

# motortico

BOLETÍN MENSUAL PREPARADO POR [WWW.MOTORTICO.COM](http://WWW.MOTORTICO.COM), COSTA RICA

MARZO 2013

## Sensores de Temperatura en Motores Eléctricos

El motor de inducción se calienta luego de un tiempo de operación, iniciando a temperatura ambiente, hasta alcanzar el equilibrio térmico, que depende del nivel de carga. Lo anterior, porque entre el 50 a 60% de las pérdidas están relacionadas con la Ley de Joule, que dice: a tensión constante, el calor producido  $Q$  es proporcional a la resistencia  $R$  y al cuadrado de la intensidad de corriente  $I$  ( $Q=R \cdot I^2$ ). Entonces, en los alambres del bobinado y las barras del rotor se produce este calor, y otra parte en los núcleos laminados. Por tal motivo los motores calientan.

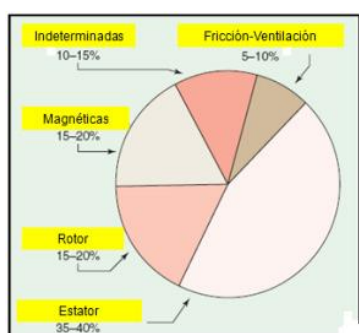


Fig.1 Distribución de Pérdidas en un Motor Eléctrico.

Se reconoce en el Calor al principal enemigo de los motores (Y en general de las máquinas eléctricas), ya que producen envejecimiento del aislamiento y componentes. Por tal motivo es un factor a vigilar. El motor estándar está diseñado para funcionar a temperatura ambiente máxima de 40° C y una altitud máxima de 1000 metros sobre nivel de mar. Si deben funcionar a temperatura ambiente y altitud más elevada, generalmente debería reducirse su potencia según alguna tabla entregada por el fabricante respectivo.

La forma típica de protección por sobre temperatura es por medio de los relés de sobrecarga, que trabajan con el consumo de corriente, los cuales abren el circuito del motor cuando sobrepasa el valor definido.

Pero es un método **INDIRECTO**, al usar el consumo de corriente para protegerlo ante excesivo Levantamiento de Temperatura. Existen métodos **DIRECTOS**, usando sensores de temperatura colocados dentro de los bobinados, o en rodamientos (cojinetes). Con esto se asegura una medición más precisa (Ver figura siguiente). Hay algunas aplicaciones donde el uso de sensores de temperatura es obligatoria, y deja de ser una protección adicional, estas son:

- Motores críticos para el proceso, o de difícil acceso (Ej: generador eólico).
- Máquinas de largo tiempo de aceleración, de varios minutos, donde un relé de sobrecarga llegaría a dispararse (Ej: máquina centrífuga).
- En cojinetes o rodamientos de máquinas grandes (Ej: de media tensión).
- Donde el fluido que mueve el motor (Agua, aire, refrigerante, otro) es el mismo medio de enfriamiento. Ej: en una bomba sumergible o un compresor de refrigeración es fundamental el uso de los sensores, porque una pérdida de fluido produce una desmejora de enfriamiento.

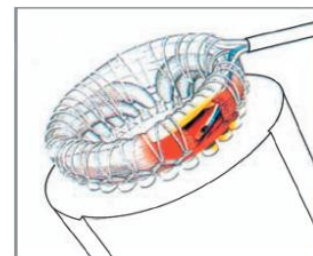


Fig.2 Colocación de los sensores en el bobinado

A continuación se dan algunas recomendaciones de los dispositivos para detección de temperatura usados en motores eléctricos

### Detectores por Resistencia (RTD por sus siglas en inglés)

Una RTD consiste de un metal (Platino o Cobre) que cambia su resistencia con la temperatura, de forma conocida y repetible, lo que la hace excelente para medirla en un amplio rango, y con alta precisión. Se usan comúnmente en motores eléctricos. Características:

- Relativa inmunidad al ruido eléctrico.
- Rango amplio de medidas.
- Con alta capacidad de medición a lo largo del sensor.
- Produce respuesta más lineal que otros.

El comportamiento lineal entre Temperatura del sensor y la resistencia se muestra en la figura siguiente

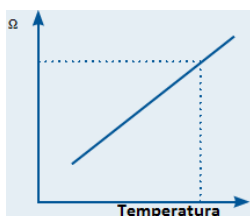


Fig.3 Comportamiento lineal del sensor

### Termocuplas

Consiste de dos conductores unidos en un punto con dos metales distintos, el calor produce una tensión de varios mV en esta unión que, luego de ser compensada, es usada para conocer la temperatura en el punto. Dentro de las principales características:

- Rango amplio de medidas.
- Son pequeños y muy resistente a los ambientes severos.
- Con alta capacidad de medición puntual.
- Los tipos de metales de la unión definen el tipo (Tipos: J, K, T y E).

### Termistores

Es un dispositivo resistivo con dos cables, compuesto por óxidos metálicos encapsulados. Sus características son:

- El de respuesta POSITIVA, conocido como PTC, son usados en motores eléctricos.
- El tipo PTC incrementa la resistencia, con el aumento de temperatura.
- Sensibilidad muy alta, mayor a los RTDs.
- Son de bajo costo.



Fig. 4 Arreglo Típico de 3 Termistores

- Con alta capacidad de medición puntual, mayor a la termocupla.
- Pueden usarse arreglos de 3 termistores para colocar en bobinados trifásicos.
- Cerca de punto de ajuste la temperatura incrementa dramáticamente y tiene un comportamiento no lineal.

### Operación en conjunto con el Relé

*Este tipo de sensores necesitan el uso de un Relé que actúe sobre el circuito del motor, o ejecute alguna acción, por si solos los sensores no pueden tomar acciones. Cuando la temperatura es excedida del valor establecido, los cambios en resistencia o milivoltios, según el tipo, producen la respuesta. El tipo de Sensor define el Relé a utilizar, no es posible mezclarlos.*

### Termostatos

Son interruptores ON/OFF colocados en los bobinados. Características:

- No necesita el uso de un relé para actuar sobre el circuito del motor.
- Tienen contactos normalmente cerrados (NC).
- Cuando la temperatura alcanza el nivel determinado el contacto cambia de NC a NO.
- Cuando la temperatura baja por un nivel determinado se reestablece.
- Corriente de conmutación de hasta 10 Amperios.

### Comparación de los 4 tipos de sensores

A continuación se muestra una tabla comparativa con algunas características importantes.

Sensor	Temperatura	Costo Sensor	Costo del Relé	Estabilidad	Sensibilidad	Linealidad
RTD	Hasta 850 °C	Moderado	Moderado	Excelente	Moderado	Excelente
Termocupla	Hasta 1800 °C	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Moderado
Termistor PTC	Hasta 150 °C	Bajo	Moderado	Moderado	Excelente	Pobre
Termostato	Hasta 180 °C	Bajo	No Aplica	Moderado	Excelente	Moderado

Fig. 5 Tabla comparativa



Fig. 6 Proceso de colocación de sensores en el bobinado