

# Equipo FA para principiantes (Sistema de control de procesos)

La presente es una breve descripción del Sistema de control de procesos para principiantes.

## Introducción **Objetivo del curso**

Un sistema de instrumentación permite el control de la producción mediante la medición y el control de varias cantidades físicas. Por ejemplo, la tasa de flujo, la temperatura, la presión y el nivel del líquido. Este curso tiene el objetivo de brindar a los principiantes el conocimiento básico requerido antes de realizar el control de instrumentación real.

## Introducción Estructura del curso



El contenido de este curso es el siguiente.  
Le recomendamos comenzar desde el Capítulo 1.

### Capítulo 1 - Sistema de instrumentación

Conozca los aspectos básicos de los sistemas de instrumentación.

### Capítulo 2 - Control de retroalimentación

Conozca los aspectos básicos del control de retroalimentación (control ON/OFF, acción proporcional (P), acción integral (I), control PI, acción diferencial (D), control PID).

### Capítulo 3 - Bucle de control

Conozca acerca de la sección de detección y la sección de funcionamiento en el diagrama de bloque del bucle de control.

### Prueba final

Calificación para aprobar: 60% o más.

**Introducción****Cómo usar esta herramienta de aprendizaje en línea**

Ir a la página siguiente		Ir a la página siguiente.
Regresar a la página anterior		Regresar a la página anterior.
Ir a la página deseada		Se visualizará el "Índice", lo que le permitirá navegar a la página deseada.
Salir del aprendizaje		Salir del aprendizaje. El aprendizaje y las ventanas como la pantalla de "Contenidos" se cerrarán.

## Introducción **Precauciones de uso**



### **Precauciones de seguridad**

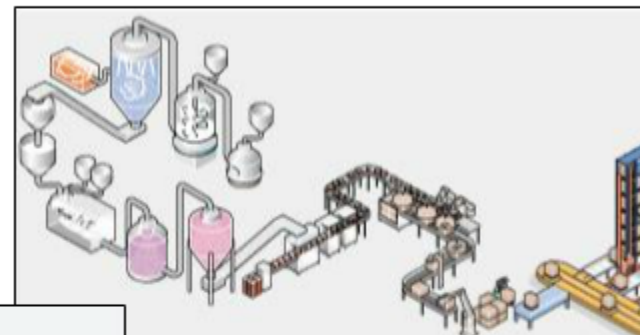
Antes de usar el hardware físico, lea las Precauciones de seguridad en los manuales correspondientes y siga la información de seguridad relevante que aquí se incluye.

## 1.1

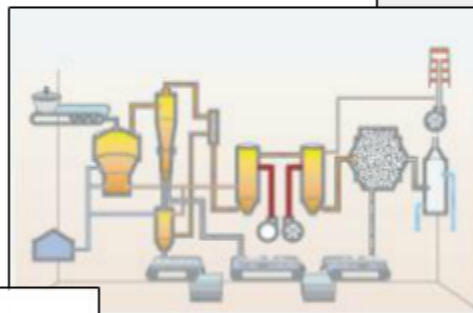
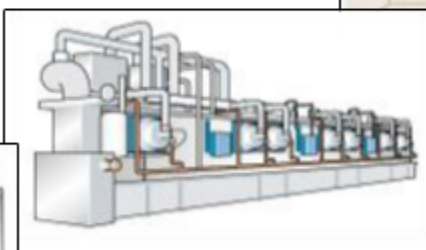
## Sistema de instrumentación

El sistema de instrumentación se usa en instalaciones de producción para realizar funciones de medición y control. Se usa ampliamente en diversas industrias.

- Fábricas de acero y fundición
- Plantas químicas
- Instalaciones ambientales
- Equipo de tratamiento de aguas y aguas residuales
- Climatización
- Fábricas de semiconductores
- Fábricas de alimentos
- Fábricas farmacéuticas
- Fábricas de papel
- Plantas eléctricas, etc.



Plantas de productos químicos finos

Instalación de desecho  
de residuos

Hornos industriales



Maquinaria alimentaria

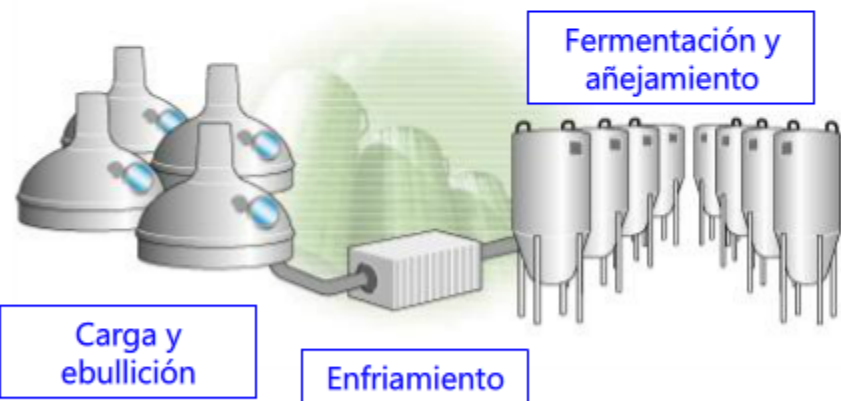
## 1.2

## Control del sistema de instrumentación

Las instalaciones de producción en una fábrica se pueden clasificar aproximadamente en sistema de instrumentación que maneja principalmente el control de retroalimentación y el sistema FA que maneja principalmente control de secuencia. Estos son ejemplos de control de retroalimentación y control de secuencia en una fábrica de cerveza.

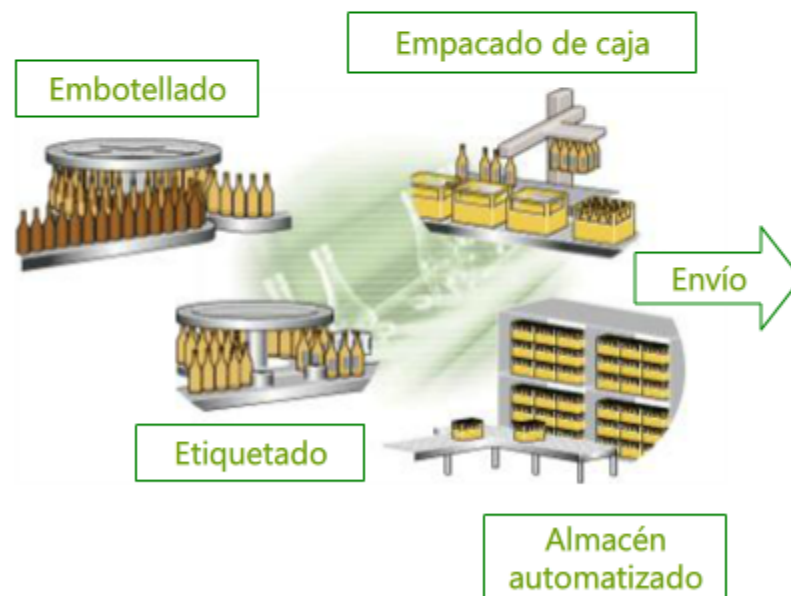
## Control de retroalimentación

En el control de retroalimentación, el procesamiento se controla mediante la comparación del valor objetivo con el valor medido obtenido mediante retroalimentación y determinando una cantidad de funcionamiento requerida para hacer que estos dos valores coincidan. Se utiliza para controlar la temperatura, las tasas de flujo y la presión en tales procesos como la carga, la fermentación y el añejamiento.



## Control de secuencia

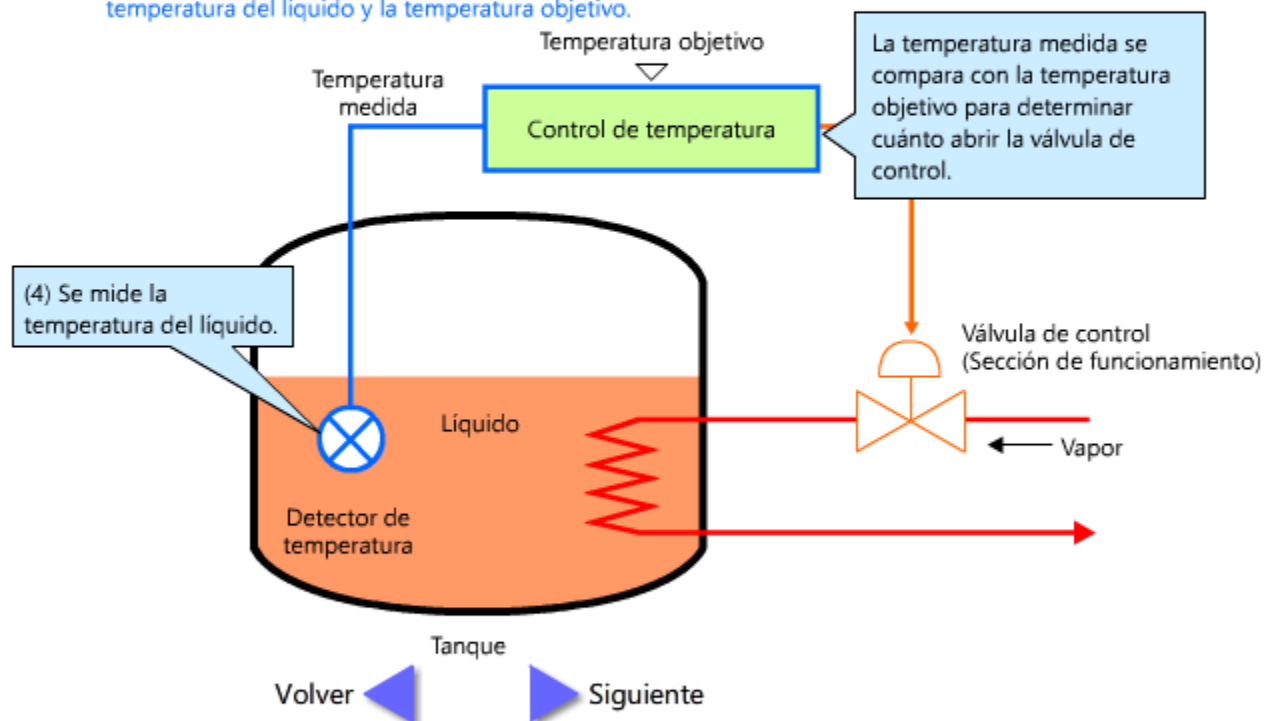
En el control de secuencia, el procesamiento paso a paso se controla de acuerdo con una secuencia o procedimiento dados. Se utiliza en el procesamiento para el empaquetado y transporte de cajas, entre otros.



## 1.3 Control de retroalimentación

Este ejemplo muestra cómo se utiliza el control de retroalimentación para mantener el líquido de un tanque a una determinada temperatura.

- (1) El detector de temperatura mide la temperatura del líquido en el tanque.
- (2) La temperatura medida se compara con la temperatura objetivo, y la apertura de la válvula de control (cantidad de funcionamiento) se determina de acuerdo con la diferencia (desviación) entre las dos válvulas.
- (3) La válvula de control se acciona para controlar la cantidad de vapor que calienta el líquido dentro del tanque.
- (4) El control de retroalimentación implica repetir los pasos del (1) al (3) para eliminar la diferencia entre la temperatura del líquido y la temperatura objetivo.



Este tipo de control, el cual compara un valor medido con un valor objetivo y realiza una operación para hacer que coincidan, se llama control de retroalimentación.



## 1.3 Control de retroalimentación

El control de retroalimentación de la temperatura del líquido del tanque mostrado en la Figura 1.3-1 se puede representar mediante el siguiente diagrama de bloque, Figura 1.3-2.

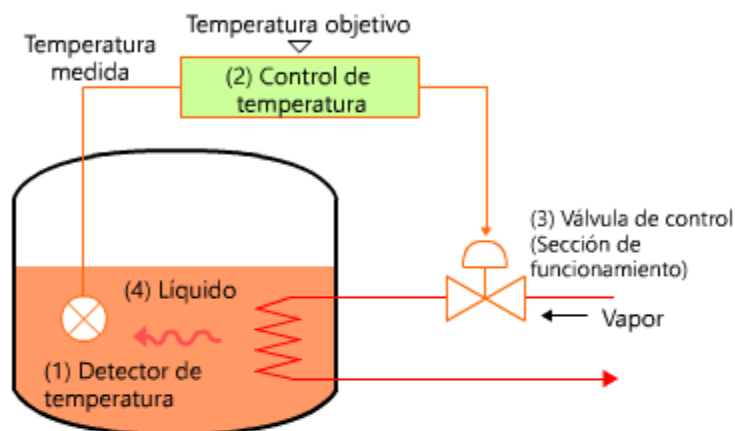


Figura 1.3-1

- (1) La temperatura objetivo y la temperatura medida se comparan en el comparador.
- (2) El regulador de vapor calcula la cantidad de funcionamiento de acuerdo con la desviación y envía la señal de funcionamiento a la válvula de control.
- (3) La válvula de control se acciona de acuerdo con la señal de funcionamiento para enviar vapor al tanque.
- (4) La temperatura del líquido dentro del tanque se cambia por el vapor y el detector de temperatura mide nuevamente la temperatura del líquido.

Después se repiten los pasos (1) a (4).

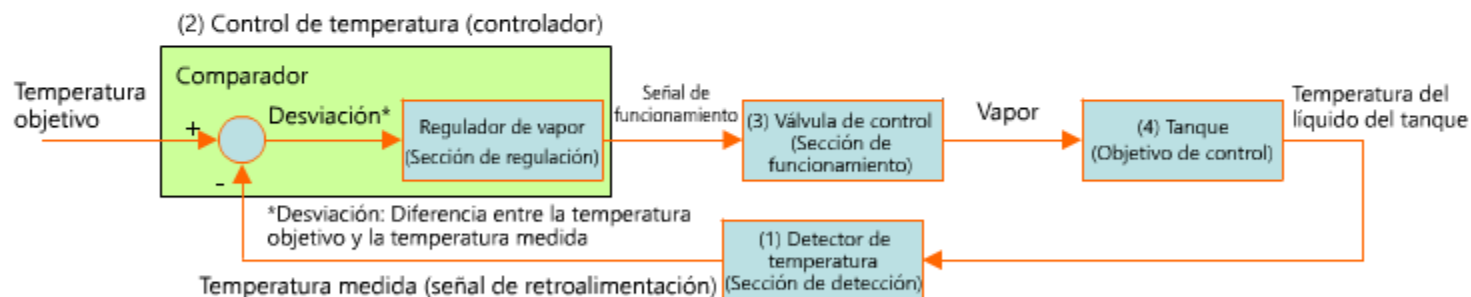


Figura 1.3-2

De acuerdo con este diagrama de bloque, el control de retroalimentación funciona de la siguiente manera.

Volver



Siguiente

## 1.3 Control de retroalimentación

El control de retroalimentación también se utiliza para controlar el la tasa de flujo, la presión y el nivel de líquido, además de la temperatura.

La Figura 1.3-3 muestra un diagrama de bloque general para el control de retroalimentación; la Tabla 1.3-1 describe los términos individuales.

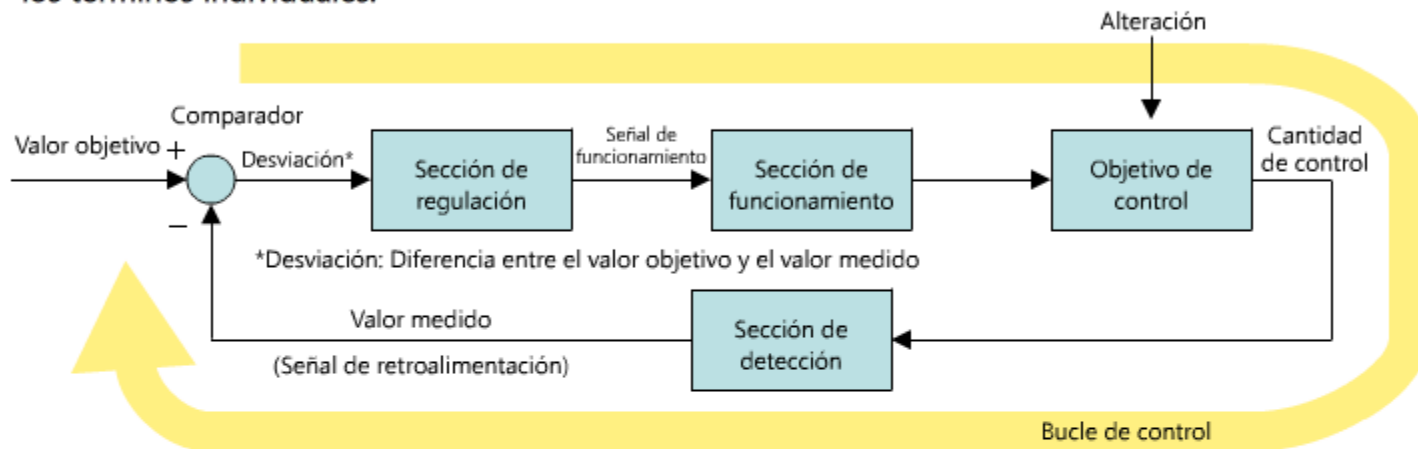


Figura 1.3-3

Término	Explicación
Comparador	Compara el valor objetivo con el valor medido.
Sección de regulación	Basada en el valor objetivo y en el valor medido, genera una señal necesaria para que el controlador realice operaciones previstas y envíe la señal a la sección de funcionamiento.
Sección de funcionamiento	Convierte la señal de funcionamiento recibida de la sección de regulación en una cantidad de funcionamiento y actúa sobre el objetivo de control para crear un cambio.
Objetivo de control	La totalidad o parte de las máquinas, procesos y plantas sujetas a control
Sección de detección	Extrae las señales requeridas para controlar desde los objetivos de control como los sensores.
Alteración	Cambio inesperado en el entorno que altera el control
Bucle de control	Devuelve los resultados de la operación a la sección de regulación. Una unidad de control de medida

Tabla 1.3-1

## 2.1

## Control ON/OFF

Esta sección describe el control ON/OFF, que es el tipo de control de retroalimentación más simple.

El control ON/OFF significa ON (ENCENDER) o OFF (APAGAR) la sección de control dependiendo del valor positivo o negativo de la desviación (valor objetivo - valor medido).

La Figura 2.1-1 muestra cómo el control ON/OFF cambia el estado de la válvula de control y la temperatura del líquido.

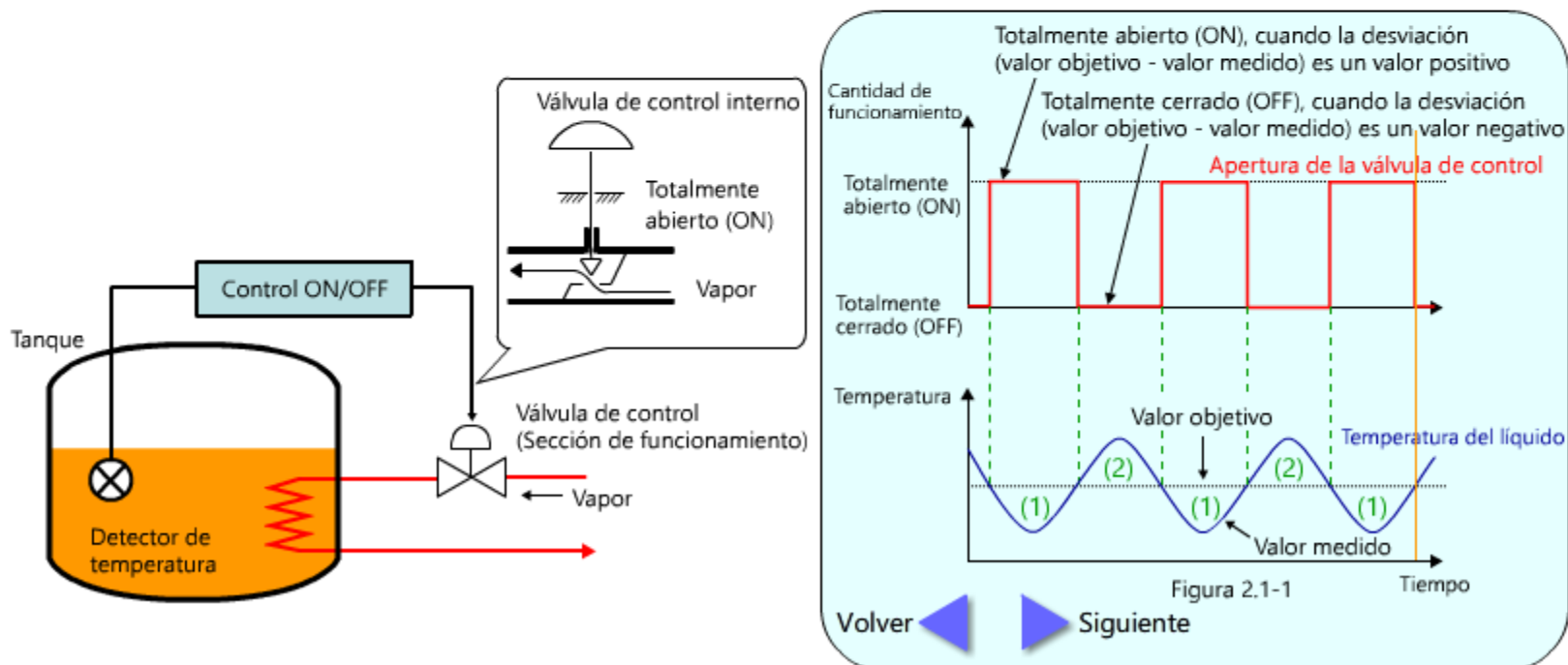
Como se muestra en la Figura 2.1-1 (1), cuando la temperatura del líquido cae por debajo del valor objetivo, la válvula de control se abre completamente (ON) para alimentar vapor.

Cuando se alimenta el vapor, la temperatura del líquido no aumenta de inmediato, sino que comienza a aumentar después de un rato y luego supera el valor objetivo como en (2). Cuando la temperatura supera el valor objetivo, la válvula de control se cierra completamente (OFF) para detener la alimentación de vapor.

Sin embargo, la temperatura del líquido no disminuye inmediatamente, sino que lo hace después de un tiempo.

Bajo el control ON/OFF, la temperatura del líquido no es constante, varía repetidamente como se muestra en la Figura 2.1-1.

El control P (control proporcional) se inventó para resolver este problema como se muestra a continuación.



## 2.2

## Acción proporcional

Un acción que produce una cantidad de funcionamiento proporcional a la desviación (valor objetivo - valor medido) se llama acción proporcional.

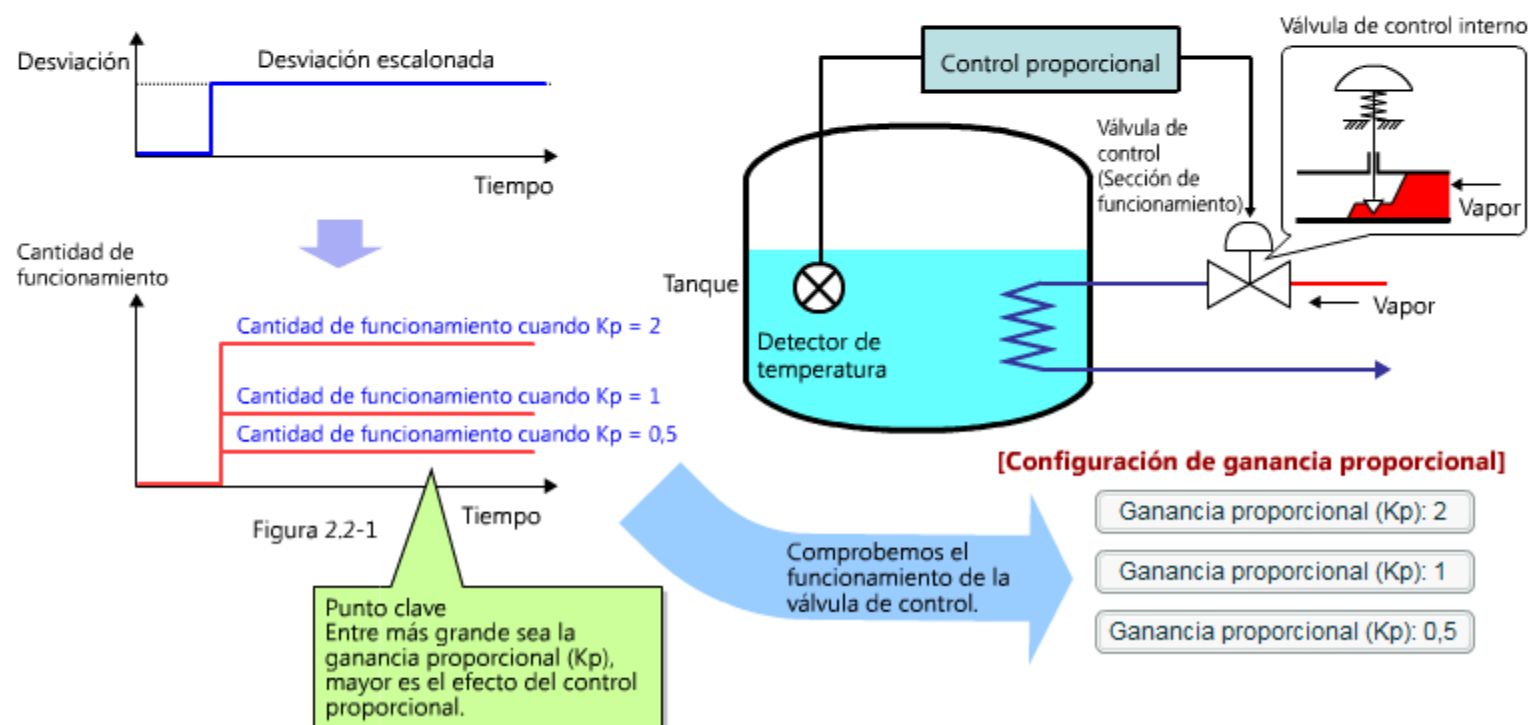
La acción proporcional puede reducir fluctuaciones en la temperatura del líquido mediante el control de la apertura gradual de la válvula de control de acuerdo a la desviación.

La cantidad de funcionamiento de la acción proporcional se da de la siguiente forma:

**cantidad de funcionamiento = ganancia proporcional ( $K_p$ ) x desviación.** Incluso con la misma desviación, conforme la ganancia proporcional se incrementa, la cantidad de funcionamiento aumenta, lo que eleva la cantidad de vapor suministrado.

Conforme la ganancia proporcional disminuye, la cantidad de funcionamiento disminuye y esto reduce el suministro de vapor. (Figura 2.2-1)

Las cantidades de funcionamiento de las acciones proporcionales para una desviación escalonada se muestran a continuación.



## 2.2

## Acción proporcional

La Figura 2.2-2 muestra cómo el resultado del control de acciones proporcionales difiere dependiendo de la magnitud de la ganancia proporcional. (El resultado del control se refiere al efecto del control proporcional de la temperatura del líquido dentro del tanque.) Ajustar la válvula de control poco a poco reduce las fluctuaciones de la temperatura del líquido.



Figura 2.2-2

La acción proporcional puede reducir las fluctuaciones de la temperatura del líquido pero no puede hacer que el valor medido coincida con el valor objetivo aun después de cierto tiempo, lo que deja una desviación. Esta desviación restante se llama a menudo compensación (desviación en estado estático o desviación residual).

## 2.3

## Acción integral y control proporcional/integral (PI)

Con la acción proporcional, el valor medido y el valor objetivo no coinciden aun después de mucho tiempo, lo que deja una compensación.

Para eliminarla, se usa una acción integral.

La acción integral elimina la compensación al integrar las desviaciones anterior y actual con el tiempo y al generar el resultado. (Figura 2.3-1)

La acción integral se usa en conjunto con la acción proporcional como "Control PI".

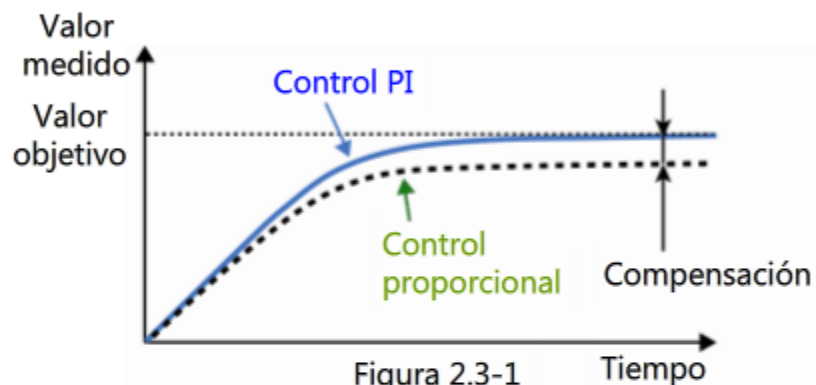


Figura 2.3-1

Entre menor es el tiempo de integración, más rápido se elimina la compensación. Entre más extenso sea el tiempo de integración, más tiempo tardará la eliminación de la compensación.

La Figura 2.3-2 muestra las diferencias de los efectos de integración del control PI dependiendo de la longitud del tiempo de integración.

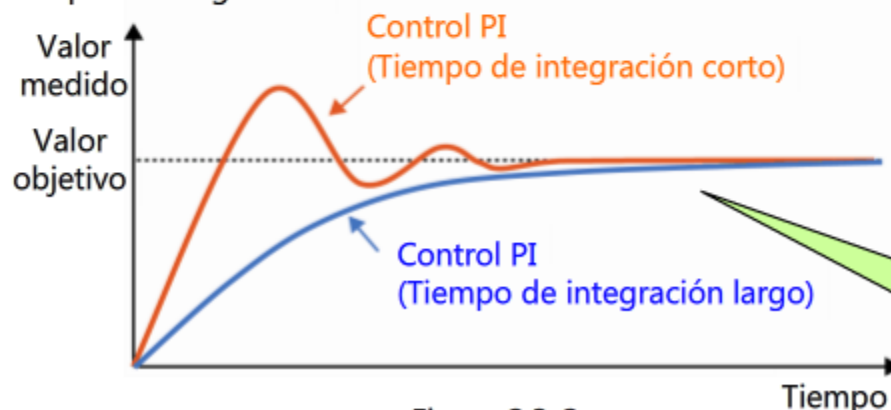


Figura 2.3-2

<b>Tiempo de integración corto</b>	Elimina la compensación más rápido pero es probable que cause oscilación.
<b>Tiempo de integración largo</b>	Cambia los valores medidos ligeramente pero toma tiempo para eliminar la compensación.

**Punto clave**

Entre más corto sea el tiempo de integración, mayor será el efecto de integración. (La compensación se elimina más rápido.)



## 2.4

## Acción diferencial

Para reducir el efecto de las alteraciones en el objetivo de control, la acción diferencial agrega un resultado que es proporcional al rango de cambio de la desviación (desviación diferencial) del resultado de la activación proporcional. Esta acción se usa generalmente en conjunto con el control PI como "PID control".

La Figura 2.4-1 muestra la diferencia en la respuesta del objetivo de control con o sin acción diferencial utilizada frente a los cambios de desviación ocasionada por la misma alteración (alteración A). Agregar la acción diferencial reduce el efecto de la alteración.



Figura 2.4-1

Entre más largo sea el tiempo diferencial, mayor será la cantidad de funcionamiento por acción diferencial y mayor el efecto diferencial.

<b>Tiempo diferencial corto</b>	Disminuye el efecto diferencial.
<b>Tiempo diferencial más largo</b>	Incrementa el efecto diferencial pero es probable que provoque oscilación.

**Punto clave**

Entre más largo sea el tiempo de integración, mayor será el efecto diferencial.

## 2.5

## Control PID

El control PID agrega la acción integral y la acción diferencial a la acción proporcional que produce una cantidad de funcionamiento proporcional a la desviación. La acción integral elimina la compensación al agregar la cantidad de funcionamiento obtenida mediante la integración de la desviación. La acción diferencial mejora la respuesta a las alteraciones al agregar una cantidad de funcionamiento de acuerdo a la tasa de cambio de la desviación. La Figura 2.5-1 compara las respuestas de control del control proporcional, el control PI y el control PID.

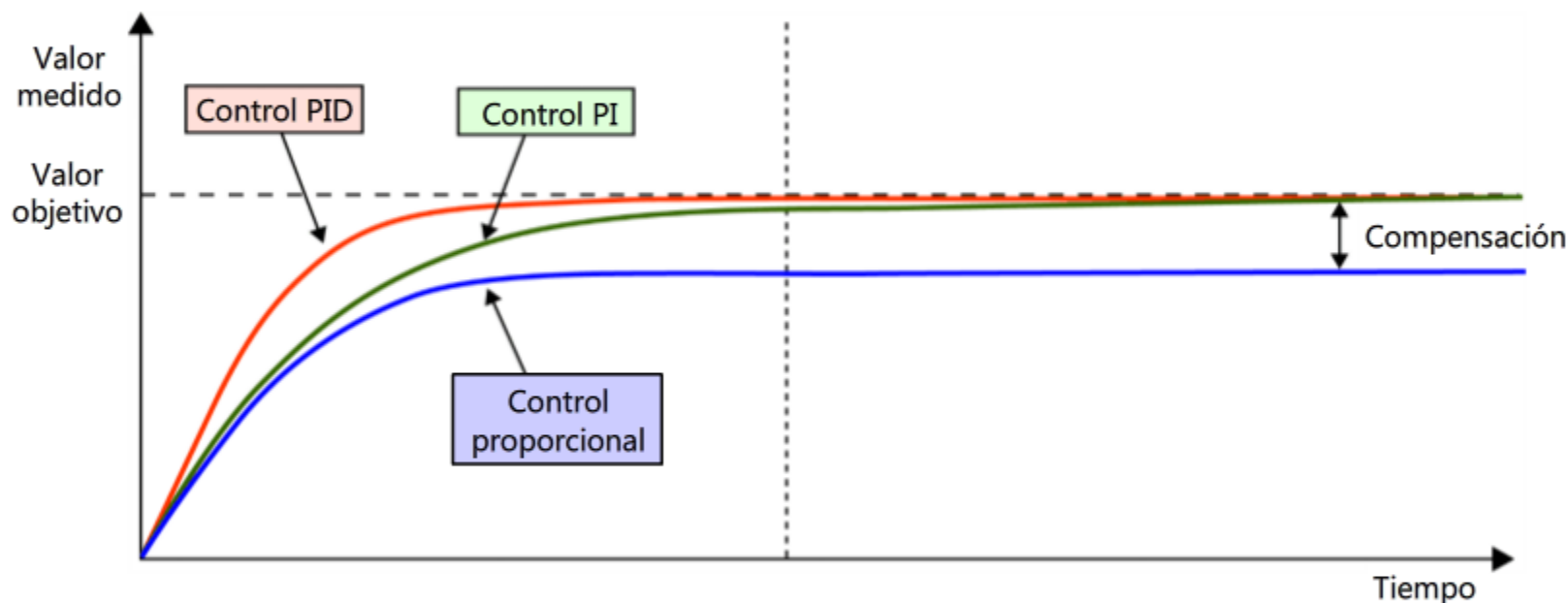


Figura 2.5-1



## 2.6

## Selección del control PID

El control PI se utiliza a menudo para controlar la tasa de flujo y la presión, ya que las respuestas del proceso son suficientemente rápidas con el control PID únicamente. Además, el control diferencial también puede amplificar la interferencia de medición y desestabilizar procesos.

Para el control de la temperatura, las respuestas del proceso generalmente son lentas y, por ende, el control PID se usa frecuentemente.

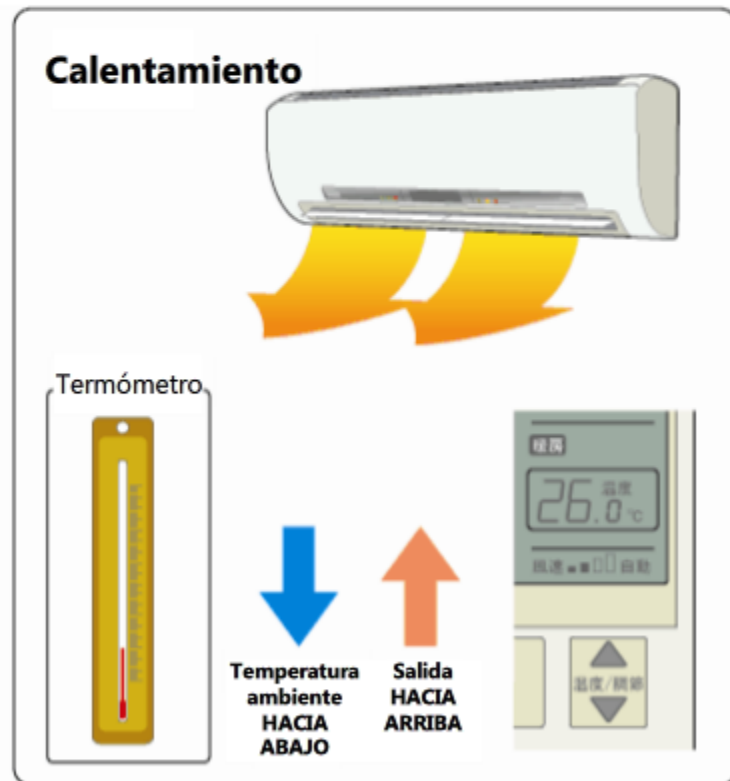
Objetivo de control	Control	Consideraciones
Tasa de flujo, presión	PI	Tasa de flujo y respuesta de presión con rapidez suficiente con el control PI únicamente. La acción diferencial puede amplificar la interferencia y desestabiliza las respuestas del proceso.
Temperatura	PID	La temperatura generalmente responde lentamente.

En control PID, los términos "acción normal" y "acción inversa" se usan dependiendo de la dirección en la que cambia la cantidad de funcionamiento de acuerdo con los cambios en los valores de medición.

Las acciones normal e inversa se explican a continuación usando el ejemplo de un aire acondicionado.

Acción normal: Incrementa la cantidad de funcionamiento (salida de enfriamiento) conforme la temperatura de la habitación aumenta durante el enfriamiento.

Acción inversa: Incrementa la cantidad de funcionamiento (salida de calentamiento) conforme la temperatura de la habitación disminuye durante el calentamiento.



## 2.8

## Control constante y control de seguimiento

El control de retroalimentación se puede clasificar en dos tipos de control dependiendo del modo de configuración del valor objetivo: control constante y control de seguimiento.

- Control constante

Control con un valor objetivo constante, por ejemplo, para controlar la presión o la temperatura a fin de mantenerlas fijas a un valor determinado

- Control de seguimiento

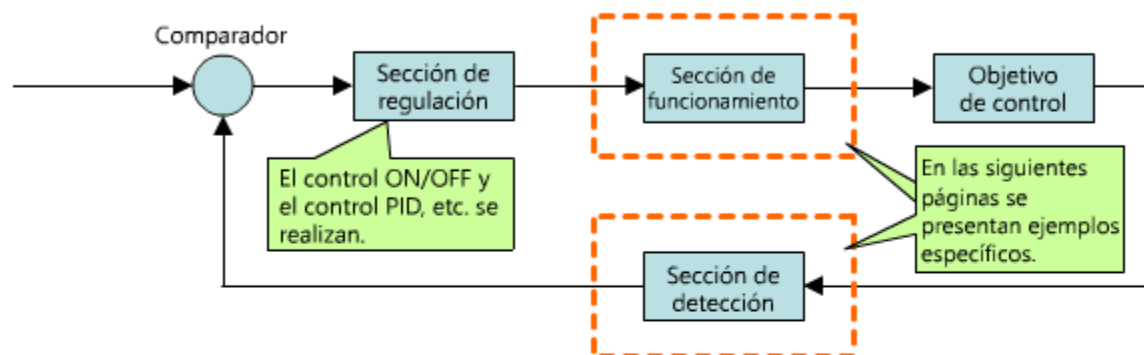
Control con un valor objetivo que cambia con el tiempo. También se llama control de rastreo.

El control de seguimiento se clasifica además en dos tipos: control de programa que cambia la temperatura objetivo con el tiempo de acuerdo a un patrón especificado, y control de proporción que mantiene las proporciones constantes, tales como la proporción de aire-combustible en la combustión, y proporción líquida al mezclar dos o más líquidos.

## 3.1

# Sección de detección y sección de funcionamiento

Un ejemplo típico de sección de detección y sección de funcionamiento se explica para el siguiente diagrama de bloque de un bucle de control.

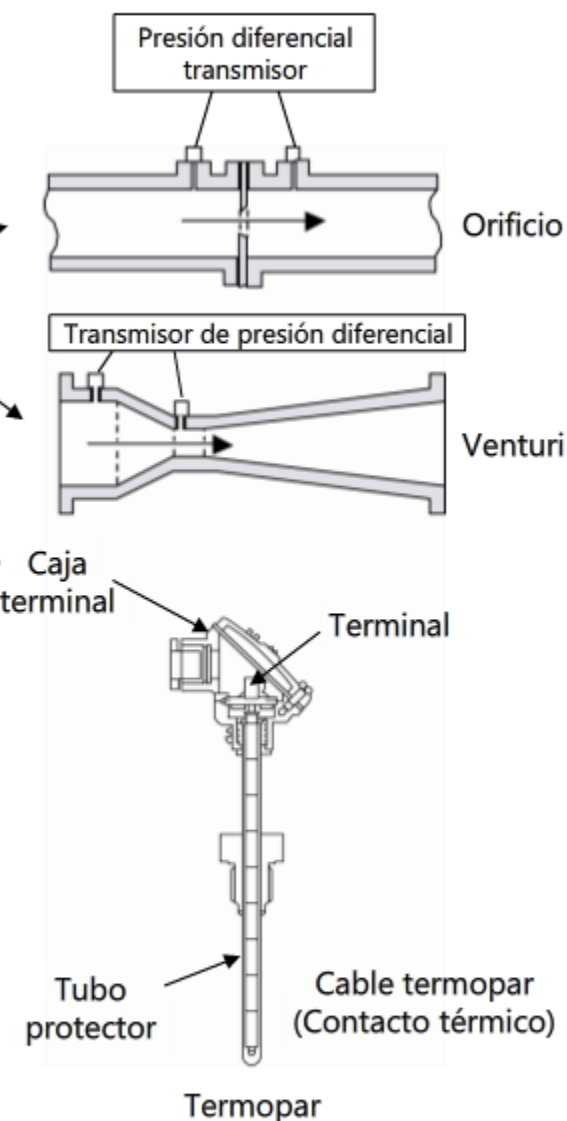


## 3.1

## Sección de detección

La siguiente tabla muestra los sensores típicos usados para detectar la tasa de flujo y de temperatura.

Objetivo de detección	Método de detección
Tasa de flujo	Presión diferencial: Mecanismo de aceleración (orificio, venturi, etc.) Electromagnético: Medidor de flujo electromagnético Desplazamiento positivo: Tipo de raíces y tipo de engrane oval Otros (coriolis, ultrasónico, vórtice, etc.)
Temperatura	Termopar, termómetro de resistencia, termómetro de radiación
Presión, presión diferencial	Eléctrica: Cable de resistencia y tipos piezoeléctricos Elástico: Tipos tubo de Bourdon, diafragma y fuelle Columna líquida: Tipos tubo en forma de U e individuales
Nivel de líquido	Tipos de presión diferencial, flotante, capacitancia electrostática y ultrasónica
Compuestos químicos	medidor de ph, medidor de oxígeno, medidor de cloro residual, medidor de COD, medidor de H <sub>2</sub> , medidor de CO <sub>2</sub> , cromatografía de gases, etc.

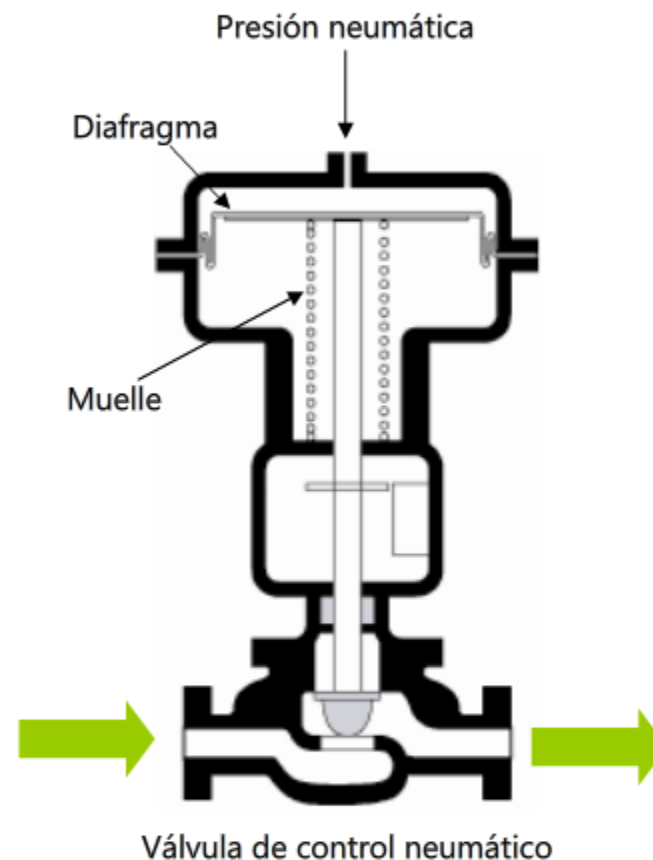


## 3.1

## Sección de funcionamiento

A continuación se muestra la sección de funcionamiento.

Tipo		Mecanismo
Válvula de control	Neumática	Válvula de control neumático
	Eléctrica	Válvula eléctrica, válvula solenoide, etc.
	Otras	Válvula de control hidráulico, etc.
Otras		Sistema de control de velocidad (inversor, etc.) Relé de estado sólido, acondicionador de energía, etc.



## Prueba Prueba final

Ahora que ya completó todas las lecciones del Curso de Equipo FA para principiantes (Sistema de control de procesos), está listo para realizar la prueba final. Si no tiene claro alguno de los temas cubiertos, tome esta oportunidad para revisar esos temas.

Hay un total de 9 preguntas (24 elementos) en esta Prueba Final.

Puede tomar la prueba final las veces que desee.

### Cómo calificar la prueba

Luego de seleccionar la responder, asegúrese de hacer clic en el botón **Responder**. Su responder se perderá si no hace clic en el botón Responder. (Se considerará como pregunta sin responder.)

### Resultados de la calificación

El número de respuestas correctas, el número de preguntas, el porcentaje de respuestas correctas, y el resultado sobre si aprobó o no aparecerá en la página de calificación.

Respuestas correctas: 5

Total de preguntas: 5

Porcentaje: 100%

Para aprobar la prueba, debe responder correctamente el **60%** de las preguntas.

Continuar

Revisar

- Haga clic en el botón **Continuar** para salir de la prueba.
- Haga clic en el botón **Revisar** para revisar la prueba. (Verificar la respuesta correcta)
- Haga clic en el botón **Volver a intentar** para tomar la prueba nuevamente.

## Prueba Prueba final 1



### Control de sistemas de instrumentación

El proceso de producción en la fábrica de cerveza incluye un proceso centrado en el control de secuencia y un proceso centrado en el control de retroalimentación. Seleccione la opción aplicable en cada casilla.

Control de secuencia

Control de retroalimentación

Responder

Volver

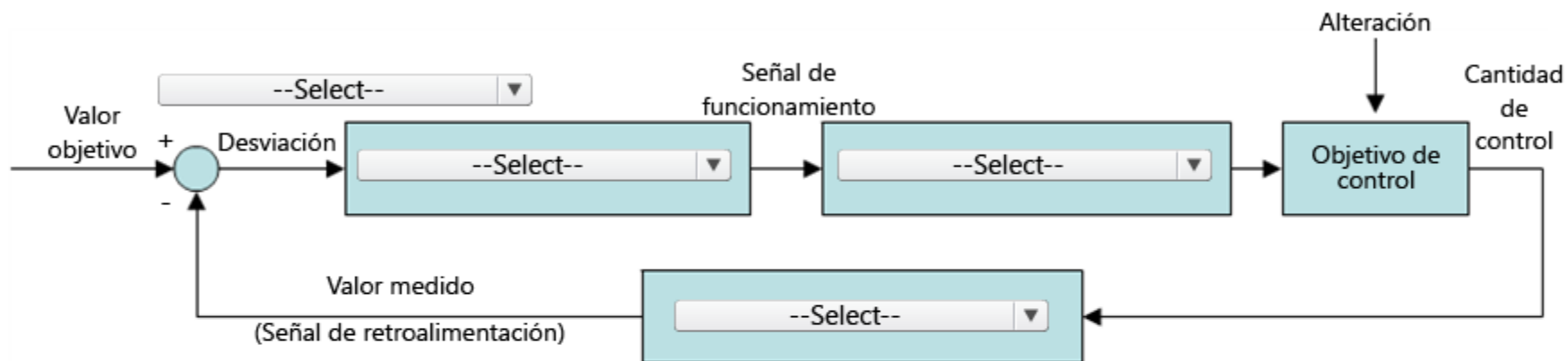


## Prueba Prueba final 2



### Control de retroalimentación

Seleccione la opción apropiada en cada casilla correspondiente a la P1 hasta la P4 en el diagrama de bloque del control de retroalimentación.



Responder

Volver

**Prueba** Prueba final 3

## Acción proporcional (P)

Seleccione la opción apropiada en cada casilla del siguiente texto para completar la descripción acerca de la acción proporcional.

En acción proporcional, conforme la ganancia proporcional aumenta, la cantidad de funcionamiento

pero es probable que provoque .

La acción proporcional también tiene el problema de que el valor medido no coincide con el valor objetivo aun después de transcurrido el tiempo y permanece la .

**Prueba** Prueba final 4

## Acción integral (I)

Seleccione la opción apropiada en la casilla del siguiente texto para completar la descripción acerca de la acción integral.

La acción integral  el efecto de integración conforme el tiempo de integración aumenta.

**Prueba** **Prueba final 5****Acción diferencial (D)**

Seleccione la opción apropiada en la casilla del siguiente texto para completar la descripción acerca de la acción diferencial.

En la acción diferencial, conforme el tiempo diferencial se prolonga, el efecto diferencial  ,  
pero es probable que provoque  .

**Prueba Prueba final 6****Tipos de control de retroalimentación**

Seleccione la opción apropiada en cada casilla del siguiente texto para completar la descripción acerca de los tipos de control de retroalimentación.

El control de retroalimentación incluye el control ON/OFF que enciende o apaga la sección de funcionamiento dependiendo de la desviación positiva o negativa. El  combina la acción proporcional y la acción integral y el  combina la acción proporcional, la acción integral y la acción diferencial.

**Prueba Prueba final 7****Características de cada tipo de Objetivo de control**

Seleccione la opción apropiada en cada casilla para completar las descripciones acerca de las características de los tipos individuales de objetivos de control y los tipos de control apropiado para ellos.

Generalmente, para el control de flujo y presión, las respuestas de control son  y, por ende, el control  es apto.

Para el control de temperatura, las respuestas de control son  y, por ende, el control  es apto.

**Prueba Prueba final 8****Control constante y control de seguimiento**

Seleccione la opción apropiada en cada casilla del siguiente texto para completar la descripción acerca del control constante y el control de seguimiento.

El tipo de control sobre un valor de objetivo constante se denomina  .

El tipo de control sobre un valor objetivo que varía con el tiempo se denomina  y se clasifica además en  y control de relación.

## Prueba Prueba final 9



### Componentes del bucle de control

Seleccione la opción apropiada en cada casilla del siguiente texto para completar la descripción acerca de los componentes de un bucle de control.

Los medidores de flujo incluyen los medidores de flujo  que cuentan con  y venturi como mecanismos de aceleración y medidores de flujo de desplazamiento positivo que tienen mecanismos de  y tipo de raíces.



## Prueba **Calificación de la prueba**



Ha completado la prueba final. Sus resultados del área son los siguientes.  
Para finalizar la prueba final, continúe con la próxima página.

Respuestas correctas: **9**

Total de preguntas: **9**

Porcentaje: **100%**

Continuar

Revisar

**Felicitaciones. Aprobó la prueba.**

Completó el curso **Equipo FA para Principiantes (Sistema de control de proceso)**.

Gracias por tomar este curso.

Esperamos que haya disfrutado las lecciones y que la información recibida en este curso le sea útil en el futuro.

Puede revisar el curso las veces que desee.

**Revisar**

**Cerrar**