

LA MESURE PAR SONDES A RESISTANCE DE PLATINE

DEFINITION

La résistance électrique d'un conducteur métallique croît avec la température. Cette variation est réversible. Une relation est établie entre la résistance R et la température T . Les éléments sensibles sont appelés thermosondes ou sondes à résistance. Ils sont montés dans un ensemble appelé thermomètre à résistance.

Le métal employé peut être l'or, le cuivre, le nickel, le platine ou l'argent. Les résistances en cuivre ont un domaine de température réduit et linéaire ; les résistances nickel ont un plus grand domaine, mais non linéaire. Le platine, quant à lui, a une grande plage de température et une linéarité très bonne. Il peut être tréfilé jusqu'à des diamètres de quelques microns. Sa pureté et son inertie chimique garantissent la remarquable stabilité des éléments sensibles.

La relation de la résistance de platine avec la température est exprimée selon la norme CEI 751 par la fonction suivante :

$$R_t = [1 + At + Bt^2 + Ct^3 (t - 100)]$$

R_t : résistance du thermomètre à la température t

R_0 : résistance du thermomètre à 0°C

t : température en $^\circ\text{C}$

A, B, C : coefficients déterminés par l'étalonnage

C : égal à 0 pour les températures négatives

$$A = 3.9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4.183 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$$

La norme CEI 751, basée sur l'IEC 90 est valable pour une sonde de valeur :

R_0 : 100,00 ohms

R_{100} : 138,51 ohms

TYPES DE SONDES

Le fil de platine, très fin, est protégé dans une matière isolante : verre, céramique, matière plastique suivant la température d'utilisation.

Les mesures industrielles exigent une bonne reproductibilité, une bonne précision, une construction robuste, des formes et des dimensions adaptées, un niveau de signal compatible avec une électronique simple.

Résistance enrobée dans le verre

L'enroulement de platine est noyé dans du verre. Le verre du type Pyrex a un coefficient de dilatation proche de celui du platine. Les variations de viscosité du verre avec la température provoquent des contraintes résiduelles non réversibles, ce qui produit un phénomène d'hystérésis.

Résistances enrobées dans la céramique

Une hélice de platine est logée dans les canaux d'un corps bifilaire ou quadrifilaire en céramique, maintenue par scellement total ou partiel. Ces sondes de très grande robustesse ne présentent aucun phénomène d'hystérésis ; l'absence totale de contraintes se traduit par une plus grande stabilité au cours de cycles thermiques.

GX 518 long. 5 mm $\varnothing$ 1,0 mm



simple
enroulement

GN 1020 long. 10 mm $\varnothing$ 2 mm



double
enroulement

KN 3026 long. 30 mm $\varnothing$ 2,6 mm



simple
enroulement

KN 3026 2 Pt 100



double
enroulement

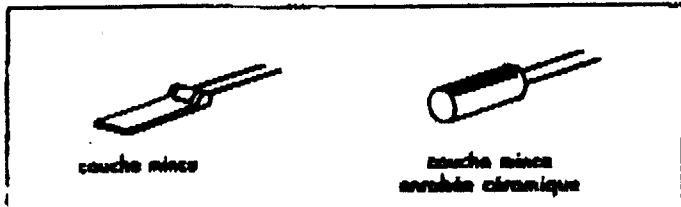
Heraeus Sensor France
43, rue de Frégy - BP 50
77610 PONTENAY-TRESIGNY
Tél. : +33 01 64 42 52 52
Fax : +33 01 64 42 63 17

Accès à couche de platine

Une couche de platine de très faible épaisseur (environ un micron) est déposée sur un substrat de coefficient de dilatation thermique adapté à celui du platine (généralement l'aluminium).

Deux technologies sont possibles :

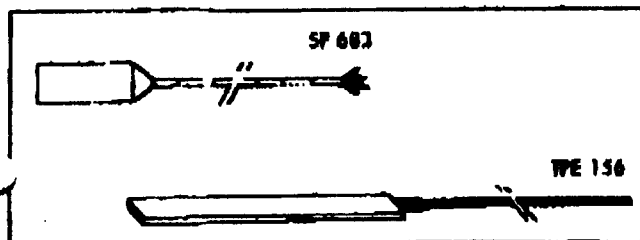
- couches épaisses déposées par sérigraphie,
- couches minces déposées par évaporation ou pulvérisation cathodique. Cette technologie permet d'obtenir des sondes d'une valeur ohmique élevée (500 - 1000 ohms) et d'un encombrement minimal.



Les sondes Heraeus sont fabriquées par technologie de couches minces. Les sondes peuvent être avec un encapsulage de polymère siliconé, d'alumine ou de céramique.

Résistances enrobées dans les plastiques :

Pour des températures comprises entre -80 et $+200^{\circ}\text{C}$, on utilise des sondes enrobées dans un corps en matière plastique (Mellon, époxy, polymère siliconé). Ces sondes permettent des applications spécifiques : température moyenne, température de surface (sonde d'encoche pour alternateur et moteur).



Capturs étalons primaire et secondaire :

THL-100 - THL-600 - THL-1000 - STHP-C

Les capteurs étalons sont étalonnés par un laboratoire habilité par le Bureau National de Métrologie (B. N. M.)

NORMES ET TOLERANCES

L'interchangeabilité est définie par la norme de la Commission Electronique Internationale (CEI) adoptée par la plupart des pays.

Norme internationale	CEI	751
France	NFC 42	330
Allemagne	DIN IEC	751
Angleterre	BS	1904

Cette norme basée sur I.E.T. 90 définit :

- la résistance R_0 à 0°C : 100 ohms
- le rapport R_{100} / R_0 : 1.3851

Les normes présentent 2 classes de tolérances :

Classe A tolérance resserrée : $\Delta t = \pm(0,15 + 0,002 |R|)$

Classe B tolérance standard : $\Delta t = \pm(0,30 + 0,005 |R|)$
t en valeur absolue

Il est possible de sélectionner les thermosondes par leur résistance à 0°C , mais si l'on veut une meilleure caractérisation, il faudra mesurer la sonde à deux points de température.

De même, peuvent être sélectionnées des sondes avec une interchangeabilité plus réduite (de l'ordre de $0,1$ degré par exemple) dans un domaine de température restreint.

AUTO-ECHAUFFEMENT

Pour mesurer la résistance d la thermosonde, il faut qu'un courant électrique la traverse et la chaleur créée par le courant (effet Joule) va augmenter la température d'équilibre. La puissance développée est proportionnelle à la résistance et au carré de l'intensité du courant.

L'augmentation de température de la sonde dépend de la puissance développée, de la norme de la sonde, de la nature des matériaux entre la résistance et le milieu à mesurer. L'effet d'auto-échauffement est, par exemple, plus important dans l'air calme que dans l'eau en mouvement. Pour réduire le phénomène d'auto-échauffement, il faut réduire le courant ou utiliser un courant pulsé en réalisant une mesure de courte durée (inférieure à 1 s).

TEMPS DE REPONSE

On définit par $T_{0,5}$ - $T_{0,63}$ - $T_{0,9}$ le temps nécessaire pour que l'indication de la thermosonde soit égale respectivement à 50%, 63% et 90% de la réponse à une brusque variation de température.

Le temps de réponse est lié à la nature de l'échange thermique avec le milieu ambiant, à la nature de la thermosonde, de son encapsulation dans un doigt de gant. Il n'existe donc pas de temps de réponse universel, mais un temps de réponse pour chaque condition de mesure.

TABLE DE CORRESPONDANCE
RESISTANCE / TEMPERATURE
 selon la norme CEI 751 (d'après l'EIT 90)

°C	Ohms	Ohms/°C	°C	Ohms	Ohms/°C	°C	Ohms	Ohms/°C	°C	Ohms	Ohms/°C
-200	18,52	0,44	+100	138,51	0,38	+400	247,09	0,34	+700	345,28	0,31
-190	22,83	0,43	+110	142,29	0,37	+410	250,53	0,34	+710	348,38	0,31
-180	27,10	0,42	+120	146,07	0,38	+420	253,96	0,34	+720	351,46	0,31
-170	31,34	0,42	+130	149,83	0,38	+430	257,38	0,34	+730	354,53	0,30
-160	35,54	0,42	+140	153,58	0,37	+440	260,78	0,34	+740	357,59	0,31
-150	39,72	0,42	+150	157,33	0,38	+450	246,18	0,34	+750	360,64	0,30
-140	43,88	0,41	+160	161,05	0,38	+460	267,56	0,34	+760	363,67	0,30
-130	48,00	0,41	+170	164,77	0,37	+470	270,93	0,34	+770	366,70	0,30
-120	52,11	0,41	+180	168,48	0,37	+480	274,29	0,34	+780	369,71	0,30
-110	56,19	0,41	+190	172,17	0,37	+490	277,64	0,34	+790	372,71	0,30
-100	60,26	0,41	+200	175,86	0,37	+500	280,98	0,33	+800	375,51	0,30
-90	64,30	0,40	+210	179,53	0,37	+510	284,30	0,33	+810	378,48	0,30
-80	68,33	0,40	+220	183,19	0,36	+520	287,62	0,33	+820	381,45	0,29
-70	72,33	0,40	+230	186,84	0,36	+530	290,92	0,33	+830	384,40	0,29
-60	76,33	0,40	+240	190,47	0,36	+540	294,21	0,33	+840	387,34	0,29
-50	80,31	0,39	+250	194,10	0,37	+550	297,49	0,33	+850	390,26	0,29
-40	84,27	0,40	+260	197,71	0,36	+560	300,75	0,32			
-30	88,22	0,40	+270	201,31	0,36	+570	303,01	0,32			
-20	92,16	0,39	+280	204,90	0,35	+580	307,25	0,32			
-10	96,09	0,39	+290	208,48	0,36	+590	310,49	0,32			
0	100,00	0,39	+300	212,05	0,35	+600	313,71	0,33			
+10	103,90	0,39	+310	215,61	0,36	+610	316,92	0,32			
+20	107,79	0,39	+320	219,15	0,35	+620	319,92	0,32			
+30	111,67	0,39	+330	222,68	0,35	+630	323,30	0,31			
+40	115,54	0,39	+340	226,21	0,35	+640	326,48	0,31			
+50	119,40	0,38	+350	229,72	0,35	+650	329,64	0,31			
+60	123,24	0,38	+360	233,21	0,35	+660	332,79	0,31			
+70	127,08	0,38	+370	236,70	0,35	+670	335,93	0,32			
+80	130,90	0,38	+380	240,18	0,34	+680	338,06	0,31			
+90	134,71	0,38	+390	243,64	0,34	+690	342,18	0,31			