

# PRINCIPIOS DE SERVOSISTEMAS

Hoy en día los sistemas de control constituyen la base de todo proceso industrial y automatización en general, siendo su finalidad proporcionar una respuesta adecuada a un estímulo determinado.

## GLOSARIO Y CONCEPTOS

**Planta:** sistema sobre el que pretendemos actuar.

**Proceso:** secuencia de operaciones para obtener un fin determinado.

**Sistema:** conjunto de operadores que actúan relacionados para realizar el control deseado.

**Perturbación:** es todo tipo de señal no deseada capaz de afectar al sistema. Puede ser *interna o externa* al sistema y, dependiendo de la frecuencia con la que se manifiesta, puede ser *permanente o esporádica*.

**Entrada de mando:** señal externa al sistema que condiciona su funcionamiento.

**Señal de referencia:** es una señal de entrada conocida que nos sirve para calibrar al sistema.

**Unidad de control:** gobierna la salida en función de una señal de activación.

**Salida:** representa la variable física gobernada.

**Señal activa:** también denominada señal de error. Representa la diferencia entre la señal de entrada y la señal realimentada.

**Unidad de realimentación:** está formada por uno o varios elementos que captan la variable de salida, la acondicionan y trasladan a la unidad de comparación.

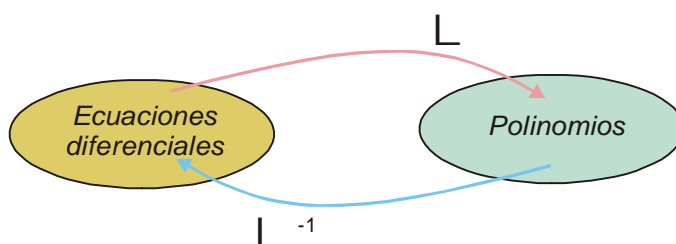
**Unidad comparadora:** nos proporciona la señal de error, dependiente de la señal de entrada y de la señal realimentada.

**Transductor:** transforma una magnitud física en otra que es capaz de interpretar el sistema.

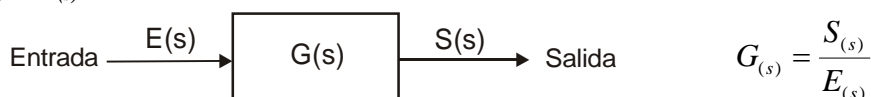
**Amplificador:** nos proporciona un nivel de señal procedente de la realimentación, entrada, comparador, etc. adecuada al elemento sobre el que actúa.

**Transformada de Laplace:** se indica con  $L$  y es un operador matemático que transforma una ecuación diferencial en un polinomio donde la variable se indica con la letra  $s$ .

**Transformada inversa de Laplace:** se indica con  $L^{-1}$  y es un operador matemático que transforma un polinomio, con variable  $s$ , en una ecuación diferencial.



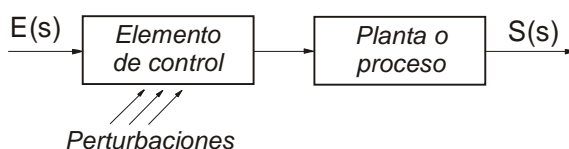
**Función de transferencia  $G(s)$ :** se representa en el dominio de Laplace y en un bloque determinado representa la relación entre la señal de salida  $S(s)$  y entrada al bloque  $E(s)$ .



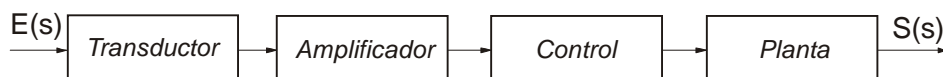
## TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

### Lazo abierto

También denominado sistema de control en *bucle abierto*. Son sistemas cuya salida no tiene efecto sobre la señal de control. En estos sistemas la variable de salida puede distanciarse considerablemente de la deseada debido a las perturbaciones.



**Diagramas de control en lazo abierto**

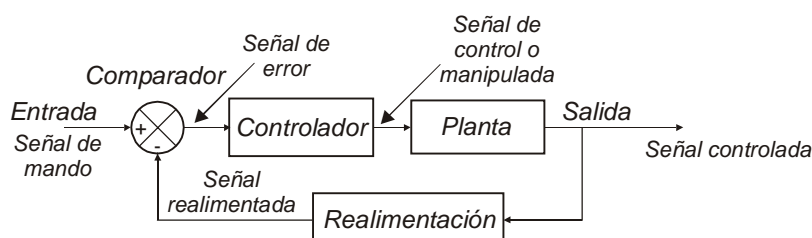


**Diagramas de control en lazo abierto más completo**

*Ejemplos de sistemas de lazo abierto:* lavadora, lavaplatos, semáforo, brasero sin termostato, etc. Todos ellos controlan una variable de salida como es: limpieza de la ropa, limpieza de platos, paso de vehículos, temperatura de una habitación, pero se hace muy difícil determinar el grado de actuación.

## Lazo cerrado

También denominados sistemas de control en *bucle cerrado*. Son sistemas cuya salida tiene efecto sobre la señal de control, por ello en estos sistemas las perturbaciones tienen menos incidencia sobre la variable de salida, ya que el sistema está corrigiendo permanentemente la variable de salida en función de la especificación de entrada.



*Diagrama típico en bloques de un sistema de control en lazo cerrado*

*Ejemplo de sistemas de lazo cerrado:* sistemas de llenado de una cisterna, desplazamiento de un ser vivo, control de potencia de un generador eléctrico donde la potencia generada ha de ser igual a la consumida, etc.

## COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

### Transductores y captadores

Los transductores son elementos que transforman una magnitud física en otra que puede ser interpretada por el sistema de control.

El captador es la parte del transductor que recibe la magnitud física que deseamos transformar. No obstante, un mismo elemento puede recibir el nombre de transductor si se encuentra en la entrada del sistema de control, y captador si se encuentra en el lazo de realimentación.

### Transductores y captadores más usuales

Algunas veces a estos elementos se les denomina sensores.

#### De posición

Nos proporcionan información sobre la presencia de un objeto. Los podemos clasificar, según su principio de funcionamiento, en:

- \* **Finales de carrera:** a su vez se clasifican en función del elemento captador en: de palanca, de émbolo o de varilla. Son dispositivos del tipo todo o nada cuyo principio de funcionamiento es similar a un interruptor eléctrico.
- \* **Detectores de proximidad inductivos:** constan de una bobina eléctrica que puede crear un campo magnético estático o no. Al acercarse un objeto metálico a la bobina se modifica la inducción de esta por efecto de histéresis o Foucault.

- \* **Detectores de proximidad capacitivos:** se basan en la variación de la capacidad  $C$  que experimenta un condensador cuando modificamos la separación entre las armaduras  $d$ , el dieléctrico  $K$  o la superficie enfrentada de las armaduras  $A$ .

$$C = K \frac{A}{d^2}$$

- \* **Detectores de proximidad ópticos:** permiten detectar todo tipo de objetos, tanto sólidos como líquidos. Se basan en la reflexión y detección de un haz luminoso que normalmente es infrarrojo para evitar luces parásitas.

### De desplazamiento

Nos proporcionan información sobre la posición relativa de un objeto. Los podemos clasificar según su principio de funcionamiento en:

- \* **Radar:** se basa en la emisión modular de radiaciones electromagnéticas y la captación de los ecos que se producen. La distancia del objeto que refleja la radiación electromagnética queda determinada por el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción. Este sistema nos permite determinar grandes distancias.  $d = c \cdot \Delta t / 2$ , siendo  $c$  la velocidad de propagación de las ondas.
- \* **Detectores lineales de pequeñas distancias:** están basados, fundamentalmente, en un potenciómetro lineal para medir distancias rectas, o en un potenciómetro angular para medir variaciones angulares.

### De velocidad

Permiten medir la velocidad lineal o angular de un objeto expresada en r.p.m. Su principio de funcionamiento es muy similar al de una dinamo.

### De presión

Nos proporcionan información sobre la presión que está ejerciendo un fluido o un sólido sobre otro. Los podemos clasificar según su principio de funcionamiento en:

- \* **Mecánicos:** se basan en el desplazamiento o deformación de ciertos elementos del transductor.
- \* **Electromecánicos:** como en el caso anterior, se basan en la deformación o desplazamiento de unas partes del transductor que son usadas para actuar sobre elementos eléctricos (potenciómetros, condensadores y bobinas), modificando una tensión o intensidad. Dentro de este grupo tenemos las *galgas extensiométricas*, que son unos elementos metálicos con una forma determinada y están basadas en la variación de resistencia eléctrica que experimentan algunas aleaciones cuando se modifica su forma.

- \* **Piezoeléctricos:** Están basados en las propiedades de ciertos materiales como el cuarzo que al ser sometido a presión genera una tensión eléctrica entre sus caras proporcional a la presión aplicada entre las mismas.

## De temperatura

Nos proporcionan información sobre la temperatura ambiental o de un objeto más o menos cercano. Los podemos clasificar según su principio de funcionamiento en:

- \* **Dilatación:** se basan en el efecto que sufren los materiales cuando se modifica su temperatura. Un ejemplo puede ser un termómetro de mercurio.
- \* **Termorresistencias:** se basan en la variación de la resistencia eléctrica que experimentan los metales con la temperatura.  $R_T = R_o(1 + \alpha \cdot T)$  donde  $R_o$  representa la resistencia eléctrica del metal a temperatura normal de 25 °C y  $\alpha$  el coeficiente térmico propio de cada metal
- \* **Termistores:** se basan en la variación de la resistencia eléctrica que sufren los semiconductores como consecuencia de la temperatura. Se denominan NTC si la resistencia eléctrica disminuye al aumentar la temperatura y PTC si aumenta con la temperatura.
- \* **Termopares:** consisten en la unión de dos metales distintos y se basan en la generación de una fuerza electromotriz proporcional al calor aplicado en la unión.
- \* **Pirómetros de radiación:** se utilizan para medir grandes temperaturas y se basan en que todo cuerpo caliente emite una radiación proporcional a la cuarta potencia de su temperatura.

## Elementos actuadores

Son los elementos de un sistema de control que nos proporcionan la variable de salida. De entre todos, los más usuales son:

- \* **Electroválvula:** es una válvula accionada eléctricamente que permite la regulación del caudal de un fluido.
- \* **Motores eléctricos:** los hay de diversos tipos, pero todos ellos transforman la energía eléctrica en mecánica. De entre todos destacamos los motores paso a paso utilizados en los sistemas de gran precisión como es el caso del cabezal de una impresora de chorro de tinta. Estos motores transforman un impulso eléctrico en un desplazamiento angular proporcional.
- \* **Cilindros:** ampliamente utilizados en neumática e hidráulica, proporcionan un desplazamiento lineal en función de una presión y caudal de fluido determinado.

## Comparadores

También denominados detectores de error. Son los elementos del sistema de control encargados de proporcionar una señal en función de la diferencia existente entre la señal de entrada y la señal realimentada.

Su símbolo es:

