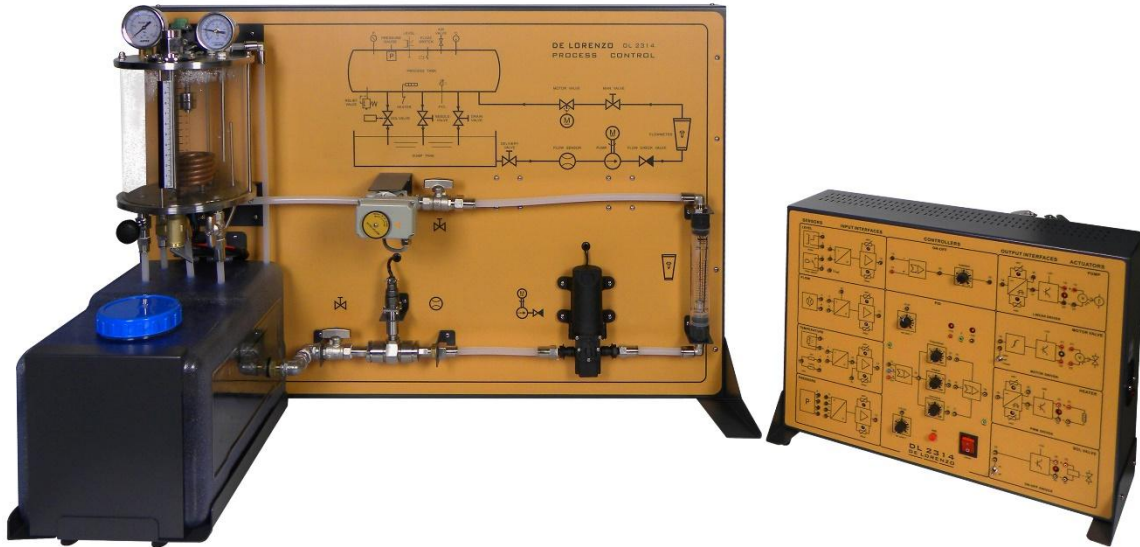




## ENTRENADOR DE CONTROL DE PROCESOS DL 2314



### Descripción del producto

Banco para el estudio del control de procesos que va de nivel básico a avanzado. Incluye válvulas, bomba, tanques, sensores y controladores. Consta de: módulo de experimento (panel de proceso), módulo de control con alimentación integrada (panel de control).

Con este entrenador, los estudiantes serán guiados paso a paso en los siguientes experimentos: calibración de un sensor, obtención de la característica de un proceso estático y constante de tiempo, control de procesos ON-OFF, Proporcional, Proporcional-Integral, Proporcional-Derivativo, Proporcional-Integral-Derivativo.

**Ideal para que 4 estudiantes trabajen simultáneamente.**

Escuelas técnicas y vocacionales.

Aplicable a cursos de: **Automatización, PLC, Sensores y Actuadores, Control de Procesos PID.**

### Datos destacados

- El entrenador permite una flexibilidad de formación en temas de automatización de procesos y tiene tres secciones diferentes: **PANEL DE PROCESOS, PANEL DE CONTROL.**
- Los estudiantes son guiados paso a paso en el aprendizaje gracias a un detallado manual didáctico sobre: calibración de sensores, control de procesos ON-OFF y sistema Proporcional-Integral-Derivativo.
- Cada experimento, descrito a detalle en el manual, está relacionado con aplicaciones industriales reales.
- El entrenador modular ofrece todos los módulos y componentes necesarios para la instrucción básica y avanzada en control y automatización de procesos.
- es posible conectar al entrenador una computadora personal con el módulo de interfaz y el software adecuados (PC con **DL 1893** y **DL 2314SW**)



## LISTA DE EXPERIMENTOS

- Configuración del sensor de nivel
- Características del motor de la bomba
- Características de la bomba
- Características del proceso estático
- Constante de tiempo del proceso
- Control ON-OFF del nivel
- Control ON-OFF del nivel con válvula solenoide
- Control ON-OFF del nivel con interruptor de flotador
- Control proporcional del nivel de circuito cerrado
- Control proporcional-integral del nivel de circuito cerrado
- Control proporcional-derivativo del nivel de circuito cerrado
- Control proporcional-integral-derivativo del nivel de circuito cerrado
- Sensor de flujo
- Control proporcional de flujo de circuito cerrado
- Control proporcional-integral de flujo de circuito cerrado
- Control proporcional-derivativo de flujo de circuito cerrado
- Control proporcional-integral-derivativo de flujo de circuito cerrado
- Sensor de temperatura
- Medición de las características del calentamiento.
- Control proporcional de temperatura de circuito cerrado
- Control proporcional-integral de temperatura de circuito cerrado
- Control derivativo-proporcional de temperatura de circuito cerrado
- Control proporcional-integral-derivativo de temperatura de circuito cerrado
- Sensor de presión
- Sensor de presión como sensor de nivel
- Control ON-OFF del nivel a través del sensor de presión



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El entrenador para el estudio del control de procesos permite el estudio y la realización de prácticas en el campo del control de procesos.

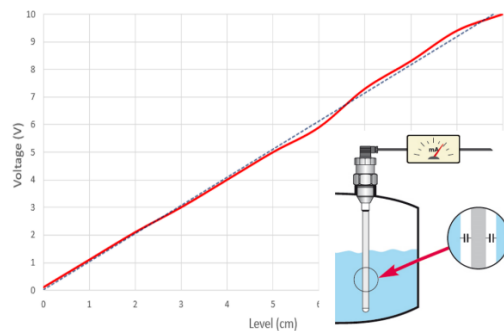
Alimentación: monofásica de red

- El **panel de proceso** incluye:
  - Capacidad del depósito de agua: aprox. 20 litros
  - Bomba de recirculación: 6 litros/minuto
  - Válvula motorizada: válvula electro-modulada utilizada para el control del caudal de agua
  - Bomba con protección térmica y válvula de retención
  - Sensor de flujo: 8000 impulsos/litro
  - Tuberías (para la alimentación del agua de proceso y para la descarga del agua del depósito de proceso)
  - Válvula de impulsión (la válvula principal de alimentación del agua)
  - Caudalímetro de turbina (sensor de flujo con turbina de medición volumétrica)
  - Caudalímetro visual (indicador de caudal)
  - Válvula manual (para reducir el caudal de agua)
  - Capacidad del recipiente presurizado: aprox. 5 litros, que incluye:
    - Sensor de nivel capacitivo y escala métrica para medir el nivel del agua (cm o mm)
    - Interruptor de flotador (para detectar el nivel del agua dentro del depósito presurizado)
    - Elemento calefactor; sensor de temperatura (PT100) y un termómetro para medir la temperatura dentro del depósito de proceso (°C o °F)
    - Sensor de presión y manómetro para medir la presión (bar o psi)
    - 4 tipos de válvulas (3 manuales y 1 controlada)
    - Válvula de seguridad
- **Panel de control**, incluye:
  - Interfaz de entrada (sensores)
    - Transductor de NIVEL
    - Transductor de CAUDAL
    - Transductor de TEMPERATURA
    - Transductor de PRESIÓN
  - Interfaz de control (controles)
    - ON – OFF
    - ON – OFF con histéresis
    - PID (P, PI, PD, PID)
  - Interfaz de salida (actuadores)
    - Driver lineal para BOMBA
    - Accionamiento para VÁLVULA MOTORIZADA
    - Driver PWM para ELEMENTO CALEFACTOR
    - Driver ON – OFF para VÁLVULA SOLENOIDE



## DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

### CURSO BÁSICO DE CONTROL DE PROCESOS:



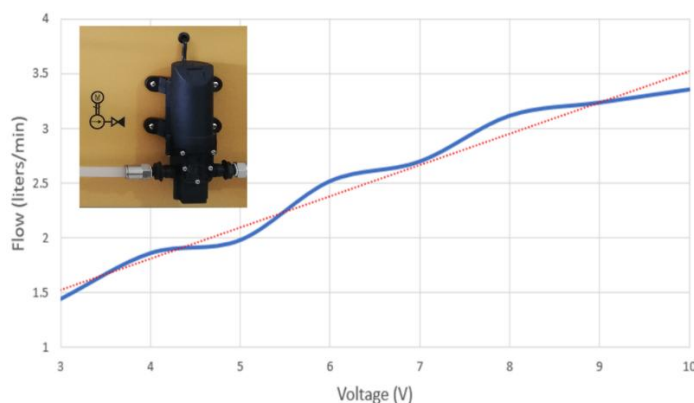
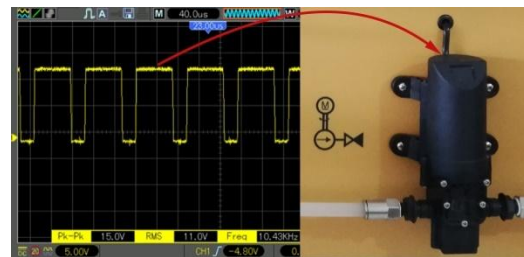
#### **Configuración del sensor de nivel**

Desde el inicio de los experimentos, los estudiantes aprenden sobre diferentes tipos de sensores. Aprenden a calibrar y utilizar un sensor de nivel de flujo capacitivo para medir el nivel del agua y determinar las características del sensor.

El transductor de nivel (L/U) se utiliza para calibrar el sensor de nivel para una correspondencia de 1 V a 1 cm.

#### **Características del motor de la bomba**

El experimento es muy práctico porque aprenden qué es el Control en PWM (*Pulse Width Modulation*) de un motor de CC. Usando un osciloscopio clásico, los estudiantes analizarán las señales de control de un motor de bomba. La señal de entrada de referencia del motor es un 10Vpp triangular mientras que el ciclo de trabajo de PWM se modula desde el panel de control del entrenador.



#### **Características de la bomba**

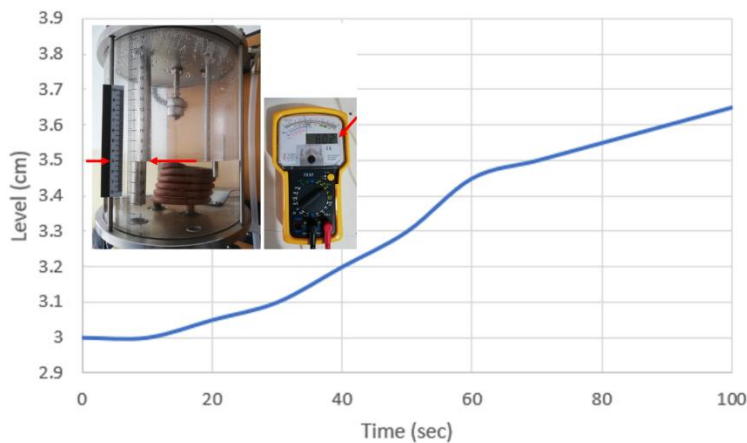
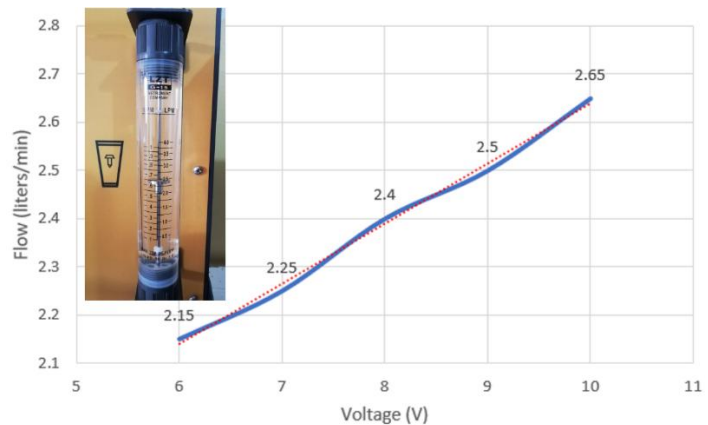
Después de realizar este experimento, los estudiantes comprenden el principio de funcionamiento de una bomba de diafragma. Aprenden cómo calcular el flujo y cómo medirlo usando el medidor de flujo para trazar la curva característica del flujo de las bombas.



## Características del proceso estático

Usando el conocimiento de la prueba anterior, ayudará a realizar esta prueba. El objetivo principal es comprender cómo influirá el flujo en el tiempo de aumento de la tasa de nivel de fluido en un proceso de control de nivel.

El transductor de flujo (f/U) se utiliza para calibrar el sensor de flujo para una correspondencia de 1 V de salida es de 0.5 litros por minuto.



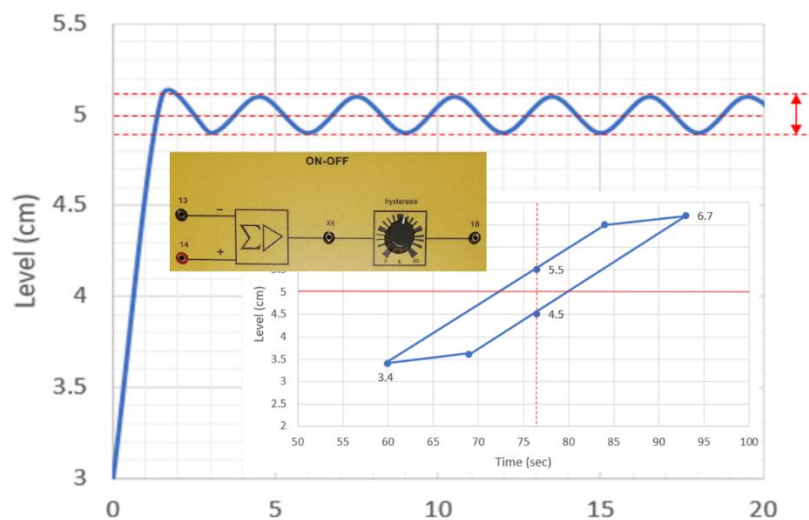
## Constante de tiempo del proceso

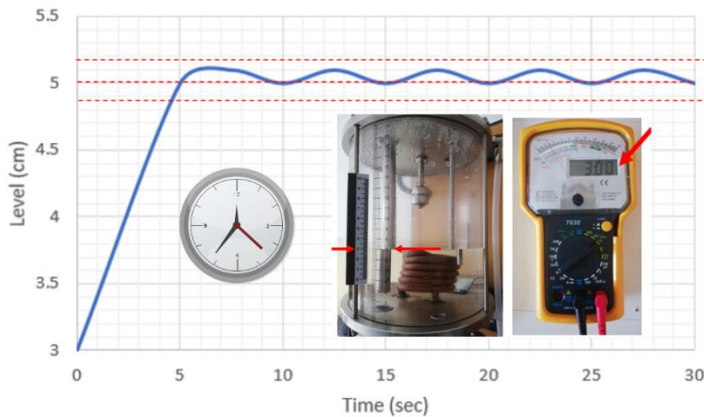
¿Cuál es la constante de tiempo de un proceso? ¿Cómo la calculan? Los estudiantes pueden responder a esta pregunta realizando este experimento. La estimación de la constante de tiempo se compone del caudal de agua en el tanque, como una relación entre el caudal de entrada y el caudal de drenaje. Este proceso es un ejemplo de identificación de parámetros.

## Control ON-OFF del nivel

¿Cuáles son los efectos de la histéresis en el control de nivel? Los alumnos descubrirán mientras aprenden a medir la respuesta dinámica del proceso. Utilizarán el sensor de nivel capacitivo para medir el nivel del agua en el tanque de proceso.

Este conocimiento es muy importante porque en situaciones prácticas, uno de los tipos de control más utilizados es el control de ON-OFF.





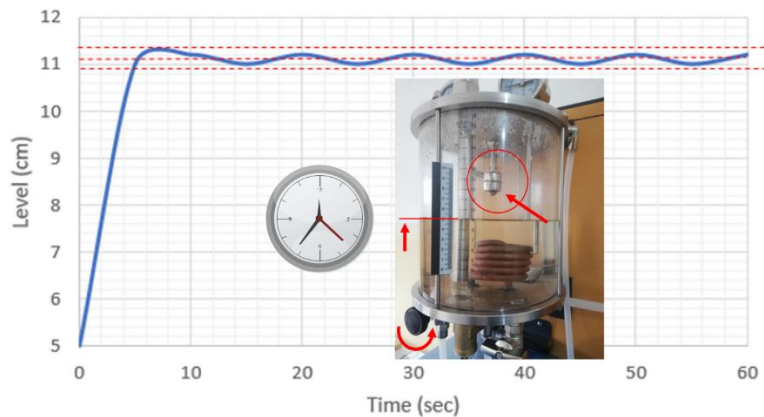
## Control ON-OFF del nivel con "Válvula Sol"

En este experimento, los estudiantes usan los conocimientos acumulados sobre la histéresis en el control de nivel. Este medirá el número de movimientos ascendentes y descendentes del nivel entre el "Arranque y Paro" de la electroválvula con una histéresis de 0%, 15% y 30%.

## Control ON-OFF del nivel con "Interruptor de Flotador"

Los estudiantes realizan estudios prácticos para mantener un nivel constante en el tanque usando un sensor de nivel "ON-OFF" y la válvula electro sol.

Aprenden a medir la variación del nivel del agua en el tiempo. Para determinar la curva de histéresis para el control "ON-OFF" del nivel, utilizan la escala móvil grabada o el sensor de nivel y el interruptor de flotador.



## Control de NIVEL de lazo cerrado

### Control proporcional del nivel de lazo cerrado

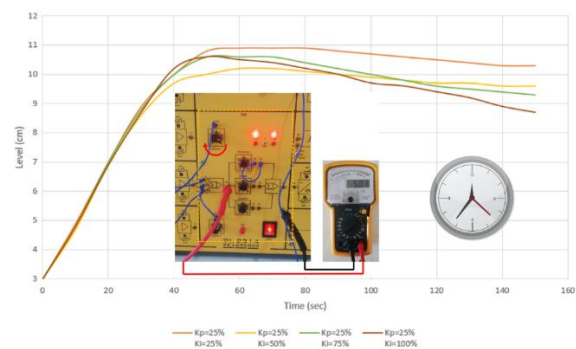
### Control proporcional-integral del nivel de lazo cerrado

### Control proporcional-derivativo del nivel de lazo cerrado

### Control proporcional-integral-derivativo del nivel de lazo cerrado

Para poder estudiar el control de circuito cerrado, primero se deben comprobar los efectos del circuito de ganancia en la respuesta dinámica del sistema. Es muy interesante observar la característica de salida del controlador PID para diferentes valores constantes de  $K_p$ ,  $K_d$  y  $K_i$ .

El método de Ziegler-Nichols se utiliza para ajustar el controlador PID. Los estudiantes aprenden a determinar los parámetros PID para obtener el nivel controlado.





## Control del FLUJO de circuito cerrado

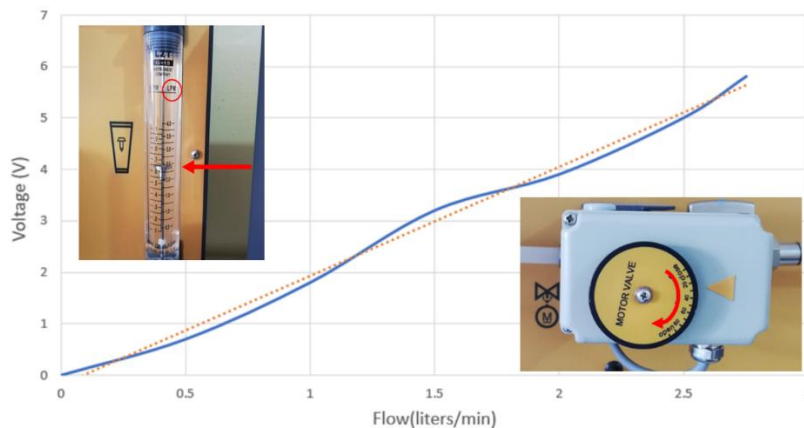
### *Sensor de flujo*

### *Control proporcional de flujo de lazo cerrado*

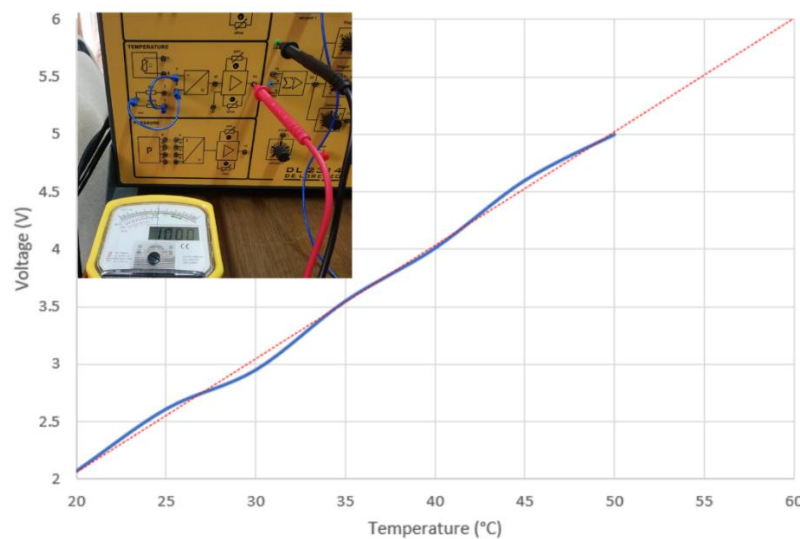
### *Control proporcional-integral de flujo de lazo cerrado*

### *Control proporcional-derivativo de flujo de lazo cerrado*

### *Control de flujo proporcional-integral-derivativo de lazo cerrado*



Durante estos experimentos, los alumnos aprenden a medir el caudal de agua utilizando la escala grabada del caudalímetro directo o el sensor de caudal de la turbina. Después de analizar los resultados, deben poder implementar el ajuste del control PID del sistema con una estabilidad óptima.



### *Sensor de temperatura*

Los estudiantes aprenden a medir la variación de temperatura en el tiempo, utilizando la escala del termómetro grabada o el sensor de temperatura, para determinar y calcular la curva característica del sensor PT100 (RDT).

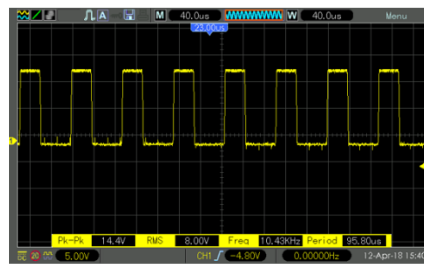
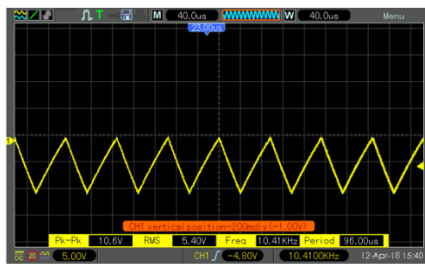
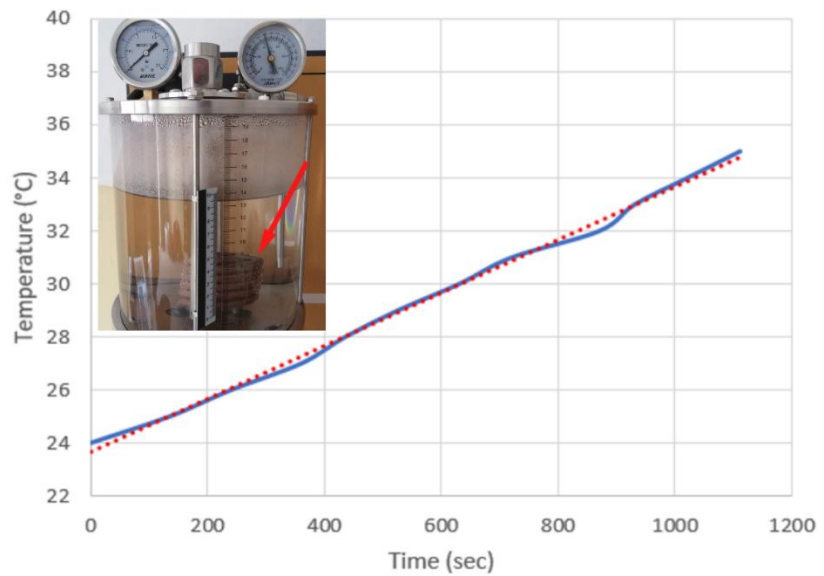
El transductor de temperatura (u/U) se utiliza para calibrar el sensor de temperatura para una correspondencia de 1 V a 10 grados Celsius.



## Medición de las características de la calentamiento.

Este experimento es similar al anterior, pero esta vez los estudiantes comprenden el principio de funcionamiento de un sensor de temperatura resistivo para medir la temperatura en el tanque de proceso industrial.

Usando un osciloscopio clásico, los estudiantes pueden analizar la forma de onda del PWM para el elemento calefactor.



## Control de TEMPERATURA de lazo cerrado

### Control proporcional de temperatura de lazo cerrado

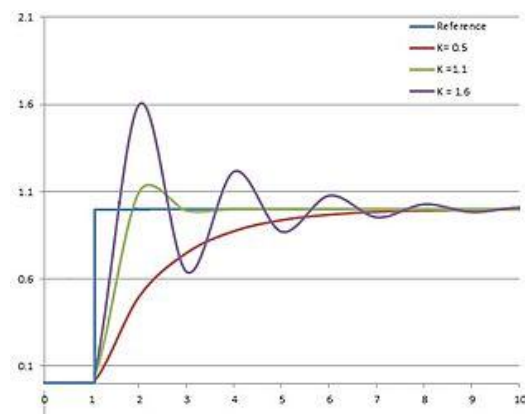
### Control proporcional-integral de temperatura de lazo cerrado

### Control derivativo-proporcional de temperatura de lazo cerrado

### Control proporcional-integral-derivativo de temperatura de lazo cerrado

Los estudiantes aprenden que, en un sistema de control de temperatura, el controlador admite un sensor de temperatura como entrada, como un RTD o termopar, y compara la temperatura real con la temperatura de control requerida o el punto de ajuste.

A continuación, la salida se envía a un elemento de control. Después de analizar los resultados, podrán ajustar el control PID del sistema.

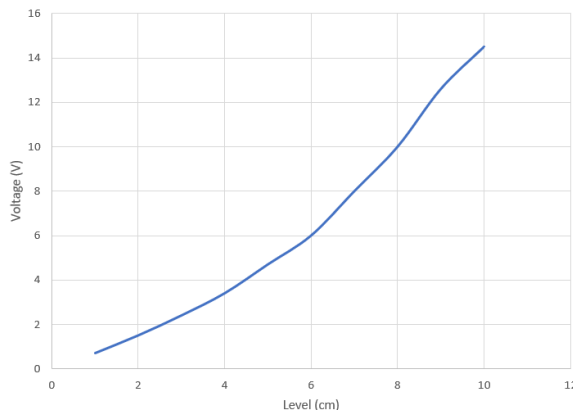
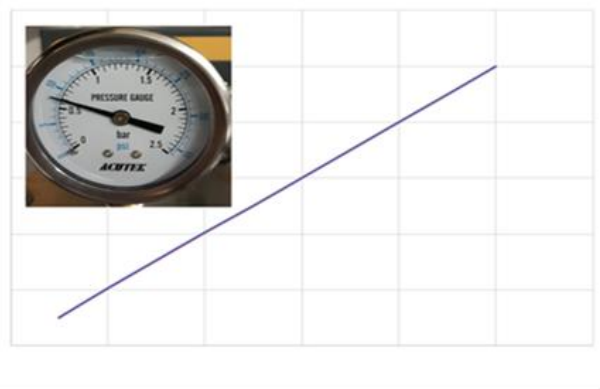




## **Sensor de presión**

Los estudiantes aprenderán a medir la presión, utilizando el sensor de presión electrónico o la escala del manómetro, para determinar y calcular la curva característica del sensor de presión.

El transductor de presión (P/U) se utiliza para calibrar el sensor de presión para una correspondencia de 1 V es 0.15 bar. Se determinarán las características de un transductor de presión.



## **Sensor de presión como sensor de nivel**

El objetivo principal de este experimento es medir la presión, utilizando el sensor de presión electrónico o la escala del manómetro, para determinar la curva característica de la respuesta de nivel vs. presión.

## **Control ON-OFF del nivel a través del sensor de presión**

Los estudiantes, ya familiarizados con el procedimiento de control de "ON-OFF", realizarán la operación de un sistema de control de circuito cerrado de "ON-OFF" utilizando el sensor de presión como sensor de nivel.

El conocimiento sobre los efectos de la histéresis en el control no se utilizará para controlar la presión.

