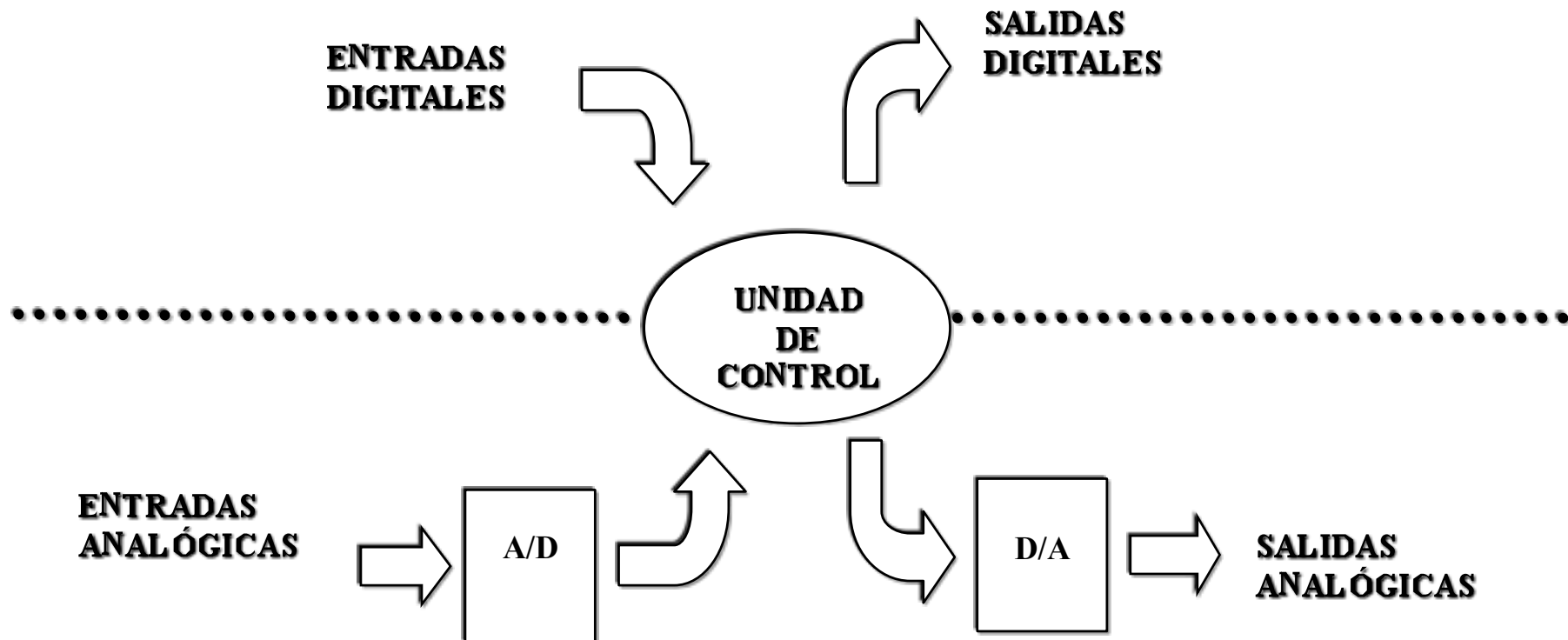
Topología de los sistemas de control

Tipos de topologías: Ejemplo

- Ejemplo: Podemos pensar en un sistema de control de la apertura/cierre de la puerta de un garaje.
 - Imaginemos que el autómatas puede comandar un motor para abrir y cerrar la puerta, pero no existe ningún sensor que le indique si la puerta está abierta o cerrada (final de carrera, ruptor).
 - Pensemos en el mismo ejemplo, pero, en este caso, existe dos finales de carrera que indican si la puerta está abierta/cerrada.

Conexión con el proceso

- El autómata actúa como unidad de control.
- Tipos de señales:



Introducción

Ejemplo: Máquina de lavado de coches.

- **En el ejemplo del lavadero de coches podemos distinguir los siguientes elementos:**
 - Entradas al autómata (sensores): Obtienen información sobre el proceso. ¿Cuáles?

 - Salidas del autómata (actuadores): Permiten modificar el proceso. ¿Cuáles?

Introducción

Ejemplo: Máquina de lavado de coches.

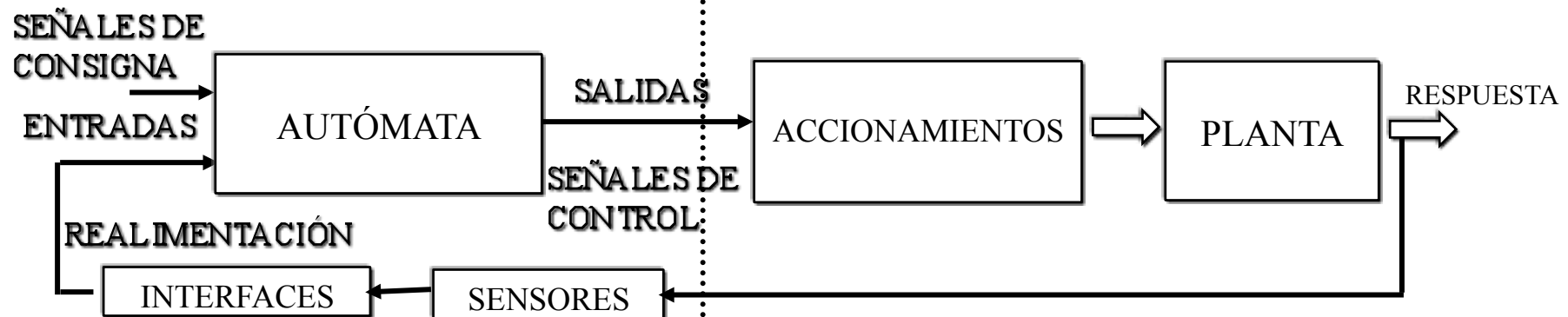
- En el ejemplo del lavadero de coches podemos distinguir los siguientes elementos:
 - Entradas al autómatas (sensores): Obtienen información sobre el proceso.
 - **S1** y **S2**, dos finales de carrera (interruptores), que detectan cuando la estructura llega al final de su movimiento.
 - **S3**, un sensor que detecta la presencia del vehículo.
 - **M**, botón de marcha.
 - **P**, botón de parada de emergencia.
 - Salidas del autómatas (actuadores): Permiten modificar el proceso.
 - **MP**, motor principal que mueve la estructura (en dos direcciones izquierda y derecha).
 - **MC**, motor que mueve los cepillos de limpieza.
 - **MV**, motor del ventilador de aire, para secado del coche.
 - **XV**, Una electroválvula, que permite la salida del líquido de limpieza.

Topología de los sistemas de control

Tipos de topologías

■ Lazo Cerrado

- Existe una realimentación a través de los sensores desde la planta hacia el sistema de control.
- ¿Dónde situamos las variables del ejemplo del lavadero?

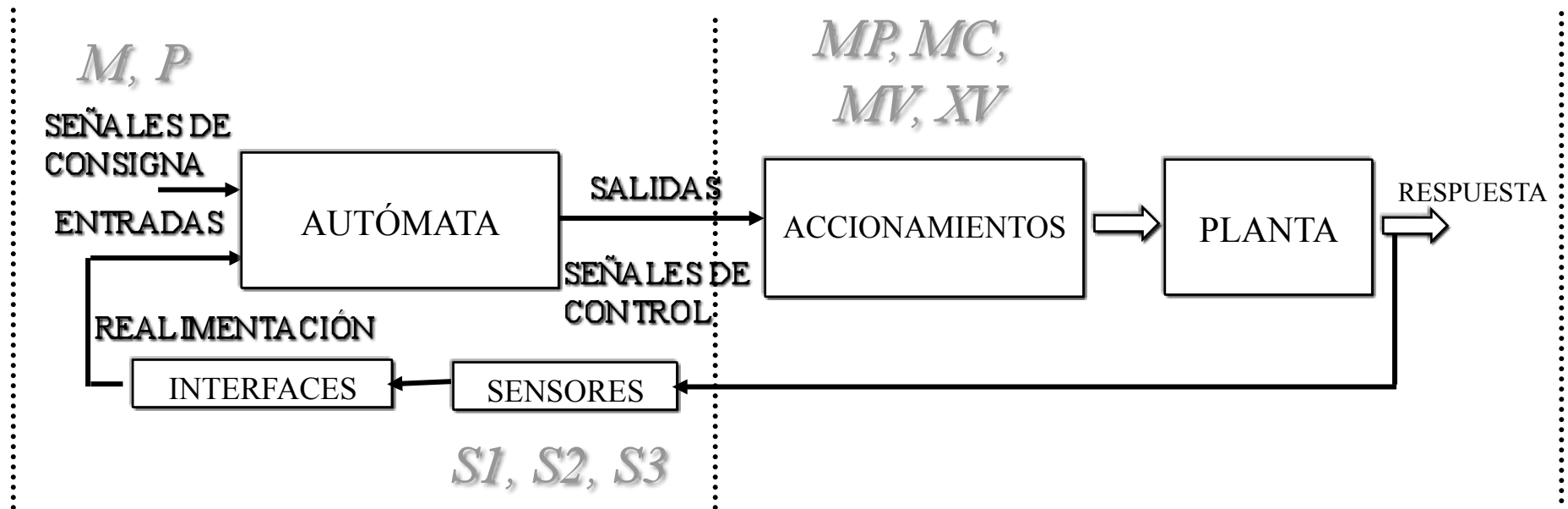


Topología de los sistemas de control

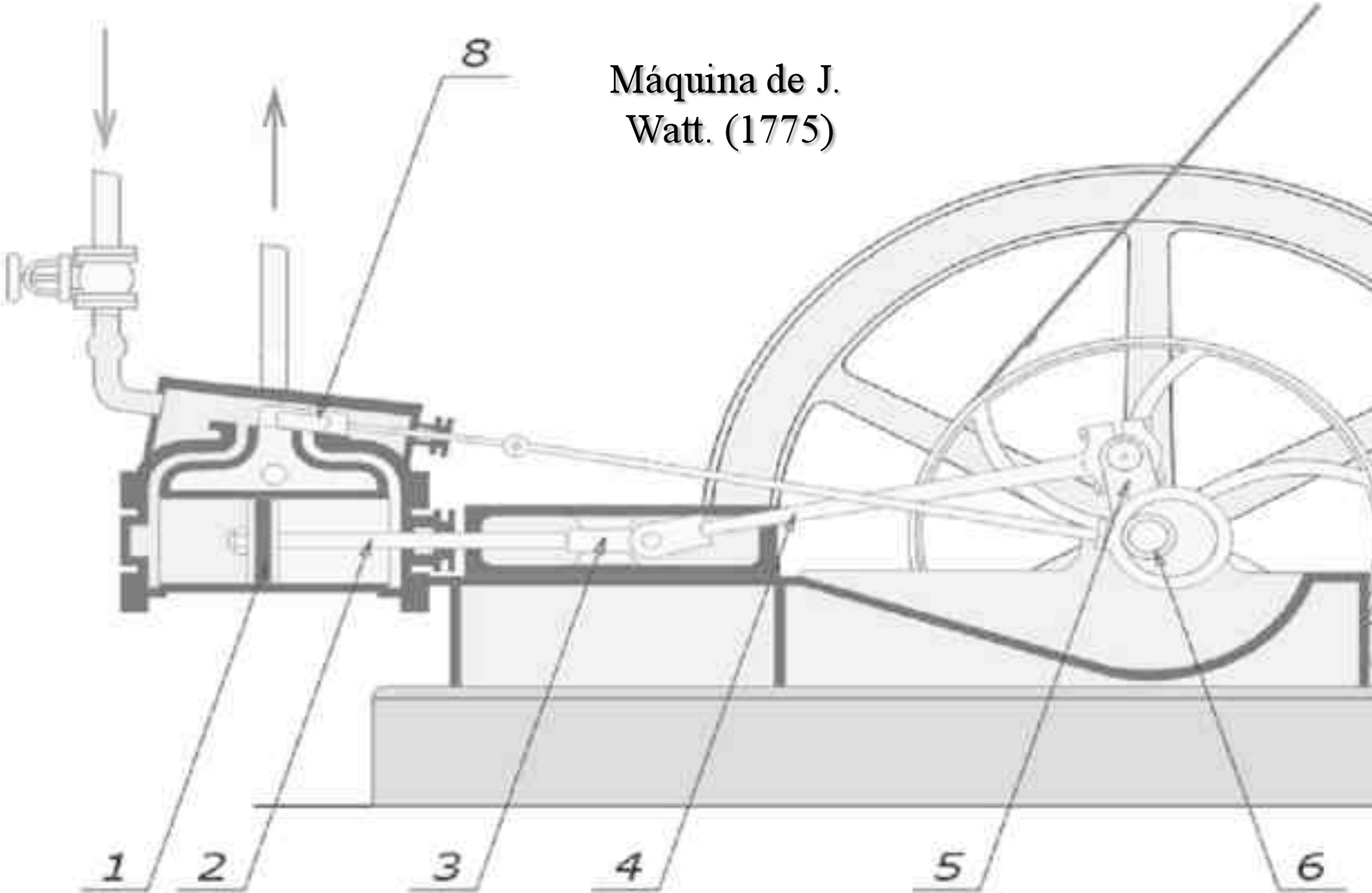
Tipos de topologías

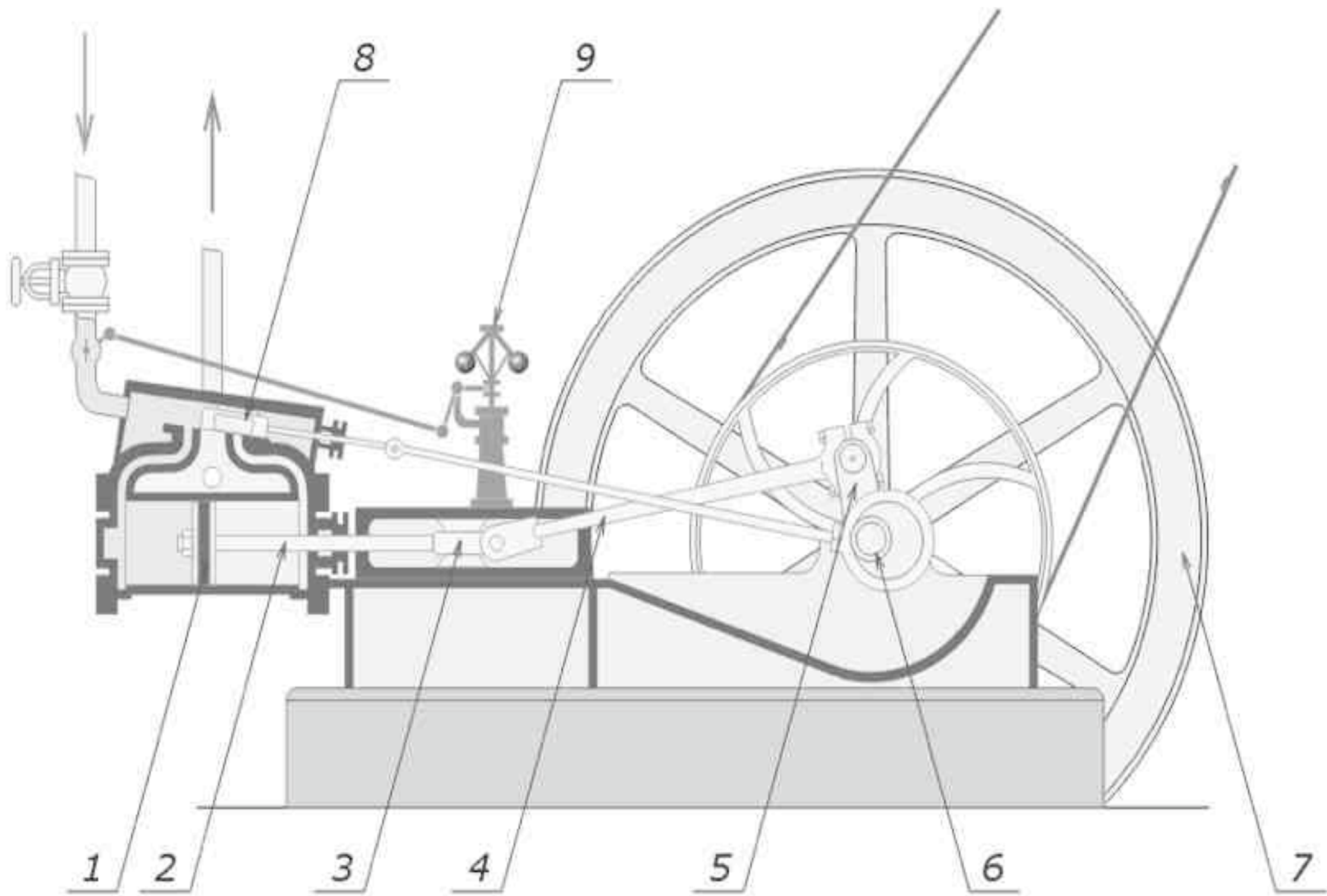
■ Lazo Cerrado

- Existe una realimentación a través de los sensores desde la planta hacia el sistema de control.



Máquina de J.
Watt. (1775)





REPASO

■ Repasando...

- ¿Cómo podemos definir control?
- Sensor:
- Actuador:
- Autómata programable:
- Control en bucle abierto:
- Control en bucle cerrado:

REPASO

■ Repasando...

– ¿Cómo podemos definir control?

- **Gobernar la respuesta de una planta sin que el operador intervenga directamente sobre los elementos de salida. El operador varía los elementos de consigna (o referencia) y el sistema de control se encarga de actuar sobre el proceso a través de los accionamientos.**

– Sensor:

- **Elemento que permite obtener información de la planta o proceso a controlar. En general están basados en un dispositivo transductor que permite transformar una magnitud física en un voltaje o corriente eléctrica, de manera que se pueda conectar a un autómeta.**

– Actuador:

- **Elemento que permite modificar el comportamiento del proceso a controlar.**

– Autómata o PLC:

- **Dispositivo electrónico basado en una CPU que puede programarse y está especialmente diseñado para funcionar en un ambiente industrial.**

– Control en bucle abierto:

- **Se denomina así cuando el controlador no recibe información del estado del proceso.**

– Control en bucle cerrado:

- **Recibe este nombre cuando el dispositivo controlador sí recibe información sobre el estado del proceso (sensores).**