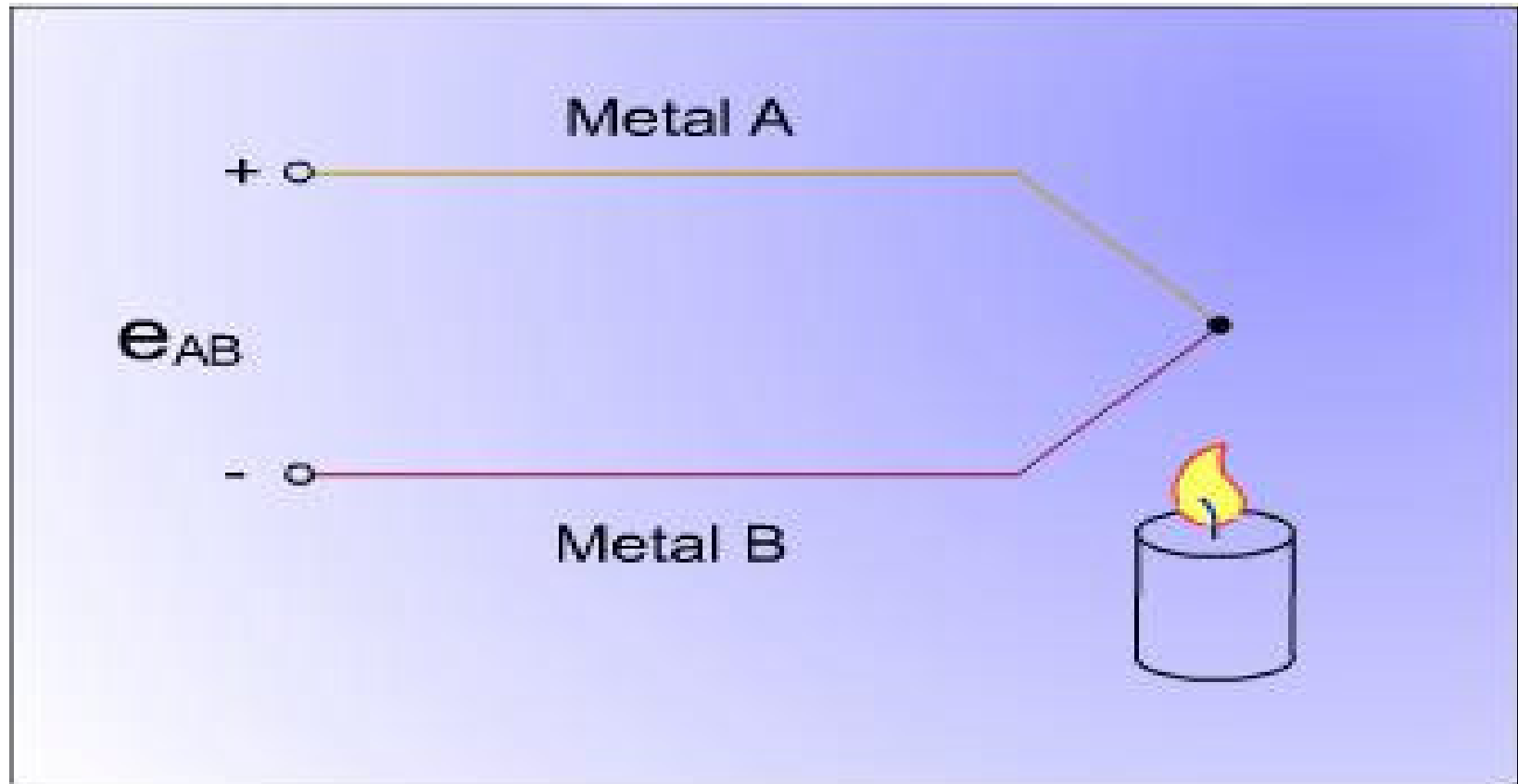


# MEDICIÓN DE TEMPERATURA

- Métodos no eléctricos:
  - Cambio de volumen de un líquido
  - Cambio de presión de un gas o vapor
  - Cambio de dimensiones de un sólido
- Métodos eléctricos:
  - Fem generadas por termocuplas
  - Cambio en la resistencia de materiales
  - Comparando color de un filamento
  - Energía recibida por radiación

# Sensor termoeléctrico – Termopares- Termocuplas

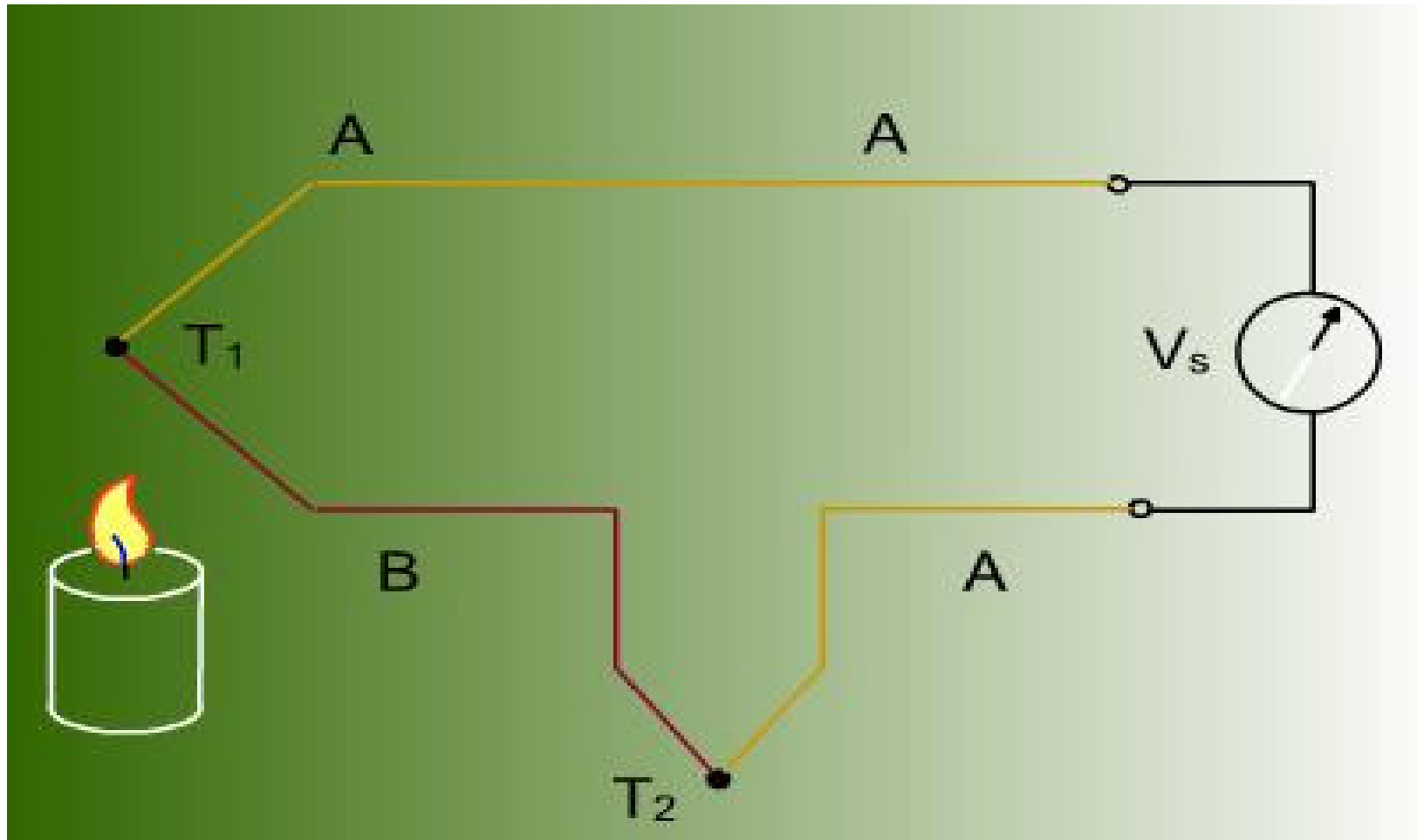


# **SENSORES TERMOELÉCTRICOS**

## **TERMOPARES- TERMOCUPLAS**

- Un termopar esta constituido por dos metales diferentes, unidos físicamente en sus extremos. En la unión se crea una diferencia de potencial que depende de la temperatura (efecto termoeléctrico), que comparada con la que se genera en otra unión similar sometida a condiciones térmicas de referencia, da una medida de la temperatura existente en la primera unión.

# Conexión básica de un termopar



# TERMOCUPLAS

- Los sensores termoeléctricos son dispositivos que presentan gran alcance de medida ( $-200^{\circ}\text{C}$  a  $3000^{\circ}\text{C}$ ), baja sensibilidad (5 a  $75\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ) y una respuesta no lineal, pero son de alta fiabilidad, buena estabilidad, rápida respuesta, relativo bajo costo además son componentes robustos y sencillos.
- El principio de funcionamiento de los sensores termoeléctricos se basa en los descubrimientos de Thomas Johann Seebeck 1822, de Jean C.A. Peltier 1834 y William Thompson 1847, denominados efecto Seebeck, efecto Peltier y efecto Thompson.

# Efecto Seebeck

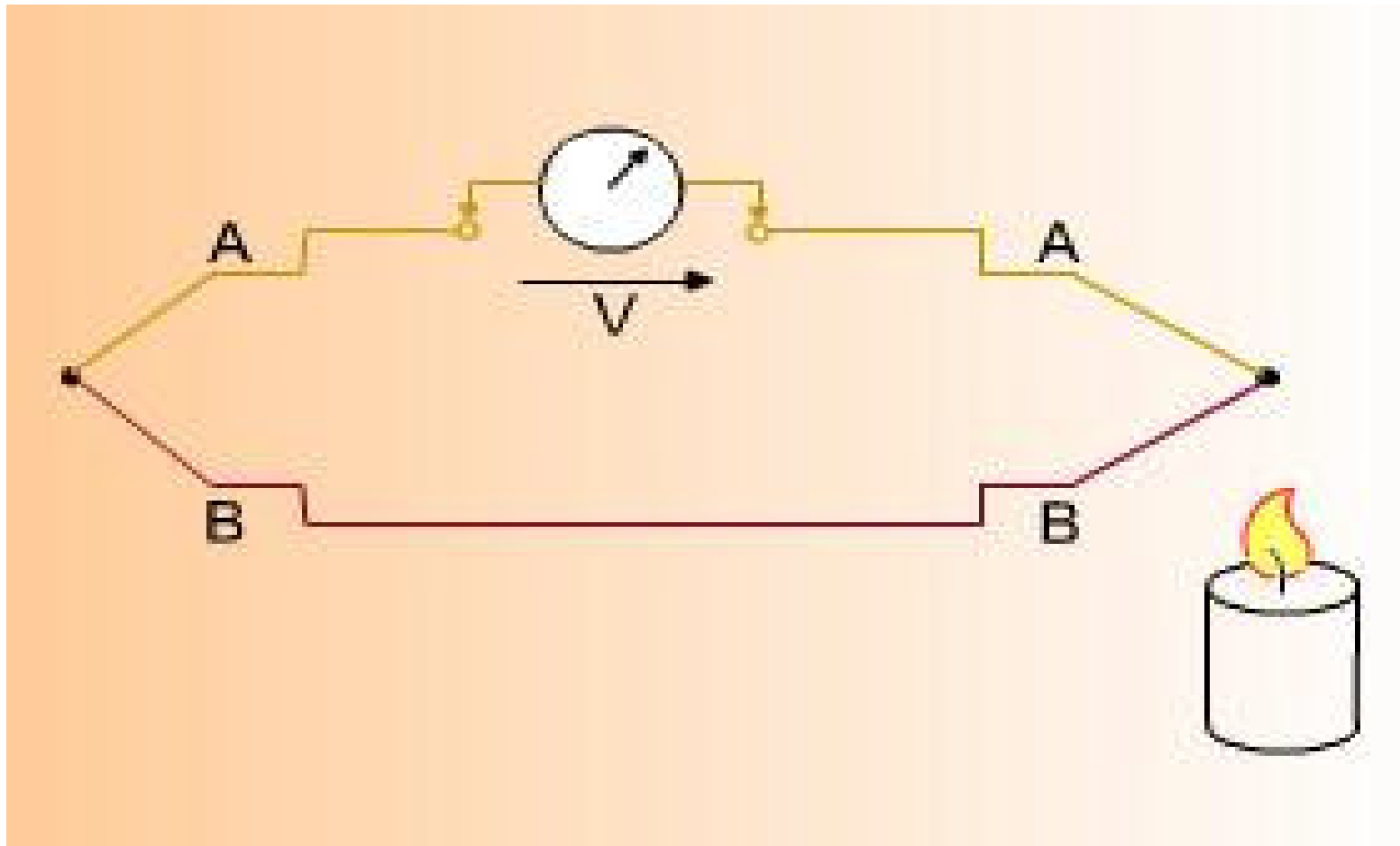
- Consiste en la aparición de una diferencia de potencial entre dos puntos de un conductor eléctrico que se encuentra de manera simultánea a diferentes temperaturas.
- El efecto Seebeck es solamente un efecto termoeléctrico que convierte calor en electricidad.
- Rigurosamente el efecto Seebeck no es un efecto de junta. Pero es muy aplicado a materiales con características diferentes.
- Se aplica a:
  - Termocuplas en la medición de temperatura
  - Termopilas en la generación de electricidad.
  - Termoelectricidad en sistemas de enfriamiento

# Efecto Seebeck en un termopar

- En un sistema que cuenta con dos materiales diferentes A y B, con dos uniones a diferente temperatura, el efecto Seebeck consiste en la aparición de una corriente eléctrica de intensidad  $i$ , que no depende de ni de la resistencia del conductor ni de la sección, sólo depende de la diferencia de temperaturas entre las uniones.
- Si el circuito se abre, aparece una fuerza termoelectromotriz,  $f_{tem}$ , que depende de los metales y de la diferencia de temperatura entre las uniones.

# Efecto Seebeck en un termopar

Aparición de una diferencia de potencial





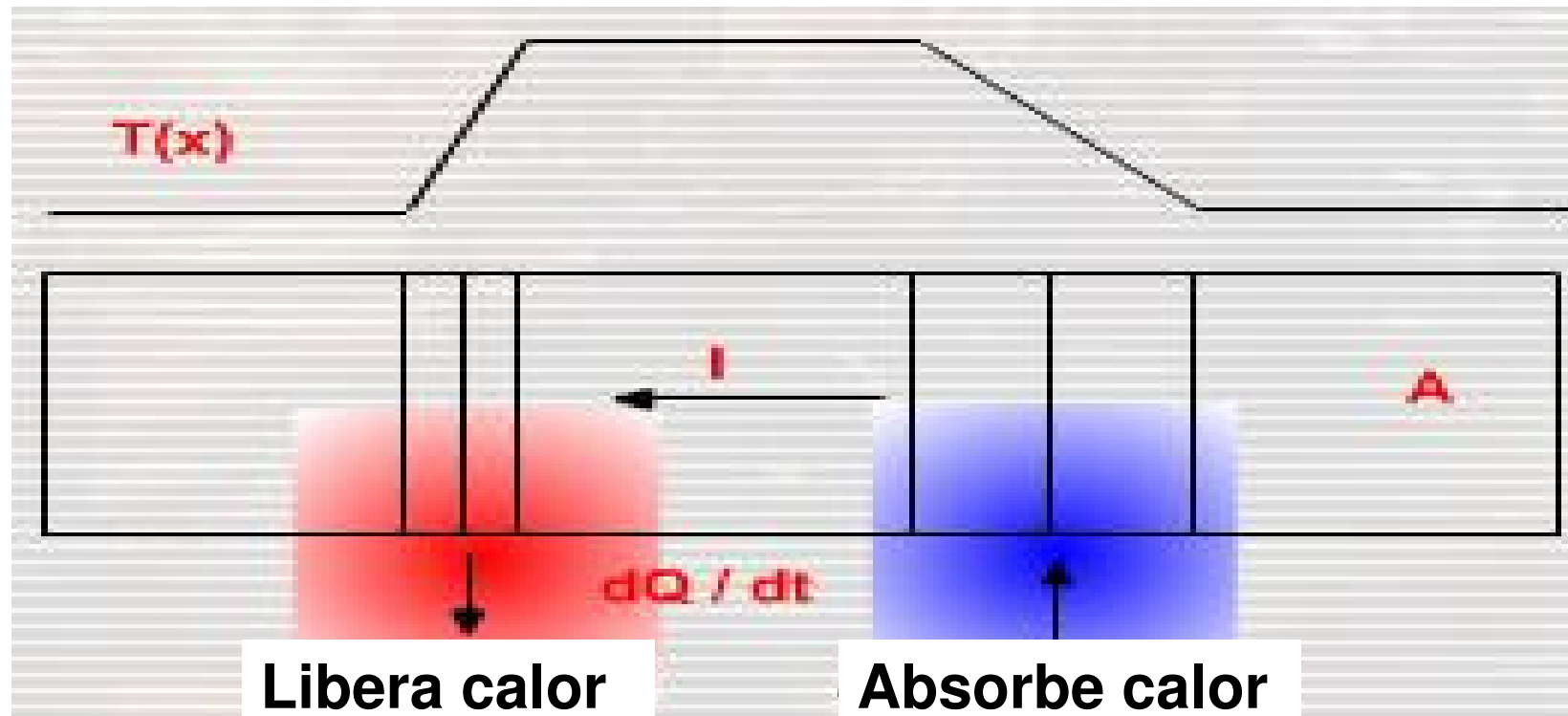
# Efecto Peltier

- Descubierta por Jean C.A. Peltier en 1834, consiste en el calentamiento o enfriamiento de una unión entre dos metales distintos (interface isotérmico) al pasar corriente por ella. Al invertir la corriente, se invierte también el sentido del flujo del calor. Este efecto es reversible e independiente de las dimensiones del conductor. Depende solo del tipo de metal y de la temperatura de la unión.
- Por lo anterior el efecto Peltier es un efecto de Juntura.

# Efecto Thompson

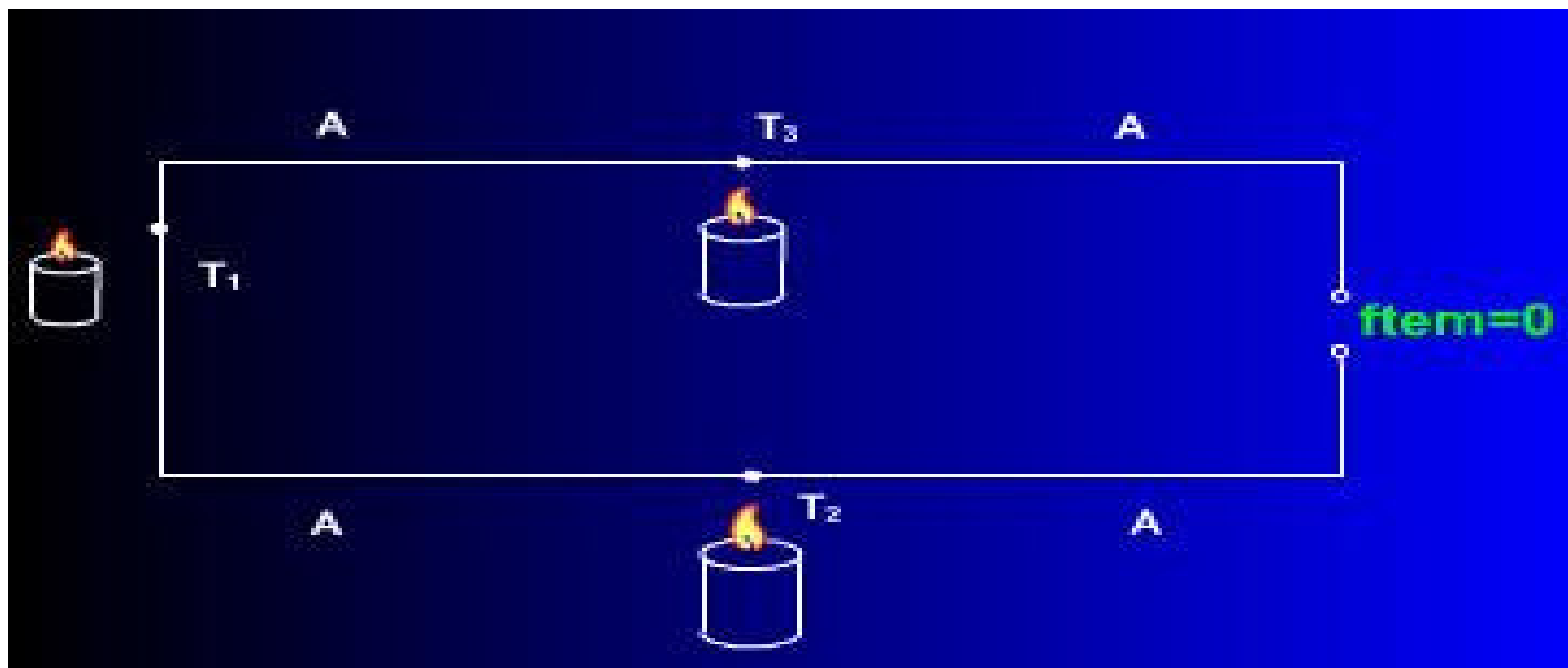
- Descubierta por William Thompson en 1856, consiste en la absorción o liberación de calor por parte de un conductor homogéneo sometido a un gradiente de temperatura por el que circula una corriente. El calor liberado es proporcional a la corriente y por ello cambia de signo al cambiar la dirección de la corriente. Liberándose calor cuando la corriente circula del punto más caliente hacia el más frío.

# Efecto Thompson



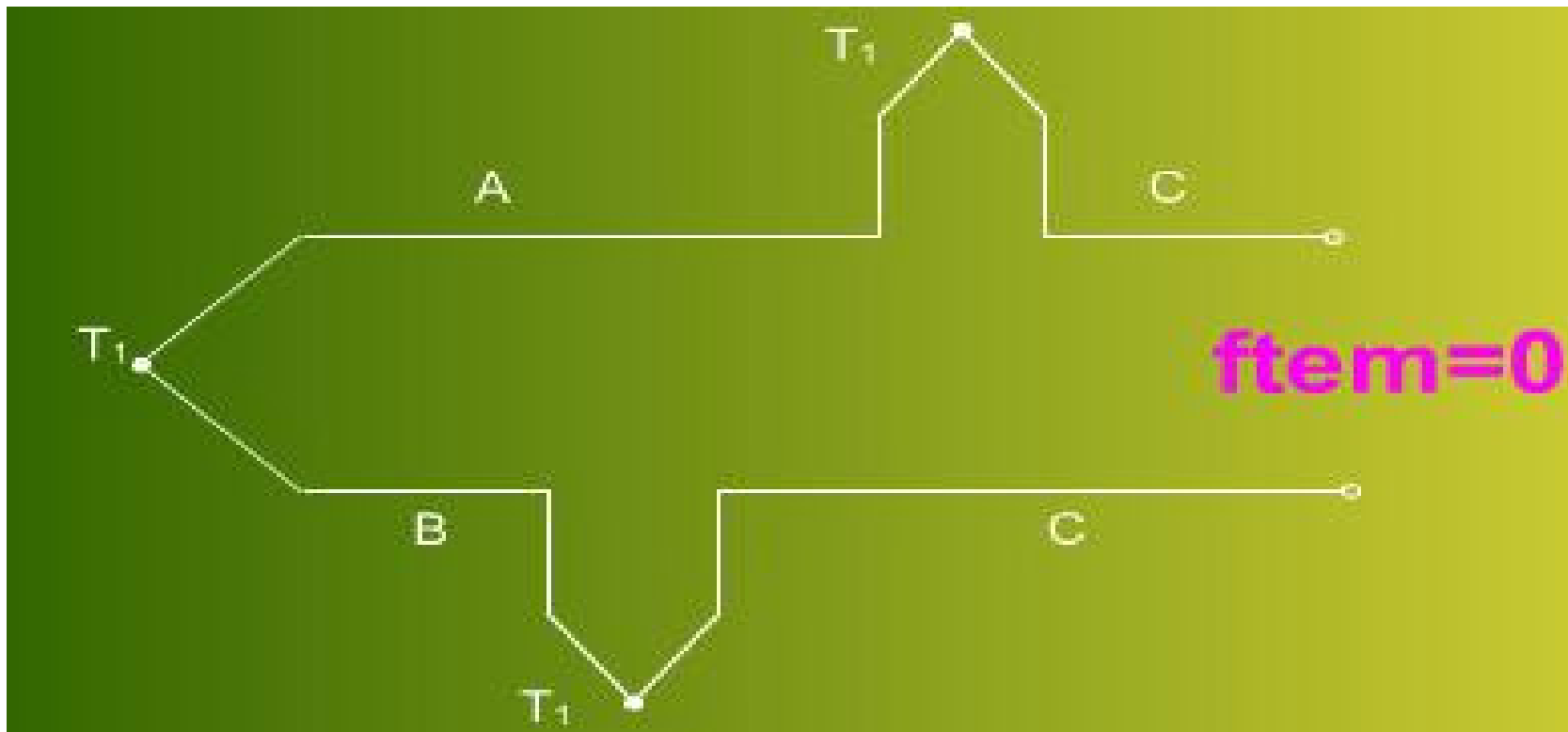
# Ley de los circuitos homogéneos

En un circuito de un único metal homogéneo, no se puede mantener una corriente termoeléctrica mediante la aplicación exclusiva de calor aunque se varíe la sección transversal del conductor.



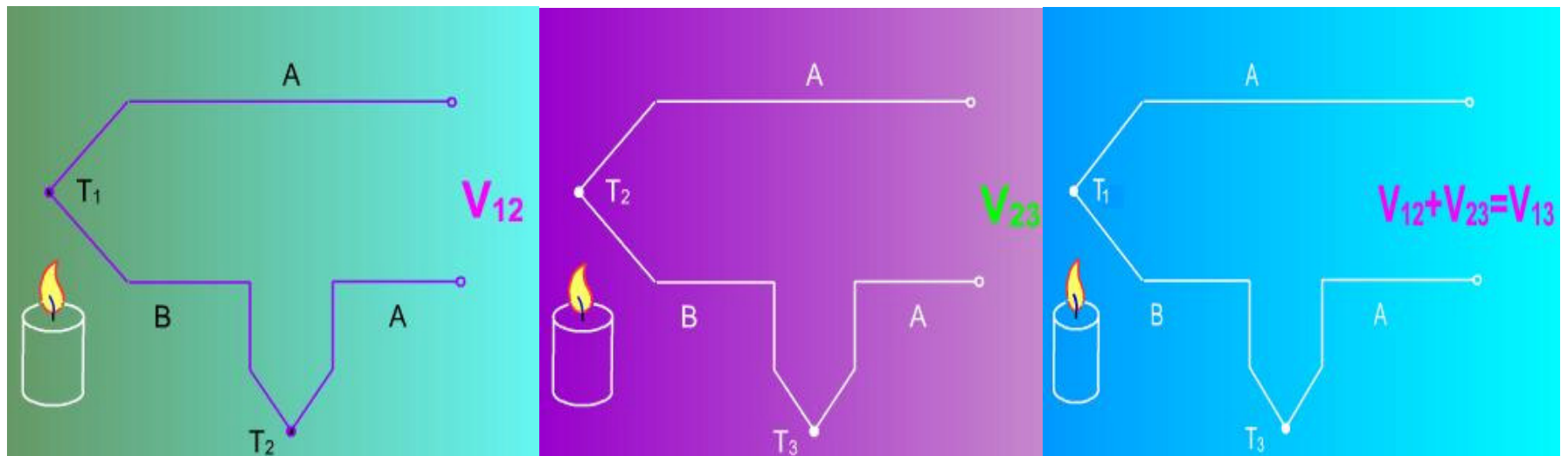
# Ley de los circuitos homogéneos

- La suma algebraica de las fuerzas termoelectromotrices en un circuito compuesto por un número cualquiera de metales distintos es cero si todo el circuito se encuentra a temperatura uniforme.



# Ley de las temperaturas sucesivas o intermedias

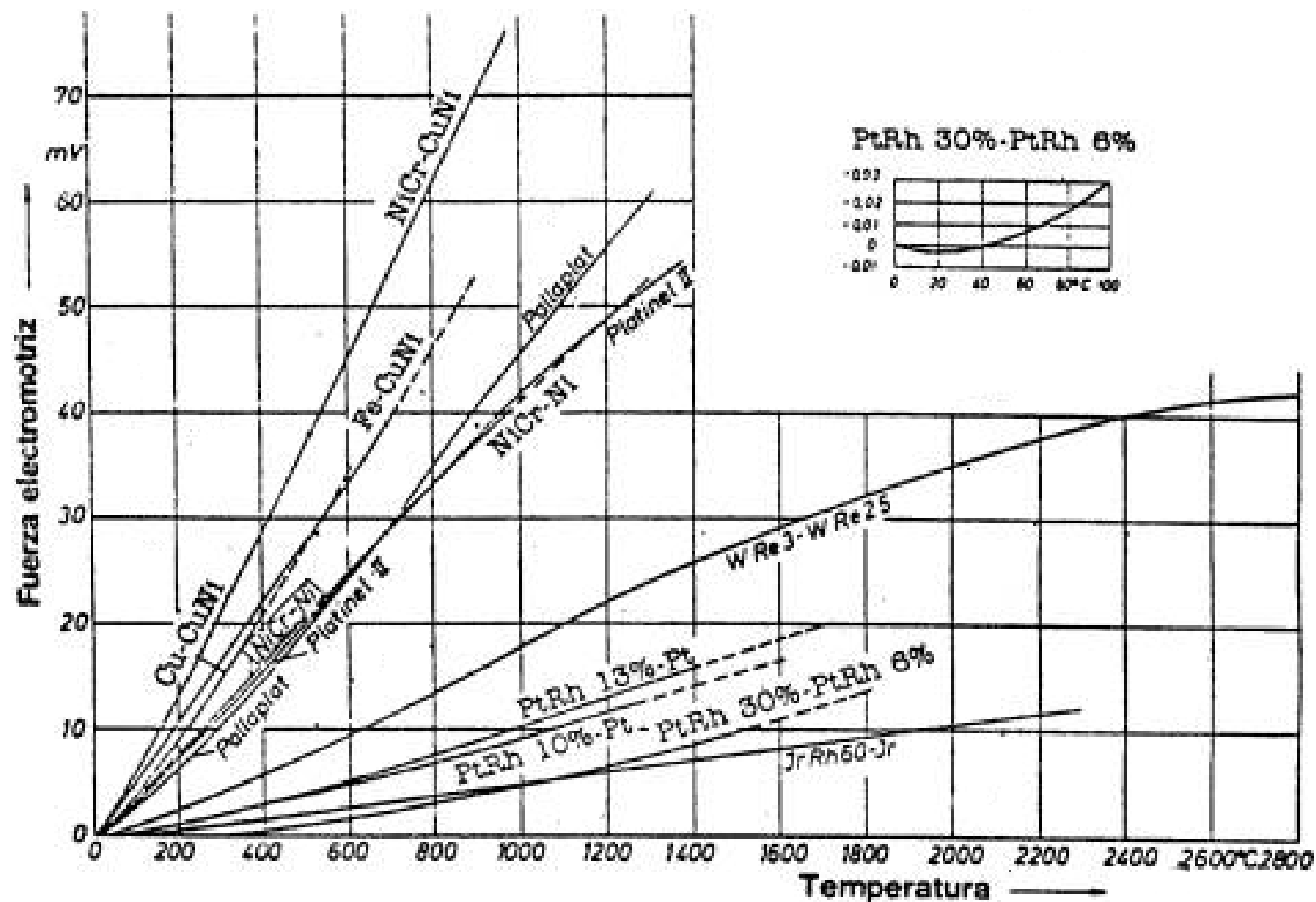
- Dos metales homogéneos diferentes producen una tensión  $V_{12}$ , cuando sus uniones están a  $T_1$  y  $T_2$ , y hay una tensión  $V_{23}$  cuando están a temperaturas  $T_2$  y  $T_3$ , Entonces, la tensión que aparecerá cuando las uniones se encuentren a  $T_1$  y  $T_3$  será la suma de las caídas de tensión  $V_{12} + V_{23}$  e igual a  $V_{13}$ .



# Clasificación de los termocuplas

ANSI	Composición	Margen normalizado	mV/margen	Nota
B	Pt(6 %)/Rodio-Pt(30 %)/Rodio	38-1800°C	13.6	Alta resistencia a la oxidación y a la corrosión
C	W(5 %)/Renio-W(26 %)/Renio	0 – 2300°C	37.0	
E	Cromel – Constantan	0 – 982°C	75.0	Son los de mayor sensibilidad y resisten la corrosión por debajo de los 0°C
J	Hierro – Constantan	0 – 760°C	42.9	Son versátiles y de bajo costo, se pueden utilizar en atmósferas reductoras y oxidantes.
K	Cromel – Alumen	-184 - 1260°C	56.0	Se emplean en atmósferas reductoras y en su margen de medida son mejores que E,J y T
N	Nicrosil (Ni-Cr-Si) – Nisil (Ni-Si-Mg)	-270 – 1300°C	51.8	Resisten la oxidación y ofrecen mejor estabilidad a altas temperaturas
R	Pt(13 %)/Rodio – Pt	0 – 1593°C	18.7	Alta resistencia a la oxidación y a la corrosión
S	Pt(10 %)/Rodio – Pt	0 – 1538°C	16	Alta resistencia a la oxidación y a la corrosión
T	Cobre – Constantan	-184 – 400	26	Se pueden utilizar en atmósferas con alta humedad.

# fem en función de la temperatura





# TERMOCUPLAS

- Desde el punto de vista constructivo, la unión puede hacerse por contacto (arrollamiento), o soldadura.
- Para conseguir la inmunidad requerida frente al medio en función de los materiales y del ambiente de trabajo, el termopar puede aparecer al aire o incluido dentro de una vaina protectora (lo que resulta determinante en la velocidad de respuesta). En este último caso, la unión puede conectarse a la vaina (puesta a tierra) o quedar eléctricamente aislada.

# Diseño de las termocuplas

- Los requerimientos más importantes que deben cumplir los materiales de termocuplas son:
  - Ser mecánicamente robustos y resistentes químicamente.
  - Deben producir una salida eléctrica mensurable y estable.
  - Deben tener la precisión requerida.
  - Deben responder con la velocidad necesaria
  - Debe considerarse la transferencia de calor al medio y viceversa para no afectar la lectura.
  - Deben, en algunos casos, estar aislados eléctricamente de masa
  - Deben ser económicos .

# TERMOCUPLAS

