

Automatización

(Cód. 600013)

Presentación - Introducción


Escuela Politécnica Superior
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ


Índice


- 1 **Presentación**
- 2 Introducción a la automatización
- 3 Ejercicios


Profesores

Francisco M. Márquez


 francisco.marquez@uah.es


 DE332


 918856618


 918856641

F. Antonio Jurado

 antonio.jurado@uah.es

 Sala E33

 918856624

 918856641

Contenidos y evaluación

Contenidos

Bloque temático	Horas de clase
Introducción a la automatización	2 T
Automatismos eléctricos	6 T + 6 P (Lab. EL8)
Automatismos neumáticos	6 T + 6 P (Lab. EL8)
Autómatas programables	12 T + 12 P (Lab. EL8)
Exámenes parciales	3

Evaluación

- 1ª prueba parcial → 4 puntos.
- 2ª prueba parcial → 4 puntos.
- Prueba de laboratorio → 2 puntos.

Bibliografía

- **Diseño básico de automatismos eléctricos.** Pedro Ubieto Artur y Pedro Ibañez Carabantes, Paraninfo, Madrid 1999.
- **Neumática.** Antonio Serrano Nicolás, Paraninfo, Madrid 1996.
- **Autómatas programables. Fundamento, manejo, instalación y prácticas.** Alejandro Porras Criado y Antonio Plácido Montanero Molina, McGraw-Hill, Madrid 1990.
- **IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems.** Karl-Heinz John y Michael Tiegelkamp, Springer, Heidelberg 2010.

Índice

- 1 Presentación
- 2 Introducción a la automatización
- 3 Ejercicios

Algunas definiciones

Sistema de control

Conjunto de elementos que **gobiernan** el comportamiento de otro sistema —denominado **sistema controlado** o **proceso**— de forma que se cumplan unos objetivos determinados.

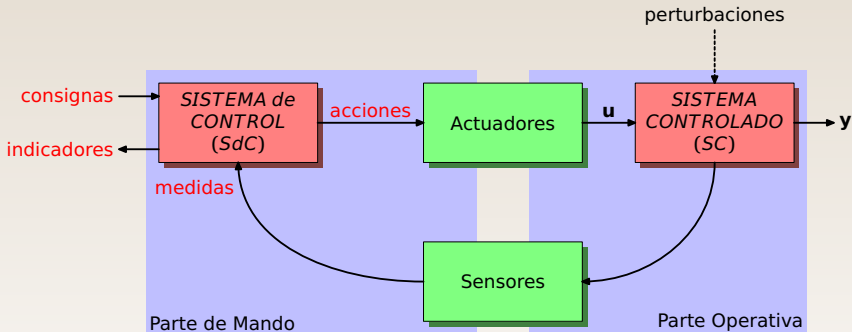
Automatización

Tecnología que tiene como objetivo la sustitución, en los procesos industriales, de los operadores humanos por sistemas de control.

Ejemplo

- Servomecanismos.
- Sistemas de control de los medios de transporte.
- Sistemas de control de fabricación (CIM – control integrated manufacturing).
- Control de plantas químicas.

Contexto de un sistema de control



- Las **consignas** son entradas procedentes del operador y los **indicadores** son salidas dirigidas al operador.
- Las **medidas** son datos de entrada al SdC. En función de esas medidas el SdC tomará las **acciones** pertinentes para gobernar el sistema controlado (SC).

Modelado de sistemas

Para diseñar un SdC se utilizan **modelos** del SC que permiten **predecir** su **comportamiento** y **corregirlo** en función de los **objetivos de control**.

modelo.

(Del it. *modello*).

4. m. Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja [...] que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

[DRAE www.rae.es]

Tipos de modelos

- **Estructural**. Describe las **partes** del sistema y la relación entre ellas. (¿cómo es el sistema?)
- **Funcional**. Describe la **función** del sistema: sus **acciones** sobre el entorno y sus **reacciones** a éste. (¿qué hace el sistema?)
- **Procesal**. Describe la actividad **dinámica interna** o **proceso** de un sistema. (¿cómo lo hace?)

Sistema dinámico

Los conceptos básicos en el modelado procesal son **estado** y **transición** entre estados:

- **Estado**. Información mínima necesaria en un instante dado para predecir la evolución de un sistema.
- **Transición**. Cambio en el estado de un sistema.
- **Proceso**. Sucesión de estados y transiciones.
- **Función de transición**. Determina el estado siguiente en función del estado actual y del estímulo que reciba el sistema.
- **Función de salida**. Determina la respuesta para el estado actual y el estímulo recibido.
- **Variable dinámica**. Función que representa el estado, el estímulo (entrada) o la respuesta (salida) de un sistema.

Sistemas continuos

- Sus variables dinámicas son funciones continuas en tiempo continuo:

$$x : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^n, n \in \mathbb{N}; \text{ estado } x(t)$$

$$u : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^m, m \in \mathbb{N}; \text{ entrada } u(t)$$

$$y : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^r, r \in \mathbb{N}; \text{ salida } y(t)$$

- Su comportamiento dinámico se modela con ecuaciones diferenciales:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u); f : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n$$

$$y = h(x, u); h : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^r$$

$$x(0) = x_0; \text{ (estado inicial)}$$

- Se estudian en Ingeniería de Control I.

Sistemas discretos

- Las variables dinámicas son funciones continuas en tiempo discreto:

$$x : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^n, n \in \mathbb{N}; \text{ estado } x^k = x(t)|_{t=kT_s}$$

$$u : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^m, m \in \mathbb{N}; \text{ entrada } u^k = u(t)|_{t=kT_s}$$

$$y : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^r, r \in \mathbb{N}; \text{ salida } y^k = y(t)|_{t=kT_s}$$

- Su comportamiento dinámico se modela con ecuaciones en diferencias:

$$x^{k+1} = f(x^k, u^k); f : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n$$

$$y^k = h(x^k, u^k); h : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^r$$

$$x^0 = x_0; \text{ (estado inicial)}$$

- Se estudian en Ingeniería de Control II.

Sistemas de eventos (Automatización)

- Las variables dinámicas están definidas en conjuntos finitos y en tiempo discreto:

$$x : \mathbb{N} \rightarrow X; X = \{q_1, \dots, q_n\}, n \in \mathbb{N} \text{ estado } x(k) = x^k$$

$$u : \mathbb{N} \rightarrow U; U = \{U_1, \dots, U_m\}, m \in \mathbb{N} \text{ entrada } u(k) = u^k$$

$$y : \mathbb{N} \rightarrow Y; Y = \{Y_1, \dots, Y_r\}, r \in \mathbb{N} \text{ salida } y(k) = y^k$$

- Su comportamiento dinámico se modela con una tabla de transición de estados y otra de salidas:

$$x^{k+1} = f(x^k, u^k); f : X \times U \rightarrow X$$

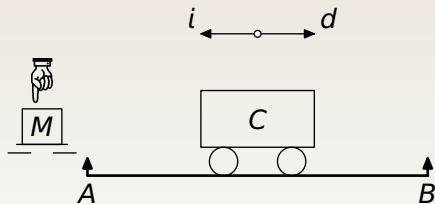
$$y^k = h(x^k, u^k); h : X \times U \rightarrow Y$$

$$x^0 \in X; \text{ (estado inicial)}$$

- La sextupla $\langle X, U, Y, f, h, x^0 \rangle$ se denomina máquina de **Mealy** finita determinista. Si h no depende de u tenemos una máquina de **Moore**.

Ej. carro que va y viene

Modelo **estructural**:



Modelo **procesal**:

- Al pulsar el botón M , el carro se desplaza hacia la derecha gracias a la acción de un motor mandado por el relé d .
- Al llegar al sensor B , el carro vuelve hacia A por la acción de un motor mandado por el relé i .
- Cuando C llega al sensor A , se para si M no está pulsado; de lo contrario comienza un nuevo ciclo.

Ej. carro que va y viene - Sistema de eventos

- Estados $X = \{q_1, q_2, q_3\}$:

$q_1 = C$ en reposo

$q_2 = C$ moviéndose hacia la derecha

$q_3 = C$ moviéndose hacia la izquierda

- Entradas $U = \{\overline{M} \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}, \overline{M} \cdot \overline{A}B, \overline{M}A\overline{B}, M\overline{A} \cdot \overline{B}, M\overline{A}B, MA\overline{B}\}$

Las combinaciones $\overline{M}A\overline{B}$ y $MA\overline{B}$ no son entradas válidas.

- Salidas $Y = \{\overline{i} \cdot \overline{d}, i\overline{d}, \overline{id}\}$. La combinación id no es una salida válida.

Ej. carro que va y viene - Sistema de eventos

- Función de transición de estados $f : X \times U \rightarrow X$;

$f(x, u)$	$\overline{M} \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}$	$\overline{M} \cdot \overline{A}B$	$\overline{M}A\overline{B}$	$M\overline{A} \cdot \overline{B}$	$M\overline{A}B$	$MAB\overline{B}$
q_1	—	—	q_1	—	—	q_2
q_2	q_2	q_3	q_2	q_2	q_3	q_2
q_3	q_3	q_3	q_1	q_3	q_3	q_2

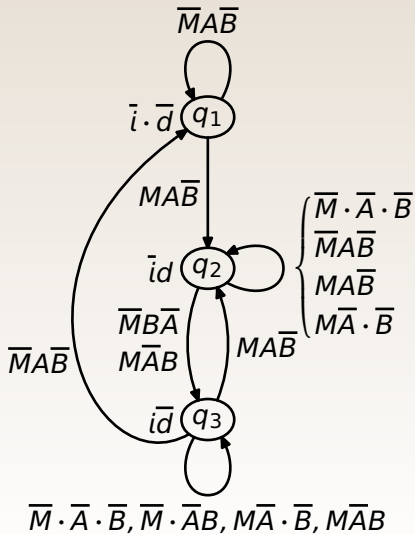
- Función de salida $h : X \times U \rightarrow Y$;

$h(x, u)$	$\overline{M} \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}$	$\overline{M} \cdot \overline{A}B$	$\overline{M}A\overline{B}$	$M\overline{A} \cdot \overline{B}$	$M\overline{A}B$	$MAB\overline{B}$
q_1	—	—	$\overline{i} \cdot \overline{d}$	—	—	\overline{id}
q_2	\overline{id}	id	\overline{id}	\overline{id}	id	\overline{id}
q_3	id	id	$\overline{i} \cdot \overline{d}$	\overline{id}	id	\overline{id}

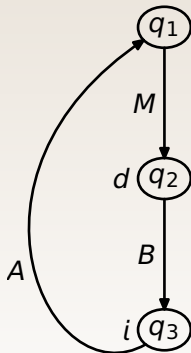
- Estas dos funciones se representan más cómodamente con un **digrafo etiquetado**.

Ej. carro que va y viene - Digrafo etiquetado

Digrafo completo:



Digrafo simplificado:



Ej. línea de montaje

Def. Línea de montaje

Conjunto de operaciones secuenciales (**proceso**) por el cual una serie de componentes son ensamblados para obtener un producto final.

No automatizada (Ford 1950):



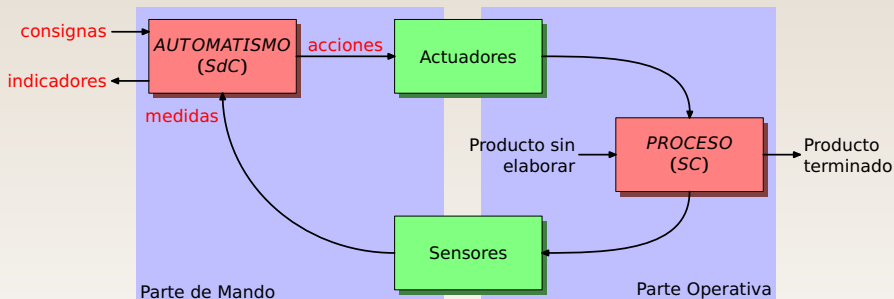
Automatizada (BMW - mini):



[Ver vídeo](#)

¿**Cuántos estados** tendrá el modelo del sistema?

Ej. línea de montaje. Automatismo



Def. Automatismo industrial

Sistema que controla un conjunto de máquinas para que realicen de forma autónoma un proceso, liberando así al ser humano de su intervención en el mismo.

Desarrollo de automatismos

Fases:

- 1 Especificaciones funcionales
- 2 Selección de la tecnología
- 3 Diseño de los circuitos de mando y potencia
- 4 Selección de componentes
- 5 Montaje y pruebas
- 6 Puesta en marcha

Opciones tecnológicas:

- Mecánica: ruedas dentadas, poleas, levas, cremalleras.
- **Eléctrica**: interruptores, pulsadores, conmutadores, contactores.
- Hidráulica: cilindros, válvulas.
- **Neumática**: cilindros, válvulas.
- Electrónica: sistemas informáticos, **autómatas programables**.

Índice

- 1 Presentación
- 2 Introducción a la automatización
- 3 Ejercicios

Ejercicio 1— Ecuaciones de estado y de salida

Obtenga las ecuaciones de transición entre estados (en lo sucesivo ecuaciones de estado):

$$x^{k+1} = f(x^k, u^k),$$

y las ecuaciones de salida:

$$y^k = h(x^k, u^k),$$

del sistema de eventos correspondiente al ejemplo del carro que va y viene descrito en la página 14.

Ejercicio 2— Ecuaciones de estado

Obtenga, mediante cálculo matricial, las ecuaciones de estado del sistema de eventos modelado por el grafo de la figura:

