

Asignatura: **SISTEMAS DE CONTROL 2**

**Departamento de Electrónica – Facultad de Ingeniería – U.Na.M. – 2023**

---

**LABORATORIO N°2b**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE TEMPERATURA UTILIZANDO UN  
CONTROLADOR DIGITAL COMERCIAL**

**FECHA DE ENTREGA: 18/10/2023**

**Introducción:**

En la industria es frecuente encontrar el control de temperatura dedicado a cierta parte de un proceso. Generalmente estos sistemas de control están implementados mediante controladores comerciales, los cuales se encuentran desarrollados en base a microcontroladores. Estos controladores miden la temperatura a través de sensores (tales como termoresistencias, termocuplas, etc.) y mantienen la temperatura constante actuando sobre resistencias calefactoras, ventiladores, intercambiadores de calor, los cuales se encargan de manipular la temperatura en la planta o proceso.

En el presente laboratorio se trata de resaltar la utilización de un controlador de temperatura digital comercial para uso industrial, el cual puede configurarse tanto como controlador lineal o no lineal, siendo estos del tipo PID u ON-OFF respectivamente. En el interior de este dispositivo comercial, la operación de control es realizada por un microcontrolador, valiéndose para esto de la señal provista por el sensor, la cual está vinculada a una entrada analógica y asociada al convertidor AD (analógico a digital) de dicho dispositivo. El controlador utilizado en este laboratorio, acepta una amplia gama de sensores de temperatura y además posee una salida configurable como PWM (modulación por ancho de pulso) u ON-OFF que, mediante una interface electrónica o electromecánica, opera indirectamente a través del actuador sobre el elemento calefactor o de ventilación según sea el caso.

Con las actividades propuestas en este laboratorio se pretende mostrar los aspectos relevantes de la información suministrada por el fabricante de un controlador digital de uso industrial, que se ofrece el mercado, así como también de la configuración de tales dispositivos; para cumplir con el objetivo de esta actividad.

Asignatura: **SISTEMAS DE CONTROL 2**

**Departamento de Electrónica – Facultad de Ingeniería – U.Na.M. – 2023**

---

**Objetivos:**

Implementar el control de temperatura de un recinto calefaccionado por conjunto de resistencias cementadas, a través de acciones del tipo PID, calculado mediante la autosintonía del controlador digital comercial. **Expresar las conclusiones sobre la implementación del sistema de control digital y la utilización de este tipo de controladores comerciales.**

**Equipamiento y circuito utilizado:**

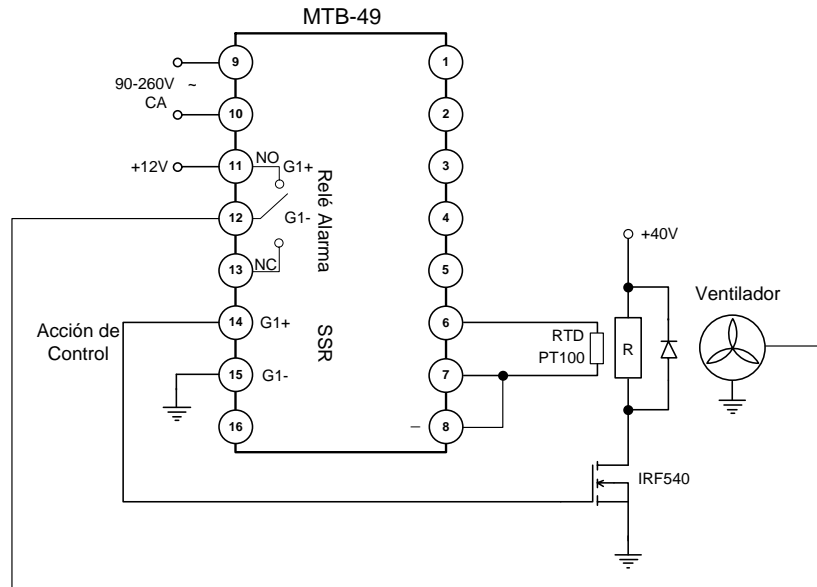
Para realizar los ensayos de laboratorio se utilizará el siguiente equipamiento:

- Controlador digital de temperatura Maxwell MTB-49.
- Osciloscopio de almacenamiento digital Rigol.
- Cables varios para el conexionado.
- Fuente de alimentación simple regulada y regulable HY3003D de 30V-3A.
- Fuente de alimentación triple regulada y regulable marca ATEN TPR3005T-3C.
- Pendrive para almacenar las señales registradas.
- Ventilador de fuentes conmutadas de 12Vcc.
- Multímetro digital para medir temperatura y cable USB para conexión a la PC.
- **Teléfono celular (con batería cargada) para realizar filmaciones.**

En la Figura 1 se muestra el esquema del circuito utilizado en este laboratorio, donde, “R” corresponde a las resistencias cementadas (indicadas en la lista del equipamiento) que calefaccionan el recinto y sobre las cuales se incorpora el sensor de temperatura RTD-PT100. Este dispositivo es un detector de temperatura por resistencia (RTD), es de platino y proporciona  $100 \Omega$  a  $0^{\circ}\text{C}$  (PT100). El sensor utilizado, posee un encapsulado plástico TO-92 y es de la firma Heraeus (la hoja de datos se anexa a esta guía); el mismo permite realizar mediciones de temperatura en un rango de  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+150^{\circ}\text{C}$ .

Asignatura: SISTEMAS DE CONTROL 2

Departamento de Electrónica – Facultad de Ingeniería – U.Na.M. – 2023



**Figura 1: Esquema básico de conexión del módulo didáctico control de temperatura.**

El MOSFET IRF540 indicado en la Figura 1, se encuentra dentro del módulo didáctico y es activado directamente a través de la señal de control enviada por el controlador digital MTB-49. Esta señal de control proviene de los pines 14 y 15 de la salida del SSR (*solid-state relay* - relé de estado sólido) que posee el controlador. El conjunto MOSFET-resistencias, es energizado a través de la fuente ATTEN TPR3005T-3C, configurada en serie para conseguir 40V. El ventilador indicado en la Figura 1, es accionado a través de los contactos libres de potencial de un relé interno que posee el controlador MTB-49. Este relé generalmente se emplea para accionar una alarma que indica sobretemperatura. Para que el controlador pueda accionar el ventilador, el terminal 11 (contacto Norm. Abierto, relé) del MTB-49, es conectado al terminal positivo de la fuente de alimentación HY3003D (configurada en 12V), mientras que su terminal 12 (contacto Común, relé) es conectado al terminal (+) del ventilador. El terminal (-) del ventilador, va conectado al terminal (-) de la fuente HY3003D y a la vez, este potencial (-) se conecta con el potencial (-) de la fuente ATTEN TPR3005T-3C para unificar las masas.

Asignatura: **SISTEMAS DE CONTROL 2**

**Departamento de Electrónica – Facultad de Ingeniería – U.Na.M. – 2023**

---

A partir del esquema indicado en la Figura 1, se pretende mantener constante la temperatura del recinto que posee el módulo didáctico, por el cual circula aire caliente. Por tal motivo, el ventilador debe mantenerse encendido en forma constante. La perturbación de este sistema dinámico deberá realizarse desconectándose el ventilador o la alimentación de los resistores (fuente de calor).

**EXPERIENCIA:**

**Control de temperatura con acción de control PID sintonizada en forma automática (*auto-tuning*).**

- Antes de comenzar el ensayo, enfriar las resistencias hasta alcanzar la temperatura ambiente. Para esto, apagar la fuente de 40V y configurar el controlador MTB-49 para que funcione únicamente el ventilador. Registrar la temperatura ambiente medida por el controlador.
- Colocar el controlador MTB-49 en modo STOP y energizar la fuente de 40V. Configurar el valor de referencia (SV) a una temperatura de 40°C, luego realizar la configuración para efectuar la sintonía automática de los parámetros del controlador, registrando con la cámara del teléfono celular dicho proceso de autoajuste.
- Terminado el proceso de sintonización automática, observar la evolución de la variable controlada y de la acción de control.
- Con el valor de temperatura estable, realizar una perturbación desconectando el ventilador o desconectando la alimentación de las resistencias, a los efectos de que la temperatura varíe en 2°C respecto del valor SV.
- Observar en el osciloscopio la acción de control y en el controlador la variable controlada. Concluir cómo reaccionan estas señales ante la perturbación. Esta parte también debe filmarse para registrar la variación de temperatura y del ciclo de trabajo.
- **Anotar** los valores correspondientes a los parámetros **P, I y D** resultantes del proceso de auto-sintonía.

Asignatura: **SISTEMAS DE CONTROL 2**

**Departamento de Electrónica – Facultad de Ingeniería – U.Na.M. – 2023**

---

- **Para el informe:** Finalmente seleccionar un periodo para generar una tabla con los valores adquiridos por la cámara digital y graficar dicha evolución temporal de la variable controlada y de la acción de control. En esta respuesta medir el sobrepaso por encima y por debajo del valor SV. A partir de respuesta obtenida con la perturbación aplicada, medir el tiempo de asentamiento

### **Entrega de informes.**

El grupo de alumnos debe presentar un informe, de acuerdo al modelo ya publicado y entregado durante el cursado de Sistema de Control 1, conteniendo:

- Carátula con el nombre de la cátedra, título del laboratorio, integrantes del grupo, profesores responsables, año y lugar.
- Introducción.
- Equipamiento utilizado. **NO OLVIDAR RELEVAR LOS NÚMEROS DE INVENTARIO** (según corresponda).
- Herramientas de software utilizadas.
- Desarrollo de la experiencia. Detalle de todos los pasos realizados, gráficos e imágenes. Scripts de programación y/o archivos de simulación. Guardar especial cuidado en el contenido conceptual de la redacción.
- Conclusiones obtenidas en cada ensayo.