



1. **Tema:** Sensores de temperatura. Simulación del comportamiento de un par bimetálico.
2. **Objetivos:**
 - a. Analizar el comportamiento de un par bimetálico para diferentes materiales.
 - b. Determinar posiciones para el correcto funcionamiento de un interruptor bimetálico.
3. **Teoría.** Los dispositivos bimetálicos aprovechan la diferencia en la tasa de dilatación térmica entre diferentes metales. Se unen entre sí tiras o dos metales. Cuando se calientan, un lado se dilatará más que el otro, y la curvatura resultante se traduce a una lectura de temperatura mediante una articulación mecánica a un apuntador. Estos dispositivos son portátiles y no requieren una fuente de alimentación, pero normalmente no son tan sensibles como los termopares o RTD y no se prestan fácilmente al registro de temperatura.

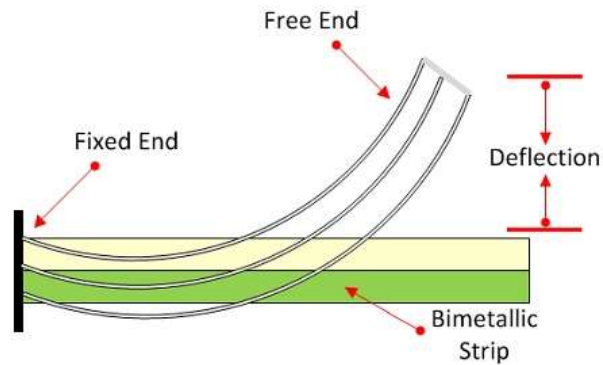
El termómetro bimetálico utiliza laminas metálicas, planas, en hélice o espiral. Laminas o tiras que convierte la temperatura en el desplazamiento mecánico. El funcionamiento depende de la propiedad de expansión térmica del metal. La expansión térmica es la tendencia del metal en la cual el volumen del metal cambia con la variación de la temperatura.

Cada metal tiene un coeficiente de temperatura diferente. El coeficiente de temperatura muestra la relación entre el cambio en la dimensión física del metal y la temperatura que lo causa. La expansión o contracción del metal depende del coeficiente de temperatura, es decir, a la misma temperatura, los metales tienen diferentes cambios en la dimensión física.

El bimetálico se hace pegando juntas las dos tiras delgadas de diferentes metales. Los metales se unen en un extremo con la ayuda de la soldadura. El enlace se mantiene de tal manera que **no se produce ningún movimiento relativo entre los dos metales**. Las dimensiones físicas de los metales varían con el cambio de temperatura.

Ya que el par bimetálico del termómetro está hecho de diferentes metales, la longitud de los metales cambia de manera diferente. A medida que la temperatura aumenta, la tira se dobla en la dirección del metal, que tiene un coeficiente de temperatura bajo. Y cuando la temperatura disminuye, el par se dobla en la dirección del metal, que tiene un coeficiente de temperatura alto.

La siguiente figura muestra el par bimetálico con un extremo empotrado. La tira se fija en un extremo y se desvía en el otro extremo.



Bimetallic Strip fixed at one end

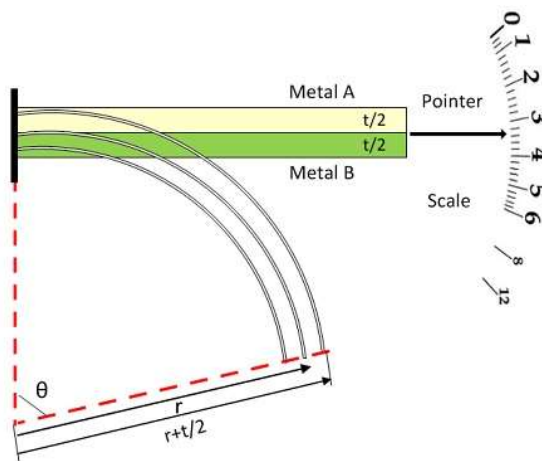
Circuit Globe

El área de deflexión del par bimetalico depende del tipo de metales utilizados para la construcción. La deflexión del metal es directamente proporcional a la longitud de la tira y el cambio de temperatura e inversamente proporcional al espesor de las tiras.

Si el par está hecho de dos metales diferentes, es decir, el metal A y el metal B, y ambos metales tienen coeficientes de temperatura diferentes, entonces, $T_2 - T_1$ muestra el cambio de temperatura que causa su deformación térmica, entonces de acuerdo a lo revisado en clases:

$$r = \frac{t[3(1+m)^2 + (1+mn)(m^2 + 1/mn)]}{6(\alpha_A - \alpha_B)(T_2 - T_1)(1+m)^2}$$

Debido a la expansión, el par se mueve en un arco circular uniforme. El radio del brazo se indica en la siguiente grafica.



Deflection of Bimetallic Strain

Circuit Globe



4. Trabajo preparatorio.

- Consulte la forma de simular el funcionamiento de un par bimetálico de placas planas, sometido a una temperatura, en un software de elementos finitos.

5. Equipo necesario.

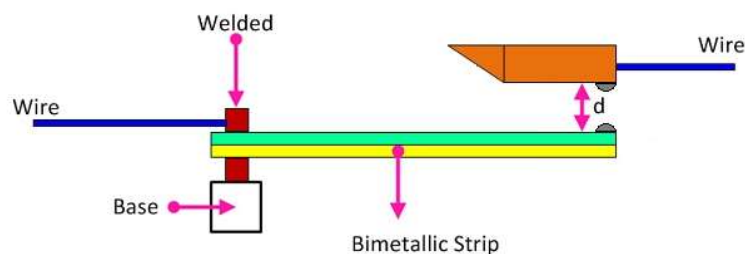
- Software de elementos finitos. (Solidworks, Inventor, Catia o el de su preferencia)
- Computador.

6. Procedimiento.

- Dibuje un par bimetálico, conformado por placas de 5 x 1 cm y 1 mm de espesor.
- Realice un bosquejo de su comportamiento (simulado) para la combinación de metales siguientes:

Metal A	Metal B
cobre	hierro
hierro	aluminio
hierro	constantán
cobre	aluminio

- Si el bimetálico, es un interruptor, con un contacto eléctrico en su extremo, y despreciando el calentamiento de la corriente en el mismo, cual es la distancia d , para cada uno de los bimetálicos, al que se deberá ubicar el otro contacto para que se unan a 85 °C.



Bimetallic Thermometer

Circuit Globe

- Informe de laboratorio.** De acuerdo a lo indicado por el profesor laboratorista, además calcule las distancias para el interruptor bimetálico y compárelas con los medidos en la simulación. Presente los cálculos realizados.



HOJA DE RESULTADOS

GUIA E1		GRUPO No:
Integrantes:		

Cobre/Hierro $\Delta T = 85^{\circ}\text{C}$

--

Hierro/Aluminio $\Delta T = 120^{\circ}\text{C}$

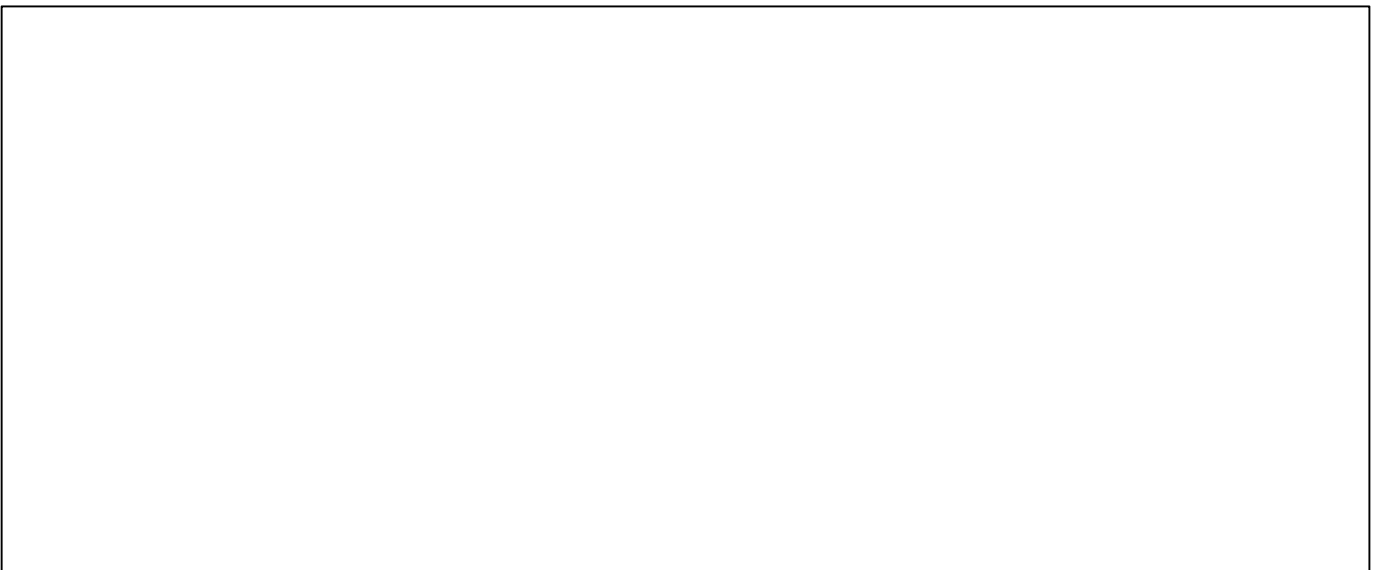
--



Hierro/Constantán $\Delta T = 210^{\circ}\text{C}$



Cobre/Aluminio $\Delta T = 60^{\circ}\text{C}$





DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA
Laboratorio de Automatización y Mecatrónica
Instrumentación Industrial Mecánica

Distancias para los interruptores bimetálicos

Metal A	Metal B	Distancia d
cobre	hierro	
hierro	aluminio	
hierro	constantán	
cobre	aluminio	

Revisado: _____