



Sistemas Automáticos

Tema 1



Tema 1 Sistemas Automáticos

- **Introducción**
- Definiciones Básicas
- Concepto general de realimentación
- Tipología de los sistemas de control:
 - sistemas de regulación
 - sistemas de control secuencial
- Automatización de plantas o procesos industriales
 - Tecnologías para la Automatización
 - Esquema típico de la Automatización Industrial
- Ejemplos



Introducción

- El control aparece en casa, en los coches, en la industria, y en los sistemas de comunicación y transporte.
- Cada vez se convierte en un elemento más crítico si falla.
- Necesario para diseño de material e instrumentación usado en ciencias básicas
- Aparecen principios de control en Economía, Biología y Medicina
- El control es inherentemente multidisciplinario (proceso, técnicas de control, tecnología de sensores y actuadores, ...)
- Implica un corte horizontal a las fronteras tradicionales de los departamentos.



¿Por qué un ingeniero debe saber control?

- Prácticamente todos los ingenieros lo van a usar e incluso algunos diseñarán sistemas de control.
- El control es un elemento esencial de prácticamente todos los sistemas de ingeniería.
Si los diseños se basan sólo en el comportamiento estático los resultados pueden ser pobres.
- Permite otorgar grados de libertad extra a los diseñadores.

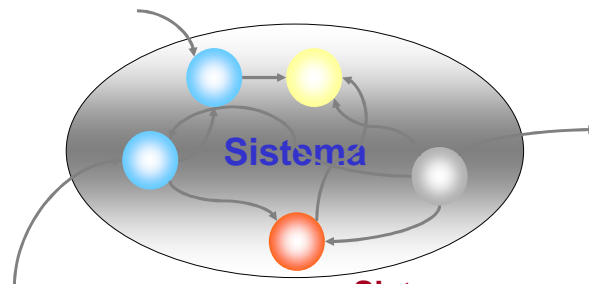


Tema 1 Sistemas Automáticos

- Introducción
- **Definiciones Básicas**
- Concepto general de realimentación
- Tipología de los sistemas de control:
 - sistemas de regulación
 - sistemas de control secuencial
- Automatización de plantas o procesos industriales
 - Tecnologías para la Automatización
 - Esquema típico de la Automatización Industrial
- Ejemplos



La Ingeniería de Sistemas y Automática



Sistema

Cualquier entidad compleja constituida por un conjunto de elementos que guardan entre sí una relación de influencia, formando un entramado que asocia unos elementos con otros.



La Ingeniería de Sistemas y Automática

Ingeniería

*Aplicación de la ciencia y las matemáticas mediante las cuales la materia, la información y las fuentes de energía en la naturaleza se hacen **útiles** a la gente.*

Ingeniería de Sistemas

Organización e integración de máquinas y elementos funcionales de diferente naturaleza –incluidos los humanos- en unidades operativas eficientes.

Automática

Disciplina que trata de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada.



Control

Regulación, manual o automática, sobre un sistema

Automatismo

Dispositivo que se encarga de controlar el funcionamiento del proceso capaz de reaccionar ante las situaciones que se presenten.

Sistema Automático

Proceso dotado de elementos o dispositivos que se encargan de controlar el funcionamiento del mismo, de forma que pueda operar en cierta medida de forma autónoma, sin intervención humana.

Sistema Automático = Proceso + Automatismo



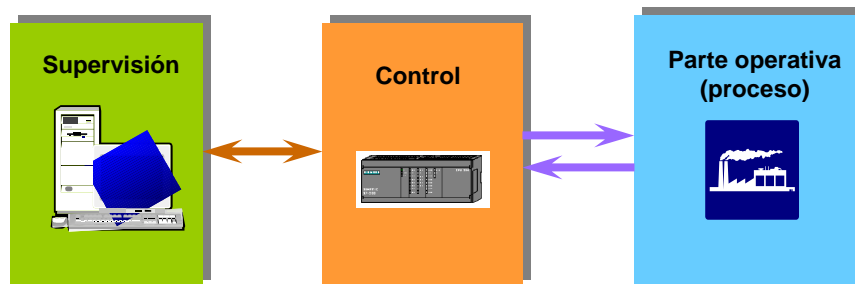
Tema 1

Sistemas Automáticos

- Introducción
- Definiciones Básicas
- **Concepto general de realimentación**
- Tipología de los sistemas de control:
 - sistemas de regulación
 - sistemas de control secuencial
- Automatización de plantas o procesos industriales
 - Tecnologías para la Automatización
 - Esquema típico de la Automatización Industrial
- Ejemplos

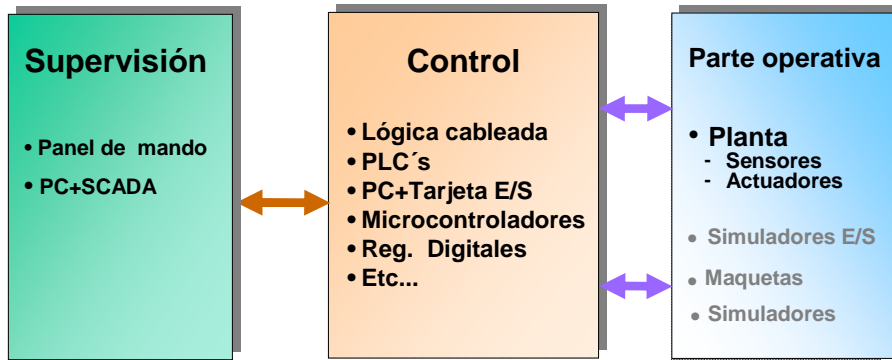


Esquema general de un Sistema Automatizado

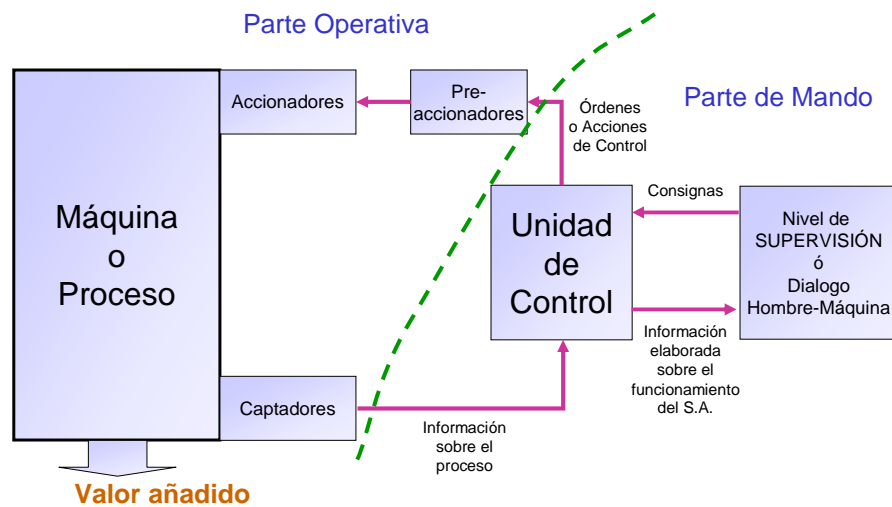




Esquema general de un Sistema Automatizado



Sistema Automático: Concepto de Lazo o Bucle





Sistema Automático: Concepto de Lazo o Bucle

Todo SA, por simple que sea, se basa en la idea de Bucle o Lazo:

Captadores

Mediante los captadores, percibe la *condición* o *estado* del proceso

Automatismo o Unidad de Control

En la U.C. existirá algún "algoritmo" o "principio de control" que en función del estado del proceso, calcula acciones de control u órdenes tendentes a llevar dicho proceso al estado deseado de funcionamiento

Actuadores

Dichas órdenes son traducidas a acciones de control, que son aplicadas al proceso mediante los accionadores o actuadores

Nivel de Supervisión

El automatismo puede generar también información elaborada del proceso o recibir consignas de funcionamiento hacia o desde un nivel superior de supervisión



Lazo abierto y Lazo cerrado

Lazo Abierto

Sin concurrencia de la información del estado del proceso.
La acción de control no es afectada por la salida del sistema.

- Tostadora
- Lavadora automática
- Pedal del acelerador (aunque aquí el lazo lo cierra el conductor)

Lazo Cerrado

Las acciones de control dependen de la referencia y de la propia salida del sistema

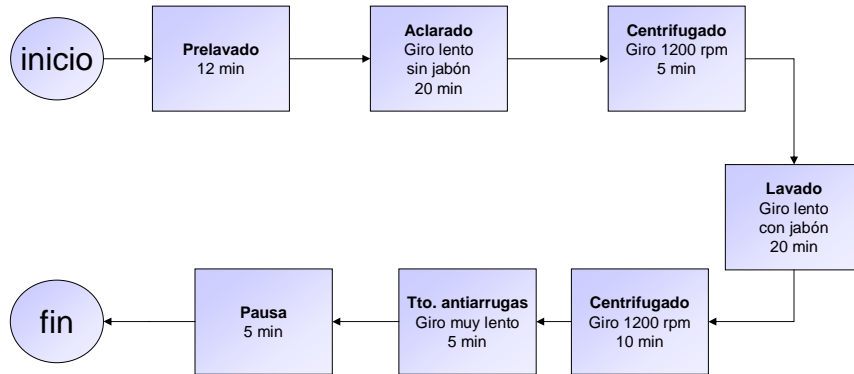
- Piloto automático de un avión
- Ducha
- Termostato
- Sistema de hidratación del cuerpo humano (sed)



Ejemplo de sistema en Lazo Abierto: Lavadora

En principio sin concurrencia de sensores

Nota: No obstante existen lavadoras que miden nivel de carga y suciedad: eso sería bucle cerrado

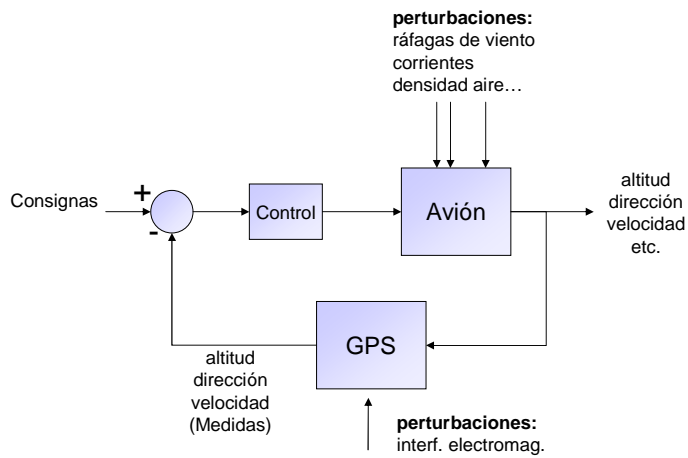


2006

15



Ejemplo de sistema en Lazo Cerrado: Sistema de Piloto Automático



2006

16



Tema 1 Sistemas Automáticos

- Introducción
- Definiciones Básicas
- Concepto general de realimentación
- **Tipología de los sistemas de control:**
 - sistemas de regulación
 - sistemas de control secuencial
- Automatización de plantas o procesos industriales
 - Tecnologías para la Automatización
 - Esquema típico de la Automatización Industrial
- Ejemplos



Dos grandes tipos de Sistemas Automáticos de control:

Sist. Automáticos de control Secuencial

Sist. Automáticos de Regulación



Sistemas Automáticos de Control Secuencial

Evento Discreto:

Ocurrencia de una característica en la evolución de una señal (flanco de subida, paso por un cierto nivel, pulso, llegada de un dato, ...). Suele representarse por un valor booleano $\{0,1\}$

Sistemas de eventos discretos:

Sistemas dinámicos que cambian de estado ante la ocurrencia de eventos discretos. Generalmente el estado sólo puede adquirir un conjunto discreto de valores y puede ser representado de forma simbólica en vez de numérica.

Sistemas Automáticos de Control Secuencial:

Son los sistemas automáticos en los que el proceso a controlar es un sistema de eventos discretos



Sistemas Automáticos de Regulación

Son los sistemas automáticos en los que el proceso a controlar es continuo.

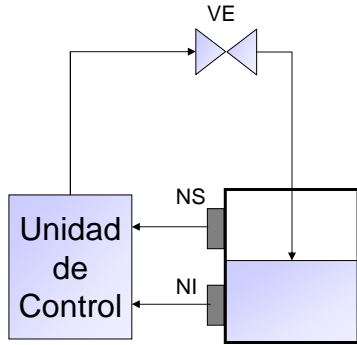
Habitualmente se persigue que un conjunto de una o varias variables continuas del proceso alcancen valores especificados por otras tantas referencias o consignas.

Ejemplos:

- Piloto automático de control de altura en un avión
- Sistema biológico de regulación de la presión arterial
- Sistema de control de la posición de un brazo robot
- Sistema de control de posición del cabezal de un disco óptico



Sist. de control Secuencial



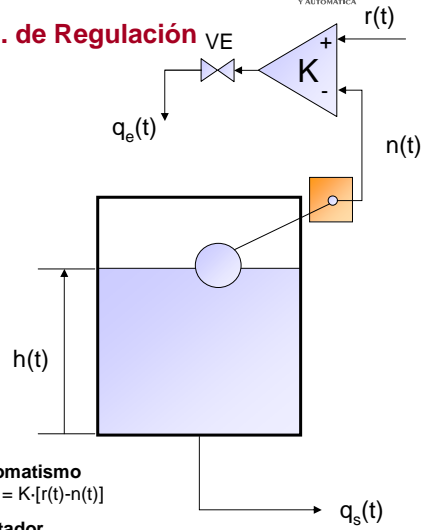
Automatismo
 función lógica:
 si $NS=1$ entonces $VE=0$
 si $NI=0$ entonces $VE = 1$

Captadores
 Sensores de nivel NS, NI

Actuadores
 Válvula todo-nada VE

2006

Sist. de Regulación



Automatismo
 $q_e(t) = K \cdot [r(t) - n(t)]$

Captador
 Flotador

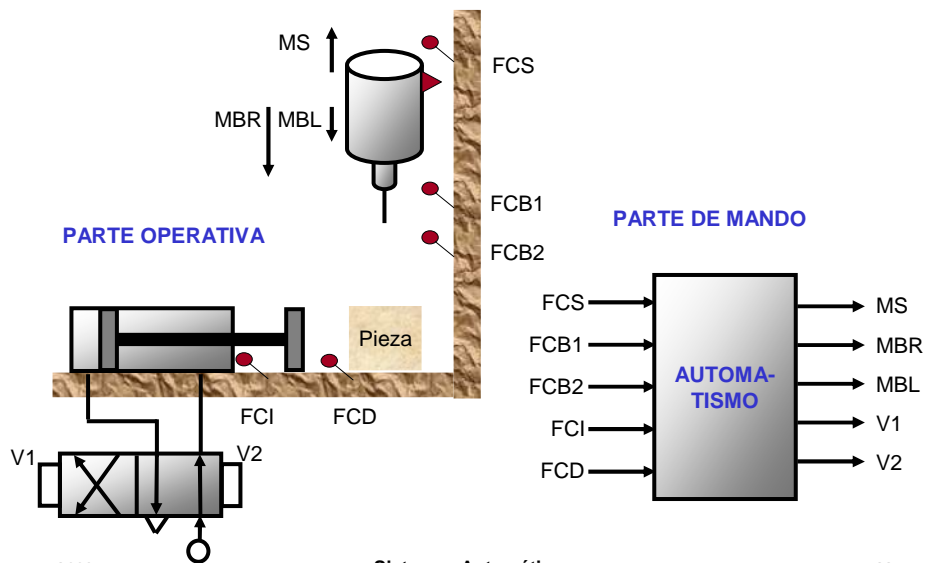
Actuadores
 Válvula proporcional VE

Referencia
 Se da una señal de referencia de forma explícita

21



Ejemplo de Sistema Automático de control Secuencial



2006

22



Tema 1

Sistemas Automáticos

- Introducción
- Definiciones Básicas
- Concepto general de realimentación
- Tipología de los sistemas de control:
 - sistemas de regulación
 - sistemas de control secuencial
- **Automatización de plantas o procesos industriales**
 - Tecnologías para la Automatización
 - Esquema típico de la Automatización Industrial
- Ejemplos



Tecnologías para la Automatización

Tecnología Cableada

Implementación física de la lógica de la Unidad de Control.

Familias tecnológicas:

- Mecánicos
- Neumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos
- Electrónicos, etc.

Ventajas:

- Simplicidad
- Adecuadas para problemas sencillos

Ejemplos:

- Control de nivel de líquido por flotador
- Regulador de Watt
- Cuadros de mando por contactores

Inconvenientes:

- Ocupa mucho espacio
- Poca flexibilidad
- Mantenimiento costoso
- No adaptados a funciones de control complejas



Tecnologías para la Automatización

Tecnología Programada

Utilización de dispositivos capaces de ejecutar algoritmos, dotados de entradas y salidas analógicas y/o digitales

Familias tecnológicas:

- Microprocesadores (ordenadores de proceso)
- Microcontroladores
- Automatas Programables (PLC's)
- DSP's

Inconvenientes:

- Complicados y caros para aplicaciones simples

Ejemplos:

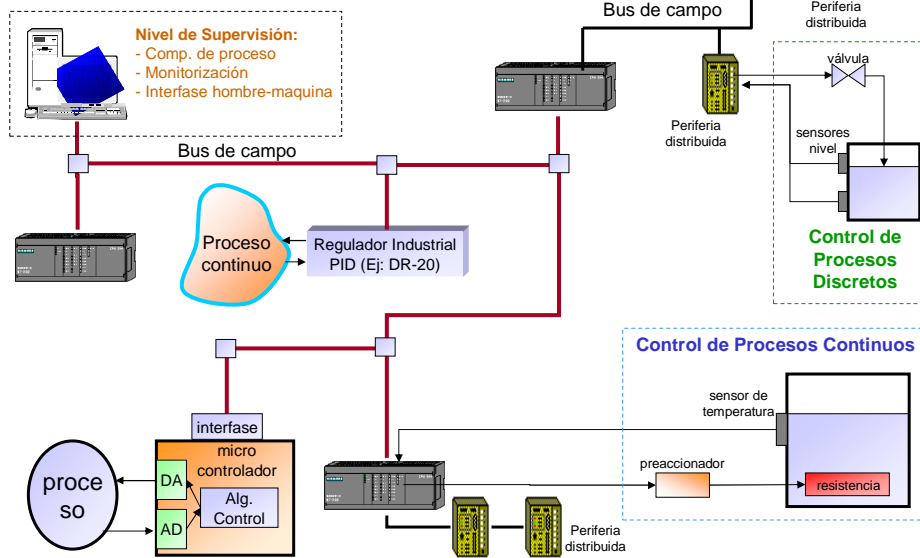
- Automatización industrial con PLC's
- Accionamientos de Control Vectorial basados en DSP's

Ventajas:

- Flexibilidad
- Ocupan poco espacio
- Coste compensa para aplicaciones de complicación media/alta
- Mantenimiento sencillo

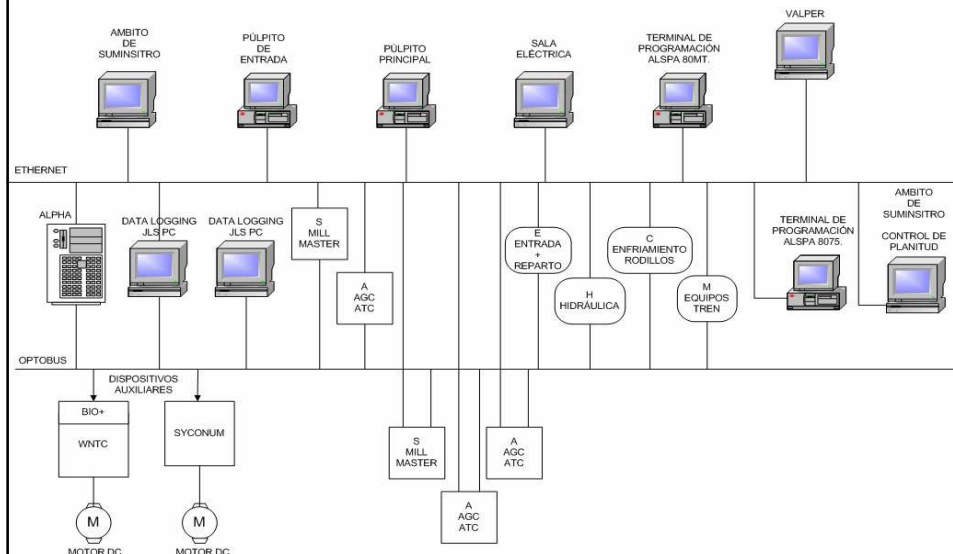


Esquema típico de una Automatización Industrial





Ejemplo: Automatización de un tren de Laminación en Frío



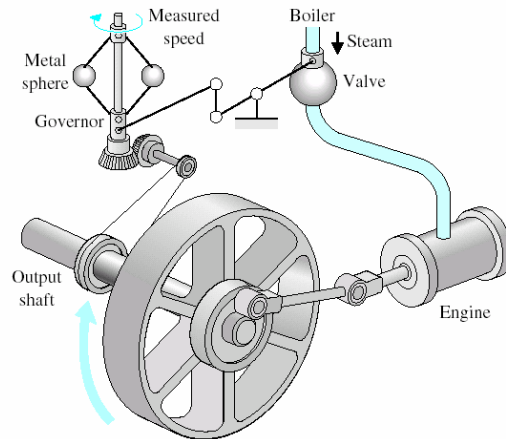
Tema 1 Sistemas Automáticos

- Introducción
- Definiciones Básicas
- **Concepto general de realimentación**
- **Tipología de los sistemas de control:**
 - sistemas de regulación
 - sistemas de control secuencial
- Automatización de plantas o procesos industriales
 - Tecnologías para la Automatización
 - Esquema típico de la Automatización Industrial
- **Ejemplos**



Sistemas que utilizan control

Regulador de bolas de Watt → [Dorf01]



2006

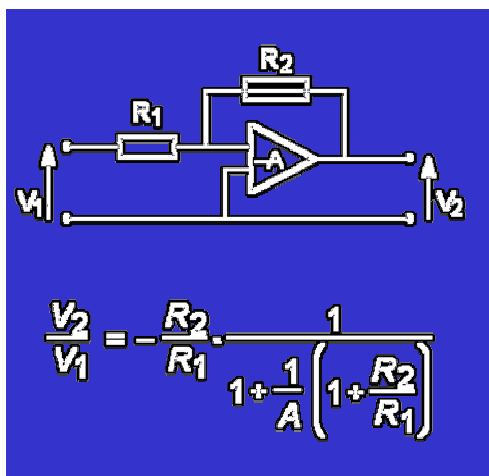
Sistemas Automáticos

29



Sistemas que utilizan control

Electrónica/Telecomunicaciones → [Astrom03]



2006

Sistemas Automáticos

30



Sistemas que utilizan control

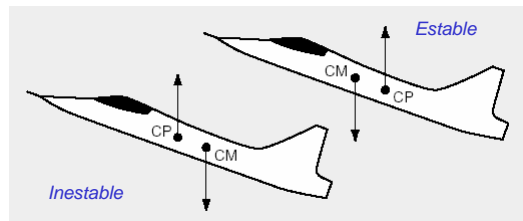
Aviación → [Astrom03]

Hermanos Wright	1903
Piloto automático Sperry	1912
Robert Lee (transoceánico)	1947
V1 and V2 (A4)	1942
Sputnik	1957
Apollo	1969
Mars Pathfinder	1997



Sistemas que utilizan control

Aeronáutica → [Astrom03]



+Estabilidad → -Maniobrabilidad

Diseño deliberadamente inestable
 El control estabiliza → se gana en maniobrabilidad
 El control se tiene en cuenta a nivel de diseño
 El control es crítico (sistema falla si control falla)



Sistemas que utilizan control

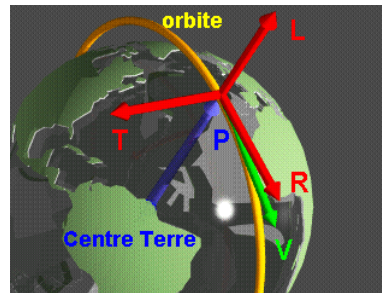
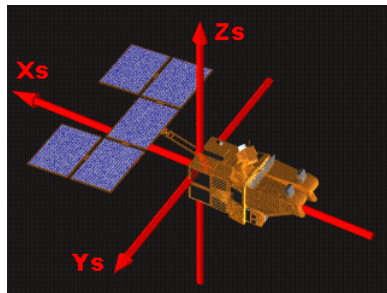
Orientación y posicionamiento de Satélites

Sensores

Actuadores



http://spot4.cnes.fr/spot4_gb/attitude.htm



2006

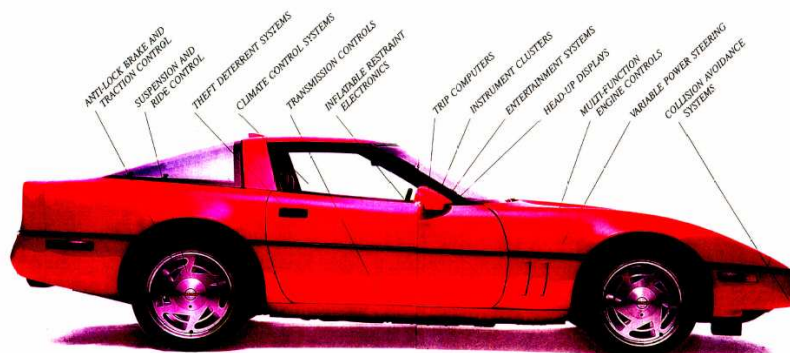
Sistemas Automáticos

33



Sistemas que utilizan control

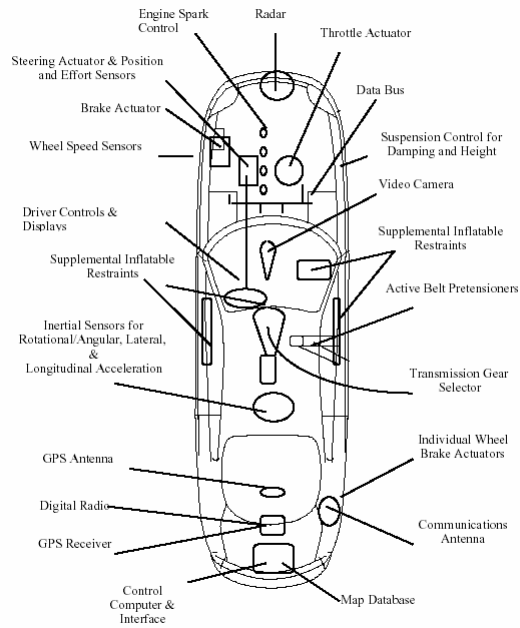
Automoción → [Astrom03]



2006

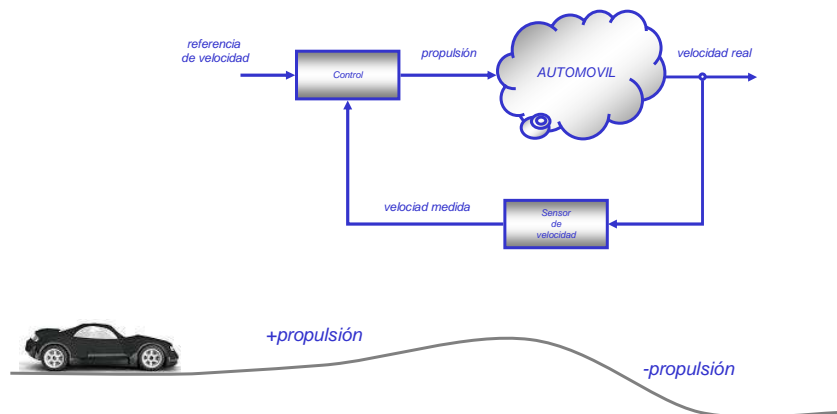
Sistemas Automáticos

34



Sistemas que utilizan control

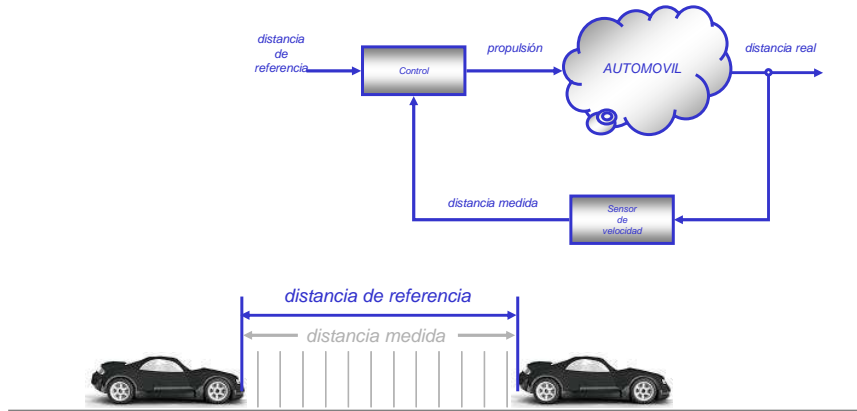
Automoción. Control de velocidad de crucero





Sistemas que utilizan control

Automoción. Sistemas anticollisión



Sistemas que utilizan control

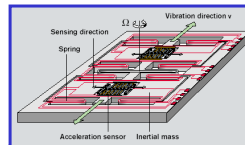
Automoción. Control de estabilidad ESP

Fuentes:

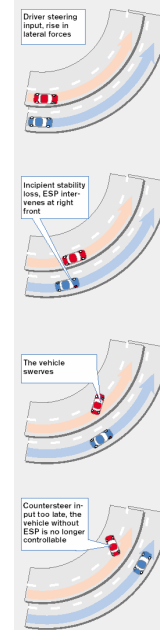
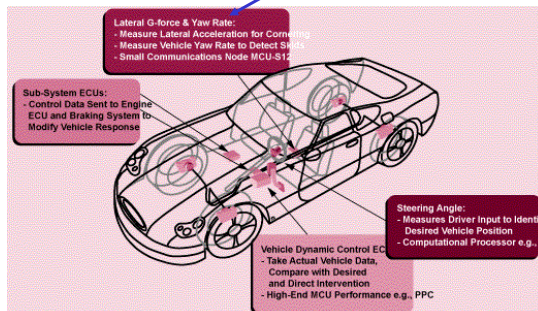
http://www.bosch.co.jp/automotive/en/products/pdf/36_37.pdf

<http://e-www.motorola.com/webapp/sps/site/application.jsp?modelId=04J71V07SLbtv>

Sensor micromecánico



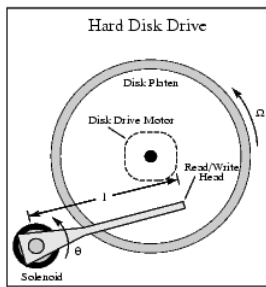
Esquema del ESP



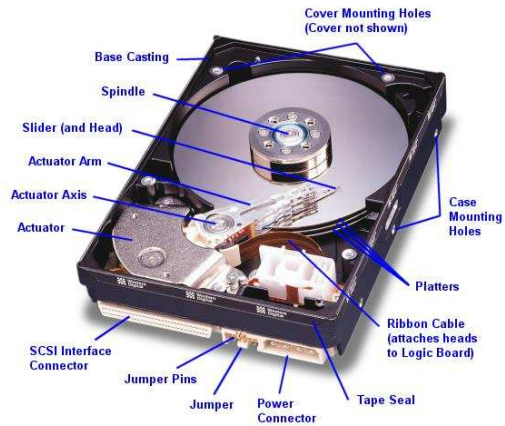


Sistemas que utilizan control

Posicionamiento de cabezal en sistemas de almacenamiento de datos



2006



Sistemas Automáticos

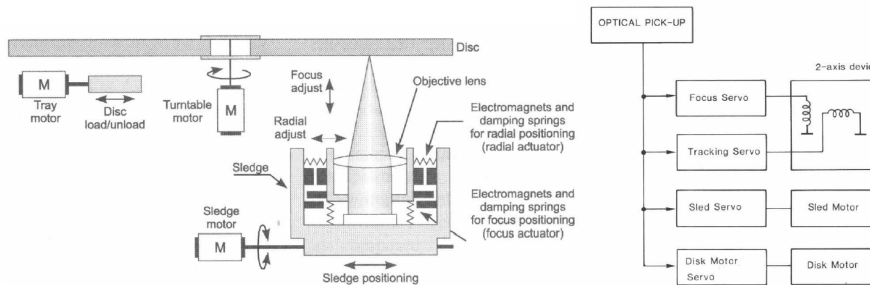
39



Sistemas que utilizan control

Posicionamiento de cabezal en un lector de CD →[Astrom03]

Diagrama esquemático de un lector de CD



2006

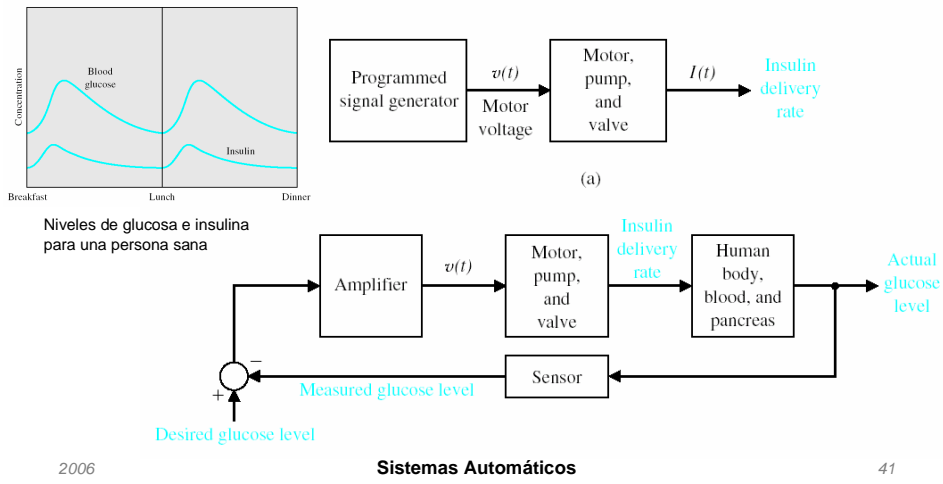
Sistemas Automáticos

40



Control de glucemia en diabéticos

Seguimiento de nivel de glucosa → [Dorf01]



2006

41



Sistemas que utilizan control

Robótica → [Murray03]

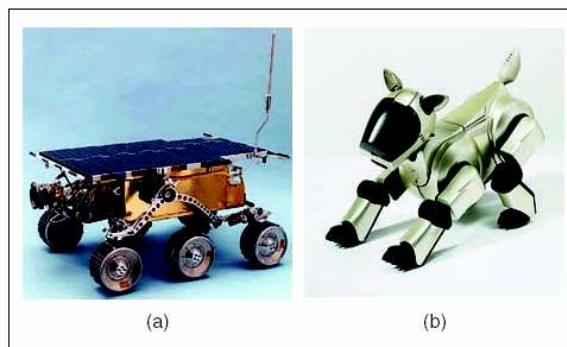


Figure 6. (a) The Mars Sojourner rover and (b) Sony AIBO Entertainment Robot. (Photographs courtesy of Jet Propulsion Laboratory and Sony Electronics Inc.)

2006

42



Bibliografía

- Franklin, G.F. et al. *"Feedback Control of Dynamic Systems"*, 4ª edición, Prentice-Hall, 2002.
- Dorf, R.C. et al. *"Modern Control Systems"*, 9ª edición, Prentice-Hall, 2001.
- [Murray03]
<http://www.cds.caltech.edu/~murray/cdspanel/report/cdspanel-15aug02.pdf>
- [Astrom02]
<http://www.cds.caltech.edu/~murray/courses/cds101/fa02/caltech/astrom-ch1.pdf>