

PROYECTO SEMESTRAL

Control de un sistema térmico: el horno Peltier

Objetivos del proyecto

- Poner en práctica algunos de los temas manejados durante el curso.
- Implementar un montaje de utilidad para laboratorios científicos
- Afianzar algunas habilidades en electrónica como, por ejemplo:
 - Escogencia de elementos eléctricos apropiados para lograr ciertas exigencias en cuanto a, por ejemplo, potencia, frecuencia, sensibilidad en una cadena de medida, salida de un sensor etc.
 - Interpretación de planos
 - Construcción de circuitos en tarjetas impresas
 - Comprensión y aplicación de conceptos como control, impedancias de entrada y salida, amplificación, señales análogas y digitales, sensores, actuadores, conversión análogo-digital, etc.

Descripción

Desarrollar en el transcurso del semestre, en grupos de 2 personas, un sistema térmico que emule el comportamiento de un horno, en donde se busca mantener una temperatura constante dentro del sistema. Este sistema de horno a pequeña escala se pretende sea usado en controlar la temperatura de elementos compactos.

Algunos ejemplos de productos comerciales:



<https://www.prlog.org/11862831-thermoelectric-peltier-cooler-and-temperature-control-system-by-oven-industries.html>

<https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/HP130915Q?ICID=search-product>

https://www.thorlabs.com/navigation.cfm?guide_id=2246

<http://www.mecour.com/Microplates-80-04-new>

<http://www.ekspla.com/product/temperature-controller-tk1-with-oven-kk1>

Esto requiere llevar a cabo la medición de una cantidad física (temperatura) y controlar su comportamiento a partir del encendido progresivo de un actuador que altere el sistema (celda Peltier), de tal forma que se mantenga un valor dado por el usuario como nivel de referencia.

Para la alimentación del circuito será permitido usar únicamente una fuente dual de $\pm 12V$ DC. Está prohibido usar fuentes adicionales.

NOTA: Todos los circuitos entregados deberán estar montados en baquela o circuito impreso. No se aceptan montajes en protoboard.

Recomendaciones:

1. Ubique adecuadamente las componentes en los circuitos, dejando distancia para su fácil reemplazo en caso de falla. Utilice bases para las componentes que fallan con más frecuencia (ej: integrados, amplificadores...).
2. Realice correctamente la soldadura. Evite puntos que se suelten
3. Minimice el número de cables a utilizar y cuando lo haga ubíquelos adecuadamente asegurando sus conexiones y manteniendo un buen orden. Evite cables largos que se pueden enredar y soltar.
4. Organice sobre los circuitos los elementos agrupándolos por su función. Podría pensar en ubicar cada función en una baquela por separado.
5. Deje puntos de fácil acceso para tomar medidas (puntos de prueba). Las patas de las resistencias se prestan para esta labor.
6. Piense que los montajes deben soportar transporte.
7. Una vez realizado el montaje reflexione bien sobre las pruebas a realizar para que no pierda el tiempo.
8. Encuentre sistemáticamente la ficha técnica (*datasheet*) del elemento que está usando y trate de entender cómo funciona y para qué sirve.

Etapas

Para la construcción de dicho sistema, se proponen las siguientes etapas:

ETAPA 1: medición de temperatura

Implemente con un sensor LM35 un sistema de medición de temperatura. El rango de temperaturas deseado es de $2^{\circ}C$ a $150^{\circ}C$. Compare sus medidas con aquellas que se obtienen de un instrumento calibrado (ejemplo: termocupla).

Agregue una etapa digital usando Arduino tal que se lea en vivo la temperatura medida en pantalla u otro medio de su preferencia.

ETAPA 2: caracterización celda Peltier

Para diferentes voltajes de operación de la celda Peltier, cree una curva de temperatura vs tiempo. Puede usar un instrumento de medida diferente a su sensor de temperatura para esta prueba. Note que una de las caras aumentará su temperatura mientras la otra cara disminuye.

Para encender la celda Peltier no basta con conectar directamente los 12V, pues la celda consume más potencia de la que le dará la señal proveniente del controlador. Por esto se deben “amplificar en potencia” para poder ser aplicadas al proceso que se pretende controlar. Normalmente, el elemento que hace esta labor se denomina accionamiento. El circuito que realiza esta tarea se muestra en la figura 2. En él, la señal marcada como Vin

corresponde al valor de voltaje entregado por el controlador; en esta etapa sería una fuente de voltaje variable, emulada por un potenciómetro. Alimente el amplificador operacional con +12V y -12V. El transistor es un Darlington ECG261 (o TIP122).

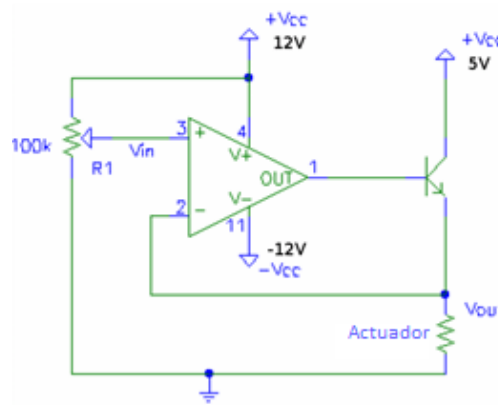


Figura 1. Circuito de accionamiento

ETAPA 3: Sistema de alimentación

A partir de una fuente de voltaje de $\pm 12V$ DC, debe generar una fuente que provea +5V DC. Estos son necesarios para la alimentación del Arduino. Considere que ninguna señal que entre al Arduino puede ser superior a esta, pues dañaría la tarjeta.

Si requiere otro voltaje en su montaje, debe generarlo en esta etapa. Recuerde que no se permite el uso de otras fuentes externas. Para esta etapa puede usar reguladores de voltaje de la familia 78xx y 79xx (positivo y negativo). Note que para su funcionamiento necesitan un circuito externo, que usted debe hacer.

ETAPA 4: controlador

En el siguiente enlace se encuentra una propuesta de circuito asociado a un controlador proporcional (P).

<http://kroegersworld.com/cookbook/peltier.gif>

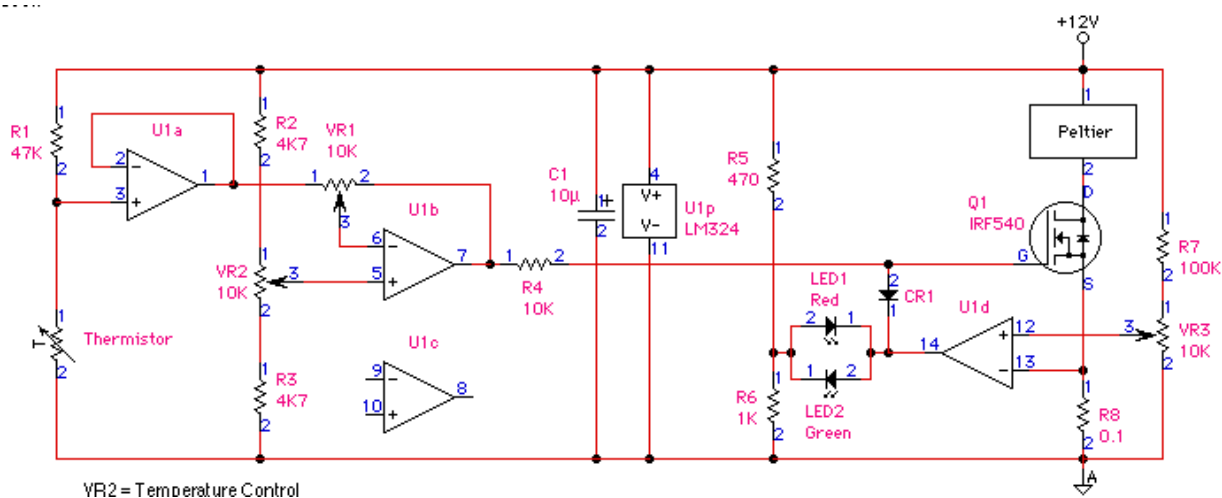


Figura 2. Propuesta de controlador proporcional

Interprete cada uno de los bloques que constituyen el circuito.

Haga medidas del comportamiento de su sistema bajo diferentes parámetros de control (K_p , K_i , K_d) dados por las resistencias variables. Se sugiere usar el método de Ziegler-Nichols para la estimación de estos parámetros basado en medidas de su sistema. Puede consultar <http://saba.kntu.ac.ir/eecd/pcl/download/PIDtutorial.pdf>.

4.1 controlador PI

Agregue una etapa integradora y un sumador al controlador proporcional (P) inicial, para eliminar el error en estado estacionario.

4.2 controlador PID

Agregue una etapa derivativa al controlador proporcional integrador (PI), para procurar mejorar la estabilidad del sistema.

Haga una comparación entre los resultados obtenidos con los tres métodos implementados. Justifique si las acciones integradora y derivativa tienen un efecto positivo en su sistema.

ETAPA 5: Mejoras de digitalización

5.1 Potenciómetro digital

Un potenciómetro digital es un circuito integrado que permite la selección de un valor de resistencia según una señal digital externa. Esto reemplaza los potenciómetros por un sistema digital controlado por computadora.

Implemente usando una tarjeta Arduino e integrados del tipo X9C102P, X9C103P o X9C104P la escogencia de los valores de las resistencias variables involucradas en el circuito por medio de un valor establecido por el usuario en el código de Arduino.

5.2 Temperatura digitalizada

Haga que su sistema:

- Muestre en vivo la temperatura actual del sistema
- Busque llegar a una temperatura que un usuario ingrese en la computadora.

Entregas

Primera entrega (20%)

23 de septiembre de 2016

Etapas 1, 2 y 3.

Segunda entrega (80%)

18 de noviembre de 2016

Etapas 1 a 5.

Presentar el proyecto completo.