

Definición de sistema automático

Un sistema automático de control es un conjunto de elementos físicos relacionados entre sí, de tal forma que son capaces de gobernar su actuación por sí mismos, sin necesidad de la intervención de agentes externos (incluido el factor humano), anulando los posibles errores que puedan surgir a lo largo de su funcionamiento debido a perturbaciones no previstas.

Cualquier sistema automático está constituido por un sistema físico que realiza la acción (parte actuadora), y un sistema de mando (parte controladora), que genera las órdenes precisas para que se ejecuten las acciones.

Ventajas de los sistemas automáticos en la producción industrial:

- Aumentar la calidad y la cantidad del producto fabricado.
- Mejorar los sistemas de seguridad del proceso industrial.
- Ejecutar operaciones cuya realización sería impensable con la única participación del hombre.
- Reducir enormemente los costes productivos.

Elementos de un sistema automático:

Variable del sistema: Toda magnitud física susceptible de ser sometida a vigilancia y control que define el comportamiento de un sistema (velocidad, temperatura, posición,...).

Entrada: Excitación que se aplica a un sistema de control desde un elemento externo, al objeto de generar una respuesta.

Salida: Respuesta proporcionada por el sistema de control al estímulo de la entrada.

Perturbación: Señal no deseada que modifica adversamente de modo imprevisto el funcionamiento del sistema, pueden ser internas o externas al propio sistema. Pueden ser: vibraciones, cambios bruscos de temperatura, campos electromagnéticos, etc.

Planta: Sistema sobre el que deseamos realizar el control.

Señal de error: Señal obtenida en la salida del comparador entre la señal de referencia y la señal realimentada.

Unidad de control: Controla la salida en función de una señal activa.

Sistema: Conjunto de dispositivos que actúan interrelacionados para realizar el control. Los sistemas de control reciben la información facilitada por los sensores y, tras ser procesada, se utiliza para controlar los actuadores.

Sensores: reaccionan a la variación de la magnitud física que se desea medir, variando alguno de sus parámetros característicos (volumen, temperatura, densidad, resistencia, etc.).

El mercurio es un sensor, porque varía su volumen al cambiar su temperatura.

Captador: conjunto de varios elementos, entre los que se incluye un sensor, encargados de traducir la variación de los parámetros del sensor en información utilizable acerca de la magnitud en estudio.

Un tubo capilar de vidrio traduce una variación de volumen sufrida por el mercurio que contiene al modificarse la temperatura.

Transductor: son captadores que proporcionan información en forma de señal eléctrica.

Un micrófono es un transductor electroacústico que convierte la energía acústica (vibraciones sonoras: oscilaciones en la presión del aire) en energía eléctrica.

Proceso: son un conjunto de operaciones que suceden en un sistema automático. También se le llama planta. Hace una serie de operaciones para obtener la variable de salida. Por ejemplo en el aire acondicionado hacer funcionar el compresor.

Unidad de control: elemento que se encarga del mando y gobierno sobre el sistema para obtener la salida deseada. Por ejemplo un sistema de componentes electrónicos o un microprocesador que dirigen el funcionamiento del sistema automático.

Sistema de control: conjunto de componentes que actúan juntos para realizar el control. Está constituido por la unidad de control y otros elementos que actúan sobre el sistema.

Señal de referencia: es generada por un transductor a partir de la señal de mando para que sea capaz de gobernar la señal de control en un sistema en lazo cerrado, siendo equivalente a la señal de entrada en un sistema en lazo abierto.

Comparador: en los sistemas de control en lazo cerrado este elemento sirve para sacar una señal de salida respecto a dos señales. Estas señales son la señal de referencia y la señal de realimentación. Su función es hacer una comparación entre las dos señales anteriormente mencionadas. El resultado es una señal de error que va a ser procesada por la unidad de control.

Señal de error: es la señal que sale de la comparación de entre la señal de referencia y la señal de realimentación a partir del comparador.

Sistemas automáticos en lazo abierto.

La característica más importante de los sistemas de lazo abierto es que dependen de la variable de tiempo y la salida es independiente de la entrada.

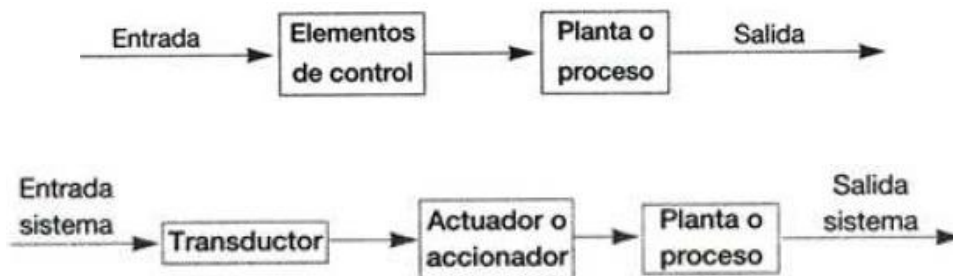
Son sistemas muy estables y más simples, aunque no tienen capacidad de respuesta ante las perturbaciones.

Se usa cuando no existen perturbaciones significativas en su funcionamiento y las variables externas no son importantes.

Los sistemas en lazo abierto tienen el inconveniente de ser muy sensibles a las perturbaciones. Así por ejemplo en una sala cuya temperatura se controle mediante un sistema en lazo abierto, si circunstancialmente se quedase una ventana abierta (perturbación), el sistema no sería capaz de adaptarse a esta nueva situación y no se alcanzaría la temperatura deseada.

En los coches se tenía el aire acondicionado, donde se le daba una potencia al aire frío y refrigeraba constantemente, sin control de la temperatura. Luego se desarrolló el climatizador, donde existen sensores de temperatura que son capaces de estabilizar una temperatura precisa (por ejemplo 20 grados).

Con el aire acondicionado en el coche se llegaba a un momento en que había que bajar la potencia porque no se tenía el control de la temperatura y acabábamos helados.

**Sistemas automáticos en lazo cerrado**

Estos sistemas de control permiten valorar el efecto causado por el sistema en el exterior para regularlo más eficientemente.

Por ejemplo en un sistema de calefacción con la ventana abierta es evidente que habrá que aportar más potencia, ya que hay una pérdida de calor. Por ello un sensor de temperatura aportará una variable más a la entrada del sistema para que la temperatura en el recinto sea siempre la misma (por ejemplo 20 grados). Si cerramos la ventana la potencia de la calefacción automáticamente deberá bajar, puesto que no hay pérdidas de calor.

En el caso de que se haya alcanzado la temperatura precisada (20 grados) la máquina dejará de generar calor y se ahorrará energía, aunque el sistema estará atento para aportar de nuevo energía.



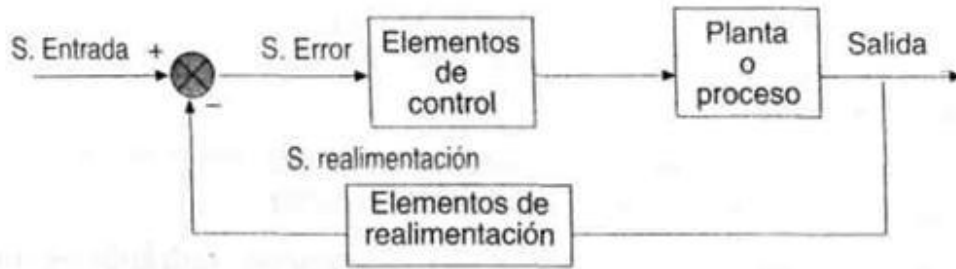


Figura 11.3.

La salida deseada también se denomina señal **de referencia** y la salida medida se denomina **señal de realimentación**.

Los sistemas en lazo cerrado presentan las siguientes **ventajas** frente a los de lazo abierto.

- Más exactos en la obtención de los valores requeridos para la variable controlada.
- Menos sensibles a las perturbaciones.
- Menos sensibles a cambios en las características de los componentes.

Aunque tienen las siguientes **desventajas**:

- Son significativamente más inestables.
- Son más caros.
- Al ser más complejos son más propensos a tener averías, y presentan mayor dificultad en su mantenimiento.

Función de transferencia

En un sistema de control automático es necesario representar su comportamiento en el transcurso del tiempo cuando existe una señal determinada.

En los sistemas de control se utilizan la relación existente entre la entrada y la salida de los componentes que lo integran. Esta relación es la función de transferencia.

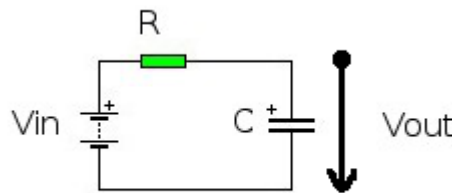
La transformada de Laplace es un modelo matemático usado para averiguar la función de transferencia.

La función de derivada: $\frac{d}{dt} = D$ se representa con **S**, mientras que la función de integración $\int dt$ se

transforma en una simple división $\frac{1}{S}$

Cálculo de una función de transferencia de un circuito

Dado el siguiente circuito:



Por la segunda ley de Kirchhoff:

$$V_{in} = V_R + V_C$$

$$V_{in} = R I + \frac{1}{C} \int I dt$$

Puesto que un condensador se comporta como una integral respecto a la corriente eléctrica la ecuación anterior se comporta de la siguiente forma.

A través de la transformada de Laplace la ecuación queda expresada de la siguiente forma:

$$V_{in} = R I + \frac{I}{C S}$$

$$V_{in} = I \left(\frac{1}{CS} + R \right)$$
$$I = \frac{V_{in}}{\left(\frac{1}{CS} + R \right)}$$

Hemos despejado el valor de **I** simbólicamente para poder averiguar la función de transferencia.

$$V_{out} = V_c = \frac{1}{C} \int I dt$$

Entonces por la transformada de Laplace queda que:

$$V_{out} = \frac{I}{CS}$$

Sustituyendo **I** queda:

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{CS \left(\frac{1}{CS} + R \right)} = \frac{V_{in}}{(1 + RCS)}$$

Se define la función de transferencia como:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{(1 + CRS)}$$

Tipos de controladores

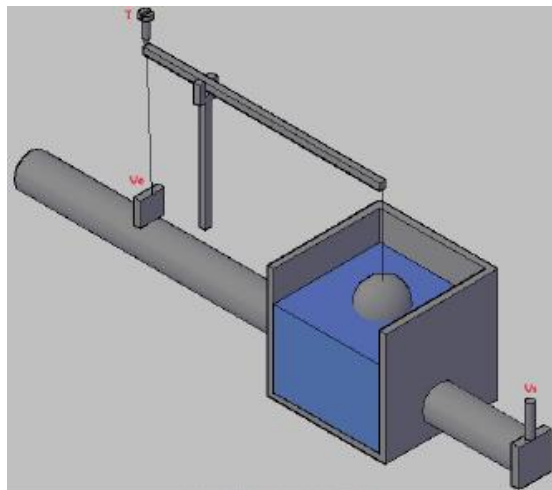
En un sistema con un sistema de control, según sea la forma en que conteste el actuador, distinguiremos distintos tipos de acciones de control, algunas de ellas solamente utilizarán acciones llamadas básicas, aunque lo más común es que respondan mediante una combinación de estas acciones básicas.

Existen tres tipos de acciones básicas:

- Proporcional (P)
- Derivativa o diferencial (D)
- Integral (I)

Acción proporcional

El control de nivel por flotador que ves en la figura, es un ejemplo de regulación proporcional.



La válvula de control **Ve** consigue que el caudal de entrada de fluido en el depósito sea igual al flujo de salida, a base de mantener el nivel constante en el depósito.

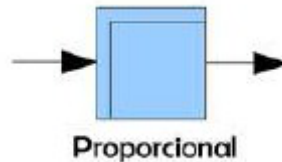
Regulando la posición del tornillo **T**, ajustamos el nivel deseado.

Si ocurre un aumento del caudal de salida (por abrir **Vs**), disminuye el nivel del depósito, que es detectado por el flotador, que por medio de una palanca, modifica la posición la válvula **Ve**, aumentando

el caudal de entrada hasta conseguir que sea igual al de salida. Entonces, el flotador estará más bajo que al principio, produciéndose un error permanente.

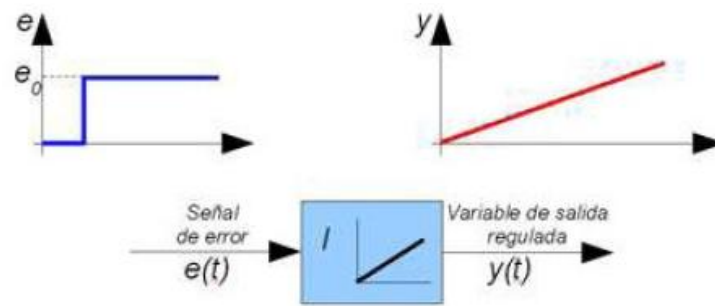
En estos controladores la señal de accionamiento es proporcional a la señal de error del sistema.

Teóricamente, en este tipo de controlador, si la señal de error es cero, también lo será la salida del controlador. La respuesta, en teoría es instantánea, con lo cual el tiempo no intervendría en el control. En la práctica, no ocurre esto, si la variación de la señal de entrada es muy rápida, el controlador no puede seguir dicha variación y presentará una trayectoria exponencial hasta alcanzar la salida deseada.

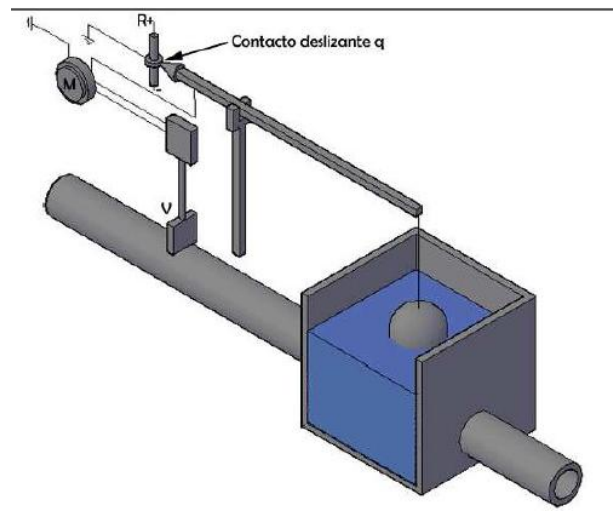


Acción integral

En estos reguladores el valor de la acción de control es proporcional a la integral de la señal de error.

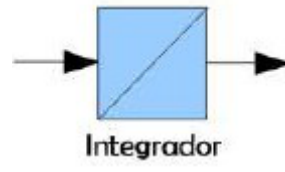


La velocidad de respuesta del sistema de control dependerá del valor de K_i que es la pendiente de la rampa de acción integral.

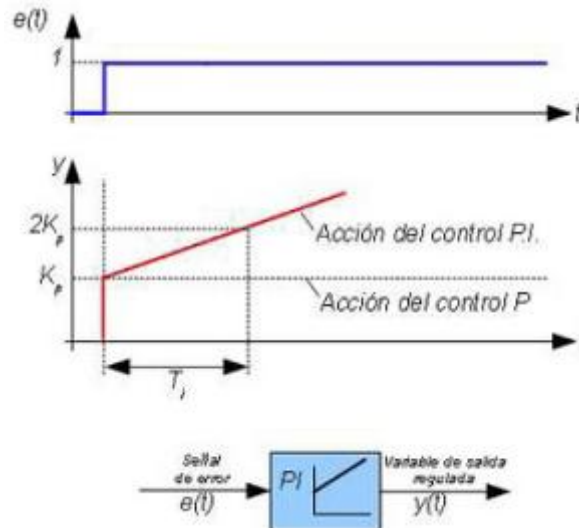


Ahora la válvula de regulación V , está gobernada con un motor de c.c. (M) que gira según la tensión aplicada, en función de la posición de un contacto deslizante q que hace variar la tensión aplicada al motor de c.c., lo que determina apertura o cierre de la válvula V según la variación del flotador y durante el tiempo que exista la variación.

Si descendiera el nivel debido a un incremento de consumo, el contacto q se desliza sobre el reóstato R , aumentando la tensión que alimenta al motor lo que provoca una apertura de la válvula, que continuará mientras el nivel no alcance el nivel prefijado y la tensión de alimentación del motor vuelva a anularse.



Acción proporcional integral

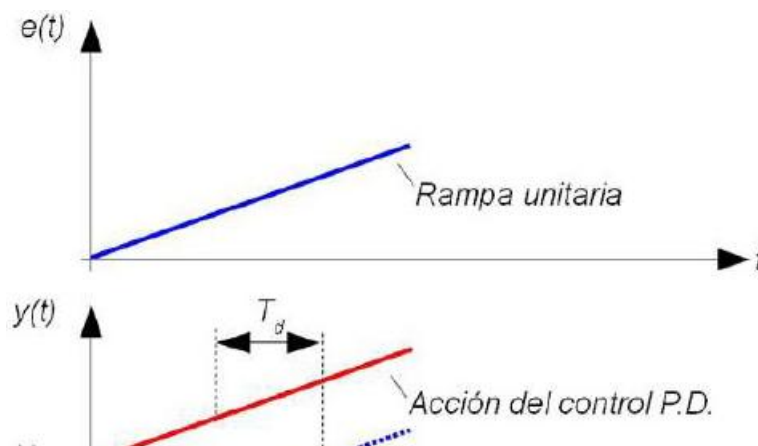


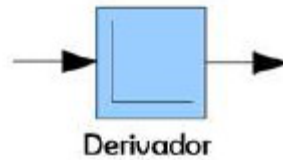
Por lo tanto la respuesta de un regulador PI será la suma de las respuestas debidas a un control proporcional P, que será instantánea a detección de la señal de error, y con un cierto retardo entrará en acción el control integral I, que será el encargado de anular totalmente la señal de error.

Acción proporcional derivativo

El controlador derivativo se opone a desviaciones de la señal de entrada, con una respuesta que es proporcional a la rapidez con que se producen éstas.

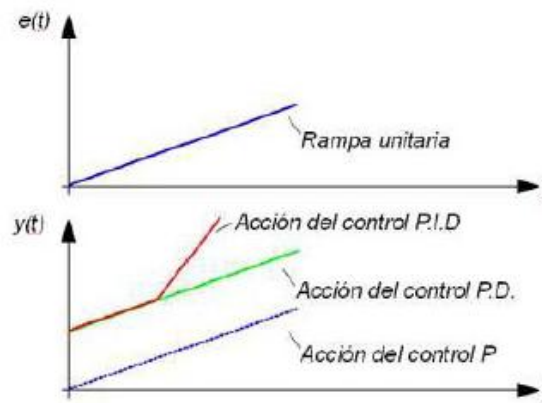
Si la variable de entrada es constante, no da lugar a respuesta del regulador diferencial, cuando las modificaciones de la entrada son instantáneas, la velocidad de variación será muy elevada, por lo que la respuesta del regulador diferencial será muy brusca, lo que haría desaconsejable su empleo.





Acción proporcional integral derivativo.

Es un sistema de regulación que trata de aprovechar las ventajas de cada uno de los controladores de acciones básicas, de manera, que si la señal de error varía lentamente en el tiempo, predomina la acción proporcional e integral y, mientras que si la señal de error varía rápidamente, predomina la acción derivativa. Tiene la ventaja de ofrecer una respuesta muy rápida y una compensación de la señal de error inmediata en el caso de perturbaciones. Presenta el inconveniente de que este sistema es muy propenso a oscilar y los ajustes de los parámetros son mucho más difíciles de realizar.



Cuando el cerebro (controlador) da una orden de cambio de dirección o velocidad a las manos y/o los pies (actuadores), si la maniobra corresponde con una situación normal de conducción, el control predominante del sistema es el proporcional, que modificará la dirección hasta la deseada con más o menos precisión. Una vez que la dirección esté próxima al valor deseado, entra en acción el control integral que reducirá el posible error debido al control proporcional, hasta posicionar el volante en el punto preciso. Si la maniobra se efectúa lentamente, la acción del control diferencial no tendrá apenas efecto. Si por el contrario es preciso que la maniobra se realice rápidamente, entonces, el control derivativo adquirirá mayor importancia, aumentando la velocidad de respuesta inicial del sistema, para a posteriori entrar en acción el control proporcional y finalmente el integral. Si fuese necesaria una respuesta muy rápida, entonces prácticamente solo intervendría el sistema de control derivativo, quedando casi anulados los efectos de un control proporcional e integral, con ello se consigue una gran immediatez en la respuesta, aunque como se ve prima la velocidad de respuesta es a costa de que se pierda precisión en la maniobra.

Transductores

Como ya se ha dicho anteriormente los transductores son captadores que transforman la variación de una magnitud en la variación de una señal eléctrica. Eso quiere decir que tenemos un sensor a una determinada magnitud variable, evidentemente en contacto con dicha magnitud, por ejemplo la luz, y la variación de esa luminosidad se transforma en una resistencia de diferente valor. Esto es una LDR, que al aumentar la cantidad de luz que percibe el sensor se transforma en una resistencia de menor valor. Cuando menos luz haya la resistencia aumenta cada vez más.

Una posible clasificación de los transductores es la siguiente:

Magnitud	Clasificación
Posición, proximidad o presencia	Finales de carrera. Detectores de proximidad • Inductivos • Capacitivos • Ópticos
Desplazamiento o movimiento	Medidores de grandes distancias Medidores de distancias cortas Medidores de pequeños desplazamientos Medidores de ángulos
Velocidad	Tacómetros
Presión y fuerza	Mecánicos Electromecánicos
Temperatura	Termoresistencias Termistores Termopares Pirómetros
Luz	LDR Fotodiodos Fototransistores

http://www.dte.uvigo.es/recursos/proximidad/Sensores_Proximidad.swf

Sistemas de adquisición de datos

Los transductores en un sistema automático sólo son la primera parte de un proceso que puede ser muy simple o muy complejo.

En primer lugar tenemos la magnitud a medir, que puede ser la temperatura. Dicha magnitud será medida por el transductor que transforma dicha magnitud en una señal eléctrica. Luego es necesario adaptar la señal para que pueda ser percibida por el sistema de la forma más precisa. Se utilizan amplificadores y adaptadores de la señal para que el sistema la pueda captar de la forma más adecuada.

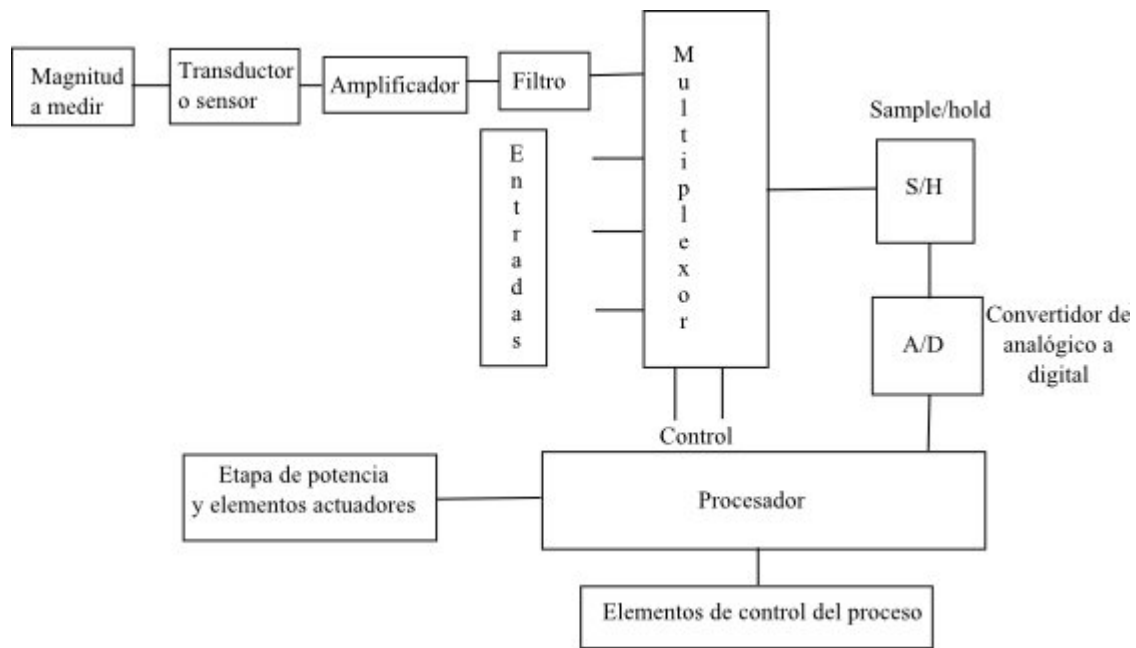
Es necesario filtrar la señal para eliminar ruidos o señales no deseadas. Una vez estabilizada la señal analógica puede ser seleccionada de entre varias señales por un multiplexor.

Ahora hay que convertir la señal analógica a digital, para esto primero se estabiliza la señal un tiempo para que el convertidor analógico digital la transforme en códigos digitales interpretables por el procesador.

Por último el procesador analiza el valor de la magnitud y dependiendo de las órdenes de control pone en funcionamiento los diferentes actuadores del sistema automático.

No todos los sistemas automáticos siguen este esquema, porque depende de su complejidad. Tampoco todos tienen un procesador, aunque deben tener sistemas de control que pueden ser electrónicos, mecánicos o de otra índole.

El multiplexor se usa para sistemas que tengan que medir más de una variable, aunque si usamos microcontroladores u otros sistemas de control tampoco es obligatorio su uso.



Como ejemplo podemos poner un climatizador que mediante un mando a distancia representaría los elementos de control. El procesador puede ser un microcontrolador que tiene un programa grabado que interpreta el proceso y la magnitud a medir es la temperatura.

Antes de llegar la señal al microcontrolador es adaptada para que este pueda interpretar los datos de funcionamiento.

Los elementos actuadores sería la máquina térmica que funcionaría como generador de frío y de calor, según el caso.

Finales de carrera

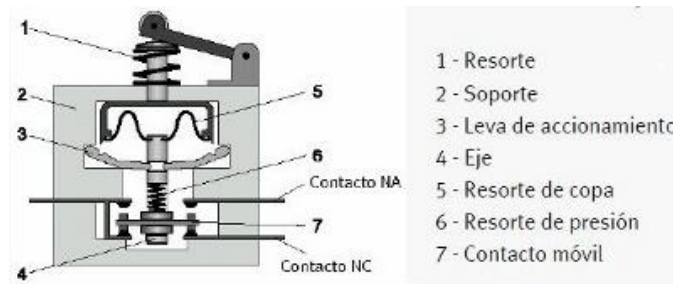
Los finales de carrera son dispositivos situados al final del recorrido de un elemento móvil, por ejemplo una puerta corredera o un ascensor. Al hacer contacto el elemento móvil con el transductor se abre o cierra un contacto, que permitirá saber si ese elemento está en la posición límite, para activar o desactivar otros elementos. Por ejemplo un motor para que no se siga desplazando una puerta corredera.

Se podría d

ecir que es un interruptor accionado por el movimiento de algún elemento móvil. Pueden estar formados por elementos eléctricos, mecánicos e incluso neumáticos e hidráulicos.



Finales de carrera.



Representación de un transductor final de carrera

Detectores de proximidad inductivos

Utilizan un campo magnético como fenómeno físico para reaccionar ante el objeto que se desea detectar.

Sensibles a materiales férricos

Este tipo de detectores reacciona ante la presencia de materiales **ferromagnéticos**. El campo magnético generado por el propio detector se modifica por la presencia de un material ferromagnético.

Son idóneos cuando se producen muchas actuaciones o cuando las condiciones ambientales desaconsejan la utilización de contactos mecánicos (polvo, humedad, etc.).

No se pueden usar en zonas con presencia de campos magnéticos.



Sensibles a materiales metálicos.

En este caso el detector reacciona ante cualquier material capaz de provocar pérdidas por corrientes parásitas de Foucault. Una bobina genera un campo magnético, que al reaccionar ante un metal produce pérdidas.

Detectores de proximidad capacitivos

Utilizan un campo eléctrico como fenómeno físico que reacciona ante el objeto que se desea detectar, al aproximarse éste provoca el que aumente la capacidad del **condensador** constituido por sus terminales.

Se usan para detectar la posición de líquidos (conductores o no), sustancias en polvo o en grano (arena, cereales, etc.), objetos metálicos.



Su principio de funcionamiento y características son análogas a las de los detectores inductivos. En este caso, el elemento sensible es el condensador del circuito oscilante. Cuando se sitúa en este campo un material conductor o aislante se modifica la capacidad de conexión y se bloquean las oscilaciones. Estos detectores disponen de un potenciómetro de regulación de sensibilidad.

Detectores de proximidad ópticos

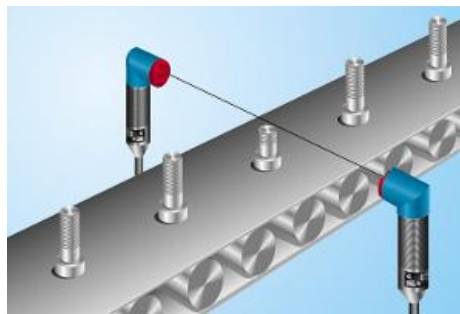
Un detector fotoeléctrico detecta un objeto por medio de un haz luminoso. Sus dos componentes básicos son un **emisor** y un **receptor** de luz.

La detección es efectiva cuando el objeto penetra en el haz de luz y modifica suficientemente la cantidad de luz que llega al receptor para provocar el cambio de estado de la salida.

Sistema de barrera

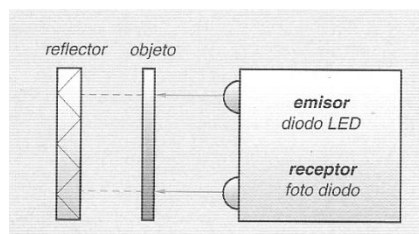
El emisor y el receptor se sitúan en dos cajas separadas. Es el sistema que permite los mayores alcances, hasta 100 m con ciertos modelos. El haz se emite en infrarrojo o láser.

A excepción de los objetos transparentes, que no bloquean el haz luminoso, puede detectar todo tipo de objetos (opacos, reflectantes, etc.) gracias a la excelente precisión que proporciona la forma cilíndrica de la zona útil del haz.



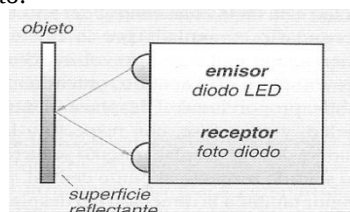
Sistema de reflexión

El emisor y el receptor están en el mismo componente, haciendo que el receptor reciba la luz a través al paso de cualquier objeto. En el otro extremo hay un reflector.



Sistema de reflexión directa

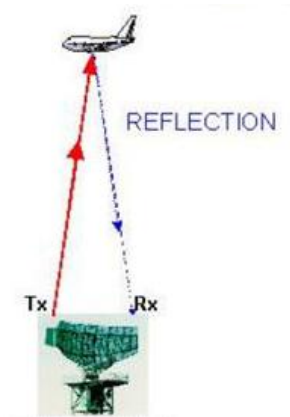
El emisor y el receptor están en el mismo componente, haciendo que el receptor reciba la luz a través al paso de cualquier objeto.



Radar

El radar es un transductor de desplazamiento para grandes distancias a través de ondas electromagnéticas que son interrumpidas en presencia de objetos.

Su funcionamiento se basa en emitir un impulso de radio, que se refleja en el objetivo y se recibe en el emisor.



Ultrasonidos

Está formado por ondas que se propagan a través de un medio que puede ser líquido, gaseoso o sólido, por lo que es indispensable un medio transmisor para que exista sonido. El sonido llega a nosotros gracias a que las partículas que componen el aire vibran y transmiten sus ondas. Los ultrasonidos son ondas sonoras no audibles para los seres humanos, puesto que nuestro oído no puede captar su margen de frecuencias. No es así para otros seres vivos.

Transductores de ultrasonidos son usados para averiguar las distancias que hay entre objetos, inferiores a 100 metros, detección de obstáculos, etc.

Se pueden usar emisores y receptores en el mismo kit de forma que cuando rebota la señal se puede averiguar la distancia o la presencia de obstáculos.

También se usar un detector de objetos poniendo el emisor en un extremo y el receptor en otro.

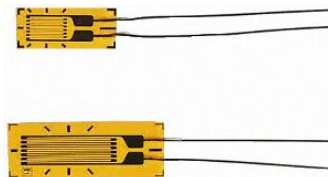


Emisor y receptor de ultrasonidos

Galgas extensiométricas

Son resistencias de hilo metálico o material semiconductor construidas para ser deformadas y modificar en dichos casos sus resistencias. En nuestro caso se puede usar para medir pequeñas distancias.

La galga extensiométrica hace una lectura directa de deformaciones longitudinales en cierto punto del material que se está analizando.

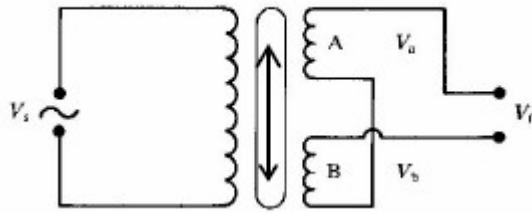


Para tratar la variación de voltaje se utiliza un puente de Wheatstone, que está formado por cuatro resistencias unidas en un círculo cerrado, siendo una de ellas la resistencia bajo medida.

Sensores de desplazamiento inductivos

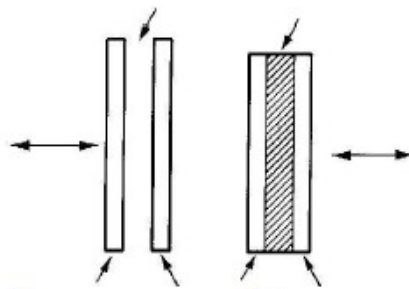
Los sensores de desplazamiento tipo inductivo, también conocidos como sensores de desplazamiento LVDT (de las siglas en inglés Linear Variable Differential Transformer), basan su funcionamiento en el movimiento de un núcleo dentro del cuerpo del sensor que tiene arrollados los bobinados, de ahí que sea un transformador de núcleo móvil.

Se trata de un sensor sin rozamiento, ya que al ser inductivo, la variación es por campo magnético. Este desplazamiento debidamente calibrado, proporciona una relación entre la inducción y la distancia recorrida.



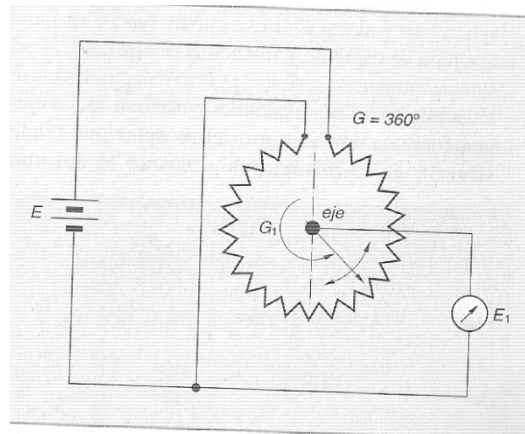
Sensores de desplazamiento capacitivos

Pueden medir distancias de algunos metros. Tienen poca exactitud. Se basan en que se puede variar la capacidad de un condensador, modificando la distancia entre las placas. También pueden medir ángulos.



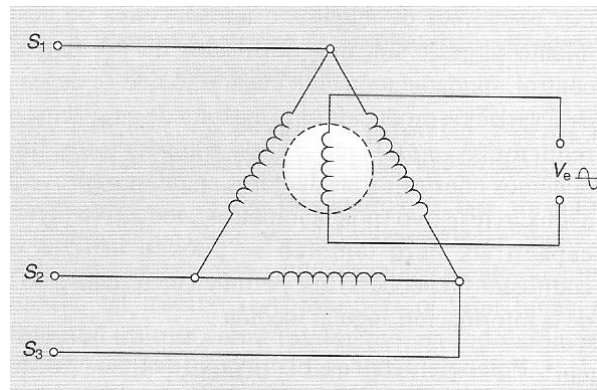
Medidores de ángulos potenciométricos

Se basan en el valor resistivo que da un potenciómetro que al girar. La resistencia que tiene es proporcional al ángulo de giro.



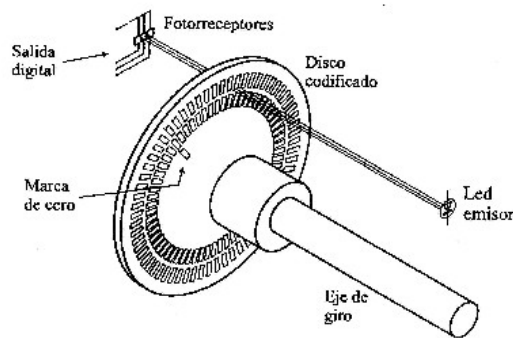
Medidores de ángulos Syncro

Es como un alternador pero con un solo devanado en el rotor, y el estator es trifásico, con un desfase de 120 grados. Habrá que añadirle el desfase extra debido a la posición del estator, que nos dirá el ángulo de giro que queramos averiguar.



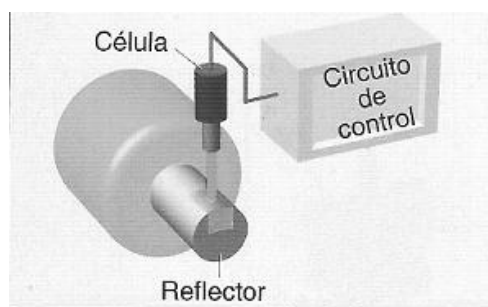
Medidores de ángulo codificados o encoders

Existen varios tipos, pero el más común es el de la imagen de abajo. Consiste en emitir mediante un led una señal por los agujeros que tiene un disco codificado hasta un fotoreceptor. Dependiendo del movimiento de giro la combinación o desplazamientos nos dará el ángulo de desplazamiento. Este desplazamiento genera unos pulsos, que contabilizados por el sistema nos dará el valor angular.

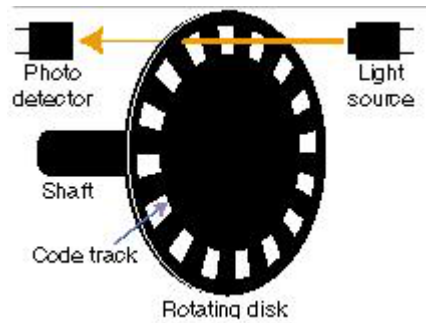


Tacómetros

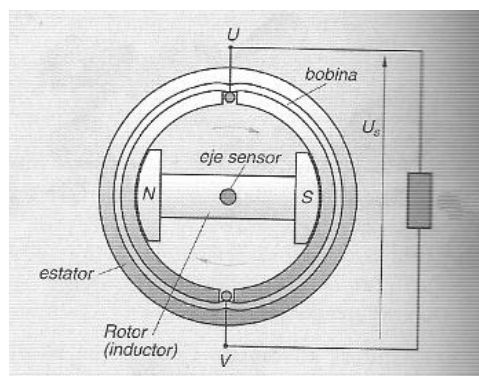
Los tacómetros son instrumentos de medición que se utilizan para averiguar la velocidad a la que giran las máquinas a las que van acoplados, por ejemplo motores. Normalmente la velocidad de giro se expresa en revoluciones por minuto.



Tacómetros mediante encoders: llevan un optoacoplador, normalmente de barrera para convertir el movimiento del disco en un tren de impulsos de frecuencia proporcional a la velocidad de giro. El disco llevará un número de agujeros que nos dirá cuando ha dado una vuelta el motor. Evidentemente también debe haber un control del tiempo para establecer la velocidad.

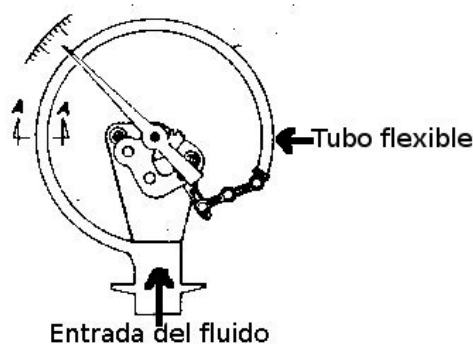


Tacoalternador: se genera una señal cuya frecuencia y amplitud son proporcionales a la velocidad de rotación de su eje sensor. En el rotor está constituido por un imán permanente que gira alrededor del estator formado por un bobinado. La señal generada en la bobina del estator es proporcional a la velocidad de giro y al número de espiras.



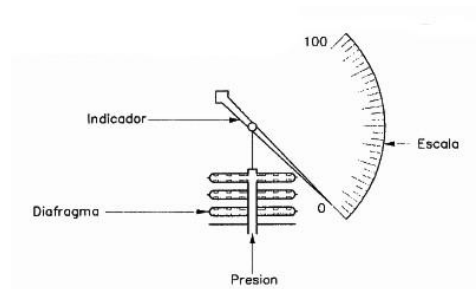
Tubo Bourdon

Es un medidor de presión mecánico de fluidos constituido por un tubo hueco de sección elíptica que forma un anillo casi entero conectado a una escala de medida. Al entrar un fluido en tubo hueco a una determinada presión el tubo se deforma, que estando en contacto con una aguja en movimiento marca la escala de la presión.



Medidor de presión de diafragma

Medidor de presión mecánico formada por una serie de cápsulas metálicas huecas unidas entre sí en forma de baterías. La presión se realizará por una de las caras exteriores deformará a las demás cápsulas. La suma de todas las deformaciones amplificada por un sistema de engranajes y palancas nos dará la medición en una escala graduada.



Medidor de presión de fuelle

Es parecido al diafragma compuesto, pero de una sola pieza flexible axialmente, y puede dilatarse o contraerse con un desplazamiento considerable por la presión de un fluido.

Medidores de presión electromecánicos

Utilizan elementos mecánicos de medición, por ejemplo el tubo Bourdon y el de diafragma con un transductor elástico que genera una señal eléctrica. Pueden ser resistivos, magnéticos, capacitivos, extensiométricos y piezoeléctricos.

Los transductores piezoeléctricos generan una pequeña tensión eléctrica al ser presionados. Es evidente que esta tensión es proporcional a la presión ejercida.

Termorresistencia

Es un detector de temperatura resistivo, es decir, un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

La variación de la resistencia puede ser expresada de manera polinómica como sigue a continuación. Por lo general, la variación es bastante lineal en márgenes amplios de temperatura.

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

donde:

R es la resistencia a la temperatura de referencia T_0

ΔT es la desviación de temperatura respecto a T_0 $\Delta T = T - T_0$

α es el coeficiente de temperatura del conductor especificado a 0 °C, interesa que sea de gran valor y constante con la temperatura.

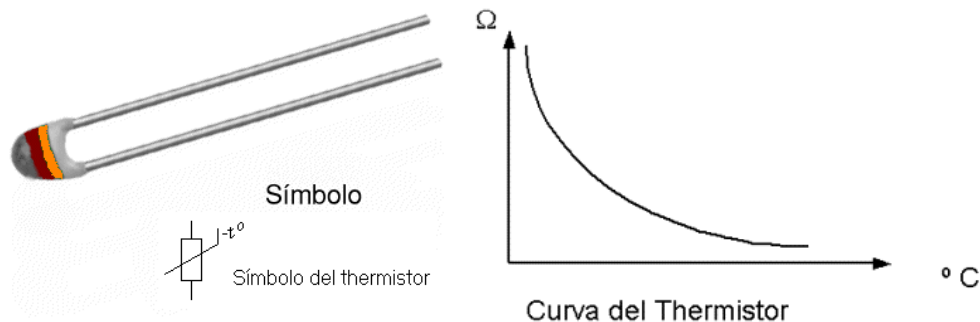
Termistores

Son semiconductores a base de óxidos metálicos en los que su coeficiente de temperatura tiene un valor muy elevado. Esto quiere decir que modifican su resistencia en función de la temperatura, según una gráfica de funcionamiento.

Existen dos tipos de termistores:

NTC: son termistores de coeficiente negativo. Al aumentar la temperatura disminuye su resistencia.

PTC: son termistores de coeficiente positivo. Al aumentar la temperatura aumenta su resistencia.



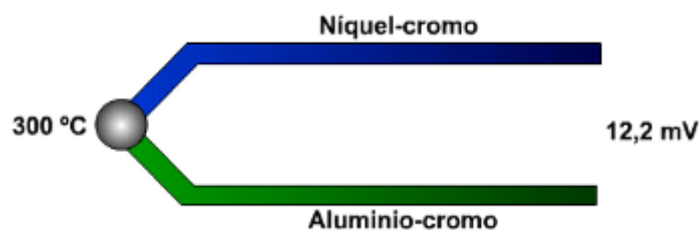
En la gráfica del comportamiento del termistor se ve que se genera una curva, por lo que su comportamiento no es lineal. Por ello hay que hacer que su comportamiento sea lineal a través de diferentes componentes eléctricos. Por ejemplo un puente de wheastone.

Termopares

Son transductores de temperaturas en los que su funcionamiento se basa en la unión de dos metales. Al aplicar calor a sus dos extremos unidos se genera en ellos una diferencia de potencial que es proporcional a la temperatura. Sólo hay que interpretar esa variación de potencial para averiguar su temperatura.

El efecto Seebeck descubierto por el físico alemán Johann Seebeck quien en 1821 soldando dos alambres de metales diferentes (cobre y bismuto) en un lazo descubrió accidentalmente que al calentar uno a alta temperatura y al mantener el otro a baja se producía un campo magnético. Se refiere a la emisión de electricidad de un circuito compuesto por dos metales con diferentes temperaturas. Se produce un flujo de electrones desde el área de mayor temperatura hasta la de menor temperatura. Se le denomina a dicho circuito termopar. Se suele usar este componente electrónico llamado termopar como sensor de temperatura, donde la corriente generada es proporcional a la temperatura.

Su principio de funcionamiento se basa en el **efecto Peltier**, que consiste en la liberación y absorción de calor en la unión de dos metales distintos cuando circula a través de ellos una corriente eléctrica y el efecto Thomson, que consiste en la liberación o absorción de calor en un metal homogéneo cuando circula a través de él una corriente eléctrica y existe en dicho metal un gradiente de temperatura.



Unas de las combinaciones de metales suelen ser cobre y constantán y hierro y constantán.

El **constantán** es una aleación, generalmente formada por un 55% de cobre y un 45% de níquel que se caracteriza por tener una resistencia constante en un amplio rango de temperaturas.

Pirómetro

Un **pirómetro**, dispositivo capaz de medir la temperatura de una sustancia sin necesidad de estar en contacto con ella. El término se suele aplicar a aquellos instrumentos capaces de medir temperaturas superiores a los 600 grados celsius. El rango de temperatura de un pirómetro se encuentra entre -50 grados celsius hasta +4000 grados celsius. Una aplicación típica es la medida de la temperatura de metales incandescentes en fundiciones.

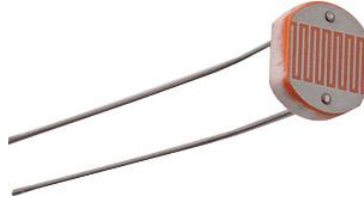
Se basan en la ley de Stefan-Boltzmann, que dice que: la intensidad de energía radiante emitida por la superficie de un cuerpo es función de la cuarta potencia de la temperatura absoluta del cuerpo.



LDR

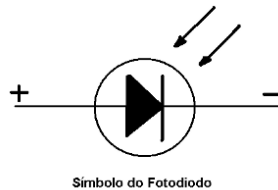
La resistencia LDR, también llamadas fotorresistencias tienen la propiedad de modificar su resistencia con la luz que captan.

Cuanta más cantidad de luz absorba el sensor menor será su resistencia, mientras que cuando haya alrededor del sensor tendrá valores óhmicos muy elevados.



Fotodiodos

Un fotodiodo es un semiconductor construido con una unión PN, sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja. Para que su funcionamiento sea correcto se polariza inversamente, con lo que se producirá una cierta circulación de corriente cuando sea excitado por la luz. Debido a su construcción, los fotodiodos se comportan como células fotovoltaicas, es decir, en ausencia de luz exterior generan una tensión muy pequeña con el positivo en el ánodo y el negativo en el cátodo. Esta corriente presente en ausencia de luz recibe el nombre de corriente de oscuridad.



Fototransistor

Se llama fototransistor a un transistor sensible a la luz. Cuando la luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella. Esta carga de base lleva el transistor al estado de conducción. El fototransistor es más sensible que el fotodiodo por el efecto de ganancia propio del transistor. Esto quiere decir que se amplifica el efecto de la luz.

