

PRÀCTICA 2

CALIBRATGE D'UN TERMOPARELL

OBJECTIUS

Calibratge d'un termoparell de coure-constantà utilitzant com a patró un termòmetre de resistència de platí (Pt). Per a això s'introduiran ambdós termòmetres en sistemes de temperatures estabilitzades entre 0 i 90 °C. Finalment, s'utilitzarà el termoparell, ja calibrat, com a termòmetre.

MATERIAL NECESSARI

Termoparell coure-constantà
Termòmetre de mercuri 0- 100°C (± 1 °C)
Bany termostàtic

Termòmetre de resistència de platí
Dos polímetres
Calorímetre (vas Dewar)

INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Un termoparell és un termòmetre que consisteix en dos metalls (coure i constantà en aquest cas, termoparell tipus T) units de la forma esquematitzada en la Fig. 1. Este termòmetre té dues soldadures «sensores» i la seua equació termomètrica, en un interval xicotet de temperatures, és

$$E = a + b \Delta t \quad (1)$$

on E és la força electromotriu (f.e.m.) del circuit i Δt és la diferència de temperatures de les soldadures. L'origen d'esta f.e.m és l'efecte Seebeck. Normalment, la constant a és zero i una de les soldadures es col·loca al punt de gel de l'aigua (0 °C); per això, la relació termomètrica queda $E = bt$, amb t la temperatura de la soldadura de mida.

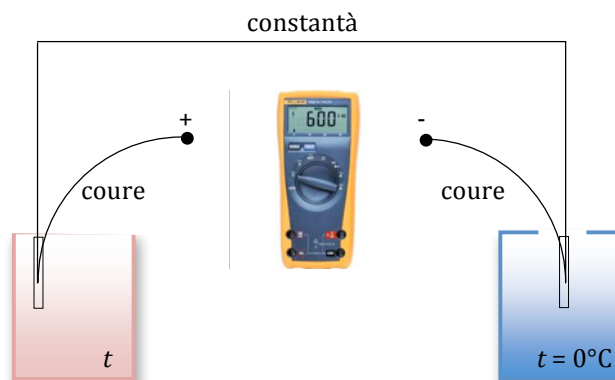


Figura 1.- Esquema de la connexió del termoparell.

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

És important observar que les mesures requereixen un cert temps, ja que els termòmetres han d'assolir l'equilibri tèrmic amb els seus entorns. Per tant, cada vegada que hem de realitzar qualsevol mesurament, s'ha d'esperar el temps suficient com per a que s'estabilitzen les lectures del multímetres (p.e., que la variació siga menor del 2% per al termòmetre de platí i menor del 1% per al termoparell).

Mesurament de la f.e.m. del termoparell

Els extrems del termoparell hauran de romandre introduïts en les seues beines (metàl·liques o de vidre) durant la realització de les mesures. S'ha de preparar gel picat fundent en el vas Dewar i deixar allí dins un dels extrems del termoparell al llarg de tota la pràctica. Este constituirà la soldadura freda o de referència del termoparell i l'altre la soldadura calenta o sensora. La f.e.m. del termoparell es determinarà mesurant la diferència de potencial entre els seus terminal elèctrics amb el multímetre Fluke (emprat com a mil·livoltímetre DC).

Mesurament de temperatures amb el termòmetre de resistència de platí

El termòmetre de resistència de platí és el que s'utilitza a l'*Escala Internacional de Temperatures* i té una relació termomètrica de la forma

$$R = R_0 \left(1 + At + Bt^2 \right) \quad (2)$$

on R_0 és la resistència del termòmetre a 0°C i les constants A i B són característiques del platí. El termòmetre que utilitzarem ací està calibrat de manera que $R_0 = 100.0 \, \Omega$, tot i que este valor R_0 serà també una de les mesures que realitzarem, ja que servirà per comprovar si hem preparat adequadament la mescla de gel i aigua líquida en el punt de gel. La resistència del termòmetre de platí es determinarà amb l'altre multímetre facilitat (usat com a òhmetre en l'escala de $200 \, \Omega$).

A efectes pràctics d'ús del termòmetre de platí, emprarem la Taula 1 i per interpolació determinarem la temperatura corresponent a cada lectura de la resistència elèctrica del termòmetre.

Ús del punt de gel de l'aigua

Hem dit que la constant a de la relació termomètrica del termoparell pren normalment el valor zero, però és convenient comprovar que això és així per al nostre termoparell (o determinar-ne el valor en cas de no ser nul). Per a això es col·loquen les dues soldadures al mateix sistema i, com que $\Delta t = 0$, una mesura de la f.e.m. ens donarà directament el valor de a . L'elecció del sistema en què s'han d'introduir les soldadures és arbitrària però, donat que la soldadura de referència estarà al punt de gel, convé emprar el sistema del gel fundent. El mesurament consisteix simplement a introduir les dues soldadures al vas Dewar amb gel fundent, esperar un temps prudencial fins que hagen assolit l'equilibri i anotar la lectura de la f.e.m del termoparell. Introduint també el termòmetre de platí en el vas Dewar, mesureu la resistència del termòmetre de platí a 0°C , R_0 .

Ús del bany termostàtic

Col·loqueu en el tub d'assaig un poc d'aigua destil·lada de manera que el tub quede mig ple quan s'introduisquen en el seu interior, fins al fons, el termòmetre de platí i la soldadura calenta del

termoparell. Sense connectar el bany, es col·locarà el tub d'assaig al seu interior i es determinaran la resistència del termòmetre de platí i la f.e.m. el termoparell.

Després es fixarà el control electrònic del bany per tal que s'assolisquen 30, 50, 70 i 90 °C i, es mesuraran els corresponents valors de la resistència del termòmetre de platí i la f.e.m. del termoparell, una vegada assolit l'equilibri tèrmic en cada cas.

Apagueu el bany quan hàgeu acabat però no tragueu el tub d'assaig ni els termòmetres.

Calibratge del termoparell

Amb els parells de valors (R , E) obtinguts es procedirà al calibratge del termoparell. Previament es calcularan els valors exactes de la temperatura amb el termòmetre de platí per interpolació en la Taula 1. Amb estos valors de temperatura i els valors de la f.e.m., es realitzarà un ajust lineal que passe per l'origen i es determinarà la constant b del termoparell.

Ús del termoparell com a termòmetre

Connecteu el bany i mireu la lectura del seu termòmetre en el panell frontal. Fixeu el controlador electrònic de temperatura en el valor de la lectura anterior, de manera que el bany es quede estable a esta temperatura. Mesureu llavors la resistència del termòmetre de platí i la f.e.m. del termoparell.

Usant l'equació de la recta de regressió (recta de calibratge del termoparell), calculeu la temperatura mesurada pel termoparell. Utilitzant la Taula 1, calculeu també la temperatura mesurada amb el termòmetre de platí. Finalment, introduïu el termòmetre de vidre en el bany i mesureu la temperatura.

PRESENTACIÓ DE RESULTATS

- (a) Taula amb els valors de R i E a distintes temperatures (0 °C, temperatura ambient, i les temperatures aproximades 30, 50, 70 i 90 °C).
- (b) En la mateixa taula anterior, valors de la temperatura calculats per interpolació a partir de la resistència del termòmetre de platí.
- (c) Gràfica de calibratge del termoparell, $t = f(E)$, amb els sis valors de temperatura calculats en l'apartat (b) i les mesures de la f.e.m. del termoparell.
- (d) Taula de comparació de les mesures de temperatura del bany realitzades amb el termoparell, utilitzant la seua recta de calibrat, amb les del termòmetre de resistència de platí i el termòmetre de vidre.

TAULA 1. Resistència (Ω) a distintes temperatures ($^{\circ}\text{C}$) per a un sensor Pt100.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51	103.90
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40	107.79
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.28	111.67
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	113.99	114.38	114.77	115.15	115.54
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.85	118.24	118.62	119.01	119.40
50	119.40	119.78	120.16	120.55	120.93	121.32	121.70	122.09	122.17	122.86	123.24
60	123.24	123.62	124.01	124.39	124.77	125.16	125.54	125.92	126.31	126.69	127.07
70	127.07	127.45	127.84	128.22	128.60	128.98	129.37	129.75	130.13	130.51	130.89
80	130.89	131.27	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32	134.70
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12	138.50

$$R_0 = 100\Omega$$

$$\frac{R_{100}}{R_0} = 1.3850$$