

SONDES A RESISTANCE DE PLATINE

SONDES A RESISTANCE DE PLATINE

● PRINCIPE DE BASE

Élément « actif » du capteur de température ou du thermomètre, la sonde à résistance de platine fonctionne sur le principe de la variation de résistance du platine en fonction de la température, vis-à-vis d'un courant électrique introduit dans la sonde par l'utilisateur. Les caractéristiques mécaniques et électriques propres au platine (stabilité sur une large plage de température, bonne résistivité électrique et facilité de linéarisation), permettent l'obtention d'un rapport résistance/température prévisible, régulier et stable. Ceci, ajouté au fait qu'il puisse être tréfilé en fils très fin sans que sa pureté soit altérée, explique son utilisation comme moyen de mesure des températures.

● NORME ET CLASSES DE TOLERANCES

La norme internationale CEI 751 définit les valeurs nominales des sondes à résistance de platine ainsi que les écarts admissibles par rapport à ces valeurs : les classes de tolérances ou classes d'interchangeabilité.

Le ratio dR/dT est appelé coefficient de température. Sa valeur nominale selon la norme est de 0.385ohm/K.

La relation existante entre la résistance de la sonde et de la température peut être approchée avec une précision suffisante par l'équation quadratique suivante :

$$\begin{aligned} & R_t/R_0 = 1 + At + Bt^2 && \text{de } 0^\circ\text{C à } 850^\circ\text{C} \\ \text{et} & R_t/R_0 = 1 + At + Bt^2 + Ct^3 (t - 100) && \text{de } -200^\circ\text{C à } 0^\circ\text{C} \end{aligned}$$

ou R_t = résistance à la température t
 R_0 = résistance à 0°C
 A et B et C sont des coefficients déterminés par l'étalonnage.

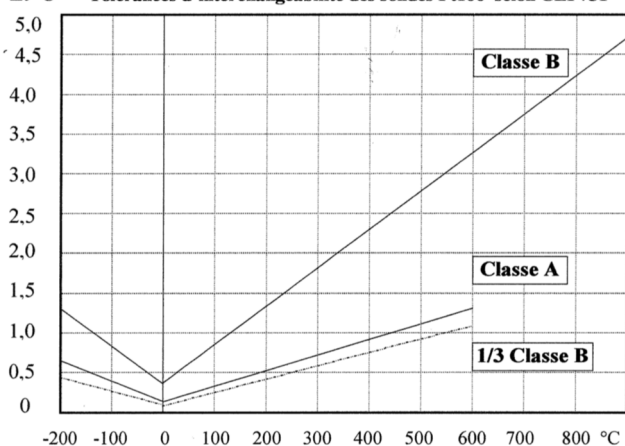
À partir de ces éléments, des tables de référence « résistance/température » ont été établies sur une base d'une valeur nominale R_0 de 100ohms à 0°C et un intervalle fondamental ($R_{100} - R_0$) de 38.5 ohms.

De même la norme CEI 751 définit deux classes d'interchangeabilité :

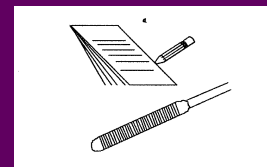
Classe A : $\Delta t = \pm(0.30 + 0.005 |t|)$ de -200°C à $+850^\circ\text{C}$.
 Classe B : $\Delta t = \pm(0.51 + 0.002 |t|)$ de -200°C à $+600^\circ\text{C}$.
 $|t|$ = valeur absolue de la température en $^\circ\text{C}$.

En marge de ces classes de tolérances définies par la norme, les fabricants proposent des tolérances resserrées qui sont des fractions de tolérances de la classe B. la classe $\frac{1}{3}$ Classe B correspond ainsi à : $\Delta t = \pm \frac{1}{3} (0.3 + 0.005 |t|)$. Pour les sondes dont la valeur nominale est égale à $n \times 100$ ohms, les valeurs de résistance en fonction de la température, ainsi que les tolérances d'interchangeabilité en ohms sont à multiplier par n .

Δt $^\circ\text{C}$ Tolérances d'interchangeabilité des sondes Pt100 selon CEI 751



Tolérance d'interchangeabilité				
Classes B		$^\circ\text{C}$	Classes A	
ohms	$^\circ\text{C}$		ohms	$^\circ\text{C}$
± 0.56	± 1.3	-200	± 0.24	± 0.55
± 0.32	± 0.8	-100	± 0.14	± 0.35
± 0.12	± 0.3	0	± 0.06	± 0.15
± 0.30	± 0.8	+100	± 0.13	± 0.35
± 0.48	± 1.3	+200	± 0.20	± 0.55
± 0.64	± 1.8	+300	± 0.27	± 0.75
± 0.79	± 2.3	+400	± 0.33	± 0.95
± 0.93	± 2.8	+500	± 0.38	± 1.15
± 1.06	± 3.3	+600	± 0.43	± 1.35
± 1.17	± 3.8	+700	-	-
± 1.28	± 4.3	+800	-	-
± 1.34	± 4.6	+850	-	-



SONDES A RESISTANCE DE PLATINE

SONDES A RESISTANCE DE PLATINE

• TYPE DE SONDE

Toute sonde est constituée d'une résistance de platine, d'un support et de fils de connexions. La précision de la sonde résulte de l'adéquation entre la résistance de platine et son support, ce dernier devant exercer un minimum de contraintes sur la platine A. La technologie traditionnelle sous forme de fil bobiné et scellé dans un support verre ou céramique, une technologie plus récente dite « à couche mince » a permis une forte miniaturisation des produits. La sonde se présente alors sous forme d'un film de platine déposé sur une substrat céramique puis gravé.

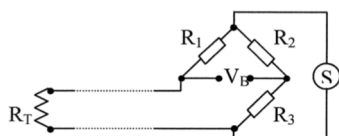
Le tableau ci-dessous résume les principales spécificités des trois familles :

Caractéristiques	Sonde à couche	Sonde céramique	Sonde verre
Plage de température	- 50°C à + 400°C	- 200°C à + 800°C	- 200°C à + 450°C
Résistance nominale	100, 500 et 1000 Ω	100Ω	25, 50, 100 et 500 Ω
Temps de réponse	Excellent	Très bon	Bon
Stabilité en température	Bonne	Excellente	Bonne
Étanchéité	Nulle	Nulle	Totale
Tenue mécanique	Bonne	Bonne	Excellente
Tenue aux vibrations	Médiocre	Mauvaise	Excellente

• METHODES DE MESURE

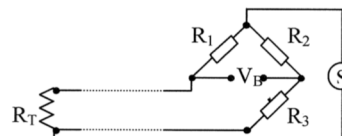
En fonction des facilités d'alimentation à disposition et de la précision recherchée, plusieurs possibilité de branchements de la sonde à résistance sont possibles :

a/ Montage 2 fils :



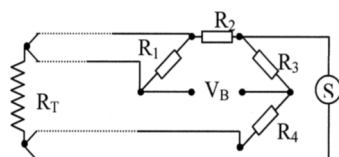
Montage le plus simple mais le moins précis. La source de courant S alimente le dispositif. L'erreur systématique correspond à la somme des résistance des câbles de prolongation montés en série avec la sonde R_T .

b/ Montage 3 fils, mesure au pont de Wheatstone :



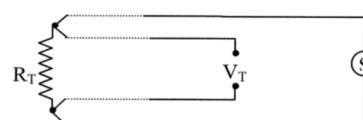
Les 2 fils de sonde sont disposés de part et d'autre du pont et minimisent l'erreur systématique due aux résistance de lignes. Le troisième fils joue un rôle de câbles d'alimentation. Subsiste les problème de résistance de contact et de mauvaise équilibrage possible des drains.

c/ Montage 4 fils, mesure au pont Wheatstone :



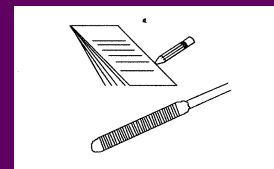
Deux mesure sont effectuées. Les problèmes de résistance de lignes et équilibrage des drains thermiques sont ainsi résolus. Subsiste les problème de résistance de contact.

d/ Montage 4 fils, mesure Kelvin :



C'est la méthode de montage la plus précise, même avec des fils de prolongation très longs. La sonde de courant S envoi courant constant I connu dans la sonde. C'est la tension V aux bornes de la sonde qui est mesurée. Le rapport V/I donne la résistance de la sonde.

NOTE TECHNIQUE



SONDES A RESISTANCE DE PLATINE

SONDES A RESISTANCE DE PLATINE

• DEFINITIONS TECHNIQUES

Auto-échauffement : Échauffement propre de la sonde sous l'effet du courant de mesure qui traverse (effet Joule). L'élévation en température dépend de la qualité de chaleur générée ($P=RI^2$), de la dimension de la sonde et du lien thermique entre le fil de la résistance et le milieu mesuré. Si l'auto-échauffement risque de poser problème, le courant d'alimentation devra être réduit à un niveau minimum tout en maintenant une sensibilité suffisante. Le coefficient d'auto-échauffement d'une sonde est défini par $k = \Delta t / P$, et s'exprime en degré par Watt.

Temps de réponse : Temps mis par un capteur pour répondre à une variation instantanée de température du milieu mesuré. On définit généralement le temps de réponse à 50% (T50) et à 90% (T90) comme étant le temps mis par le capteur pour enregistrer respectivement 50% et 90% de la variation instantanée de la température du milieu.

Interchangeabilité : Aptitude d'une sonde ou d'un capteur à être substituer à un autre, sans altérer pour autant les performances du dispositif de mesure.

• TABLE DE CORRESPONDANCE

Table de correspondance selon la norme CEI 751 (d'après l'EIT 90)

°C	ohms	$\Omega/^\circ\text{C}$	°C	ohms	$\Omega/^\circ\text{C}$	°C	ohms	$\Omega/^\circ\text{C}$	°C	ohms	$\Omega/^\circ\text{C}$
-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
-480	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	0.31
-160	35.54	0.42	+140	153.58	0.37	+440	260.78	0.34	+740	357.59	0.30
-150	39.72	0.42	+150	157.33	0.38	+450	264.18	0.34	+750	360.64	0.31
-140	43.88	0.41	+160	161.05	0.38	+460	267.56	0.34	+760	363.37	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	0.33	+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	375.70	0.30
-90	64.30	0.40	+210	179.53	0.37	+510	284.30	0.33	+810	378.68	0.30
-80	68.33	0.40	+220	183.19	0.36	+520	287.62	0.33	+820	381.65	0.29
-70	72.33	0.40	+230	186.84	0.36	+530	290.92	0.33	+830	384.60	0.29
-60	76.33	0.40	+240	190.47	0.36	+540	294.21	0.33	+840	387.55	0.29
-50	80.31	0.39	+250	194.10	0.36	+550	297.49	0.33	+850	390.48	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	0.37	+570	304.01	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	320.92	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	339.06	0.31			
+90	134.71	0.38	+390	243.64	0.34	+690	342.18	0.31			