

PRACTICA 9. SENSORES DE TEMPERATURA II.

TERMISTOR NTC

OBJETIVOS

Estudio de termistores NTC.

INSTRUMENTACION

- Fuente de Alimentación Estabilizada .
- Termómetro de referencia.
- Multímetro Digital.

COMPONENTES

- Sonda Termométrica con termistor NTC.
- Tarjeta con circuitos de adaptación (montados).
- Baño de temperatura variable con sonda.

EXPOSICION TEORICA

Los termistores, del inglés “thermistor” (Thermally Sensitive Resistor), son dispositivos, basados en materiales semiconductores, cuya resistencia varía con la temperatura. Si su coeficiente de variación con la temperatura es negativo se denominan NTC (Negative Temperatura Coefficient), mientras que si es positivo se denominan PTC.

El fundamento de los termistores está en la dependencia de la resistividad de los materiales semiconductores con la temperatura, debida a la variación con está en el número de portadores libres. Al aumentar la temperatura, en general lo hace también el número de portadores libres reduciéndose, por tanto la resistencia, de ahí el coeficiente de temperatura negativo. Esta dependencia varía con las impurezas, y si el dopado es muy intenso, el material presenta, en determinados rangos de temperatura, propiedades metálicas con coeficiente positivo (PTC) en dicho margen.

En la presente práctica vamos a trabajar con una NTC cuya resistencia a 25°C es de 3000 Ohm, y su variación responde a la siguiente tabla según el fabricante:

Ref: RS 151-215	
Temp (°C)	Res (Oh)
-80	2.210.400
-70	935.250
-60	421.470
-50	201.030
-40	100.950
-30	53.100
-20	29.121
-10	16.599
0	9.795
10	5.970
20	3.747
30	2.417
40	1.598
50	1.080
60	746,4
70	525,6
80	376,5
90	274,6
100	203,5
110	153,1
120	116,8
130	90,28
140	70,58
150	57,79

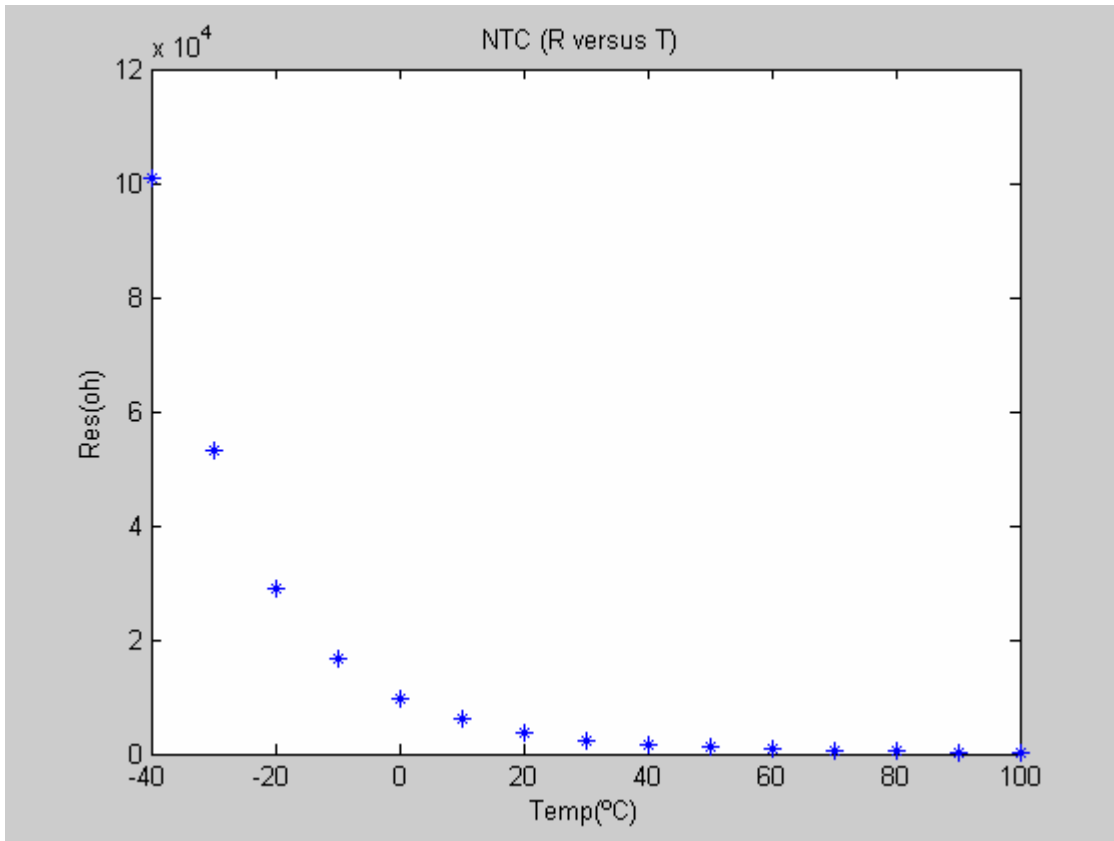
Otras características son:

Tolerancia (0 a 70°C) +/-0.2°C

Cte de disipación: 1mW/°C

Cte de tiempo: 10 seg.

Como puede observarse en la representación gráfica de parte de la anterior tabla, la respuesta de la NTC es fuertemente no lineal.



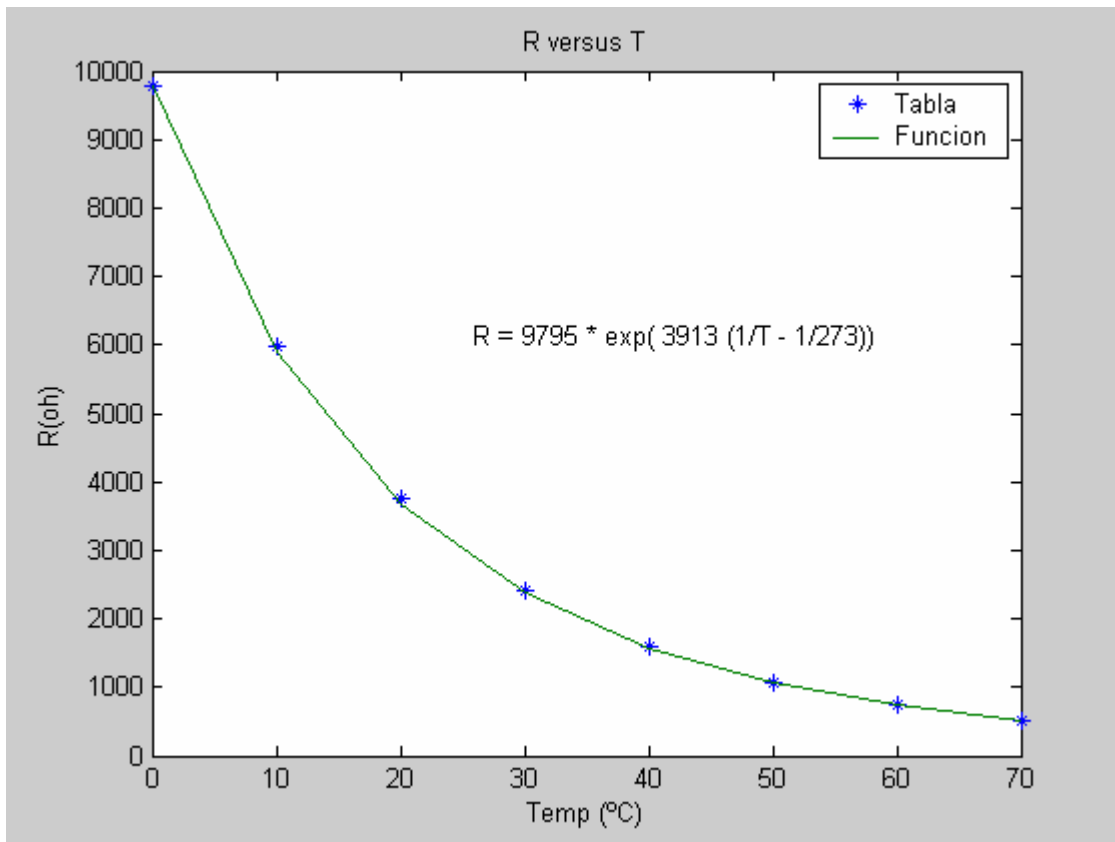
Para un rango mas estrecho (ejemplo 0 a 70 °C) se suele utilizar como aproximación analítica la expresión:

$$R(T) = R_0 e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$$

Aplicando esta función a los datos de la tabla en el rango reducido anterior podemos modelar el comportamiento de la sonda con los parámetros:

$$T_0 = 0^\circ\text{C} = 270 \text{ }^\circ\text{K}; R_0 = 9795 \text{ Ohm}; B = 3913 \text{ }^\circ\text{K}$$

En la siguiente figura representamos los datos de la tabla y la correspondiente función con los anteriores parámetros.



Debido a esta fuerte alinealidad, para trabajar con NTC en el diseño de termómetros se suelen aplicar técnicas de linealización.

LINEALIZACION DE NTCs

La técnica mas utilizada, y la mas sencilla, para linealizar la respuesta de la NTC en un rango de temperaturas determinado es colocar una resistencia de valor fijo (R_p) en paralelo con dicha NTC. La resistencia resultante del paralelo de ambas, sigue siendo variable con la temperatura, con una linealidad superior a la NTC sola, aunque a costa de una menor sensibilidad con dicha temperatura.

Para la elección del valor de la resistencia R_p se utilizan diferentes técnicas: una de ellas es escogerla de manera que en el punto central de nuestro rango la resistencia resultante del paralelo de ambas tenga un punto de inflexión, esto es la segunda derivada de R_{total} frente a T sea cero en ese punto.

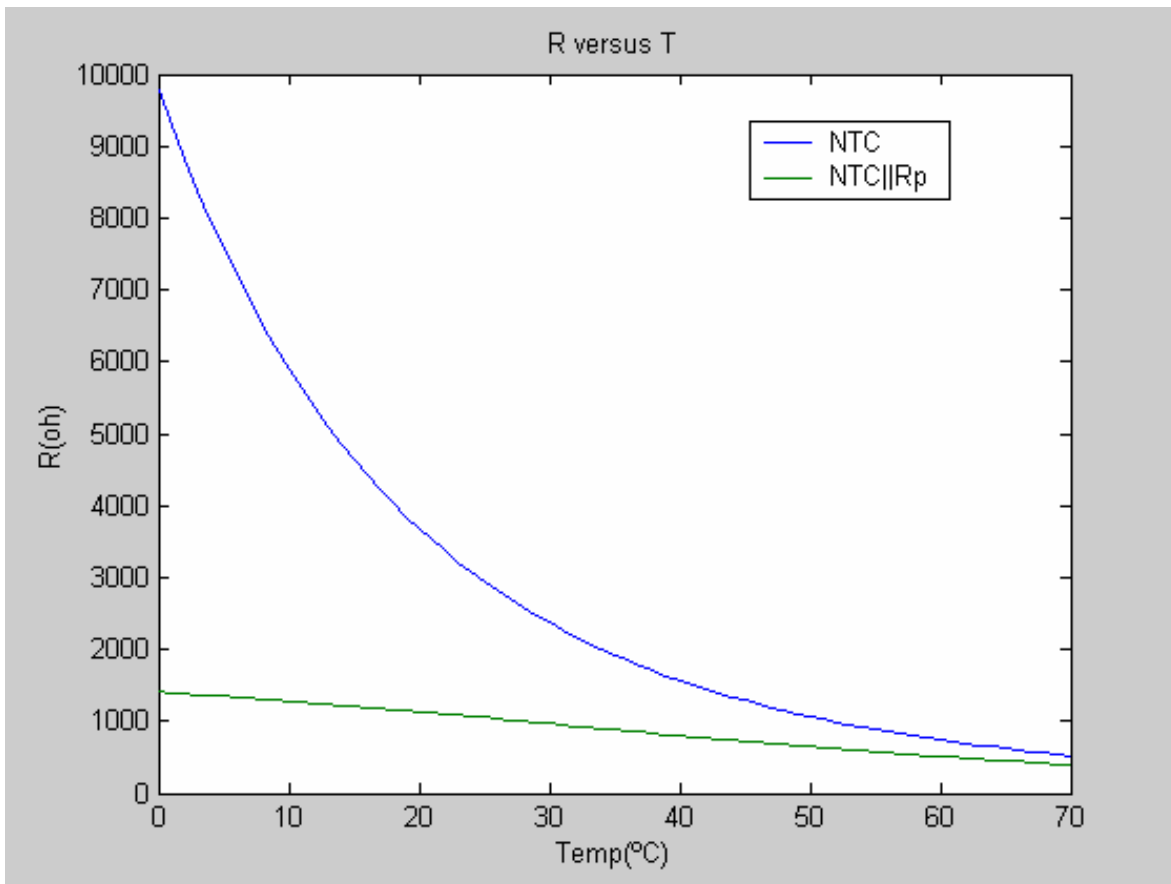
Esto es:

$$R_t(T) = \frac{NTC * R_p}{NTC + R_p}; \text{ la condición es } \left(\frac{d^2 R_t}{dT^2} \right)_{T_c} = 0 \text{ donde } T_c \text{ es la temperatura}$$

central del rango. De esta condición se deduce el valor de R_p :

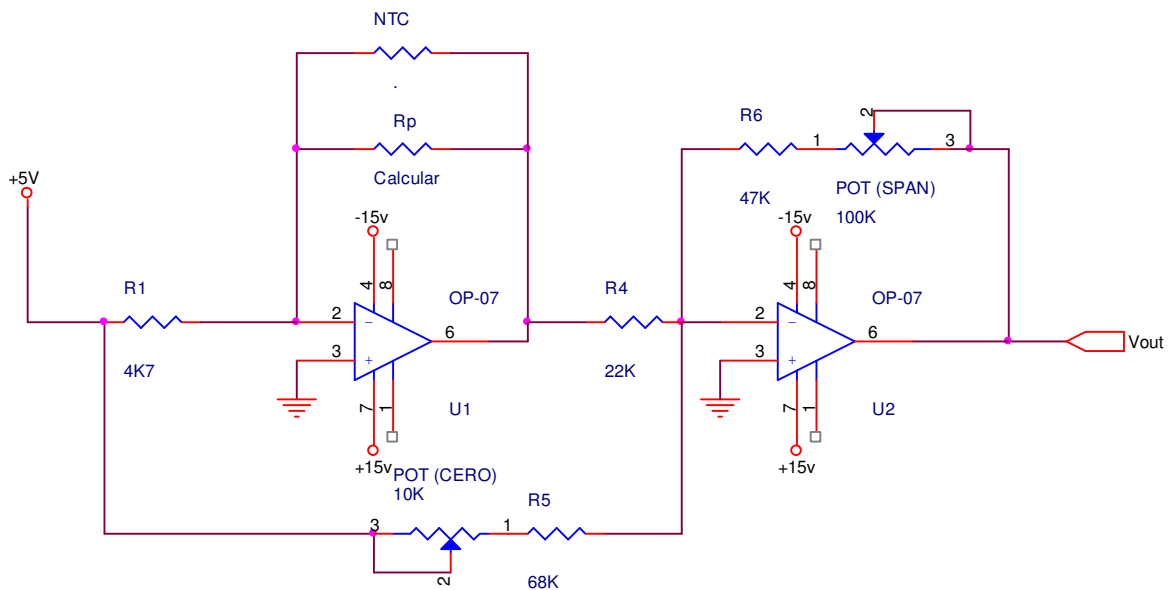
$$R_p = NTC(T_c) * \frac{B - 2T_c}{B + 2T_c}$$

En la siguiente figura se representan para un rango de 0-70°C la variación de la NTC y la variación del paralelo de NTC con R_p , calculada de acuerdo a la anterior ecuación. Puede observarse como hemos perdido sensibilidad ganando a cambio linealidad.



CIRCUITOS DE ADAPTACION.

El circuito de adaptación previsto para esta práctica se entrega montado (ver figura). Consiste, sencillamente en un amplificador en dos etapas diseñado para obtener una tensión proporcional a la temperatura en grados Centígrados (de 0 a -5volts en un rango de 0 a 70°C, nótese la pendiente negativa). Se dispone de dos potenciómetros de ajuste para el cero y el fondo de escala.



DESARROLLO DE LA PRACTICA

Para el desarrollo de la práctica se dispone de un baño cuya dotado de una resistencia eléctrica, lo que nos permitirá subir la temperatura del mismo. Instaladas en su tapa se encuentran varias sondas de temperatura, entre ellas una sonda que actuará como referencia. Si la variación de temperatura es lenta podemos suponer como hipótesis de trabajo que la temperatura de todas las sondas es la misma.

Tenga en cuenta que al disponer de un baño único, pueden coincidir varias prácticas y ser necesario coordinar las operaciones de los diferentes grupos.

Comience por calcular el valor de R_p según las fórmulas anteriormente desarrolladas. Busque el valor de resistencia normalizado más cercano al obtenido. Añádalo al circuito.

AJUSTE DE CERO y FONDO DE ESCALA

1.- Inicialmente el baño se encuentra lleno con una mezcla de agua y hielo por tanto a una temperatura cercana a 0°C . Conectar la sonda al circuito y alimentar a ± 15 Vdc. Ajustar el potenciómetro de cero hasta que la tensión de salida sea 0 volts.

2.- Una vez ajustado el circuito, vaciar el hielo del baño dejando el agua. Enchufar a la red directamente el baño y comenzar a calentar, hasta alcanzar los 70°C . Desconectar la fuente de energía, por efecto de la inercia del sistema la temperatura subirá algunos grados. Esperar a que vuelva a bajar hasta los 70°C . Ajustar el potenciómetro de Span para obtener una tensión de salida de -5 volts para esta temperatura.

3.- En este momento hemos calibrado nuestro sistema para una función de transferencia de (0 a -5 volts) para un rango de temperaturas de (0 a 70°C).

COMPROBACION DE LA FUNCION DE TRANSFERENCIA

4.- Vamos a volver a bajar la temperatura del baño. Para tal fin vaciaremos el agua caliente, con cuidado de no quemarnos. Volvemos a introducir una mezcla de agua y hielo y esperamos 10 minutos para homogeneizar la mezcla. Pasado este tiempo volvemos a sacar el hielo remanente. A continuación volvemos a calentar el baño, para que la subida de temperatura sea lenta vamos a alimentar la resistencia eléctrica mediante el regulador de potencia que se suministra.

5.- Anotar la tabla de valores de temperatura medida versus tensión de salida del circuito (por ejemplo realizar una tabla cada dos grados) hasta completar el tiempo de prácticas.

6.- Representar la tabla y obtener la linealidad experimental del sistema.