

## Termocoplas:

(1)

En un circuito cerrado formado por dos metales diferentes se establece una corriente eléctrica y las dos uniones se mantienen a distinta temperatura.

Este fenómeno descubierto por Seebeck es la base del método de medición de temperatura por medio de termocoplas.



La aparición de la corriente en el circuito mencionado, es causada por la superposición de dos efectos termoelectricos:

- a) el efecto Peltier (↑)
- b) el efecto Thomson (↓)

a) Efecto Peltier: "cuando se unen dos metales diferentes, aparece una fuerza electromotriz (fem), la cual depende de la temperatura de la junta de los metales puestos en contacto, y es independiente de la forma y dimensión de los mismos".

b) Efecto Thomson: demuestra que el fenómeno descubierto por Seebeck no depende solamente del Efecto Peltier y logra demostrar que:

"En un conductor homogéneo, con sus extremos a diferente temperatura, se genera una fem entre ellos, dependiente del metal y la diferencia de temperatura".

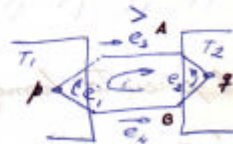
La magnitud de este efecto es mucho menor que la del Peltier.

## Corrientes básicas.

La fem neta es la suma de las producidas por:

Peltier: en ambas juntas:  $e_1$  en p,  $e_2$  en q

Thomson: en ambos conductores:  $e_3$  en A,  $e_4$  en B



cuando las temperaturas son iguales  $T_1 = T_2$  se cumple que  $e_1 = -e_2$  Efecto Peltier igual y contrario  
 $e_3 = e_4 = 0$  Efecto Thomson nulo

Ley del circuito homopéneo:

En un conductor metálico homopéneo no puede sostenerse la circulación de una corriente eléctrica por la aplicación exclusiva de polo

(2)

Por lo tanto no habra potencial neto, y no circulara corriente  
- Cuando  $T_1 > T_2$  no estan compensados los efectos Peltier  
( $e_1 \neq e_2$ ) y  $e_3$  y  $e_4$  son distintos de cero, estableciendose  
una fem, y por lo tanto una corriente electrica que sera funcion  
de la diferencia de temperatura.

- Manteniendo fja  $T_2$  y variando  $T_1$  la corriente que circula  
sera, en algunos momentos, representativa de  $T_1$ .

Pero como la corriente depende de la resistencia del circuito  
no se usa para medir temperatura, pues no hay ninguna  
relacion absoluta entre  $T$  e  $i$ .

Por lo tanto, se toma como magnitud representativa de la tempera-  
tura la fem desarrollada, que depende solamente de los  
metales del par y de la temperatura de las juntas.

En las termocuplas usadas para medir temperaturas, la fem  
varia entre 1 a 7 mV cuando  $\Delta T = 100^\circ C$

Linealidad de la termocupla: consiste entre el cambio de la  
fem generada y el cambio de tempe-  
ratura en una junta que la produce.  $[mV/^\circ C]$

Cuando la sensibilidad presenta una constante, la termocupla es  
lineal dentro de esos valores. Alta sensibilidad y linealidad  
son dos factores importantes en el momento de seleccionar una  
termocupla.

Polaridad en una termocupla: en una termocupla formada por  
los metales A y B, si la corriente  
circula desde A hacia B en la junta de menor temperatura, A es  
considerado como termoelectricamente positivo con respecto a B.

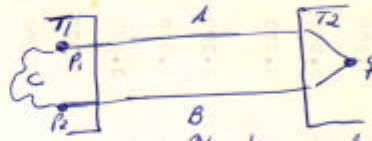
Ley del metal intermedio: para poder medir la fem generada  
en el circuito de la termocupla,  
debemos intercalar algun instrumento adecuado para esta  
funcion. Este instrumento estara formado por un circuito  
electrico cuyos conductores sean de cobre, generalmente

Si el par de la termocupla es de metales A y B, la introducción del cobre, o en forma general un metal C, causará la aparición de nuevas f.e.m.s. Para ver que efecto tiene este tercer metal debemos tener en cuenta la siguiente ley:

"La inserción de un metal intermedio en el circuito de la termocupla, no afectará la f.e.m. neta, siempre que las dos juntas introducidas por este tercer metal estén a idéntica temperatura."



efecto Thomson: nulo  
efecto Peltier:  $e_r = -e_s$  nulo  
caso del elemento de medición



efecto Thomson: nulo  
efecto Peltier:  $e_1 = -e_2$   
caso del instrumento de medición o material de apoyo u lo soldadura de la junta.

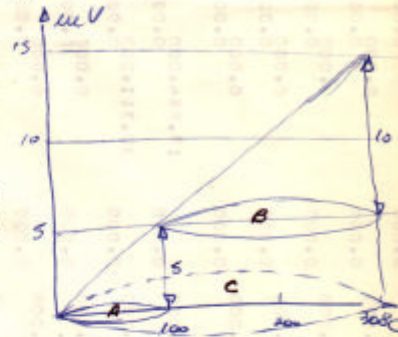
Ley de las temperaturas intermedias: como que el potencial neto depende de la temperatura de las juntas. Si eran iguales la f.e.m. = 0 y no habría diferencia, depende de esta.

Por lo tanto, las termocuplas no miden temperaturas absolutas sino relativas a un nivel de referencia. Para ello una junta se debe mantener a una temperatura conocida, y la otra se pondrá en contacto con el medio cuyo temperatura queremos medir; lo primero se conoce como junta fija o de referencia y la segunda junta caliente o de medición (que es la mayoría de los casos, pero puede mantenerse el caso contrario).

Para cada tipo usual de termocupla se encuentran tabulados los valores de tensión que desarrollan, variando la temperatura de la junta de medición dentro de los alcances propios, en la junta

de referencia a  $0^{\circ}\text{C}$ . Como esta condición no se cumple en la práctica, como que la junta de referencia está a otra temperatura (ambiente), nos ocasiona algún tipo de error, pero ello se hará uso de la ley de temperaturas intermedias:

" Si en un circuito simple de una termocupla desarrolla una fem  $E_1$  cuando sus juntas están a las temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ ; y una fem  $E_2$  cuando están a las temperaturas  $T_2$  y  $T_3$ , desarrollará una fem  $E_1 - E_2$  cuando sus juntas están a las temperaturas  $T_1$  y  $T_3$



### Materiales de los termocuplas

Brevemente, cualquier par de metales el finitos puede ser usado para formar una termocupla. Pero, naturalmente, unas combinaciones tienen características superiores a otras, y dentro de condiciones similares se han desarrollado tipos especiales, para permitir el intercambio y el uso de tablas fijas para la relación fem-temperatura.

Características que deben cumplir los pares

1. La fem térmica debe aumentar con el aumento de la temperatura dentro del alcance en que la termocupla va a ser usada.
2. La fem térmica debe ser suficientemente grande para ser medida con notable exactitud.
3. Las características termoelectricas no deben ser afectadas plenamente alterados durante la calibración y uso ya sea por cambios internos, como recristalización, o por contaminación del metal.
4. Deben ser resistentes a: corrosión, oxidación, etc.
5. Punto de fusión superior a cualquier temperatura que va a ser usada.

6- Los metales tienen que ser reproducibles y fácilmente obtenibles en cantidad suficiente.

La selección del par adecuado debe ser realizada en base a los alcances de temperatura a medir, sensibilidad, modo de uso, costo, etc.

El sistema de medición de temperatura en termocupla consta de:

1) Termocuplo propiamente dicho o junta de medición, instalado en el lugar de temperatura desconocida: consiste en la junta de medición, soldada para lograr un buen contacto eléctrico y resistencia mecánica



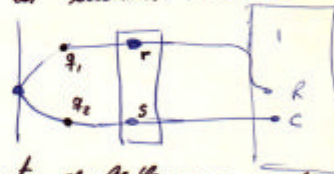
soldados en los alambres y el en punto en una hoja de material resistente al medio al que está expuesto, terminando en un cableal donde se conecta el cable de extensión. Hay 2 puntos de unión de hojas

2) Cable de extensión: une la termocupla en el elemento de medición: basándose en la ley de los metales intermedios

si  $T_1$  y  $T_2$  están a la misma  $T$

los metales que  $P_1$  y  $P_2$  y aplicando

la ley de los metales intermedios la junta de referencia estará ubicada en uno de los últimos puntos, el cable de referencia de la junta  $P_1$  a un metal conocido en la sala de control donde está el usuario.



Para llevar la junta de referencia hasta el lugar donde se efectúa la medición se emplea cable de extensión, formado generalmente del mismo material de la termocupla o en otros metales cuyos valores de los alcances de temperatura de  $0^\circ$  a  $100^\circ\text{C}$ , tengan las mismas propiedades termoelectrónicas que los del par de medición. Cada cable corresponde a un tipo de termocupla y un cable interconductor. Hay código de colores: rojo: negativo.

(6)

Debido al tipo usual de los núcleos, todos los núcleos que forman parte del elemento de una termocupla deben ser instalados por conductos separados de otros conductores, a fin de no tener ruidos en la medición.

3) Instrumentos de medición de la gran potencia: ubicados generalmente en la sala de control. Pueden tener incluida la fuente de referencia y dispositivos para compensar las variaciones de temperatura ambiente. La gran potencia puede ser empleada para medición, registro o control de temperatura.

Pueden ser galvanométricos o potenciométricos y pueden tener la fuente de referencia y también un dispositivo compensador de las variaciones de su temperatura.

Galvanométricos: se emplea para la medición y control cuando no se requiere gran exactitud. Basta de un galvanómetro de escala permanente y bobina móvil cuyo indicación se lee en una escala graduada en  $^{\circ}\text{C}$ ; suele tener un trazo sobre el resorte de la aguja indicadora para compensar la temperatura de la fuente de referencia; y para reducir la resistencia del circuito a lo que se utiliza para la calibración, una resistencia variable.

Las variaciones de temperatura en los conductores cambian la resistencia de los mismos, provocando errores en las lecturas.

Potenciométricos: presentan la ventaja, sobre los anteriores, de que no varían con el ambiente en el elemento de la termocupla cuando se ha logrado el balance. De esta forma se elimina por completo el problema de la resistencia de los conductores; hecho que ha popularizado este método.

Tipos: los de balance manual (portátiles) y de auto balance.

## Termocuplas antinodos

Conexión en serie: primero se lo valde sea la suma de las f.e.m. de cada termocupla. Si todas las fuentes están en un mismo punto, se obtiene un elemento de mayor sensibilidad ante una termopila. Si se distribuyen en varios puntos se obtiene un promedio de temperatura.

Conexión en paralelo: también se puede obtener la misma medición promedio.

Conexión en oposición: no puede medir a favor de temperatura.