

# **SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL**

**Son aquellos sistemas formados por componentes físicos, conectados de tal manera que puedan comandar, dirigir o regular a si mismo o a otro sistema**

# CONCEPTOS REALACIONADOS CON LOS SISTEMAS DE CONTROL

- En la industria actual los sistemas empleados son de este tipo. Los mismos los podemos relacionar con: paro y ocio.
- Algunos conceptos relacionados con los sistemas de control son:
  - Planta y proceso
  - Perturbación
  - Señal de mando
  - Selector de referencia
  - Entrada de referencia
  - Unidad de control
  - Elemento de realimentación
    - Señal activa.

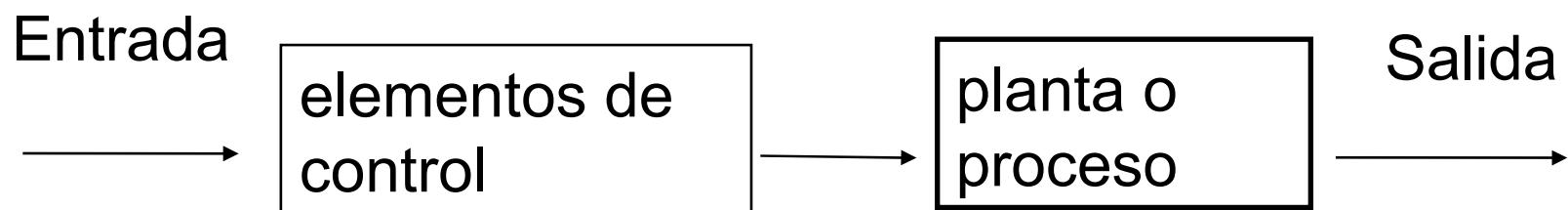
# CLASIFICACIÓN SEGÚN NATURALEZA

- **NATURALES**: Son aquellos que tienen lugar en los seres vivos.
- **REALIZADOS POR EL HOMBRE**: Un ejemplo sencillos podría ser un control de temperatura.
- **MIXTOS**: Es el formado por el conjunto de una máquina y el hombre (conducción de un vehículo).

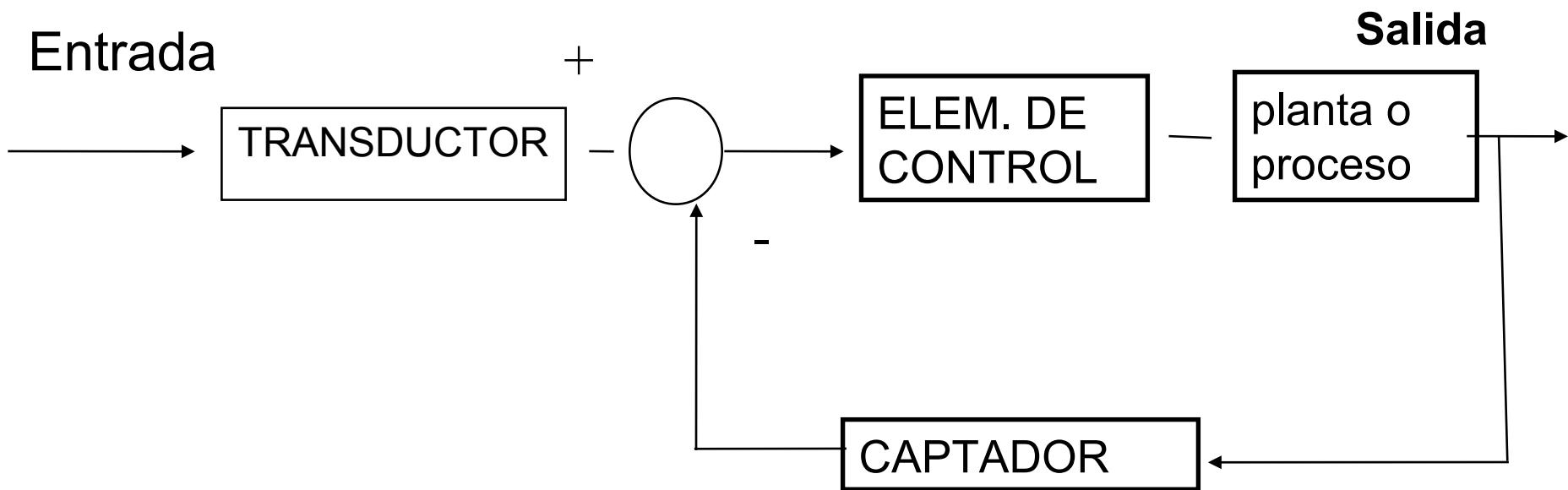
# TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

- **SISTEMAS DE LAZO ABIERTO:** La señal de salida no influye sobre la señal de entrada.
- **SISTEMAS DE LAZO CERRADO:** Parte de la señal de salida se recoge (realimenta) en la entrada. La señal de salida depende de la de entrada y de los estados anteriores de la salida

# S. DE CONTROL DE LAZO ABIERTO



# S. DE CONTROL DE LAZO CERRADO



# SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO

- **El captador** se encarga de recoger la información de salida ( una velocidad, una temperatura por ejemplo) y convertirla en una señal similar a la de *referencia* con la que se compara ( una tensión).
- **El comparador** se encarga de restar las señales de referencia y realimentada del captador, la diferencia es *la señal activa o de error* que actúa sobre el regulador

# SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO

- **El regulador o controlador** suministra la señal sobre el sistema para que este actúe según sea necesario. El regulador y comparador pueden estar formado por un mismo elemento ( puede ser un regulador, mecánico, eléctrico, hidráulica, neumático etc.)

# SISTEMA ESTABLE

- Cualquier perturbación ( cambios en las condiciones externas o internas en el sistema) o variación de la señal de mando, actúa sobre el regulador.
- El regulador tarda un tiempo en dar la respuesta ante estas variaciones.
- Si la respuesta es muy rápida provoca una oscilación del sistema. Este tiempo sería el periodo transitorio. Para que el sistema sea **estable** la oscilación debe desaparecer. Si no desaparece y aumenta con el tiempo el sistema es **inestable**

# FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

Es el cociente entre las transformadas de Laplace de las señales de salida y de entrada:

$$G(s) = C(s) / R(s)$$

- Es la relación entre la señal de salida y la señal de entrada de un sistema.
- La función de transferencia viene dada por una expresión matemática, más o menos compleja, dependiente del tiempo.
- El análisis de la misma permite estudiar un sistema y verificar su estabilidad.

# DIAGRAMA FUNCIONALES O DE BLOQUES

- Es una forma simplificada de representar un sistema automático de control. Nos permite averiguar fácilmente la función de transferencia. En los mismos aparecen la circulación de señales mediante flechas



**FUNCIÓN DE  
TRANSFERENCIA**

$$G(s) = C(s)/R(s)$$

# DIAGRAMA FUNCIONALES O DE BLOQUES

$$E(s) = R(s) - P(s)$$

$$P(s)$$

$$Q(s)$$

$$E(s) = R(s) + P(s) - Q(s)$$

$$P(s)$$

$$E(s) = R(s) + P(s)$$

$$P(s)$$

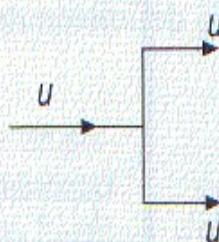
$$C(s)$$

$$G(s)$$

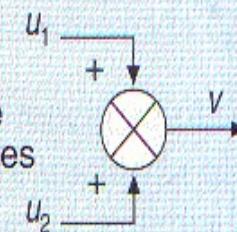
$$C(s) = G(s) \cdot R(s)$$

# DIAGRAMA FUNCIONALES O DE BLOQUES

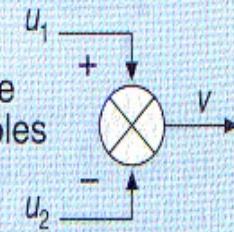
## Ramificación de una línea de actuación



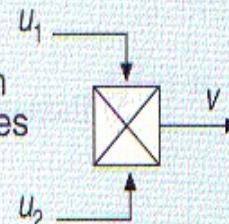
### Suma de dos variables



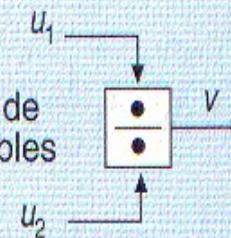
## Resta de dos variables



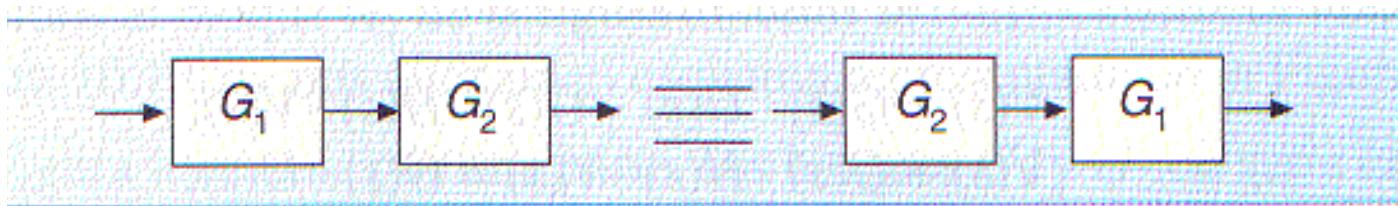
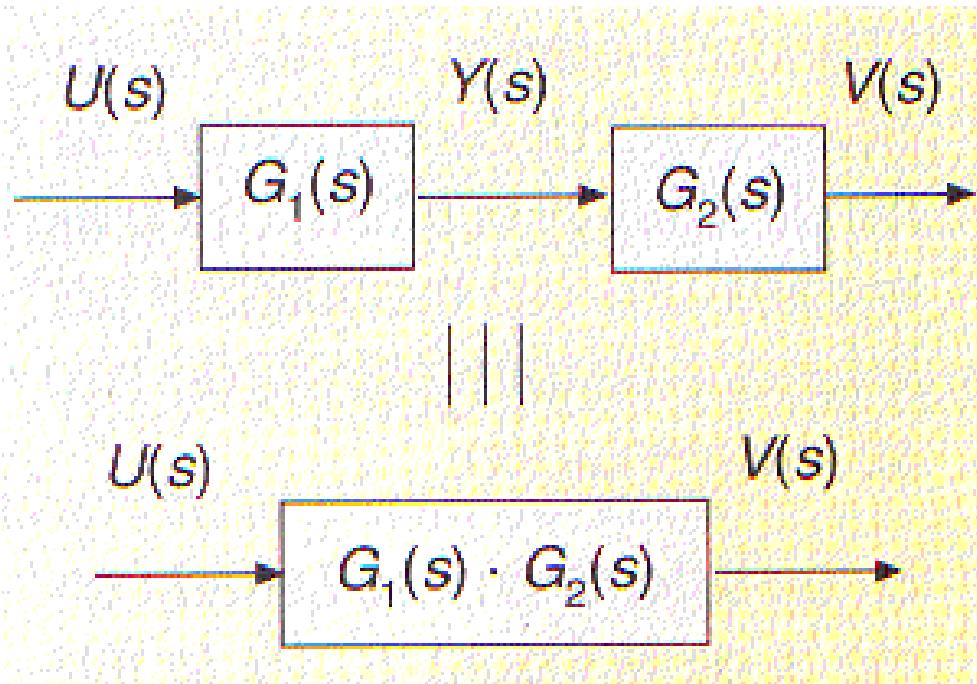
## Multiplicación de dos variables



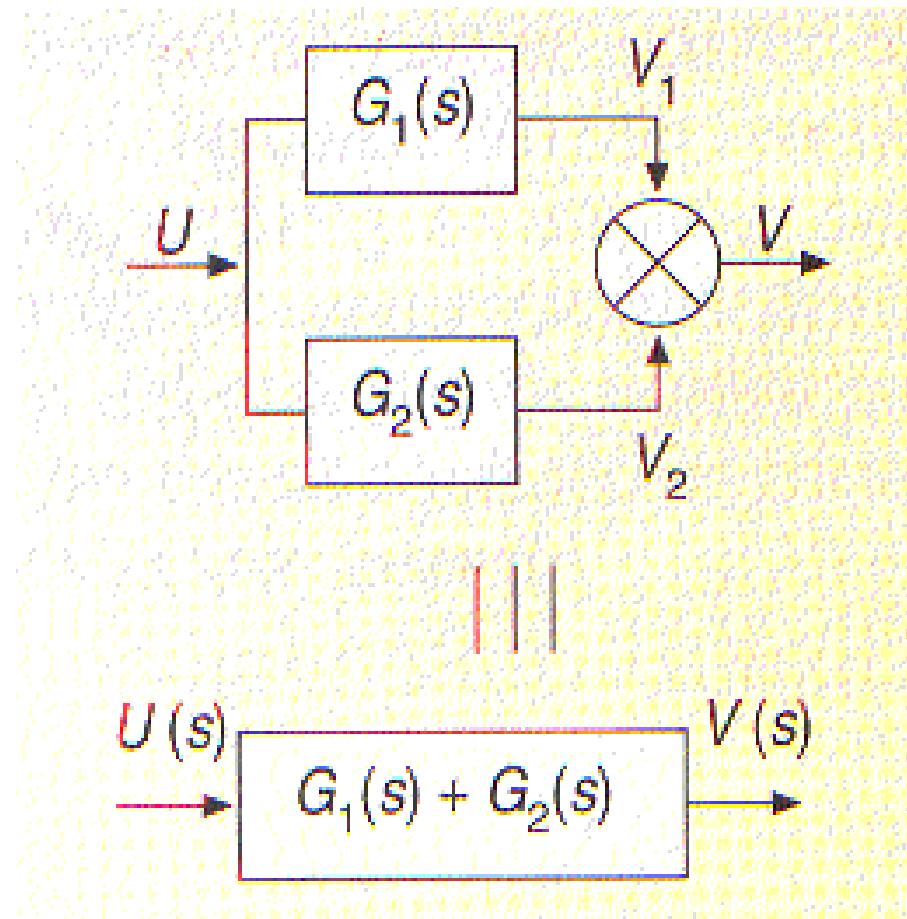
## División de dos variables



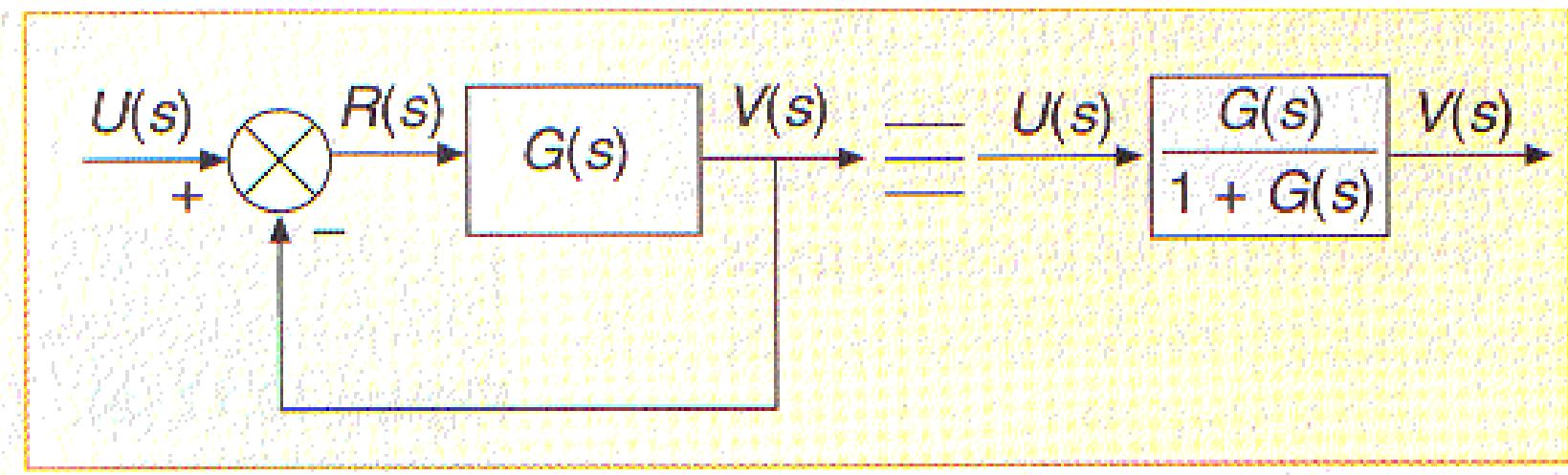
# DIAGRAMA FUNCIONALES O DE BLOQUES



# DIAGRAMA FUNCIONALES O DE BLOQUES



# DIAGRAMA FUNCIONALES O DE BLOQUES



# ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

- Los bloques funcionales pueden simplificarse llegando a un bloque único que representará la función de transferencia.
- Estas funciones pueden estudiarse mediante diferentes proceso matemáticos, obteniendo datos significativos sobre la estabilidad del sistema.

# TIPOS DE CONTROL

El control industrial en los proceso industriales, siempre ha sido preciso. Antes los ajustes necesarios los realizaba un operario ( **control manual** ).

En la actualidad las diferentes variables son controladas por el mismo sistema ( **control automático** )

# **REGULADOR O CONTROLADOR**

- Es el dispositivo que se encarga de recoger la señal activa ( procedente del comparador ) y actuar sobre la planta o proceso (parte principal del sistema), para llevar el sistema al estado deseado.

# TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

- En principio los reguladores trabajaban con señales analógicas y los circuitos empleados emplean tecnología neumática, hidráulica, eléctrica o mecánica.
- Posteriormente con los semiconductores se emplea un control analógico (amplificadores operacionales, calculadores analógicos ).
- Por último con la utilización del microprocesador se emplea un control digital con circuitos digitales.

# CONTROL ANALÓGICO Y DIGITAL

- CONTROL ANALÓGICO: Se trabaja con señales analógicas (son señales variables con respecto el tiempo, entre dos valores cabe la posibilidad de encontrar infinitos valores).
- CONTROL DIGITAL: Se trabaja con señales digitales. Estas señales llevan la información codificada en forma de niveles altos o bajos de señal ( dos valores).
- Las señales físicas son analógicas. Es necesario convertirlas en digitales .

# TIPOS DE CONTROL

- **PROPORCIONAL:** La relación entre la entrada de error y la salida del regulador, es una constante. Esta constante será la amplificación o ganancia del regulador. Si la ganancia es apreciable, el sistema puede salirse de sus rangos máximos. La respuesta proporcional produce un error que necesita sucesivos reajustes.

# CONTROL INTEGRAL

- El regulador actuará en función de la magnitud de la señal de error y el tiempo en que este se mantiene.
- Normalmente este control va acompañado de un control proporcional

# CONTROL DERIVATIVO

- La salida es proporcional a la variación de la señal de error.
- Si la variación de la señal de error es brusca puede causar cambios bruscos en el sistema. Este control se emplean en cambios de la señal activo lentos.
- En un sistema nos podemos encontrar juntos los tres sistemas el P I y D

# TRANSDUCTORES, CAPTADORES Y SENsoRES

- **SENsoRES**: Captura la información del exterior y la suministra al transductor o captador
- **TRANSDUCTORES**: Nos suministran determinada información. Una variable física de **entrada** proveniente de un sensor ( un nivel de agua) lo transforma en una señal comprensible por el sistema (señal eléctrica).
- **CAPTADORES**: Su función es similar al anterior, la diferencia es que este **toma la señal de la salida** del sistema y la introduce en el comparador.

# CONCEPTOS RELATIVOS A LOS SENsoRES

- **Rango de medida:** Diferencia entre el valor máximo y mínimo a medir por el transductor.
- **Sensibilidad:** Relación entre la señal de salida del transductor y su entrada.
- **Resolución:** Variación más pequeña detectable.
- **Histéresis:** Es la diferencia entre la señal de salida medida para una misma magnitud de entrada, como consecuencia de dar una medida diferente ascendente o descendente.

# CLASIFICACIÓN SEGÚN TIPO DE SEÑAL

- **ANALÓGICOS:** Dan como salida un valor de señal variable en forma continua dentro del campo de medida.
- **DIGITALES:** La salida es una señal codificada en forma de pulsos o en forma de una palabra digital codificada en binario.
- **TODO-NADA:** Indica solo cuando la variable detectada sobrepasa un nivel. Sería una caso límite de sensor digital con solo dos niveles

# TIPOS DE TRANSDUCTORES

- **De posición/desplazamiento:** Finales de carrera mecánicos, detectores de proximidad, inductivos, capacitivos y ópticos, detectores lineales y detectores angulares
- **De velocidad:** Tacómetros, ópticos
- **De presión:** piezoeléctricos, inductivos
- **De temperatura.** etc

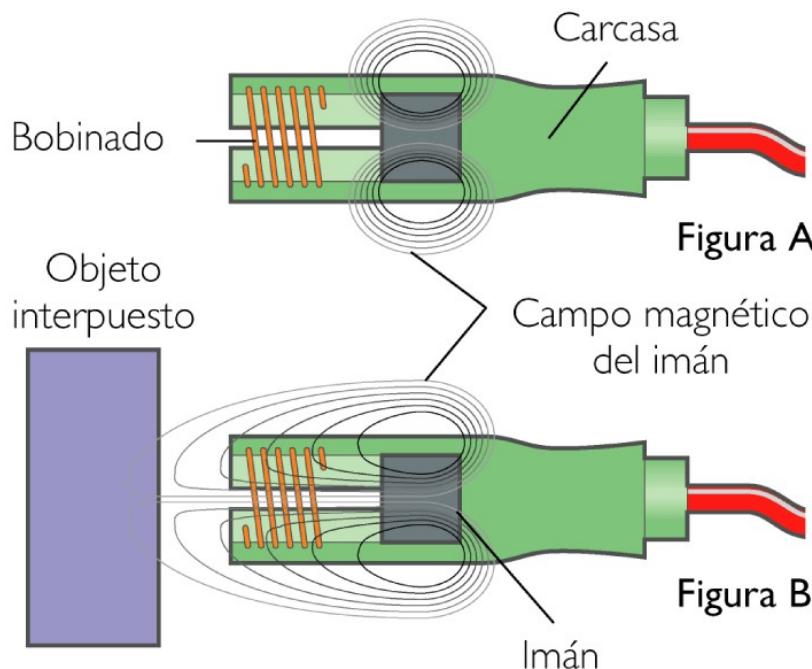
# FINALES DE CARRERA

- **Finales de carrera:** Nos indican el final de un desplazamiento.
- Pueden ser:
  - **Mecánicos:** se trata de un interruptor mecánico con funcionamiento eléctrico, neumático o hidráulico

# FINALES DE CARRERA INDUCTIVOS

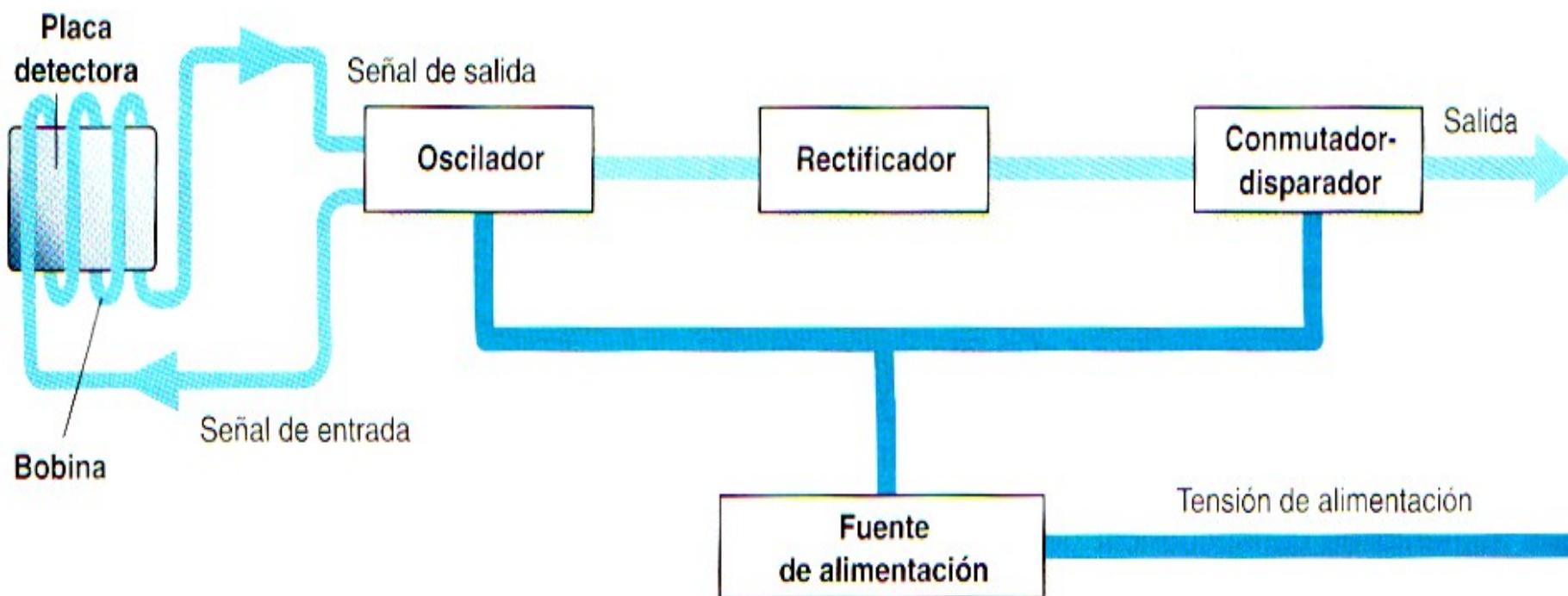
- La variación de un campo magnético frente al objeto permite la detección del mismo.
- Detectores inductivos sensibles a materiales ferromagnéticos: Se emplea cuando hay que detectar materiales ferromagnéticos.
- Detectores inductivos sensibles a materiales metálicos: Se emplean con materiales capaces de producir perdidas por efecto Foucault, su elemento principal es un circuito resonante.

# FINALES DE CARRERA INDUCTIVOS

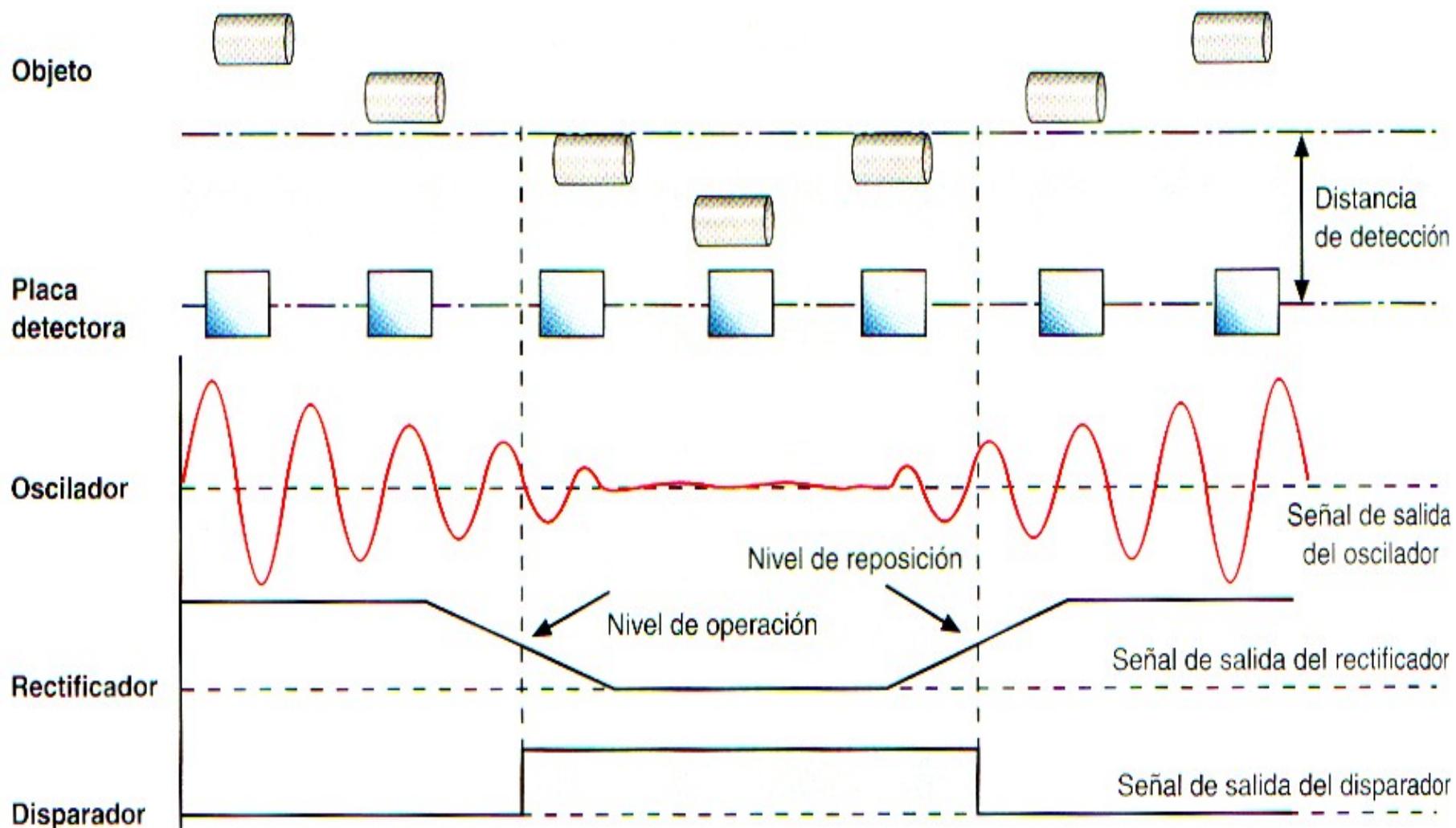


El objeto metálico, crea una **deformación del campo magnético**, lo que creará un pulso eléctrico.

# TRANDUCTORES INDUCTIVOS



# TRANDUCTORES INDUCTIVOS

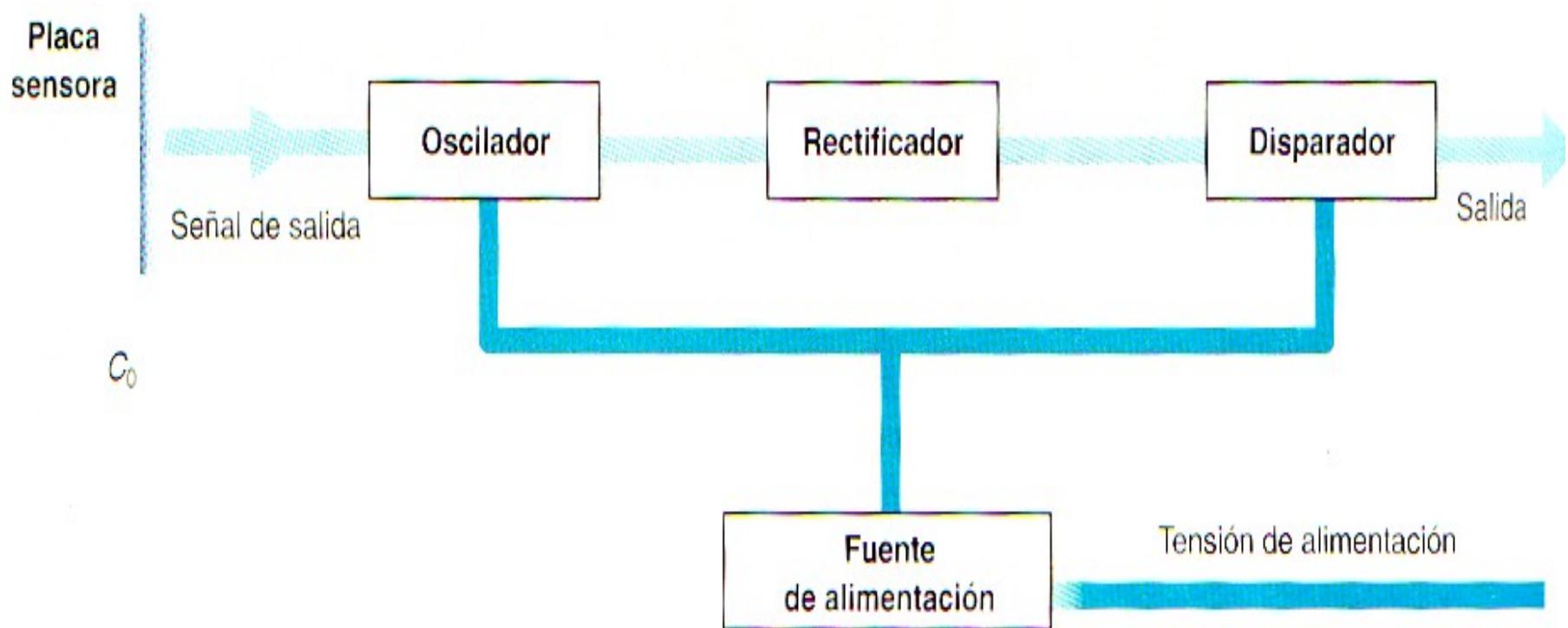


# TRANSDUCTORES DE POSICIÓN CAPACITIVOS

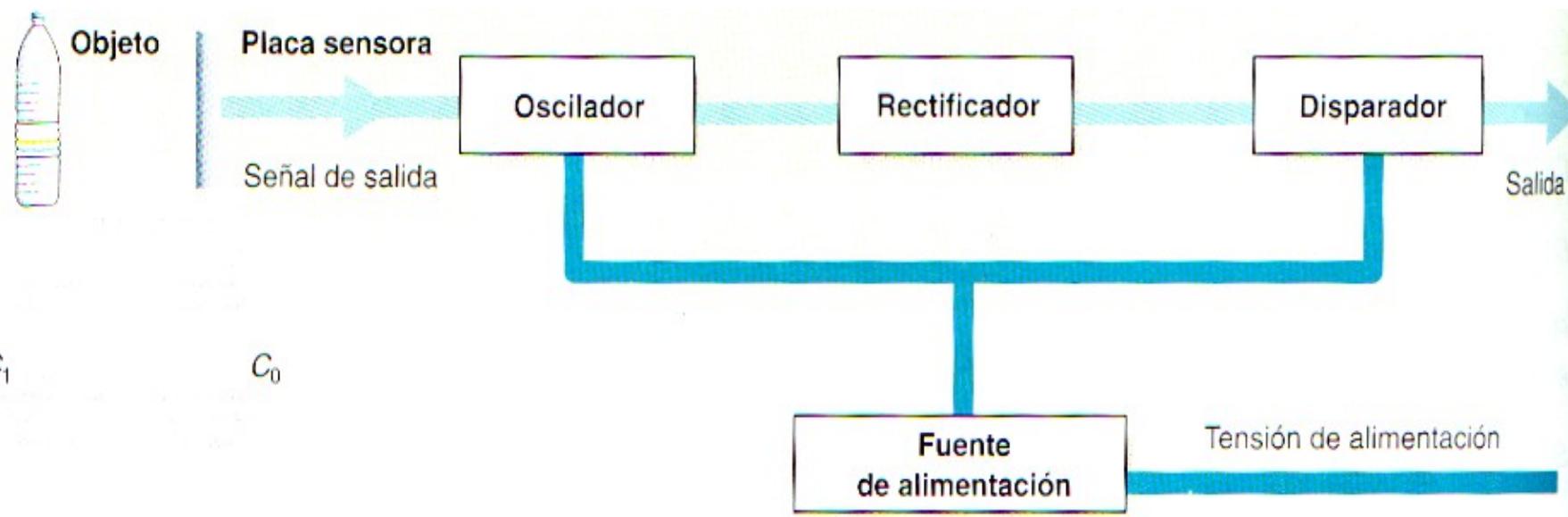
- **Capacitivos:** Pueden estar formados por un electrodo de modo que cuando cambia el dieléctrico ( material a detectar ) cambia la capacidad del condensador que se encuentra asociado a un circuito resonante y se emite una señal. Se pueden utilizar como detectores de nivel, siempre que el material a detectar sea aislante.

Permite la detección de: líquidos, objetos no metálicos, sustancias en polvo etc.

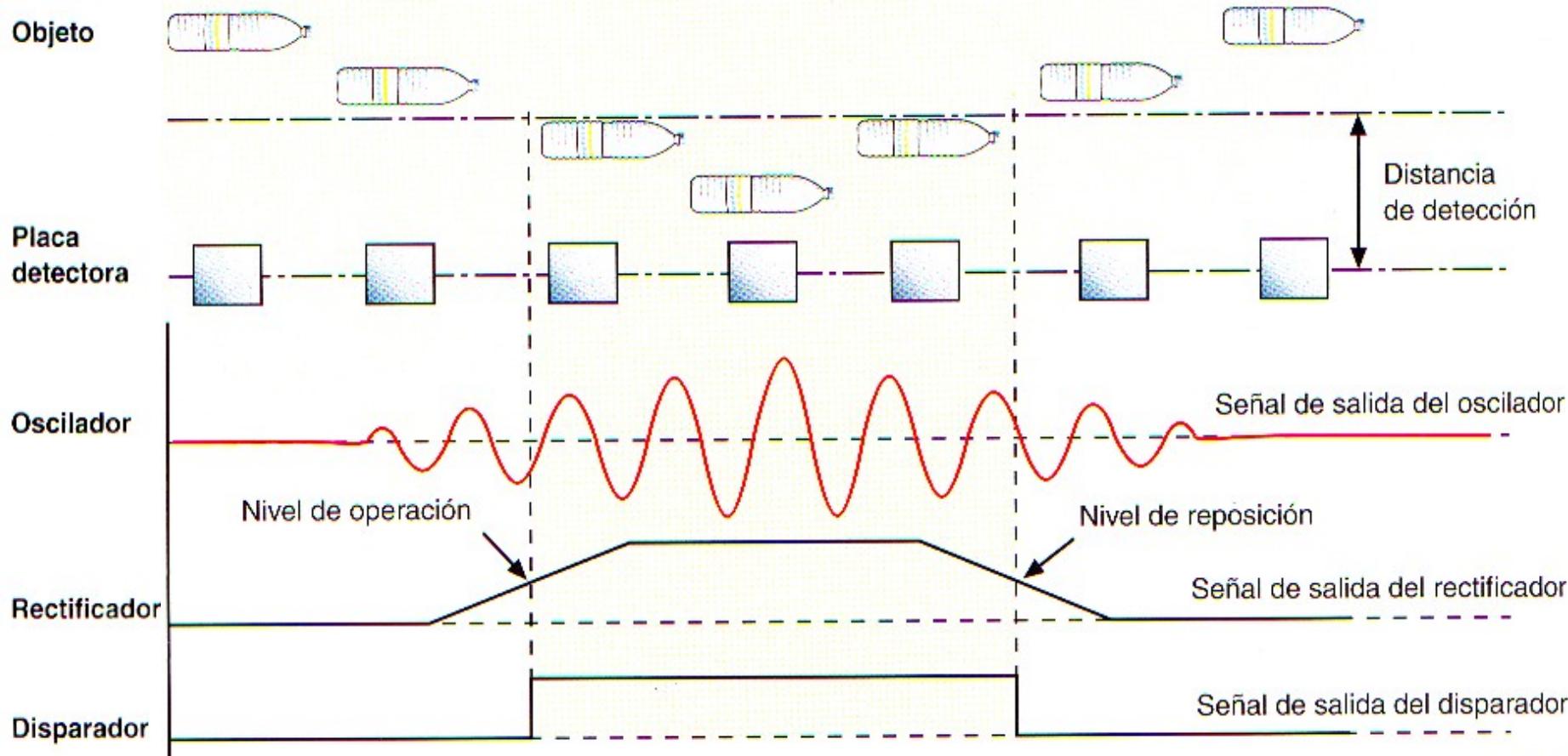
# TRANSDUCTORES DE POSICIÓN CAPACITIVOS



# TRANSDUCTORES DE POSICIÓN CAPACITIVOS



# TRANSDUCTORES DE POSICIÓN CAPACITIVOS



# TRANSDUCTORES DE POSICIÓN ÓPTICOS.

- **Sensores ópticos:** Se trata de dispositivos sensibles a la luz ( normalmente se trabaja en la gama de los infrarrojos, luz no visible ).
- Sensores de proximidad:
- Se distinguen: de barrera, de reflexión y de reflexión directa

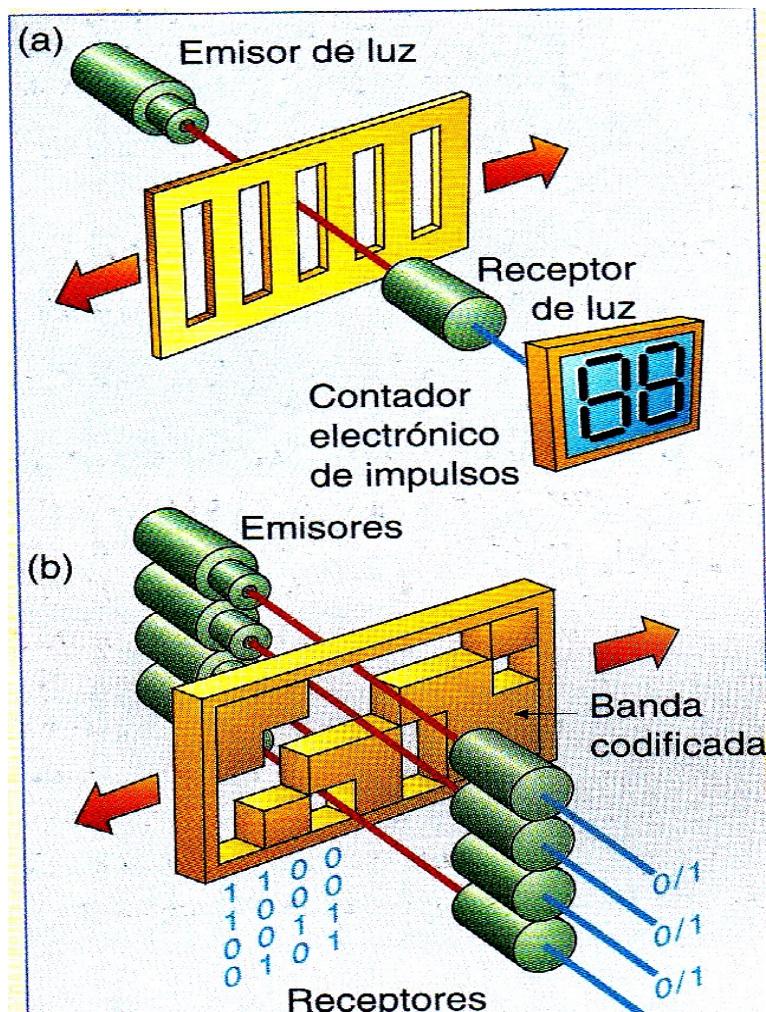
# TRANSDUCTORES DE POSICIÓN ÓPTICOS.

- Para distancias más largas:
  - Células fotoeléctricas: El funcionamiento es similar al anterior pero las **distancias** a detectar pueden llegar a los **200 m**

# TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO

- **MEDIDAS DE GRANDES DESPLAZAMIENTOS**
- **Sensores por radiación electromagnética:** Las radiaciones electromagnéticas, se transmite a la velocidad de la luz ( $3*10^8$  m/seg). Nos sirven para medir grandes distancias de objetos (midiendo la velocidad de retorno de la onda). Al igual que los sensores ópticos, necesitan un transmisor y un receptor.
- **Sensores por ultrasonidos:** Son similares a los anteriores pero se emplean para distancias más cortas, ya que la velocidad de propagación de los ultrasonidos es la del sonido. Tanto estos como los anteriores nos permiten medir distancias

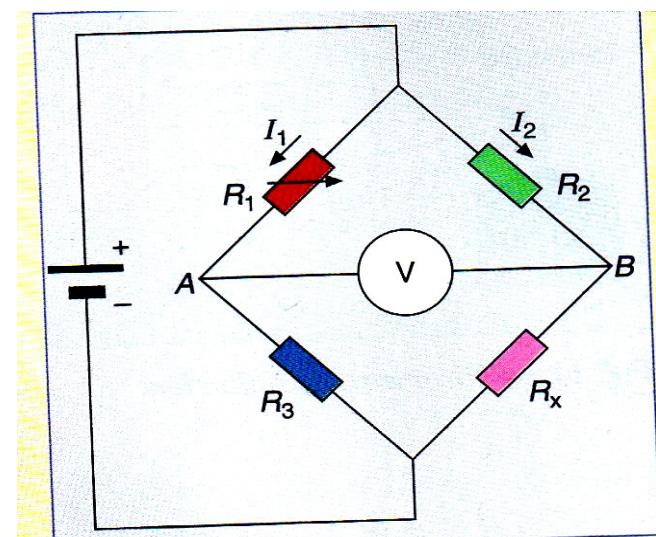
# TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO



- **Medidas de distancias cortas:** Se pueden emplear potenciómetros o detectores ópticos

# MEDIDAS DE PEQUEÑOS DESPLAZAMIENTOS

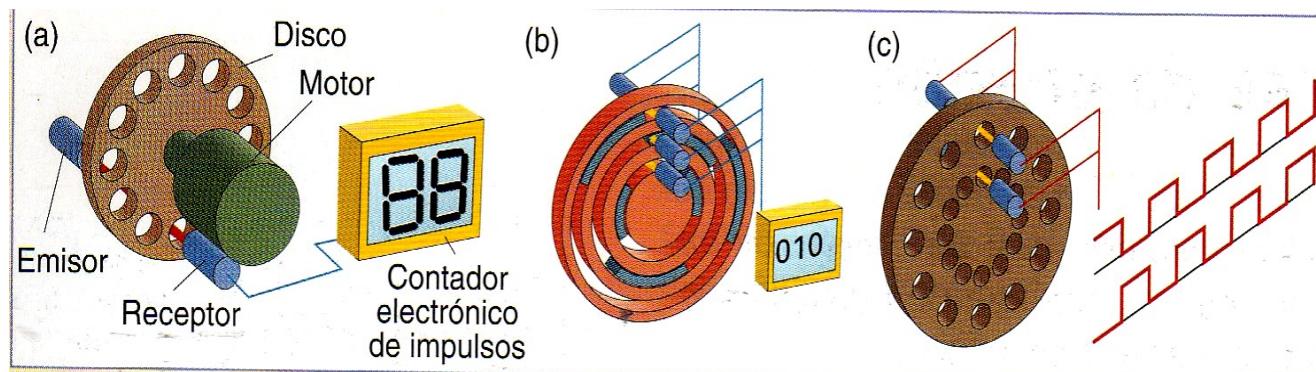
- **GALGAS EXTENSIOMÉTRICAS:** Son materiales metálicos o semiconductores que varían sus resistencia al ser deformados. Las variaciones de resistencia son muy pequeñas por lo que hay que conectarlos a un puente de medida.
- **INDUCTIVOS:** Se utilizan dos devanados uno fijo y otro variable (principio de funcionamiento del transformador).
- **CAPACITIVOS:** Consiste en variar la distancia entre las armaduras del condensador o su posición.



$$R_x = R3 * R2 / R1$$

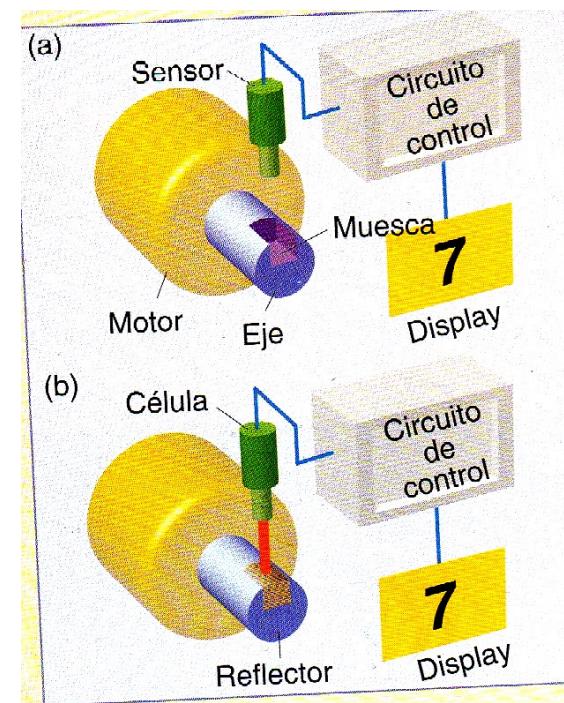
# MEDIDAS ANGULARES

- **Sincros:** Se trata de un pequeño alternador trifásico, al desplazamiento angular del rotor, se traduce una variación de señal eléctrica en los devanados del estator.
- **Potenciométros:** Una resistencia variable, puede valer para informar sobre una variación angular.
- **Discos codificados:** En este caso empleamos un lector óptico que traduce un código binario sobre el disco que gira.(Encoder)



# TRANSDUCTORES DE VELOCIDAD

- Nos valen para informar sobre el valor de una velocidad. Se pueden emplear para lograr mantener la velocidad de una máquina constante.
  - **Tacómetro:** Es similar a una dinamo, calibrada para que la tensión sea proporcional a la velocidad.
  - **Medida de impulsos ópticos:** Una señal sobre el dispositivo que gira informará a un lector óptico sobre la velocidad del dispositivo.



# TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

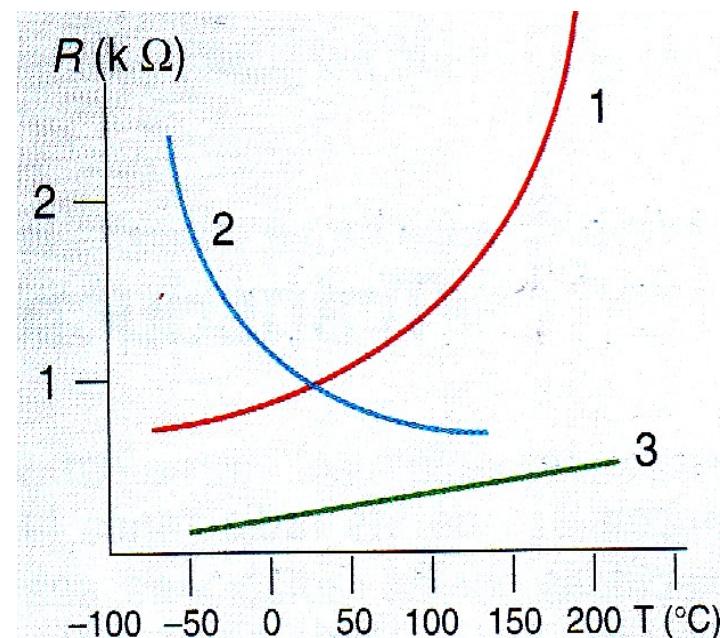
- Una membrana se deforma con una variación de la presión, esta puede emplearse para accionar un interruptor (presostato ).
- Una válvula limitadora de presión permitirá el paso o no de fluido.
- **Transductores extensiométricos:** Pueden valer para detectar objetos por contacto. Se trata de resistencias que al ejercer una presión sobre las mismas se deforman y varían su resistencia, estas pequeñas variaciones de resistencias se pueden detectar mediante puentes de resistencias.

# TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

- **Sensores piezoeléctricos:** Se trata de dispositivos construidos con materiales cerámicos, que al someterlos a presión manifiestan una diferencia de potencial.

# TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA

- **TERMORESISTENCIAS:** Todo conductor varia sus resistencia en función de la temperatura.
- **TERMISTORES:** Aquí empleamos materiales semiconductores, distinguimos dos tipos:
  - PTC: Resistencias que al aumentar la temperatura aumenta la misma.
  - NTC: Lo contrario de las anteriores.
- Tienen el inconveniente de trabajar en un margen de temperatura determinado.



# TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA

- **PIRÓMETROS:** Un cuerpo irradia energía proporcional a su temperatura. Esta energía puede ser concentrada a través de una lente y convertirla en una señal eléctrica.
- **TERMOPARES:** Se trata de dos metales distintos, unidos por un extremo (extremo caliente). Al aplicarle el foco caliente a este extremo en sus extremos, separados, aparece una diferencia de potencial proporcional a la temperatura.

# TRANSDUCTORES DE LUZ

- **LDR** Se trata de un material semiconductor que al aumentar la luz disminuye su resistencia.
- **FOTODIODOS Y FOTOTRANSISTORES:** En ausencia de luz se comportan de modo similar a una transistor o un diodo, pero al recibir la luz estos dispositivos van a permitir el paso de una corriente eléctrica.

# TRANSDUCTORES

- Hemos visto solo algunos de los posibles transductores que nos podemos encontrar, existe bastante más: un altavoz, un encendedor, la válvula de la olla expres etc. son ejemplos de transductores cotidianos.

# DETECTORES DE ERROR O COMPARADORES

- La comparación se realiza fácilmente mediante puentes de resistencias o amplificadores operacionales.