



## Guía de Problemas N° 6

### Sensores de Temperatura Termopares, Termistores y Sensores de Resistencia Metálica

TEMAS: Termocuplas, características, aplicaciones, uso de tablas de termocuplas, compensación de punto frío, Sensores de temperatura resistivos, Termistores, NTC, PTC y RTD, características, aplicaciones, etc

#### EJERCICIO 1

Explique detalladamente el principio de funcionamiento de los termopares. Mencione los fenómenos físicos involucrados.

#### EJERCICIO 2

Realizar una tabla comparativa con los principales tipos de termopares, indicando material utilizado en su construcción, rango, sensibilidad y aplicaciones.

#### EJERCICIO 3

Si en una termocupla tipo J con una unión a  $0^{\circ}\text{C}$ , se obtiene, en circuito abierto, una tensión de 4mV, ¿Cuál es la temperatura de la unión de medida? Utilizar la tabla.

#### EJERCICIO 4

Dada una termocupla tipo J con una unión a  $0^{\circ}\text{C}$ , encuentre el voltaje de salida esperado cuando la otra unión se encuentra a  $87^{\circ}\text{C}$ .

#### EJERCICIO 5

Dada una termocupla de hierro-constantan que produce una tensión de salida de 4,587mV con la unión de referencia a  $24^{\circ}\text{C}$ , encuentre:

- La temperatura de la unión de medida.
- La tensión de salida esperada para la temperatura calculada en el punto (a) si la unión de referencia se encuentra a  $0^{\circ}\text{C}$ .

#### EJERCICIO 6

Explique los distintos tipos de compensación de la unión de referencia: compensación mediante uniones de referencia, compensación digital y compensación analógica.

#### EJERCICIO 7

Calcular y Graficar por medio de Matlab, los modelos matemáticos Directo (permite calcular el Voltage para una Temperatura conocida) e Inverso (permite calcular la Temperatura para un Voltage conocido) de una Termocupla Tipo "J", considerando los coeficientes polinómicos adoptados por la ITS-90 (The International Temperature Scale of 1990), que se encuentran en el archivo "ITS-90\_TC\_Polynomial"

#### EJERCICIO 8

Analizar el circuito de compensación de unión fría para una TC Tipo "J", de un controlador analógico comercial, cuyo plano se encuentra disponible para fotocopiar. Realizar un pequeño informe que explique los fundamentos principales de la compensación.



## EJERCICIO 9

En que basan el principio de funcionamiento los RTDs. De una expresión del modelo matemático de los RTDs explicando cada una de sus partes.

## EJERCICIO 10

Se desea utilizar un RTD de platino para medir temperatura en aceite en un margen de 25 a 85°C. Calcular la corriente máxima que puede hacerse circular por el sensor si se desea un error por auto calentamiento menor a 0,5°C. Para el aceite  $R. \dot{T} 12,5^{\circ}C/W$  .

## EJERCICIO 11

Se tiene un PT100 que mide 137,5 ohms en los extremos de sus cables de conexión. Se sabe que cada cable tiene 1,5 ohms de resistencia. Calcular a que temperatura aproximada se encuentra el PT100.

## EJERCICIO 12

Un RTD de platino se encuentra conectado a un acondicionador mediante dos cables de cobre de 20 m de longitud. La resistencia del cable es de 0,450  $\Omega/m$ .  
 Estimar el error relativo que se produce en la medida de la temperatura a 25°C.  
 El RTD tiene un  $\alpha = 0,00385$  y su resistencia a 0°C es de 100 $\Omega$ .

## EJERCICIO 13

Si en el ejercicio anterior se cambia el sistema de medida por uno en puente a 3 hilos, calcular nuevamente el error relativo teniendo en cuenta que la razón característica de resistencias del puente es 25.

## EJERCICIO 14

La tabla muestra características de distintos modelos de RTD:  
 Decidir que sensor se elegiría en cada uno de los siguientes casos y justificar cada respuesta:

	A	B	C	D	E	F	G
$R_0$ : Resistencia a 25°C [ $\Omega$ ]	95	87	20	18	59	48	71
$\rho_0$ : Resistividad a 25°C [ $\mu\Omega \cdot cm$ ]	8.5	9.2	1.4	2.0	5.3	4.4	6.8
$\alpha$ : Coeficiente de temperatura [ $1/K$ ]	0.005	0.004	0.008	0.015	0.006	0.003	0.012
$m$ : Masa del sensor [gr]	15	17	13	23	12	11	19
$\delta$ : Coef. de disipación térmica [mW/K]	2.5	4.1	3.3	7.2	5.3	4.9	3.0

- Se desea la máxima sensibilidad.
- Se desea la máxima velocidad de respuesta.
- Se desea eliminar al máximo la influencia de los hilos de conexión en la medida.
- Se desea alimentar el sensor con la máxima intensidad posible.

## EJERCICIO 15

Explique el principio de funcionamiento de un termistor NTC. Diga que materiales se emplean para su construcción, dibuje el símbolo empleado para un NTC.

## EJERCICIO 16

Graficar en forma aproximada la curva característica de un NTC (resistencia vs temperatura) e indicar la función matemática que la caracteriza.



## EJERCICIO 17

Mencionar las ventajas y desventajas de estos dispositivos.

## EJERCICIO 18

Mencione aplicaciones de la NTC. En la fuente de la PC se emplea una NTC en el circuito de entrada. Investigue que función cumple la NTC en este circuito.

## EJERCICIO 19

La curva de respuesta a de la NTC no es lineal por lo que para obtener una magnitud eléctrica que dependa de la temperatura en forma aproximadamente lineal se debe realizar la linealización de la misma. Esta linealización se puede realizar en dos dominios: digital y analógico. Explique cada uno de ellos.

## EJERCICIO 20

Graficar la curva de transferencia aproximada de un PTC (resistencia vs temperatura) e indicar claramente la zona donde el sensor deja de tener coeficiente de temperatura negativo.

## EJERCICIO 21

Describa sintéticamente al menos tres aplicaciones prácticas de los PTC.

### Tarea de Investigación

- 1) Investigue sobre sensores de temperatura integrados: LM35, LM335.
- 2) Investigue sobre aplicaciones de sensores PTC para proteger bobinados de motores eléctricos industriales e investigue sobre los dispositivos electrónicos comerciales que permiten relevar el estado de los sensores y desconectar el contactor o relé de potencia que alimenta al motor.

#### Sitios Web de interés:

SIEMENS: buscar relé de protección Modelo: 3RN1

<http://www.siemens.com.ar/industria>

<http://www.siemens.com.ar/default.asp?portal=2001&familia=2007&submenu=2067>

[http://www.siemens.com.ar/sites/internet/legacy/sie-pe/pe/folletos\\_y\\_catalogos.htm](http://www.siemens.com.ar/sites/internet/legacy/sie-pe/pe/folletos_y_catalogos.htm)

<http://www.automation.siemens.co.uk/main/extra/literature/files/Low%20Voltage%20Control%20Brochures/SIRIUS%20LV%20Controlgear/Controlgear/e20001-a370-p302-v8-7600%5B1%5D.pdf>

Schneider Electric: buscar relé de protección LT3-S

<http://www.schneider-electric.com.ar/sites/argentina/es/inicio.page>

[http://www.download.schneider-](http://www.download.schneider-electric.com/Repository/index.nsf/aa_getdocs?OpenAgent&L=EN&p=677&c=206-EN)

[electric.com/Repository/index.nsf/aa\\_getdocs?OpenAgent&L=EN&p=677&c=206-EN](http://www.download.schneider-electric.com/Repository/index.nsf/aa_getdocs?OpenAgent&L=EN&p=677&c=206-EN)

Motores WEG:

<http://www.weg.net/ar/Productos-y-Servicios/Automatizacion/Comando-y-Proteccion-de-Motores>

GM-Electrónica:

<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag69.html>

**Fecha Limite de entrega: 03/11/09**