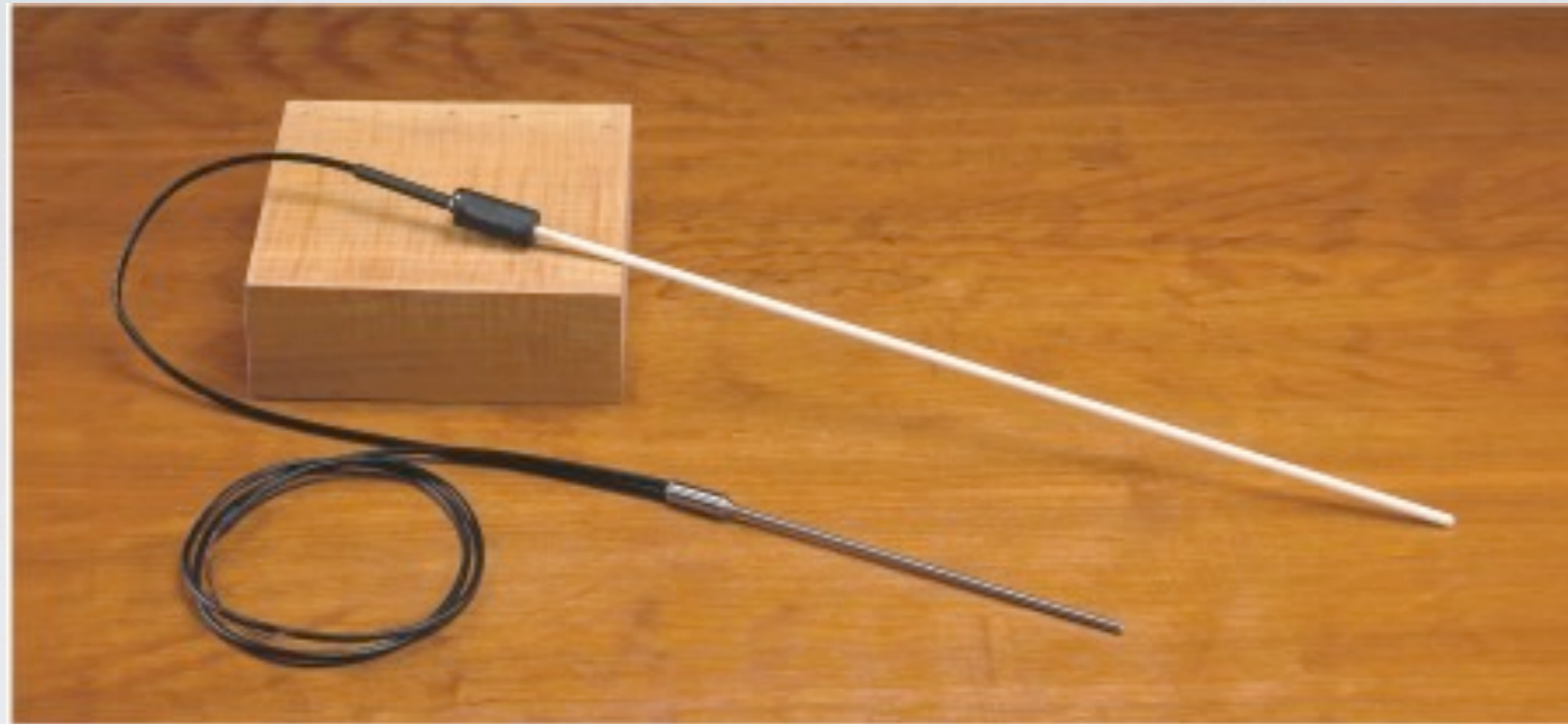


TERMOPARES

INEL5205 - Instrumentación

Termopares

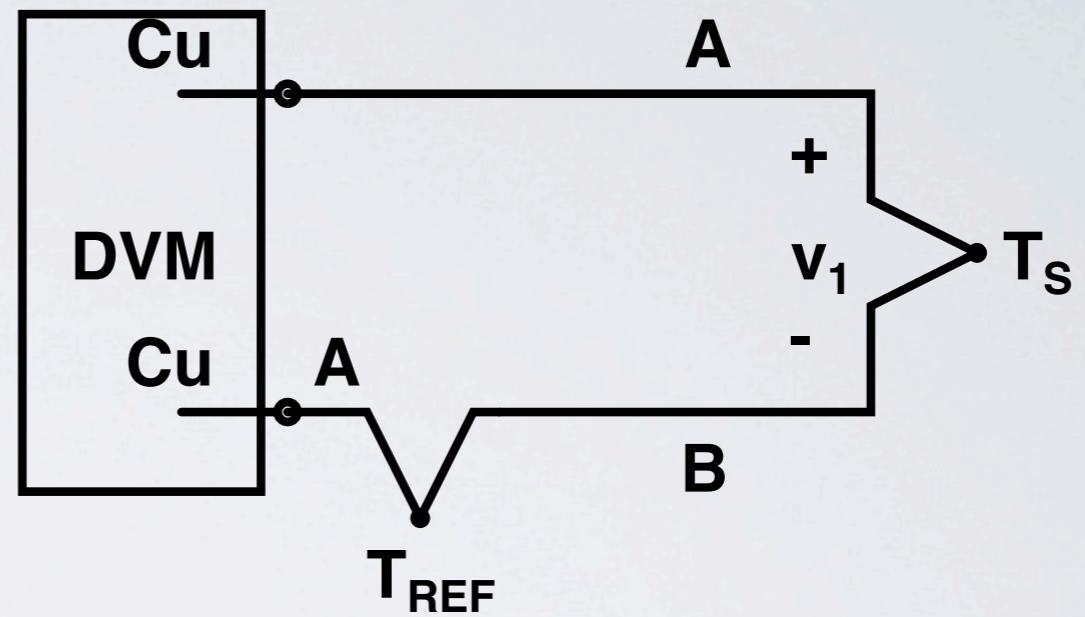
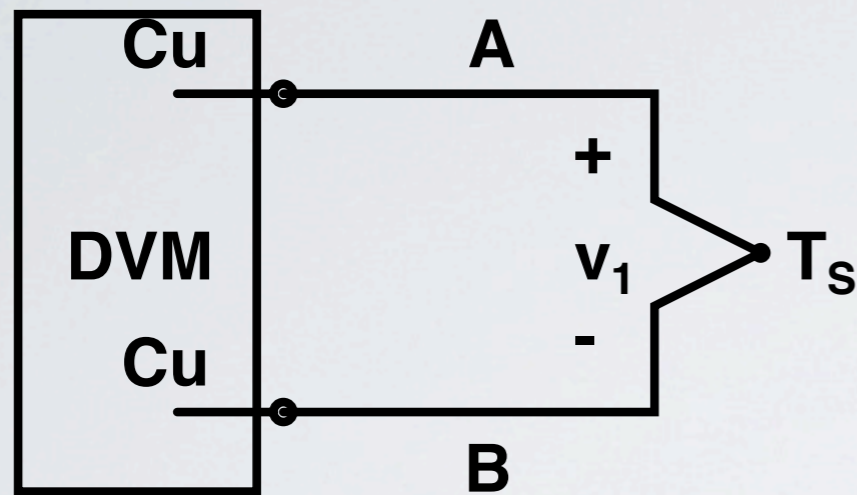


<http://www.hartscientific.com>

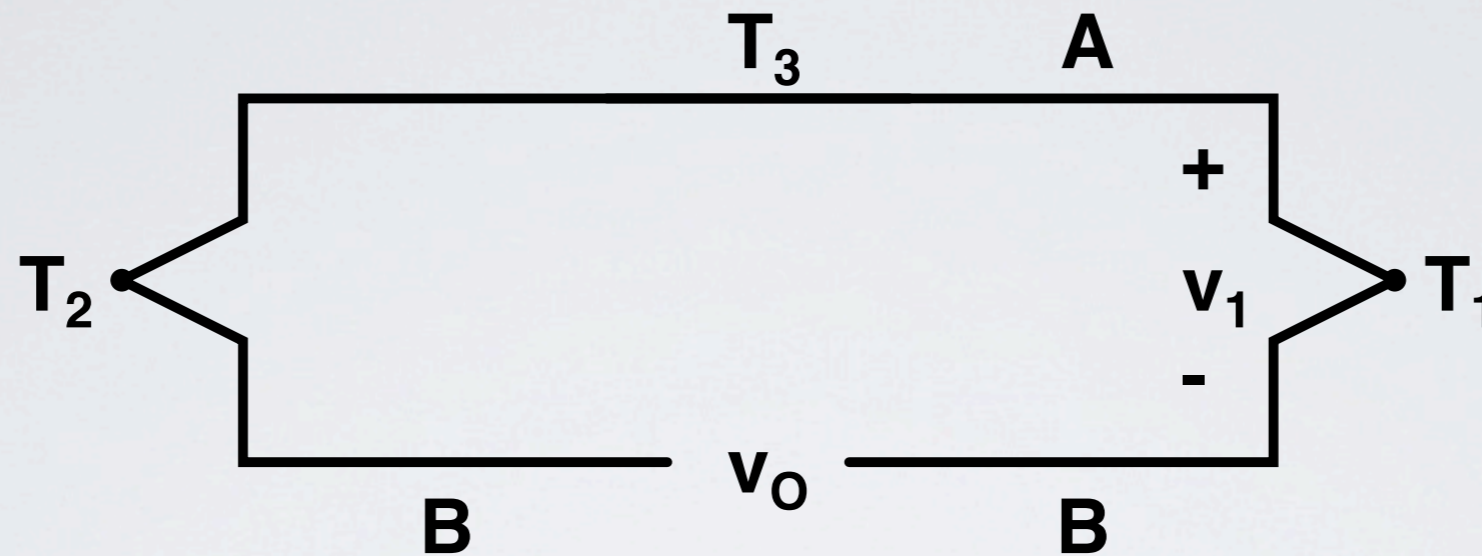
Efecto de Seebeck: cuando alambres contruidos con dos materiales conductores distintos están físicamente unidos en un extremo y separados en el otro, y existe una diferencia de temperatura entre los dos extremos, se desarrolla una diferencia de voltaje entre los dos alambres en el lado en que están separados.

tipo	materiales	range & sensitivity
K	chromel-alumel	-200°C to 1350°C; 45µV/°C
E	chromel-constatan	-200°C to 900°C; 80µV/°C
J	Hierro-constatan	-150 to +1000°C; 60µV/°C
N	Nicrosil-Nisil	-200°C to 1200°C; 40µV/°C
B	30% rhodium-platinum & 6% rhodium-platinum	50°C to 1800°C; 10µV/°C
R	13% rhodium-platinum & platinum	50°C to 1600°C; 10µV/°C
S	10% rhodium-platinum & platinum	50°C to 1600°C; 10µV/°C
T	Copper-Constatan	-200°C to 350°C; 60µV/°C
C	tungsten-5% rhenium & tungsten-26% rhenium	0°C to 2320°C; 20µV/°C

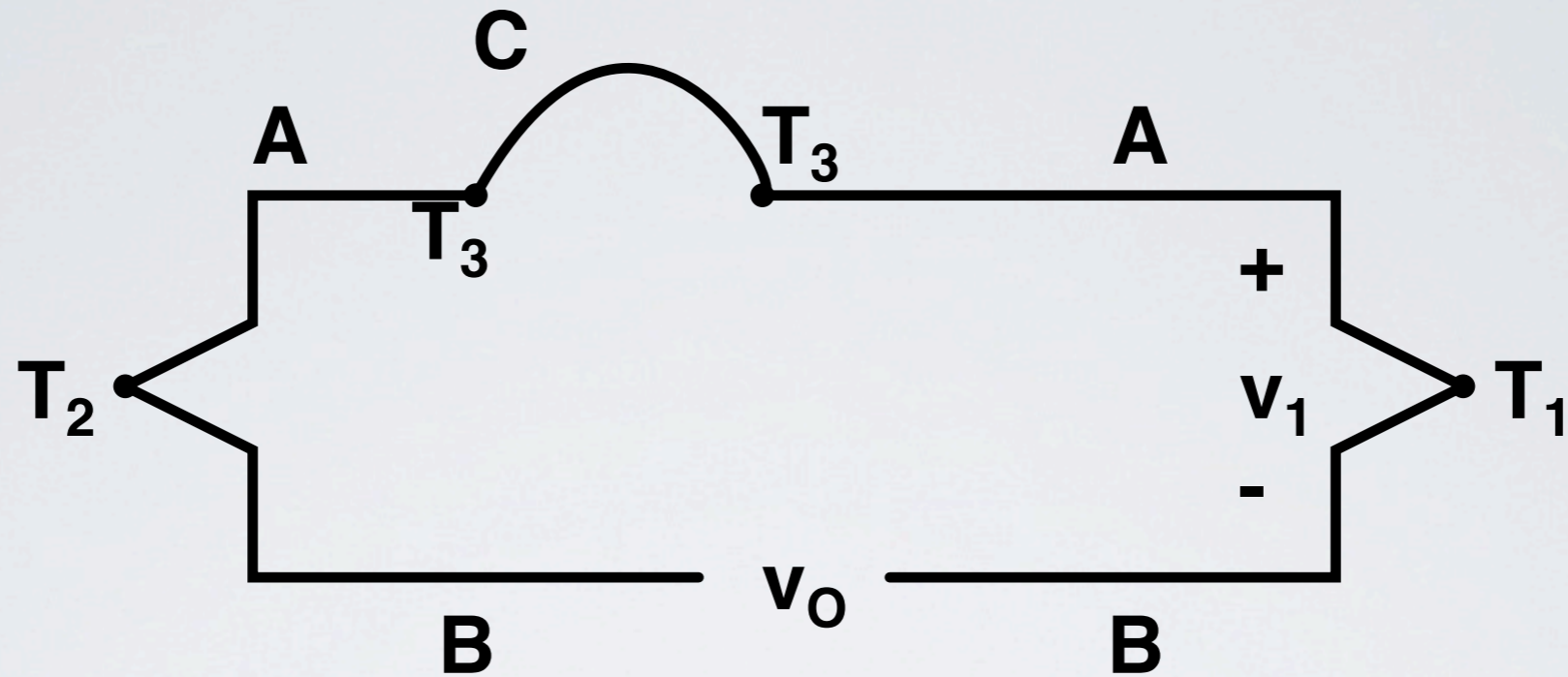
([chromel](#){90 percent nickel and 10 percent chromium}—[alumel](#))(Alumel consisting of 95% nickel, 2% manganese, 2% aluminium and 1% silicon)



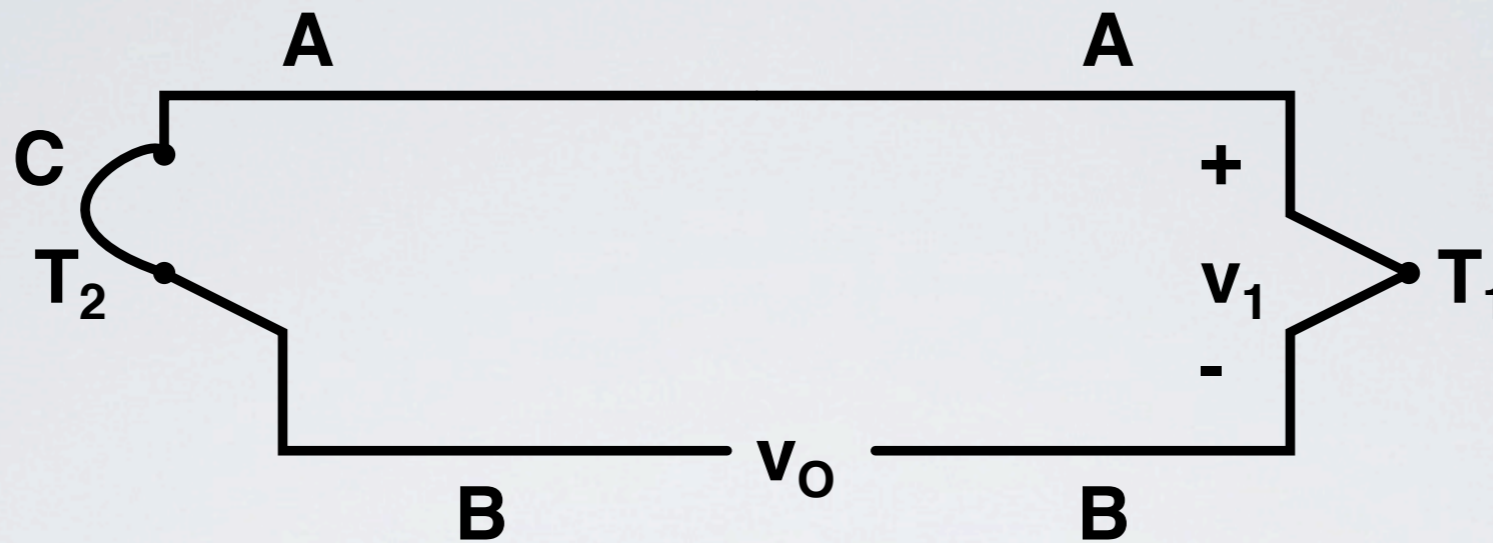
Al conectar el termopar al aparato de medición se crean juntas adicionales. El problema se soluciona añadiendo la junta de referencia, la cual muchas veces se mantiene en hielo para proveer una $T_{REF} = 0^{\circ}\text{C}$



Solo las juntas producen voltajes. La salida es independiente de la temperatura de otras partes del circuito.



El tercer metal C provee dos juntas que se cancelan y por lo tanto no afectan la lectura.



Ley de metales intermediarios

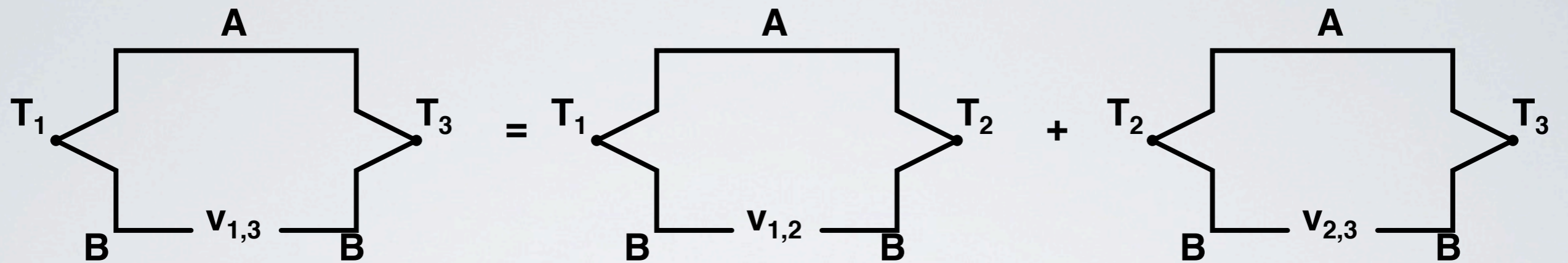
$$v_O = e_{B,C}T_2 + e_{C,A}T_2 + e_{A,B}T_1$$

$$e_{B,A} = e_{B,C} + e_{C,A}$$

$$e_{C,A} = e_{B,A} - e_{B,C}$$

$$v_O = e_{B,C}T_2 + e_{B,A}T_2 - e_{B,C}T_2 + e_{A,B}T_1$$

$$v_O = e_{B,A} (T_2 - T_1)$$

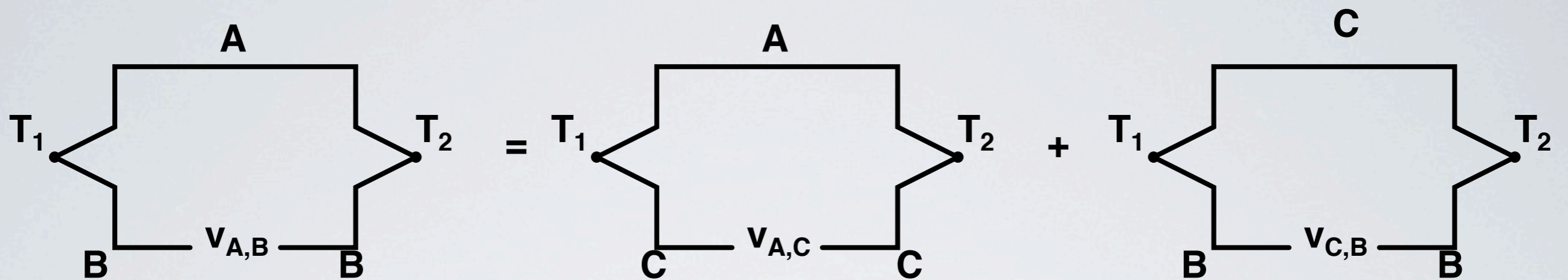


Permite usar tablas hechas a una T_{REF} distinta a la usada

Ejemplo: tipo K con $T_{REF}=25^{\circ}\text{C}$;

$$v = 7.4\text{mV}$$

Cuanto es T ?

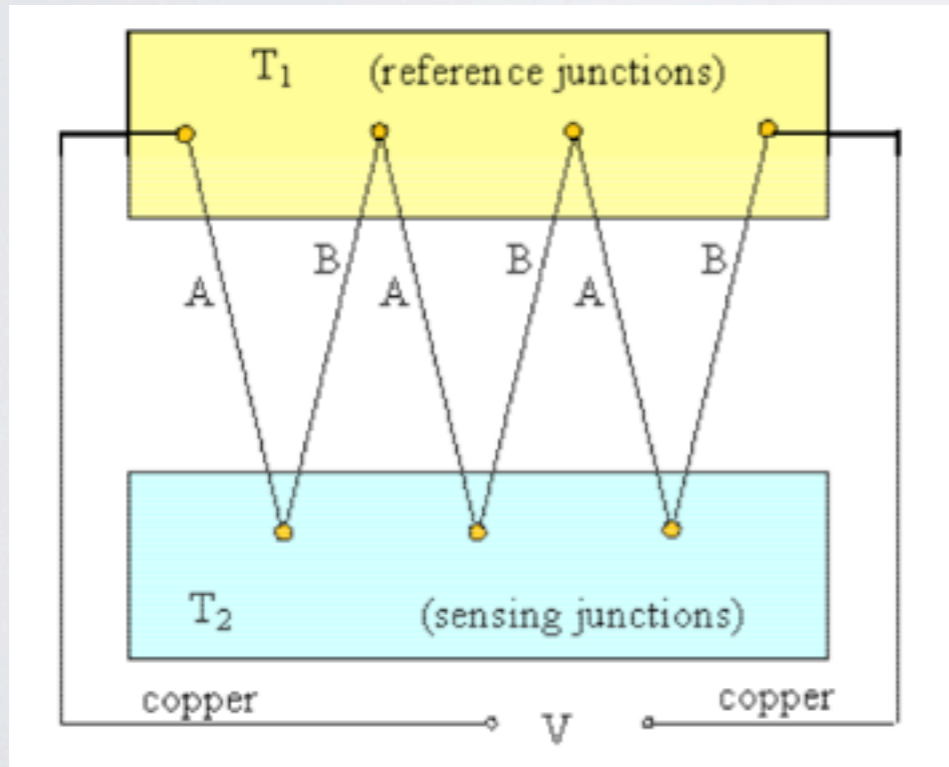
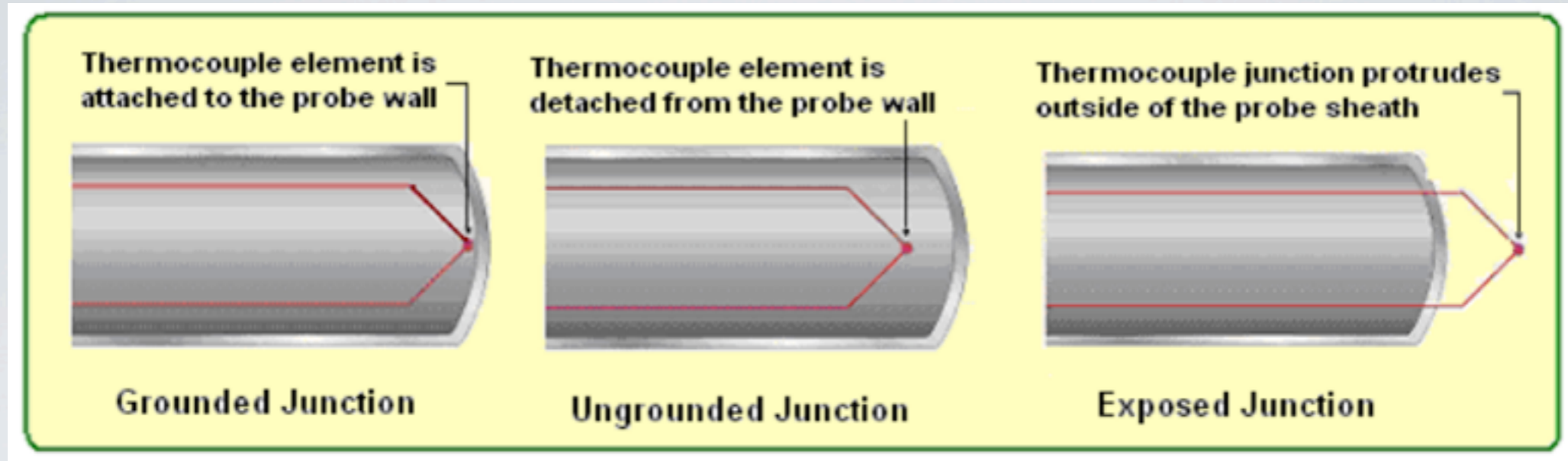


Podemos usar esta relación para preparar una tabla usando tablas para los otros materiales

Tipo J	Hierro-Constantan
Tipo T	Cobre-Constantan

Restando los voltajes podemos construir la tabla de Hierro-Cu

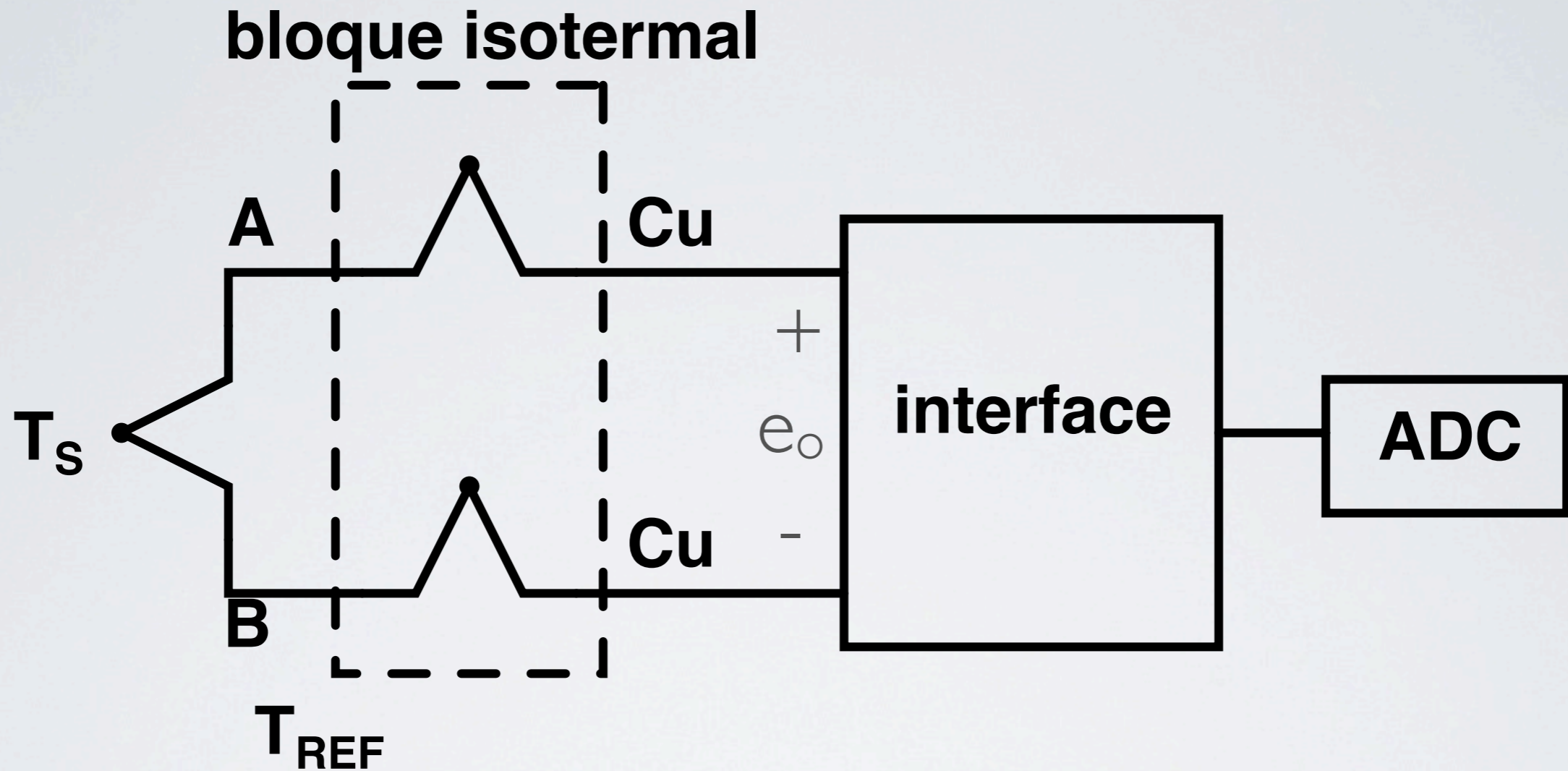
Tipos de empaque



Termo-pila
usa varias juntas de materiales
distintos para más sensibilidad

Se desea usar un termopar tipo K para medir una temperatura en el rango de $150^{\circ}C$ a $500^{\circ}C$ con una precisión de $\pm 1^{\circ}C$. El sistema usará un termopar de referencia conectado a un bloque isotermal mantenido a una temperatura T_{REF} . El interface entre el bloque isotermal y el circuito de acondicionamiento será a través de alambres de Cobre. Un ADC que acepta una entrada en el rango de $0V$ a $+5V$ estará conectado a la salida del circuito de acondicionamiento.

1. Determine el voltaje que debe aparecer en la entrada del circuito de acondicionamiento para los extremos del rango a medirse (o sea, a $150^{\circ}C$ y $500^{\circ}C$). Asuma que $T_{REF} = 25^{\circ}C$.
2. Diseñe el circuito de acondicionamiento. Use valores estándares de resistencia. Verifique que puede mantener el error por debajo al equivalente a $\pm 1^{\circ}C$ como requiere el diseño. Asuma que $T_{REF} = 25^{\circ}C$.
3. Suponga que T_{REF} varia entre $20^{\circ}C$ y $30^{\circ}C$. Suponga que para eliminar el error debido a estas variaciones se conecta al bloque isotermal un segundo sensor de temperatura con sensibilidad igual $10mV/^{\circ}C^1$. Modifique su diseño para incorporar esta segunda medida de tal modo que corrija el error debido a variaciones en T_{REF} . Para simplificar su diseño, use una aproximación lineal para el voltaje del termopar de referencia.



$$\begin{aligned}
 e_o &= e_{Cu,A} T_{ref} + e_{A,B} T_s + e_{B,Cu} T_{ref} \\
 &= e_{A,B} T_s + (e_{B,Cu} + e_{Cu,A}) T_{ref} = e_{A,B} (T_s - T_{ref})
 \end{aligned}$$

ITS-90 Table for type K thermocouple

°C 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10
 Thermoelectric Voltage in mV

-270	-6.458											
-260	-6.441	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458	
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441	

150	6.138	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540	
160	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941	
170	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340	
180	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739	
190	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.138	

500	20.644	20.687	20.730	20.772	20.815	20.857	20.900	20.943	20.985	21.028	21.071	
510	21.071	21.113	21.156	21.199	21.241	21.284	21.326	21.369	21.412	21.454	21.497	
520	21.497	21.540	21.582	21.625	21.668	21.710	21.753	21.796	21.838	21.881	21.924	
530	21.924	21.966	22.009	22.052	22.094	22.137	22.179	22.222	22.265	22.307	22.350	
540	22.350	22.393	22.435	22.478	22.521	22.563	22.606	22.649	22.691	22.734	22.776	