

Tema 1. Introducción al control industrial

- **1.1 Introducción a los sistemas de control automático.** Definiciones, ejemplos. Historia del control.
- **1.2 Sistemas de control analógicos, digitales y lógicos.** Automatismos lógicos: combinacionales y secuenciales. El autómata programable.

1

Automática industrial



2

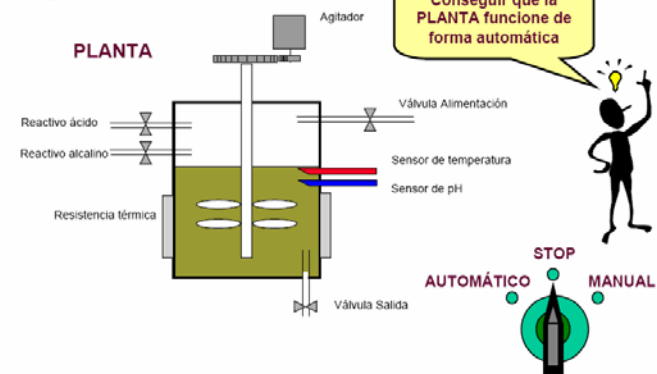
Automática industrial



3

1.1 Introducción a los sistemas de control automático

¿Qué es automatizar?



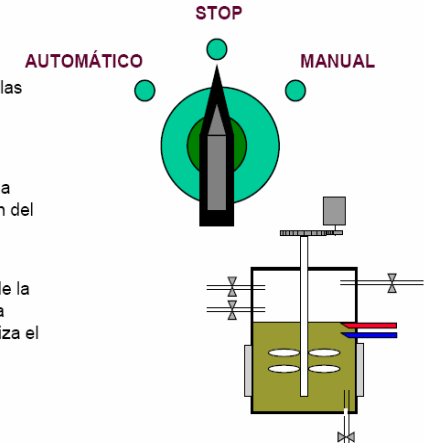
• ¿Qué es un automatizar?

- Utilización de equipos y técnicas para el gobierno de un proceso industrial de forma que el sistema funcione con poca o ninguna intervención humana.
- Sustitución del operador humano por un operador artificial en tareas físicas o mentales.
- **Automatismo, sistema de control.** Dispositivo o conjunto de equipos mediante el cual un aparato o sistema adquiere un carácter automático.
- **Control.** Manipulación de un sistema llamado planta mediante otro denominado sistema de control.

5

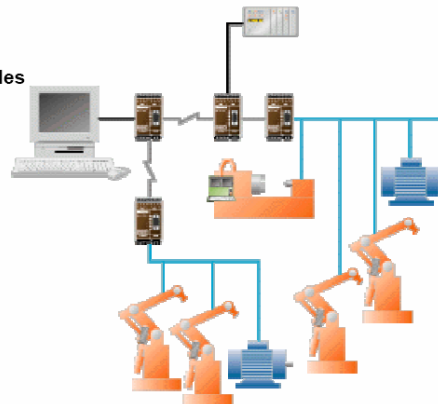
Modos de funcionamiento de la planta

- **Manual**
 - El operador a través de pulsadores, interruptores, teclado, etc va ordenando las diferentes operaciones a realizar en la planta.
- **Automático**
 - La planta funciona de forma automática sin intervención del operador
- **Semiautomático**
 - Parte de las operaciones de la planta se realizan de forma automática y otras las realiza el operador.

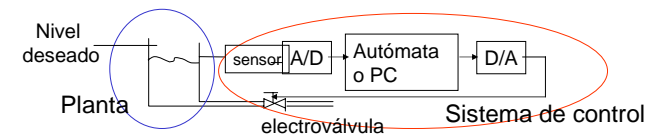


Elementos típicos utilizados en la automatización

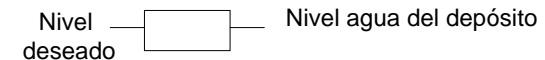
- PLCs
- Robots
- Comunicaciones
- Ordenadores industriales
- Software
 - SCADA



• Control y realimentación



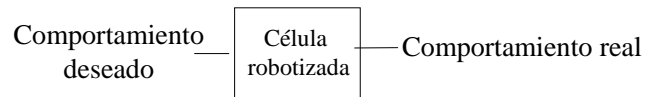
- **Control:** conseguir que la salida siga a la entrada (mediante realimentación o feedback)



8

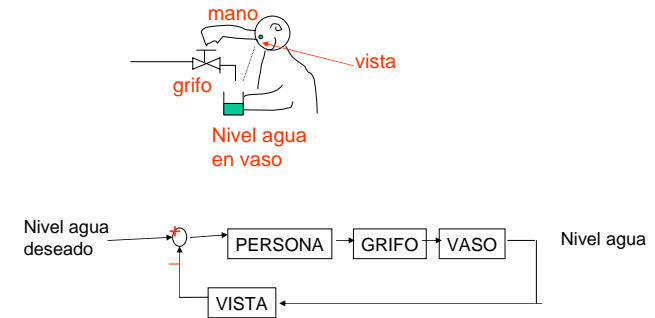
• Control y realimentación

- **Control:** conseguir que planta se comporte según lo deseado por el usuario



9

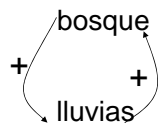
Realimentación o feedback



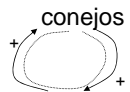
Lazos de control o reguladores

10

Realimentación o feedback: “en todas partes”



“pescadilla que se muerde la cola”



Lazos de crecimiento o decrecimiento (“explosivos”)

nacimientos/año-muertes/año

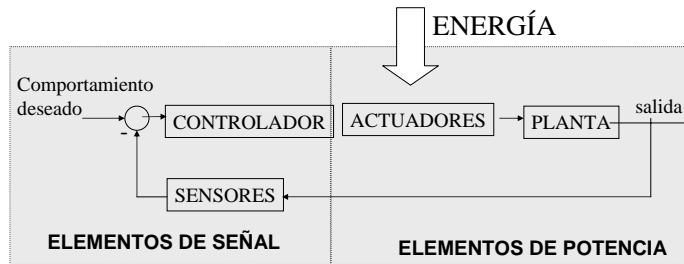
Lazos de refuerzo positivo o negativo (“explosivos”)

11

- **Elementos de un sistema de control**
- **Planta.** Proceso o sistema a controlar.
- **Controlador** o unidad de control (cabeza). Decide las acciones a realizar para conseguir el funcionamiento automático y trabaja con señales de baja potencia.
- **Accionamientos** (músculos). Reciben las señales de baja potencia del controlador y las transforma en señales de alta potencia, aptas para accionar la planta.
- **Sensores.** Convierten las magnitudes físicas de la planta en señales (normalmente eléctricas) para ser leídas por el controlador.

12

Elementos de un Sistema de control en lazo cerrado



13

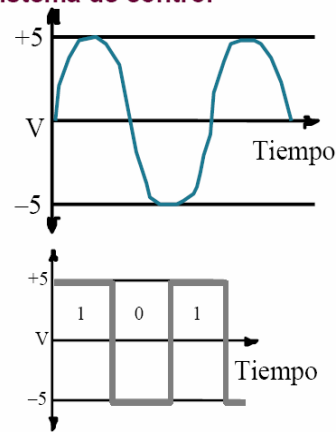
1.2 Sistemas de control analógicos, digitales y lógicos

- **Tipos de señales:**
 - analógicas, digitales y lógicas
- **Tipos de procesos a controlar:**
 - continuos o discretos
- **Tipos de sistemas de control:**
 - analógicos, digitales y lógicos
- **Tipo de sistema de control lógico:**
 - combinacional, secuencial

14

Tipos de señales en un sistema de control

- **Analógicas**
 - Señales de tipo continuo.
 - Se discretizan para ser tratadas como una señal digital.
- **Lógicas o binarias**
 - Señales todo o nada
 - Dos niveles codificados como 0 y 1.
 - Bit.
- **Digitales**
 - Agrupación de señales binarias.
 - Tamaños típicos:
 - 8 bit: byte
 - 16 bit: palabra
 - 32 bit: larga palabra



15

•Procesos continuos

Procesos continuos.

Sus variables toman infinitos valores comprendidos entre un máximo y un mínimo y evolucionan de forma continua en el tiempo.

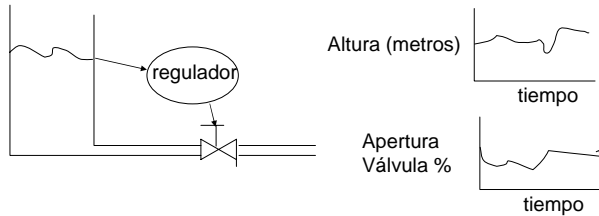
Sus variables son analógicas y los automatismos que los controlan se denominan reguladores.

Reguladores o controladores para procesos continuos

- Analógicos: basados en magnitudes físicas que representan variables continuas
- Digitales o numéricos: basados en electrónica digital

16

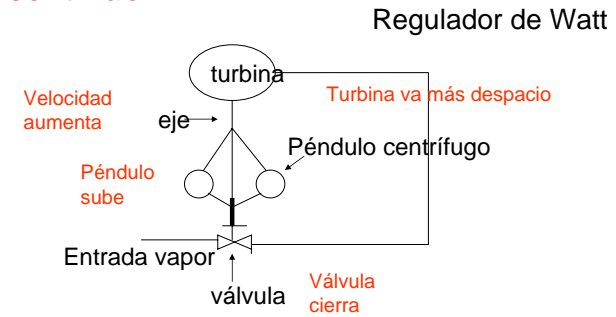
Procesos continuos



Ejemplos: Avión: altura, dirección, Robot: velocidad, posición ejes, Industria química (temperatura, PH, secado...), Máquina herramienta (velocidades, posiciones ejes), Máquina de vapor (entrada vapor, velocidad eje)

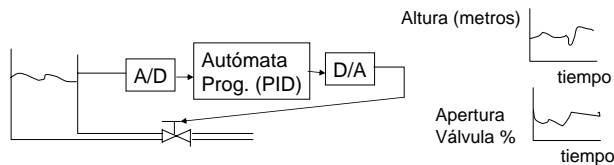
17

Regulador analógico para un proceso continuo



Utilizan todo tipo de tecnologías (mecánica, neumática, eléctrica...) en desuso, salvo en aparatos sencillos (cisterna) o incluidos en el propio diseño del aparato (control pasivo)

Regulador digital (numérico) para un proceso continuo



Las variables son continuas y analógicas pero el regulador no lo es. El regulador es un dispositivo electrónico basado en una lógica binaria (0/1) y que va adquiriendo los datos a base de muestrear las variables continuas del sistema. Los convertidores A/D y D/A se encargan de transformar las variables analógicas a señales procesables por el regulador.

Procesos discretos

Procesos discretos

Sus variables son señales todo/nada que cambian en instantes concretos de tiempo.

Controladores para procesos discretos

– lógicos

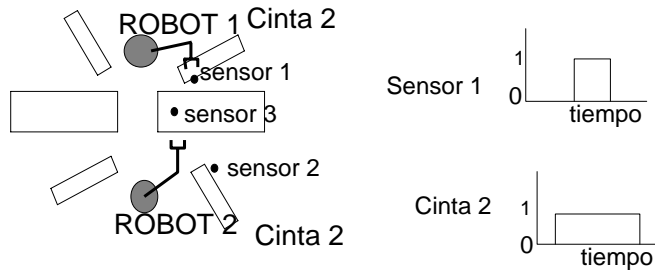
Robot: Llegada piezas, comunicación con otras máquinas, arranques, paradas

Máquina herramienta llegada material, arranques, paradas...

Termostato, cadenas de ensamblaje...etc

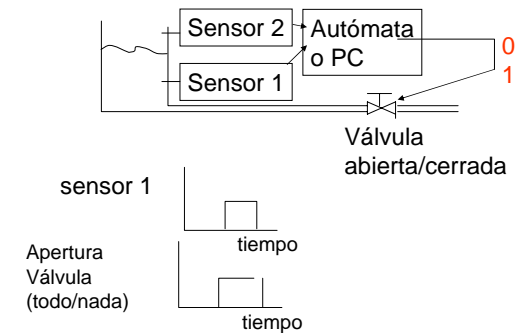
20

Procesos discretos



21

Proceso discreto y controlador lógico



22

Sistemas de control lógicos

Automatismo lógico combinacional: aquel cuyas salidas dependen en cada momento del valor de sus entradas, independientemente del cual sea el estado inicial. Su comportamiento se describe mediante funciones lógicas “Y”, “O”, “NO”, “O-exclusiva”... La tabla de verdad describe completamente su funcionamiento:

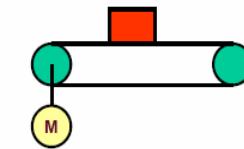
$y = A * B + C$

A	B	C	y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

23

Ejemplo

- Una cinta transportadora que se pone en marcha al cerrar el interruptor de arranque o cuando recibe una orden de arranque remota
 - IA: Interruptor de arranque
 - RA: señal remota de arranque
 - M: señal arranque motor
- La cinta no debe funcionar si el motor tiene sobrecalentamiento
 - TM: contacto relé térmico motor. Se abre el contacto cuando hay sobrecalentamiento



$$M = TM (IA + RA)$$

24

Automatismo lógico secuencial: aquel cuyas salidas dependen de las variables de entrada y del estado inicial del sistema (del valor de las entradas en instantes anteriores). Los estados anteriores se memorizan mediante **variables de estado** (internas).

Diagrama de estados (Mealy)

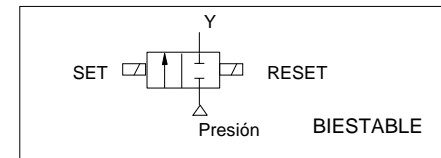
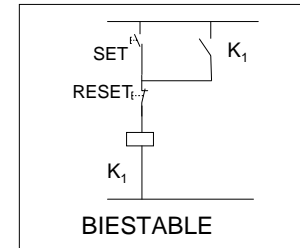
Estado actual $S(t)$	Entrada $X(t)$	Estado siguiente $S(t+1)$	Salida $Z(t)$
PAR	0	PAR	1
PAR	1	IMPAR	0
IMPAR	0	IMPAR	0
IMPAR	1	PAR	1



25

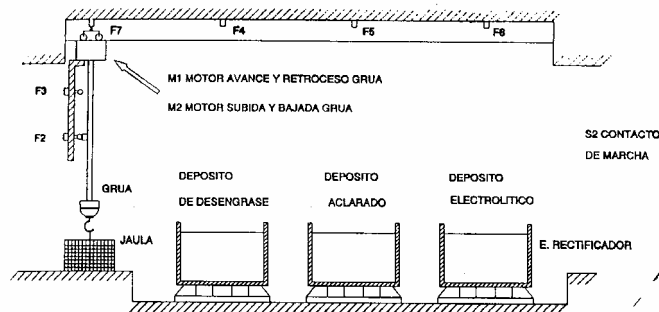
Automatismo lógico secuencial:

S	R	$y(t-1)$	$y(t)$
0	0	0	0
0	0	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
0	1	1	0
0	1	0	0



26

Ejemplo de diseño de automatismo secuencial: proceso de electrólisis



- Jaula:
- sube (una vez arriba)
 - avanza (una vez en posición)
 - baja (una vez abajo)
 - espera desengrase
 - sube
 - avanza
 - baja
 - espera en aclarado
 - sube
 - avanza
 - baja
 - espera en electrolito
 - sube
 - avanza

28

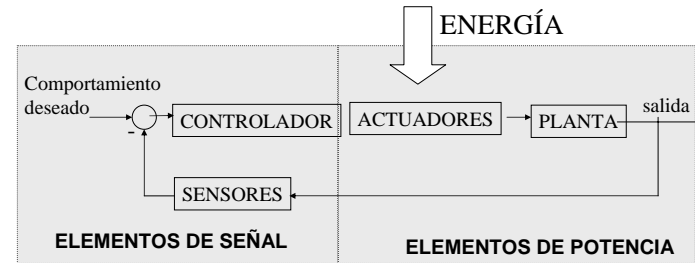
Jaula: -sube (una vez arriba)
 -avanza (una vez en posición)
 -baja (una vez abajo)
 -espera desengrase
 -sube
 -avanza
 -baja
 -espera en aclarado
 -sube
 -avanza
 -baja
 -espera en electrolito



Necesito guardar memoria del proceso

29

Elementos de un Sistema de control en lazo cerrado



30

Implementación de un controlador

¿Qué es físicamente el controlador?

- Un circuito electrónico (analógico o digital con sus puertas lógicas, sus flip-flops, sus memorias...)
- Un ordenador con un programa de control
- Un autómata programable
- Un sistema mecánico (cisterna)
- Un circuito eléctrico, el propio cableado implementa la lógica (relés, contactores)
- Un sistema neumático (donde las válvulas implementan la lógica)
- ...etc.

31

Implementación de un controlador: el autómata programable

Autómata programable o PLC (programming logic computer):

Equipo electrónico de control con hardware independiente de la aplicación, capacidad de conexión directa a las señales de campo y programable por el usuario.

- Hardware independiente de la aplicación.
- Hardware flexible
- Lógica programable: microprocesadores
- entradas y salidas
- programa

32