

## Nota Técnica N°7

### Calentamiento de los Transformadores

### Medición por termorresistencias (PT100)

Por Ing. Sergio García

El transformador es una máquina de carácter estático, que solo limita su capacidad de entrega de energía en base a la temperatura máxima admisible en el interior de los devanados y núcleo del mismo.

Un valor excesivo de temperatura puede producir la carbonización lenta de los aislamientos, causando un envejecimiento prematuro del material aislante y disminuyendo de esta forma la expectativa de vida útil del equipo. En algunos casos, puede ocasionarse la degradación del aislante, al punto de producir una ruptura del mismo y una falla en la aislación.

Dependiendo de la categoría del material aislante, las distintas normas establecen cuál es el valor de temperatura límite de trabajo. La tabla 1 establece las temperaturas admisibles máximas para cada clase de aislante según la norma IEC.

Índice de clase del Material Aislante	Temperatura máxima del sistema aislante (°C)
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	220

*Tabla 1*

En el caso de transformadores secos, el material aislante más utilizado es de clase F, siendo su valor de temperatura máximo admisible de 155°C.

Para tener un registro y control de la capacidad que el transformador entrega en cada instante, se recurre a la medición de temperatura de los bobinados. Esta medición de temperatura puede realizarse estando el transformador conectado y entregando energía



**CAT MIRON – Compañía Argentina de Transformadores**

 (54-11) 4693-9100

 [catmiron.com.ar](http://catmiron.com.ar)

 [Linked in](#)

 [info@catsa.com.ar](mailto:info@catsa.com.ar)

 [YouTube](#)

de manera indirecta con sensores, como termorresistencia, termocuplas, sensores ópticos, etc.

La medición de temperatura por termorresistencias es la forma de sensado de bobinados más utilizada en transformador con bobinados secos. Esto se debe al alto grado de precisión que se puede lograr con este método y su fácil colocación e implementación.

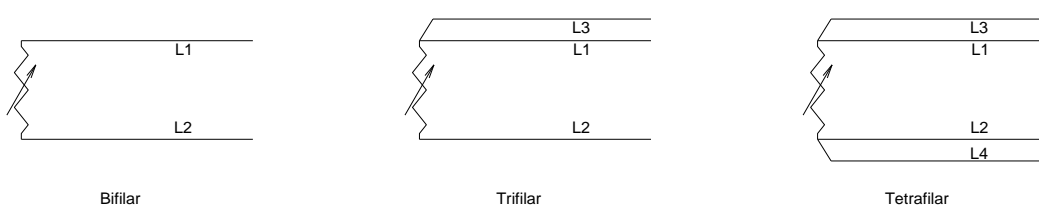
### ¿Qué son las termorresistencias?

Las termorresistencias son sensores de temperatura que operan en base al principio de variación de resistencia eléctrica de un metal, en función de la temperatura.

Dichas termorresistencias son fabricadas mediante hilos de platino, níquel y cobre de alta pureza, dependiendo siempre del grado de precisión y rango de temperatura que requiera la medición. A continuación, se dan los valores para cada material:

Metal	Rango de Operación (°C)	Precisión
Platino	-200 a 950	0,01
Níquel	-150 a 300	0,50
Cobre	-200 a 120	0,10

Además, se fabrican según distintas configuraciones “2, 3 o 4 hilos”. En la siguiente figura se muestra cada una de las configuraciones:



El primero de los circuitos es un bifilar básico, con una conexión a cada extremo de la termorresistencia. En este diseño la resistencia de los dos cables de conexión, como así también las variaciones de resistencia con la temperatura ambiente, serán incluidas en la medición de la resistencia de la termorresistencia. Este tipo de circuito puede



utilizarse cuando los alambres de conexión son tan cortos que su resistencia es despreciable, por ejemplo en el caso de conjuntos transmisor-termorresistencia integrales, que contienen tanto la termorresistencia como el circuito de medición.

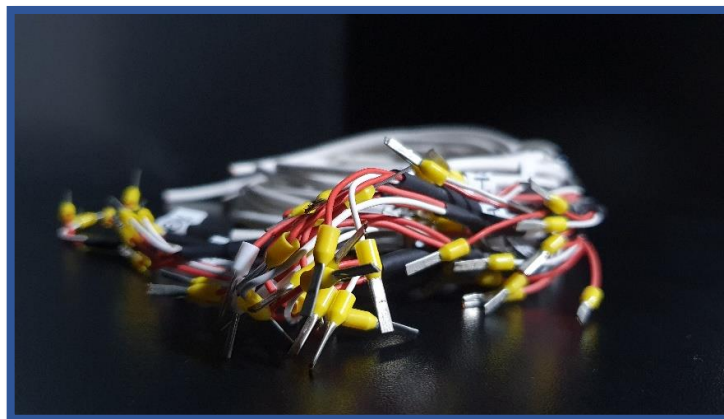
La segunda configuración que se puede utilizar es el circuito trifilar estándar. Los conductores que conectan la termorresistencia al circuito de medición tienen resistencias cuyos efectos tienden a cancelarse si dichos alambres tienen la misma longitud, se hallan sujetos a la misma temperatura y el sistema puente de Wheatstone que utiliza a la entrada el instrumento de medición se encuentra casi balanceado.

Y por último la configuración de cuatro cables (conexión tetrafilar) brinda mayor exactitud que las anteriores configuraciones. Los cuatro cables de conexión son de idéntica sección, longitud y material, y se hallan sujetos a la misma temperatura ambiente, por lo tanto, cuando estos se conecten al puente de medición, la resistencia de los cables de unión (sea cual sea) no tendrá efecto alguno en la medición de la resistencia de la termorresistencia.

### **PT100:**

Las termorresistencias PT100, también conocidas como RTD, son las utilizadas normalmente en la medición de temperatura de los devanados (clase 1,1 kV) cuya temperatura esperada esté dentro de los valores que van de 0 a 250°C.

Estas termorresistencias presentan una resistencia óhmica de 100 Ohm a 0°C y su escala prácticamente lineal se mantiene dentro del rango de -200°C a 650°C.



**CAT MIRON – Compañía Argentina de Transformadores**

 (54-11) 4693-9100

 [catmiron.com.ar](http://catmiron.com.ar)

 [LinkedIn](#)

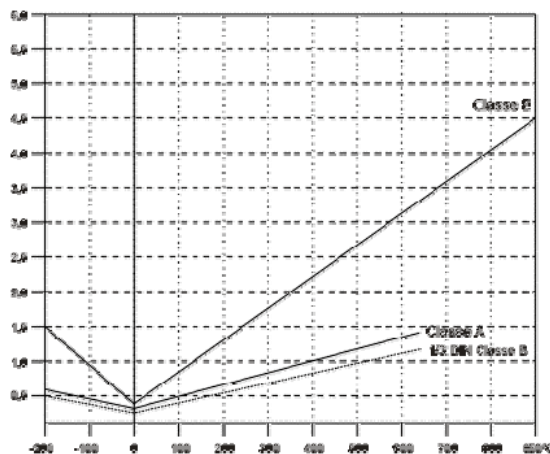
 [info@catsa.com.ar](mailto:info@catsa.com.ar)

 [YouTube](#)

Las principales características de las PT100 consisten en una alta estabilidad mecánica y térmica, una gran resistencia a la contaminación y una relación resistencia/temperatura prácticamente lineal.

En **CAT MIRON** se utiliza el sensado de temperaturas por termorresistencias de tres hilos en todos los transformadores de potencia, en los que al menos uno de los bobinados sea de clase de tensión de 1,1kV. Para este fin se utilizan PT100 de clase “B”, las cuales por sus características constructivas están preparadas para trabajar en forma permanente a una temperatura máxima de alrededor de los 250°C.

Los límites de error para las termorresistencias están fijados por las Normas DIN/IEC751/85. A continuación se muestra el gráfico de rango de error para las clases “A” y “B”.



La medición de temperatura por termorresistencias requiere conectar los hilos de las PT100 a un equipo analizador cuya entrada posea un sistema con puente Wheatstone y transforme la lectura de resistencia en Temperatura. Normalmente, estos equipos vienen asociados a un controlador que tiene a su vez función de relé, con varios contactos que se utilizan para señalar alarmas de temperatura o para disparo de un interruptor en caso de que la temperatura de sensado esté en los valores máximos para la clase de aislamiento.



**CAT MIRON – Compañía Argentina de Transformadores**

☎ (54-11) 4693-9100

🌐 [catmiron.com.ar](http://catmiron.com.ar)

🌐 [LinkedIn](#)

✉ [info@catsa.com.ar](mailto:info@catsa.com.ar)

📺 [YouTube](#)

**CAT MIRON** deja disponible para el usuario la central de control de temperatura asociada a las PT100 de 3 hilos, especialmente diseñada para su instalación junto a transformadores secos, que a su vez tiene salidas de relé para las funciones de alarma, protección, arranque de ventiladores y falla.

Para mayor información, te invitamos a enviarnos un mail a [info@catsa.com.ar](mailto:info@catsa.com.ar)

Ing. Sergio García  
Ingeniero de CAT MIRON



**CAT MIRON – Compañía Argentina de Transformadores**

 (54-11) 4693-9100

 [catmiron.com.ar](http://catmiron.com.ar)

 **LinkedIn**

 [info@catsa.com.ar](mailto:info@catsa.com.ar)

 **YouTube**