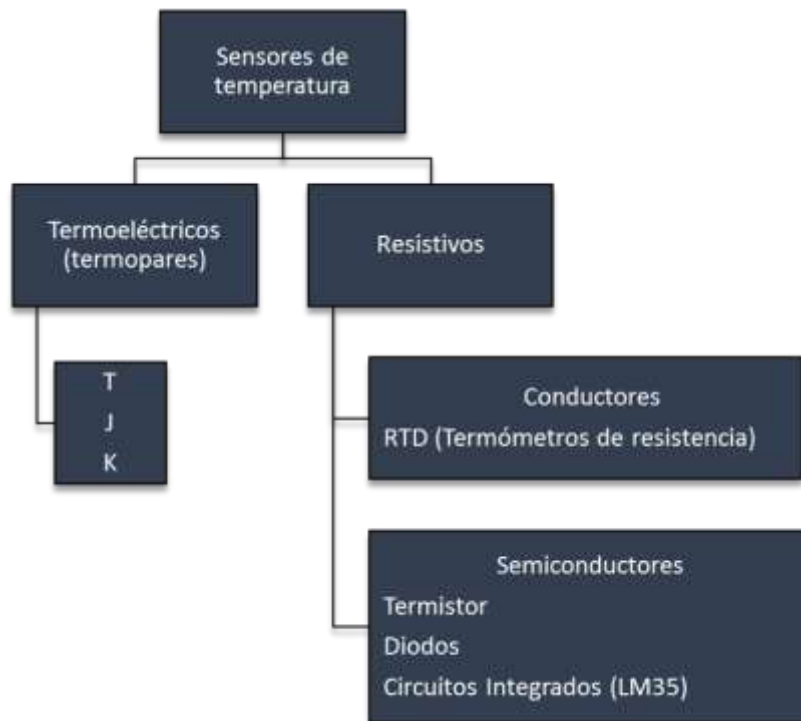

Sensores de Temperatura

La medición de temperatura es las variables más medidas en la automatización y control de procesos. En el siguiente diagrama se muestran los sensores más utilizados en la industria y la instrumentación.



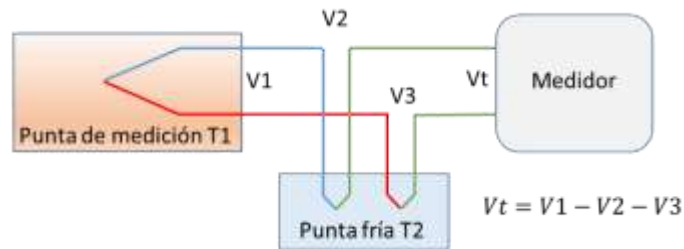
Termopares (TC)

Consiste en dos alambres o cables de distinto material unidos en uno de sus extremos. La unión de estos dos materiales produce una fuerza electro motriz (fem) en los extremos de los conductores, esta fem está en función de la temperatura. A este fenómeno se le conoce como efecto Seebeck



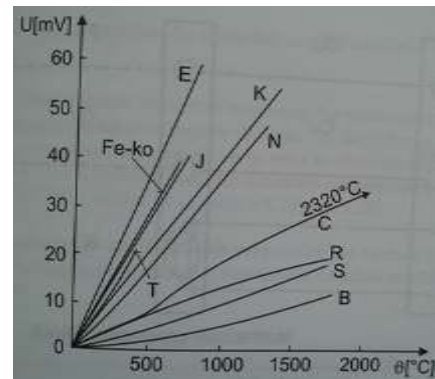
Al conectar el termopar con el medidor, en la unión se forman otros dos termopares con el conductor C del medidor. Por lo tanto, el medidor registra la suma algebraica de los tres termopares que se forman. El signo de los voltajes generados dependerá de los materiales del termopar y del medidor.

Para poder medir la temperatura, a cada termopar se le ha generado una tabla de voltaje contra temperatura. Para tal efecto la unión T2 (ver figura) denominada punta fría, se fija a 0 grados centígrados.

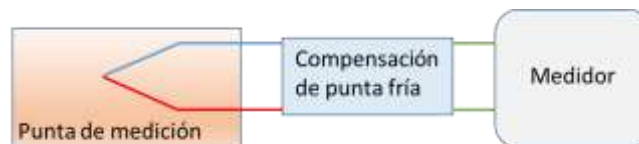


En la figura se muestran los tipos de termopares, sus rangos de detección y sus curvas derivadas de las tablas de voltaje contra temperatura [1].

Tipo	Rango
“J” Hierro-Constantan	-0 - 760 °C.
“K” Cromel-Alumel	-200 + 1370 °C.
“T” Cobre-Constantan	-200 + 350 °C.
“E” Cromel-Constantan	-200 + 1250 °C.
“R” Platino-Platino-Rhodio 13%	0 + 1450 °C.
“S” Platino-Platino-Rhodio 10%	0 - 1450 °C.
“B” Platino Rhodio 30% -Platino Rhodio 6%	0 - 1700 °C.



Como las tablas o curvas de los termopares se obtienen con una referencia de punta fría de 0°C, entonces, para la medición de la temperatura, se requiere de un circuito compensador de punta fría, ya que la temperatura ambiente rara vez será de 0°C.



La compensación de punta fría se puede realizar con un circuito conectado al termopar, tal que éste reste el voltaje equivalente a la temperatura ambiente, o bien si la medición se hace con microcontrolador, se puede tener otro medidor de temperatura ambiente independiente y realizar la resta internamente por software.

Termómetros de Resistencia (RTD)

Son sensores que emplean un elemento sensible de alambre de platino, cobre o níquel extremadamente puros que suministran un valor de resistencia definido para cada temperatura dentro de su rango. La resistencia cerca de los 0°C varía de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R = R_0(1 + \alpha T) \quad (\text{cerca de los } 0^\circ\text{C})$$

En donde:

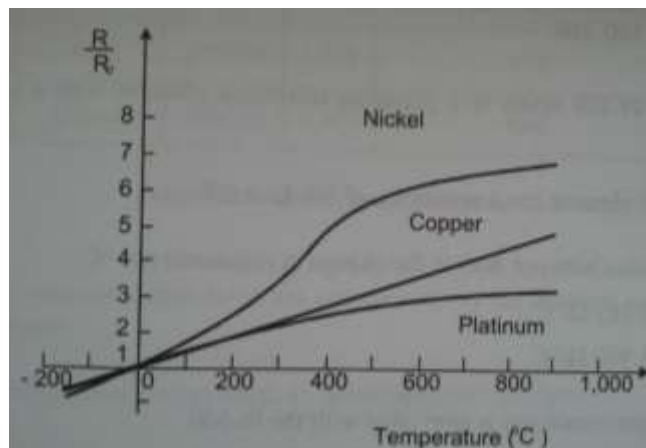
R es la resistencia del conductor a la temperatura T.

R₀ es resistencia a la temperatura de referencia (0°C).

α es el coeficiente de temperatura del RTD.

- 0.00385 Platino
- 0.0063 Níquel
- 0.00425 Cobre

En la figura se muestra la curva de la resistencia en función de la temperatura [1]



Con la variación de la resistencia R/R₀ se calcula la temperatura empleando:

$$T = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R}{R_0} - 1 \right)$$

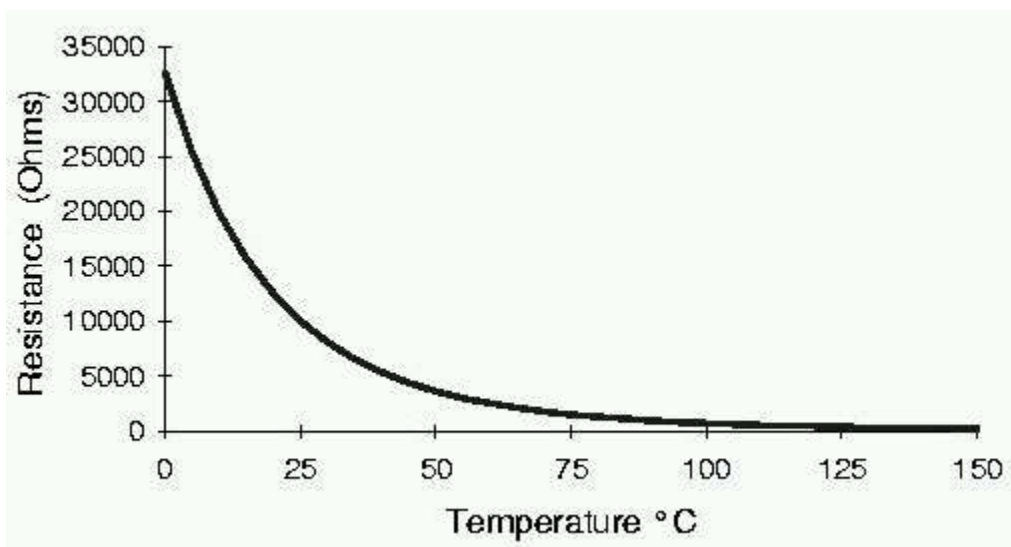
Se recomienda utilizar esta ecuación mientras la curva es lineal (entre 0 y 250 °C). Para la mayoría de los RTD R₀ = 100 Ohms.

Termistores

Son dispositivos semiconductores que se comportan como resistencias con un coeficiente de variación de temperatura alto y normalmente negativo.

La resistencia puede decrecer un 6% por cada grado centígrado de elevación de temperatura.

Están compuestos por una mezcla sintética de óxidos de metal, tales como magnesio, níquel, cobalto, cobre, hierro y uranio



Curva típica de un termistor

Tabla de resistencia vs temperatura del termistor MEASUREMENT SPECIALTIES modelo 44014 RC

RESISTANCE V TEMPERATURE TABLE

Temp °C	K-Ohms
0	1088.0
1	1030.0
2	975.3
3	923.8
4	875.2
5	829.5
6	786.3
7	745.6
8	707.2
9	671.0
10	636.8
11	604.5
12	574.0
13	545.2
14	518.0
15	492.3
16	468.0
17	444.9
18	423.2
19	402.6
20	383.1
21	364.6
22	347.1
23	330.6
24	314.9
25	300.0
26	285.9
27	272.5
28	259.8
29	247.8

Temp °C	K-Ohms
30	236.4
31	225.6
32	215.3
33	205.5
34	196.2
35	187.4
36	179.0
37	171.0
38	163.5
39	156.3
40	149.4
41	142.9
42	136.7
43	130.8
44	125.1
45	119.8
46	114.7
47	109.8
48	105.2
49	100.8
50	96.54
51	92.52
52	88.69
53	85.04
54	81.55
55	78.22
56	75.04
57	72.01
58	69.11
59	66.34

Temp °C	K-Ohms
60	63.70
61	61.17
62	58.75
63	56.44
64	54.23
65	52.12
66	50.10
67	48.17
68	46.32
69	44.54
70	42.85
71	41.23
72	39.67
73	38.18
74	36.75
75	35.39
76	34.08
77	32.82
78	31.62
79	30.46
80	29.35
81	28.29
82	27.27
83	26.29
84	25.35
85	24.45
86	23.59
87	22.76
88	21.96
89	21.19

Temp °C	K-Ohms
90	20.45
91	19.75
92	19.07
93	18.41
94	17.78
95	17.18
96	16.60
97	16.04
98	15.50
99	14.98
100	14.48
101	14.00
102	13.54
103	13.09
104	12.66
105	12.25
106	11.86
107	11.47
108	11.11
109	10.75
110	10.41
111	10.08
112	9.763
113	9.456
114	9.161
115	8.876
116	8.601
117	8.336
118	8.080
119	7.832

Temp °C	K-Ohms
120	7.594
121	7.364
122	7.142
123	6.927
124	6.720
125	6.519
126	6.326
127	6.139
128	5.958
129	5.784
130	5.615
131	5.452
132	5.294
133	5.141
134	4.994
135	4.851
136	4.713
137	4.580
138	4.450
139	4.325
140	4.204
141	4.087
142	3.974
143	3.864
144	3.757
145	3.654
146	3.555
147	3.458
148	3.364
149	3.274
150	3.186

