

Sistemas de Control y Servicios

Trabajo Practico N° 1

Alumna: Maria Lilen Guzmán

Objetivos:

- Comprender los conceptos básicos y la definición de sistemas de control.
- Diferenciar los distintos tipos de señales y sistemas.
- Analizar el comportamiento de sistemas de control en diferentes situaciones.

Introducción:

Los sistemas de control son conjuntos de dispositivos y software diseñados para supervisar, regular y gestionar procesos o sistemas dinámicos. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen valores prefijados. Un sistema de control puede ser computarizado, electromecánico o mecánico, según el tipo y la complejidad de los dispositivos o sistemas involucrados.

La importancia de los sistemas de control radica en los siguientes aspectos:

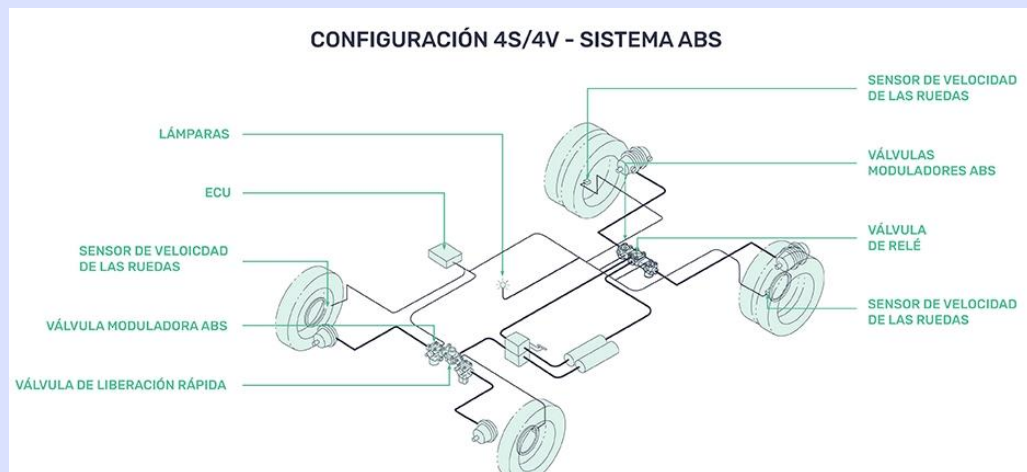
- **Eficiencia operativa:**
Uno de los aspectos más destacados de los sistemas de control es su capacidad para mejorar la eficiencia operativa. Estos sistemas permiten la automatización de procesos, reduciendo la intervención humana y, por lo tanto, disminuyendo la posibilidad de errores.
- **Optimización de procesos:**
A través del monitoreo en tiempo real, estos sistemas ajustan variables para mantener las condiciones ideales. Esto no solo mejora la calidad del producto final, sino que también contribuye a la conservación de recursos, reduciendo el desperdicio y aumentando la eficiencia energética.
- **Calidad del producto:**
La capacidad de ajustar automáticamente los parámetros de producción en respuesta a cambios en las condiciones del entorno garantiza una calidad constante a lo largo del tiempo.
- **Reducción de costos:**
Al minimizar los errores y optimizar el uso de recursos, los sistemas de control ayudan a reducir los costos de producción y operación a largo plazo.
- **Seguridad mejorada:**
Los sistemas de control desempeñan un papel esencial al monitorear y controlar procesos potencialmente peligrosos. Desde la detección temprana de anomalías hasta la activación de sistemas de parada de emergencia, estos sistemas contribuyen significativamente a la prevención de accidentes y la protección de los trabajadores y de los activos de la empresa.
- **Flexibilidad y adaptabilidad:**

Los sistemas de control pueden adaptarse fácilmente a cambios en los requisitos de producción o en el entorno operativo, lo que permite una mayor flexibilidad en la fabricación y operación de sistemas.

Algunos ejemplos de sistemas de control que encontramos en nuestra vida cotidiana:

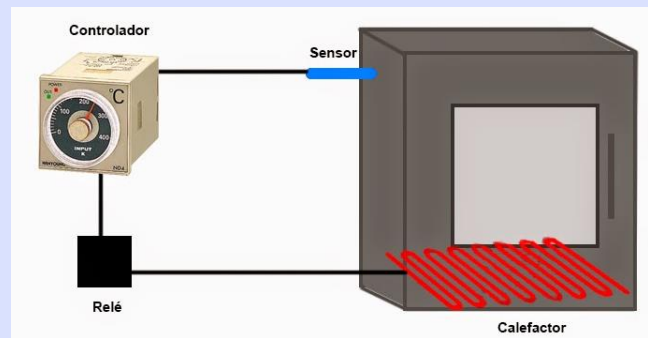
- Sistema de frenos antibloqueo (ABS) en automóviles:

Cada rueda cuenta con un sensor que está conectado a la central electrónica, que por lo tanto recibe información, en tiempo real, de la cantidad de vueltas que da cada rueda. Llegado el caso de que durante una frenada la velocidad de giro de alguna de las ruedas descendiera hasta un nivel dado que pudiera llevar al bloqueo, el sistema de frenos ABS se activa y reduce, de forma automática, la presión del líquido de frenos sobre esa rueda, igualando así su velocidad de giro con el resto. Esto es posible gracias a unas electroválvulas instaladas en el circuito de frenos.

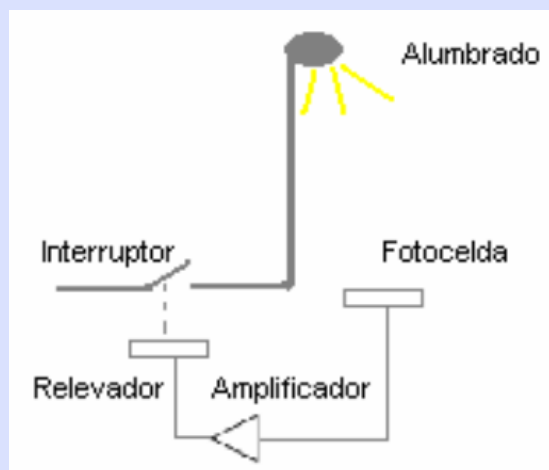


- Control de temperatura en hornos y estufas:

Consiste en un sensor que detecta la temperatura dentro del horno o estufa y un interruptor que controla la fuente de calor (generalmente el quemador o el elemento calefactor). Cuando la temperatura alcanza un valor predeterminado, el termostato activa o desactiva la fuente de calor para mantener la temperatura deseada.



- **Sistemas de control de iluminación:**
Consiste en instalar un dispositivo (fotocelda, fototransistor, etc.) para detectar la cantidad de iluminación y de acuerdo con esto, encender o apagar el alumbrado público. En este caso, la entrada (cantidad óptima de luz en las calles) se compararía con la salida (cantidad de luz real en las calles) a los efectos de que la señal de error generada accione o no el interruptor de luz.



Conceptos básicos y definición de sistemas de control:

El control de un sistema se efectúa mediante un conjunto de componentes mecánicos, hidráulicos, eléctricos y/o electrónicos que, interconectados, recogen información acerca del funcionamiento, comparan este funcionamiento con datos previos y, si es necesario, modifican el proceso para alcanzar el resultado deseado. Este conjunto de elementos constituye, por lo tanto, un sistema en sí mismo y se denomina sistema de control.

Componentes esenciales de un sistema de control:

- **Entrada:** Es la señal o variable que ingresa al sistema de control y que necesita ser monitoreada o regulada. La entrada puede ser de diversos tipos, incluyendo señales eléctricas, señales analógicas, señales digitales, datos de sensores, comandos de un usuario, entre otros.
- **Proceso:**
Es la parte del sistema que recibe la entrada y realiza acciones en función de esta entrada. Puede ser un dispositivo, un sistema físico o cualquier conjunto de operaciones que transforman la entrada en una salida deseada.
- **Salida:** Es la señal o variable que resulta del proceso realizado por el sistema. Es el resultado que se obtiene después de aplicar la entrada al proceso. La salida puede ser una acción física, una señal eléctrica, un dato digital, entre otros.
- **Sensor (medición):**
Un sistema de control comienza con un sensor, que es responsable de medir y recolectar datos del entorno o del proceso que se está controlando. Los sensores pueden detectar una amplia variedad de variables, como temperatura, presión, flujo, nivel y posición. La precisión y confiabilidad del sensor son cruciales, ya que cualquier error o fluctuación en las mediciones iniciales puede afectar todo el sistema de control.
- **Actuador (acción):**
El actuador es el componente encargado de realizar acciones en respuesta a las instrucciones enviadas por el controlador. Los actuadores definirán la señal de control en un cambio físico en el sistema o proceso controlado.
Algunos ejemplos comunes de actuadores incluyen motores, válvulas, relés y cilindros neumáticos. La elección del actuador depende de las características específicas del sistema y de los requisitos de rendimiento.

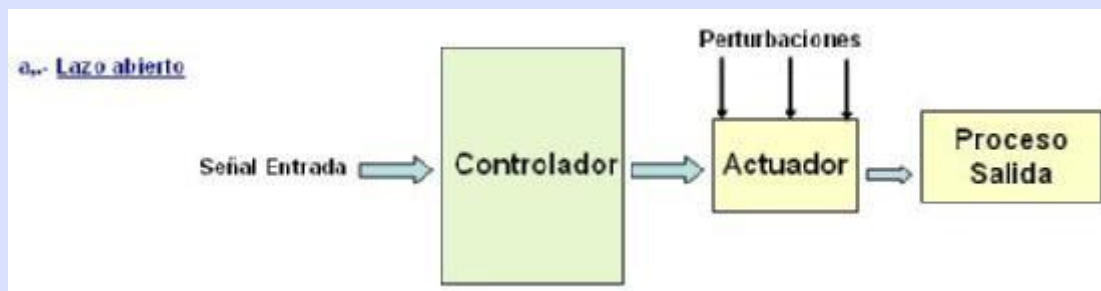
Tipos de Sistemas de Control:

- **Sistemas de control en lazo abierto:**
En un sistema de control de lazo abierto la salida ni se mide ni se realimenta para compararla con la entrada. Los sistemas de control de lazo abierto son sistemas de control en los que la salida no tiene efecto sobre la señal o acción de control. Un ejemplo sería una lavadora “automática” común, ya que ésta realiza los ciclos de lavado en función a una base de tiempo, sin medir el grado de limpieza de la ropa, que sería la salida a considerar.
Estos sistemas se caracterizan por:
 - Ser sencillos y de fácil mantenimiento.
 - Estar afectados por perturbaciones.
 - El éxito al cumplir una tarea depende directamente de la calibración y de la programación; puede tener altas o bajas probabilidades de funcionar con eficacia.

- Estos sistemas no requieren datos de salida, ya que solo requieren una buena lectura de los valores de entrada.

Los elementos que lo integran son:

- Señal de entrada: Señal fijada en el sistema de control.
- Controlador: Dispositivos encargados de controlar el proceso.
- Actuador: Dispositivos que realizan el proceso.
- Perturbaciones: Señales no deseadas que afectan al funcionamiento del sistema.
- Salida: Señal que resulta del proceso realizado por el sistema.



- **Sistemas de Control de Lazo Cerrado:**

En los sistemas de control de lazo cerrado, la salida o señal controlada, debe ser realimentada y comparada con la entrada de referencia, y se debe enviar una señal actuante o acción de control, proporcional a la diferencia entre la entrada y la salida a través del sistema, para disminuir el error y corregir la salida.

Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control. Esto es, los sistemas de control de lazo cerrado son sistemas de control realimentados. La diferencia entre la señal de entrada y la señal de salida se la denomina señal de error del sistema; esta señal es la que actúa sobre el sistema de modo de llevar la salida a un valor deseado. Ejemplos: cisterna de un inodoro, sistemas automáticos de iluminación, sistemas de calefacción o de aire acondicionado con termostato, etc.

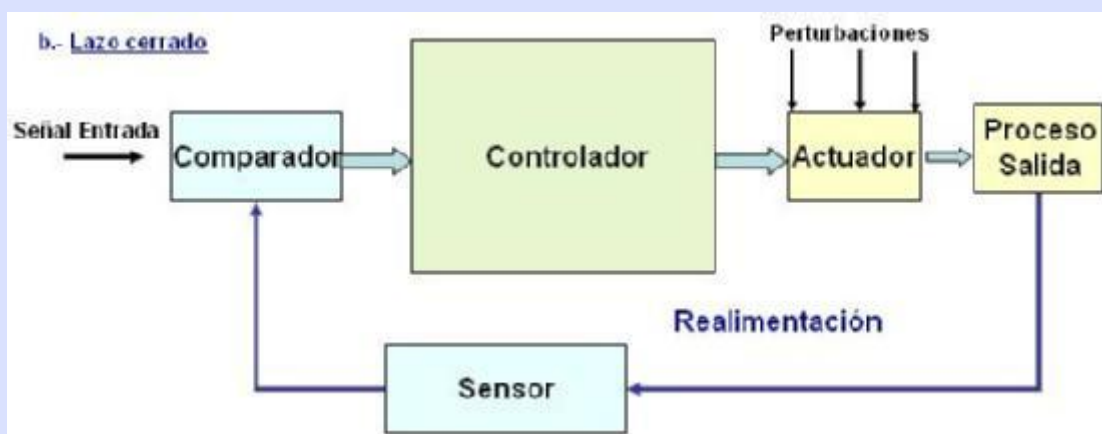
Estos sistemas se caracterizan por:

- Los sistemas de control en lazo cerrado tienden a ser más seguros y estables ante errores de modelo y perturbaciones.
- Tiene una mayor complejidad, ya que, tienen detrás un gran trabajo, tanto en el hardware como en el software.
- Tienden a manejar una mayor cantidad de parámetros para realizar una acción o determinar una decisión.

- La característica más importante dentro de este tipo de sistemas es que estos necesitan obligatoriamente datos de salida, ya que son necesarios para comparar los datos de esta salida con los datos de entrada.
- Si no se tienen datos de salida, los sistemas se mantienen en reposo.

Los elementos que lo integran son:

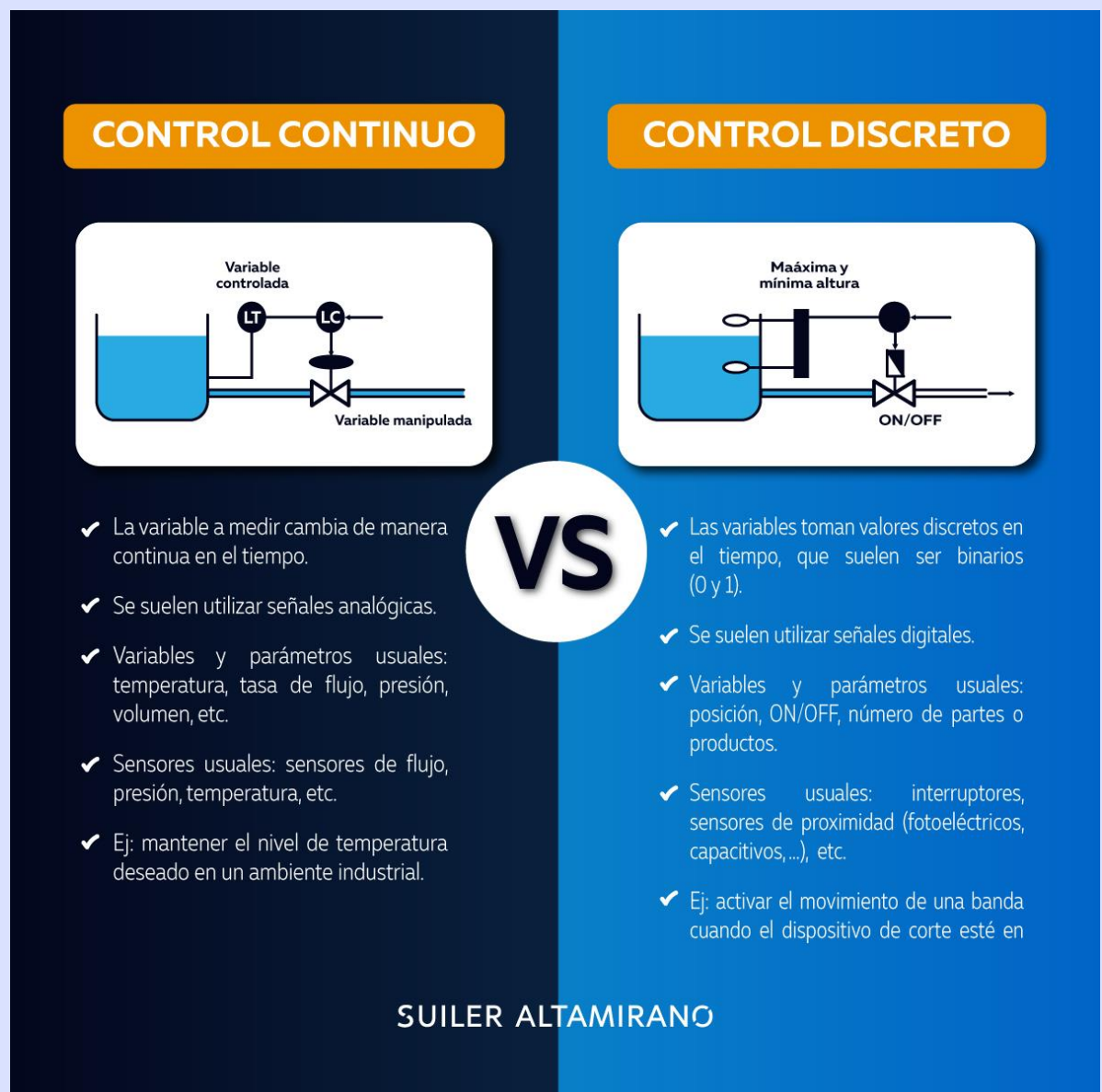
- Señal de entrada: Señal de referencia fijada.
- Comparador: Dispositivo que compara la señal de referencia fijada con la señal medida de salida a controlar.
- Controlador: Dispositivo encargado de controlar el proceso.
- Actuador: Dispositivo mecánico encargado de realizar la operación del proceso.
- Sensor: Dispositivo encargado de medir la señal de salida para realimentarla y compararla con la señal de referencia
- Perturbaciones: Señales no deseadas que afectan al funcionamiento del proceso.



Diferencia entre los sistemas de control continuos y discretos.

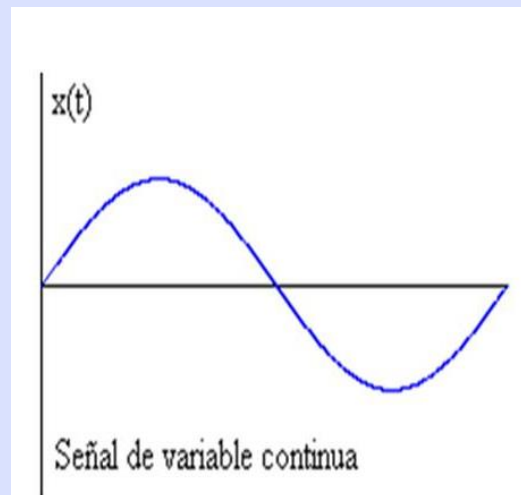
- **Sistemas de control continuos:**
En los sistemas continuos, tanto las señales de entrada como las de salida son funciones continuas en el tiempo y en el espacio. Esto significa que pueden tomar cualquier valor dentro de un rango continuo.
- **Sistemas de control discretos:**
Los sistemas de control discretos son aquellos en los que tanto las señales de entrada como las de salida son discretas en el tiempo o en el espacio, y el procesamiento de la información se realiza en intervalos discretos de tiempo.

Estos sistemas son comunes en aplicaciones de control digital, donde la información se representa y procesa en forma de muestras discretas.



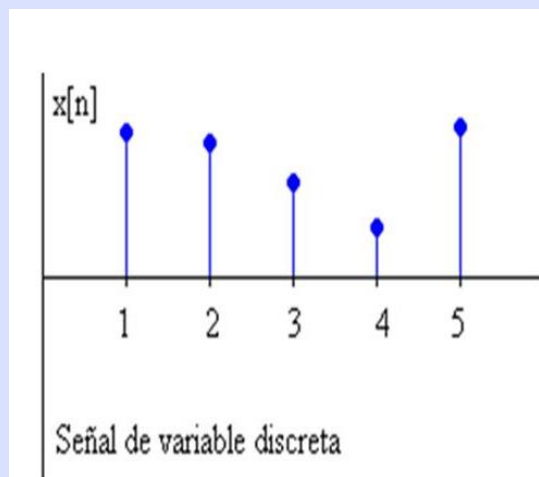
Tipos de señales y sistemas

- **Señales Continuas:**
Las señales de tiempo continuo se caracterizan por estar especificadas para cada valor real de tiempo t , lo que significa que su amplitud varía de manera continua en el tiempo.



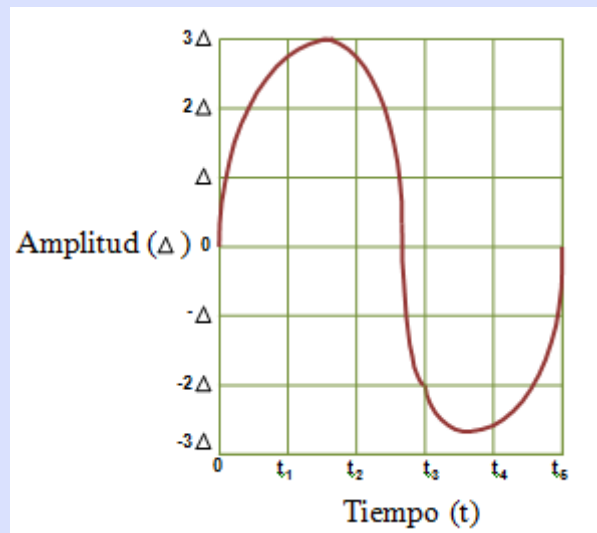
- Señales Discretas:

Las señales de tiempo discreto se definen por tener un dominio que se especifica únicamente para ciertos valores finitos de tiempo. Esto significa que la amplitud de la señal solo cambia en intervalos discretos de tiempo, a diferencia de las señales de tiempo continuo, en las cuales la amplitud cambia de manera continua en el tiempo.



- Señales Analógicas:

Una señal analógica es una señal que varía de forma continua a lo largo del tiempo. La mayoría de las señales que representan una magnitud física (temperatura, luminosidad, humedad, etc.) son señales analógicas. Las señales analógicas pueden tomar todos los valores posibles de un intervalo. Varían en forma continua entre un límite inferior y un límite superior. Cuando estos límites coinciden con los límites que admite un determinado dispositivo, se dice que la señal está normalizada. La ventaja de trabajar con señales normalizadas es que se aprovecha mejor la relación señal/ruido del dispositivo.

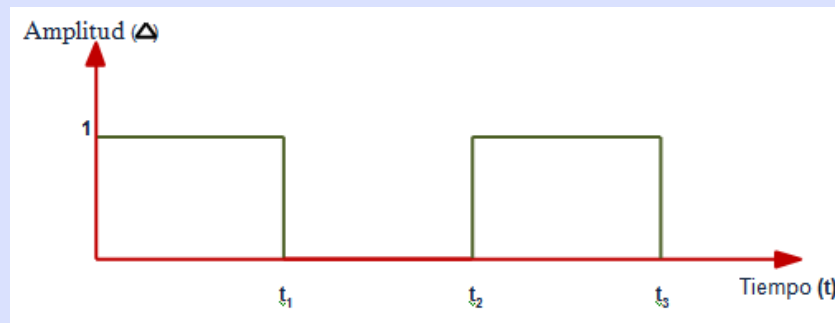


- Señales Digitales:

Una señal digital es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo. Sus parámetros son:

- Altura de pulso (nivel eléctrico)
- Duración (ancho de pulso)
- Frecuencia de repetición (velocidad pulsos por segundo)

Las señales digitales no se producen en el mundo físico como tales, sino que son creadas por el hombre. La utilización de señales digitales para transmitir información se puede realizar de varios modos: el primero, en función del número de estados distintos que pueda tener. Si son dos los estados posibles, se dice que son binarias, si son tres, ternarias, si son cuatro, cuaternarias y así sucesivamente. Los modos se representan por grupos de unos y de ceros, siendo, por tanto, lo que se denomina el contenido lógico de información de la señal. La segunda posibilidad es en cuanto a su naturaleza eléctrica. Una señal binaria se puede representar como la variación de una amplitud (nivel eléctrico) respecto al tiempo (ancho del pulso). Las señales digitales sólo pueden adquirir un número finito de estados diferentes, se clasifican según el número de estados (binarias, ternarias, etc.) y según su naturaleza eléctrica (unipolares y bipolares). Una señal digital varía de forma discreta o discontinua a lo largo del tiempo. Parece como si la señal digital fuera variando «a saltos» entre un valor máximo y un valor mínimo.



- Características de los Sistemas de Control Continuos:

Los sistemas de control continuos son aquellos en los que tanto las señales de entrada como las de salida son continuas en el tiempo y en el espacio. Esto implica que estas señales pueden tomar cualquier valor dentro de un rango continuo y no están limitadas a puntos específicos en el tiempo.

El procesamiento en los sistemas de control continuos es llevado a cabo de manera continua y en tiempo real. Los algoritmos de control se basan en ecuaciones diferenciales y operan con funciones matemáticas continuas. Esta capacidad de procesamiento continuo es esencial en aplicaciones donde se requiere una respuesta rápida y suave del sistema, como el control de sistemas de navegación o el control de procesos industriales.

Además, los sistemas continuos pueden ofrecer una mayor estabilidad y robustez en comparación con los sistemas discretos en ciertas aplicaciones. Esto se debe a que las funciones continuas pueden representar con mayor precisión la dinámica del sistema, lo que permite el uso de técnicas de control más avanzadas y sofisticadas.

En términos de implementación, los sistemas de control continuos pueden ser fácilmente implementados en hardware analógico, utilizando circuitos eléctricos o electrónicos. Esta flexibilidad los hace adecuados para aplicaciones donde se requiere una respuesta rápida y en tiempo real, como el control de motores eléctricos o la regulación de la temperatura en sistemas de climatización.

- Características de los Sistemas de Control Discretos:

Los sistemas de control discretos se distinguen por el tratamiento de señales que se representan mediante valores discretos en el tiempo o en el espacio, a diferencia de los sistemas continuos, donde estas señales son continuas. Esta diferencia implica varias características importantes. En primer lugar, las señales en los sistemas discretos toman valores en puntos específicos del tiempo o del espacio, lo que simplifica su procesamiento y almacenamiento en sistemas digitales. Esta discretización es fundamental en aplicaciones donde se necesita un control preciso y confiable, como en sistemas de comunicaciones o de manufactura automatizada.

En cuanto al procesamiento, la información en estos sistemas se maneja en intervalos discretos de tiempo. Los algoritmos de control se basan en diferencias finitas y operan con operaciones discretas, como sumas y multiplicaciones. Esto es esencial para garantizar un control preciso y confiable del sistema, adaptándose a las necesidades específicas de cada aplicación.

La implementación de sistemas de control discretos se realiza típicamente en hardware digital, aprovechando tecnologías como microcontroladores, procesadores digitales de señales (DSP) o sistemas embebidos. Estas plataformas ofrecen una mayor flexibilidad y escalabilidad en el diseño del sistema, permitiendo adaptarse a diversas necesidades y requerimientos del sistema en cuestión.

Por último, el proceso de muestreo es fundamental en los sistemas discretos, donde se toman muestras de una señal analógica en intervalos regulares de tiempo para convertirla en una señal discreta. Sin embargo, el muestreo inadecuado puede introducir efectos no deseados, como el aliasing, que pueden afectar la precisión y estabilidad del sistema. Por ello, es crucial seleccionar adecuadamente la frecuencia de muestreo para evitar estos problemas y garantizar un rendimiento óptimo del sistema.

Ejemplos de sistemas de control continuos y discretos:

- **Ejemplo Control Continuo:**
Un controlador de temperatura con vapor. Este instrumento calienta el agua con la ayuda de un serpentín por el cual pasa un flujo de vapor. Este flujo de vapor es aumentado o disminuido por una válvula de control, la cual se abre o cierra suavemente en una cierta proporción según el mensaje enviado por el controlador, el cual trabaja con la diferencia entre una señal de referencia y el valor de la temperatura del agua de salida. La temperatura del agua es medida por un transmisor de temperatura. Como la apertura de la válvula puede tomar una infinidad de valores entre totalmente cerrada y totalmente abierta, entonces el control es continuo.
- **Ejemplo Control Discreto:**
En los robots industriales, se emplea un sistema de control discreto para supervisar y regular sus movimientos en intervalos específicos de tiempo. Este sistema calcula los comandos de movimiento necesarios para que el robot lleve a cabo sus tareas de manera precisa y coordinada. El proceso comienza con la planificación de los movimientos requeridos para realizar una tarea específica. Durante la ejecución de la tarea, el robot recopila información a través de diversos sensores. Esta información se recopila en intervalos discretos de tiempo, generalmente sincronizados con el ciclo de control del sistema. En cada intervalo

de tiempo discreto, el sistema de control procesa la información recolectada y calcula los comandos necesarios para ajustar los movimientos del robot. Estos comandos se ajustan continuamente en cada ciclo de control para corregir cualquier desviación de la trayectoria planificada o para adaptarse a cambios en el entorno. Finalmente, los comandos generados por el controlador se envían a los actuadores del robot, como los motores de las articulaciones o los sistemas de accionamiento lineal. El robot ejecuta estos movimientos en el siguiente intervalo de tiempo discreto, lo que le permite cumplir con la tarea asignada de manera precisa y coordinada.

Análisis de sistemas de control

Análisis de un sistema de control de una estufa.



- **Análisis de un Sistema de Control de Lazo Abierto en una Estufa:**

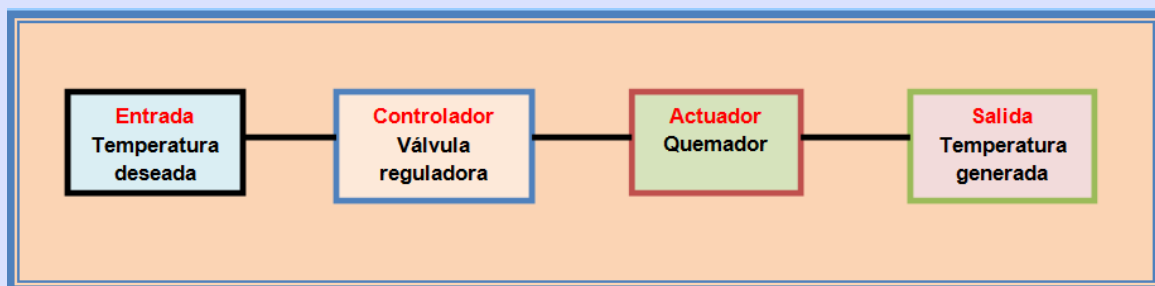
En un sistema de control de lazo abierto, la estufa opera sin utilizar retroalimentación para ajustar su funcionamiento. Esto significa que el controlador envía una señal de control predeterminada a los elementos de calefacción sin tener en cuenta la temperatura real del ambiente. Esta señal de control se basa únicamente en estimaciones de la carga térmica esperada y las condiciones ambientales.

- **Funcionamiento del sistema de lazo abierto en una estufa:**

En un sistema de lazo abierto, la estufa simplemente enciende o apaga sus elementos de calefacción en función de un temporizador o un ajuste manual del usuario. Por ejemplo, al encender la estufa, el usuario selecciona la potencia

deseada (baja, media o alta) y la estufa enciende los elementos de calefacción correspondientes durante un período de tiempo determinado.

- Características del sistema de lazo abierto en una estufa:
 - Ausencia de retroalimentación: No se utilizan sensores para medir la temperatura ambiente o la temperatura de los elementos de calefacción. Esto significa que la estufa no ajusta automáticamente la potencia de calefacción en función de la temperatura real del ambiente.
 - Dependencia de estimaciones y suposiciones: La estufa asume que la potencia de calefacción requerida para alcanzar la temperatura deseada es constante y no necesita ajustarse. Esto puede llevar a un funcionamiento subóptimo de la estufa si las condiciones ambientales cambian o si la carga térmica del espacio varía.
 - Riesgo de errores: Debido a la falta de retroalimentación, el sistema de lazo abierto es más susceptible a errores de estimación o suposiciones incorrectas sobre las condiciones del ambiente. Por ejemplo, si la temperatura exterior cambia repentinamente, la estufa no ajustará automáticamente la potencia de calefacción, lo que podría resultar en una temperatura interior incómoda.



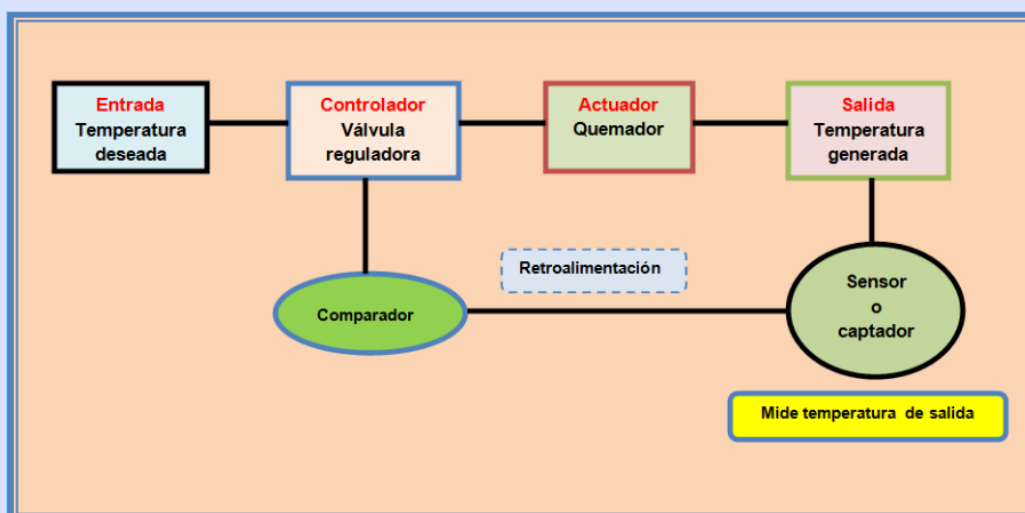
- Sistema de Control de Lazo Cerrado en una Estufa:

En contraste, un sistema de control de lazo cerrado utiliza retroalimentación para ajustar automáticamente el funcionamiento de la estufa en función de las condiciones reales del ambiente. En este sistema, se utilizan sensores para medir continuamente la temperatura ambiente y la temperatura de los elementos de calefacción.

- Funcionamiento del sistema de lazo cerrado en una estufa:

En un sistema de lazo cerrado, la estufa compara la temperatura medida con la temperatura deseada y ajusta la potencia de calefacción en consecuencia. Por ejemplo, si la temperatura ambiente es más baja que la temperatura deseada, la estufa aumenta la potencia de calefacción para calentar el ambiente más rápidamente. Si la temperatura ambiente es más alta que la temperatura deseada, la estufa disminuye la potencia de calefacción para evitar el sobrecalentamiento.

- Características del sistema de lazo cerrado en una estufa:
 - Utilización de retroalimentación: Se utilizan sensores para medir la temperatura ambiente y la temperatura de los elementos de calefacción. Esto permite a la estufa ajustar automáticamente la potencia de calefacción en función de las condiciones reales del ambiente.
 - Adaptabilidad a las condiciones cambiantes: La estufa puede ajustar dinámicamente la potencia de calefacción en respuesta a cambios en la temperatura ambiente o en la carga térmica del espacio. Esto garantiza un funcionamiento óptimo incluso en condiciones variables.
 - Mayor precisión y eficiencia: Debido a la retroalimentación continua proporcionada por los sensores, el sistema de lazo cerrado es más preciso y eficiente en comparación con el sistema de lazo abierto. Esto garantiza un control más preciso de la temperatura ambiente y un uso más eficiente de la energía.



- Comparación entre sistemas de lazo abierto y de lazo cerrado en una estufa:

Precisión: El sistema de lazo cerrado es más preciso que el sistema de lazo abierto, ya que ajusta automáticamente la potencia de calefacción en función de las condiciones reales del ambiente.

Eficiencia energética: El sistema de lazo cerrado es más eficiente en términos de energía que el sistema de lazo abierto, ya que adapta dinámicamente la potencia de calefacción en función de las condiciones del ambiente.

Adaptabilidad: El sistema de lazo cerrado es más adaptable a cambios en las condiciones del ambiente que el sistema de lazo abierto, ya que puede ajustar la potencia de calefacción en tiempo real.

Complejidad: El sistema de lazo cerrado es más complejo y costoso de implementar que el sistema de lazo abierto, debido a la necesidad de sensores y algoritmos de control adicionales.

Conclusiones

Los sistemas de control son conjuntos de dispositivos y software diseñados para supervisar, regular y gestionar procesos o sistemas dinámicos. Pueden ser de lazo abierto, donde la salida no influye en la entrada, o de lazo cerrado, donde hay retroalimentación para ajustar el sistema. Los elementos fundamentales de un sistema de control son la entrada (señal que se ingresa al sistema), el proceso (sistema o proceso que se controla), la salida (resultado del proceso), el sensor (dispositivo que detecta la salida) y el actuador (dispositivo que ajusta la salida). Los sistemas de control pueden ser continuos o discretos, según la naturaleza de las señales y los procesos que controlan.

Los sistemas de control son fundamentales en la automatización de procesos y sistemas porque permiten optimizar la eficiencia, mejorar la calidad, aumentar la productividad y garantizar la seguridad en diversas aplicaciones. Al proporcionar supervisión y regulación automáticas, los sistemas de control reducen la intervención humana, minimizan errores y permiten una respuesta rápida a las condiciones cambiantes del entorno.

Algunas posibles mejoras o aplicaciones de los sistemas de control:

- Desarrollo de sistemas de control para dispositivos médicos inteligentes que monitorean y regulan automáticamente las condiciones de salud de los pacientes.
- Implementación de sistemas de control en edificios y hogares para optimizar el consumo de energía y reducir los costos operativos.
- Utilización de sistemas de control en equipos agrícolas para maximizar el rendimiento de los cultivos, minimizar el uso de recursos y mejorar la sostenibilidad ambiental.

Bibliografía:

- Universidad Autonoma del Peru:
<https://www.autonoma.pe/blog/importancia-sistemascontrolindustria/#:~:text=Los%20sistemas%20de%20control%20son,la%20eficiencia%20y%20la%20calidad.>
- Soluty renting:
<https://solutyrenting.com/blog/el-sistema-antibloqueo-de-frenos-abs.>
- Ceiisa Blog:
<https://ceiisa.blogspot.com/2015/01/control-todo-o-nada-on-off.html.>
- Suileraltamirano Blog:
[https://blog.suileraltamirano.com/contenido06-sistemas-de-control-en-lazo-abierto-y-cerrado/.](https://blog.suileraltamirano.com/contenido06-sistemas-de-control-en-lazo-abierto-y-cerrado/)
- Mundo estudiante:
[https://www.mundoestudiante.com/elementos-de-un-sistema-de-control/.](https://www.mundoestudiante.com/elementos-de-un-sistema-de-control/)
- Amplificadores:
https://amplificadores.info/sistemas-de-control#google_vignette.
- https://www.educa2.madrid.org/web/4656105/robotica/-/book/sistemas-de-control-lazo-abierto-lazo-cerrado?book_viewer=WAR_cms_tools_chapterIndex=895b5ac7-d536-48d8-b7fd-fd3e63756316.
- Universidad Nacional de San Juan:
<http://dea.unsj.edu.ar/control1/apuntes/unidad1y2.pdf.>
- Nise, N. S. (2015). Control Systems Engineering. John Wiley & Sons.
- http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro27/133_tipos_de_seales_analogicadigital.html.
- Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2010). Modern Control Systems. Pearson Education.
- https://www.tecnologiatecnica.com.ar/sistemadecontrol/index%20sistemasdecontrol_archivos/Page268.htm.
- https://controlautomaticoeducacion.com/control-realimentado/lazo-abierto-y-lazo-cerrado/#Ejemplos_de_Sistemas_de_Control_en_Lazo_Abierto.