

TERMISTOR NTC

Un termistor NTC es un sensor de temperatura por resistencia, que varia su valor con la temperatura con un coeficiente negativo. La forma de la curva característica de esta resistencia puede verse en la figura 2 curva D. Se ve que el valor de esta varia de forma negativa con un aumento de temperatura. Los puntos rojos corresponden a los valores reales (medidos empíricamente) de un termistor NTC de valor nominal 150Ω a 25°C .

Se puede calcular la ecuación que rige la resistencia del termistor NTC siendo la siguiente:

$$R_T = A \cdot e^{\frac{B}{T}} \quad (1)$$

siendo:

R_T = el valor de la resistencia a la temperatura T (en grados Kelvin. $0^\circ\text{C}=273,15^\circ\text{K}$).

A = una constante que depende del termistor NTC, y representa el valor de la resistencia del termistor NTC cuando la temperatura es supuestamente infinita.

B = es la resistencia característica del material de que está hecho el termistor NTC. Su valor esta comprendido entre 2000°K y 4000°K .

Los fabricantes no suelen dar los valores de A y B por lo que hay que calcularlos según los valores de la resistencia R_T a diferentes temperaturas. Para ello realizamos la siguiente consideración:

$$A = R_0 \cdot e^{\frac{-B}{T_0}} \quad \text{donde igualando A para dos valores de } R_0 \text{ y } T_0 \text{ obtenemos:} \quad (2)$$

$$R_1 \cdot e^{\frac{-B}{T_1}} = R_2 \cdot e^{\frac{-B}{T_2}} \quad \text{de donde} \quad B = \frac{\ln R_1 - \ln R_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \quad (3)$$

siendo R_1 y R_2 las resistencias del termistor NTC a las temperaturas T_1 y T_2 respectivamente. Una vez conocido B podemos calcular el valor de A sin mas que sustituirlo en la ecuación (2) para una temperatura y resistencia de referencia (R_0 y T_0 a 25°C , o 0°C por ejemplo).

Como hemos visto la curva de la resistencia del termistor NTC no es lineal, pero podemos utilizar unos circuitos sencillos que ayudan a linealizar su característica de forma apreciable. En la figura 1 podemos ver algunos de estos circuitos, obteniendo así las curvas respectivas de la figura 2. Como puede verse en la misma se ha mejorado la variación de la respuesta a la temperatura. En los casos E y F se ha obtenido que la variación aumenta en la zona de mayor temperatura (o menos sensibilidad de la resistencia NTC), lo que facilita su uso en algunos circuitos.

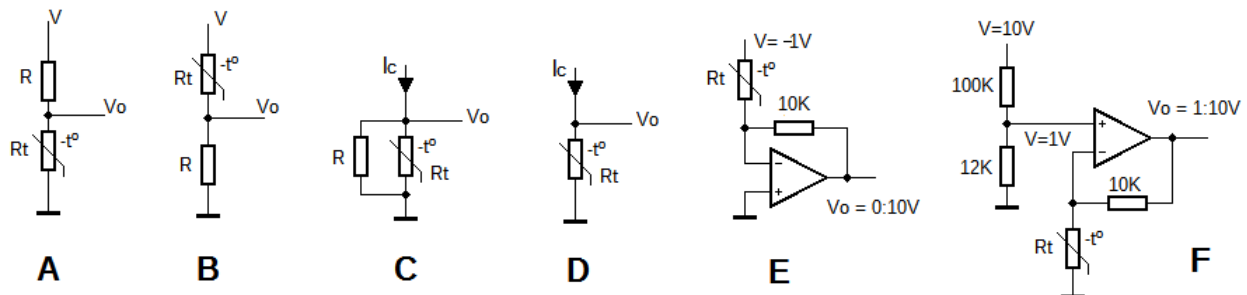


Figura 1: Circuitos de linealización de un termistor NTC.

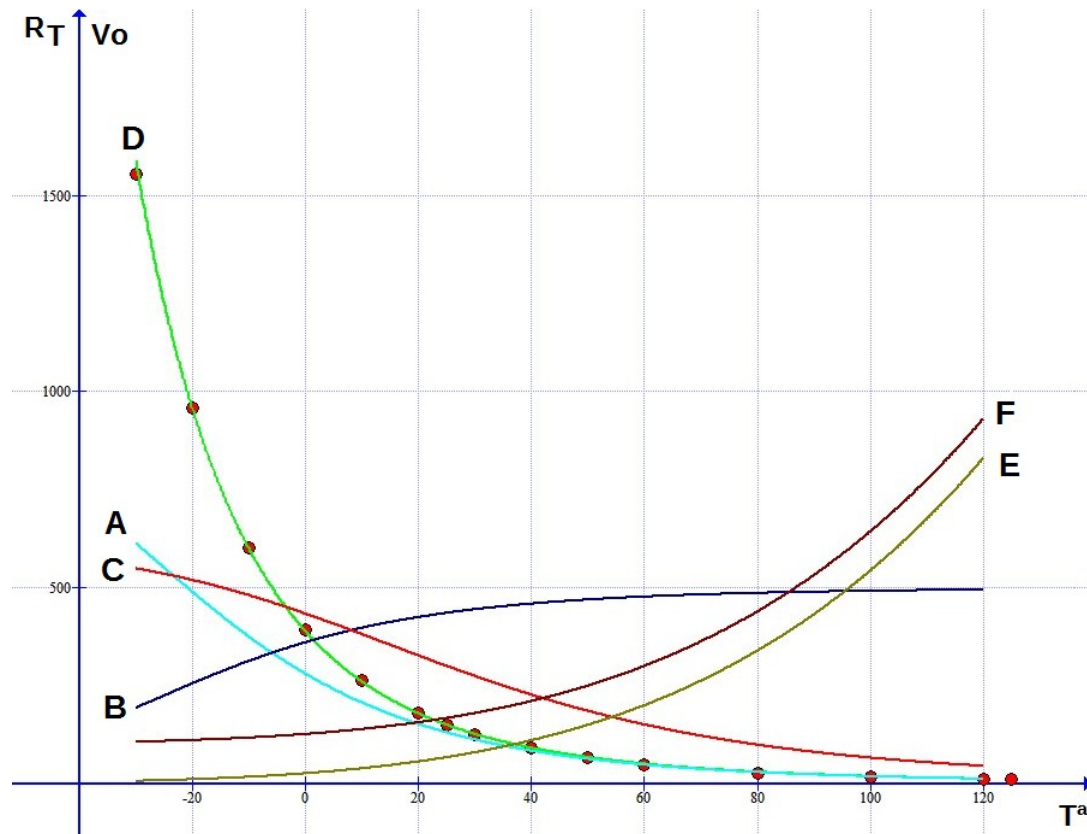


Figura 2: Resistencia de un termistor NTC y curvas de linealización.

Los márgenes de temperatura entre los que pueden trabajar estos termistores es normalmente entre -55°C y 125°C , con una tolerancia del valor nominal comprendida entre $\pm 10\%$ y $\pm 5\%$. El valor nominal de la resistencia puede estar entre 15Ω y $470\text{K}\Omega$, y se denomina R_{25} siendo el valor de la resistencia a la temperatura de 25°C .

Las ecuaciones que rigen los circuitos de linealización de la figura 1 son las siguientes:

CASO A:

$$V_0 = \frac{V \cdot R_T}{R_T + R} = \frac{V \cdot A \cdot e^{B/T}}{A \cdot e^{B/T} + R} \quad (4)$$

CASO B:

$$V_0 = \frac{V \cdot R}{R_T + R} = \frac{V \cdot R}{A \cdot e^{B/T} + R} \quad (5)$$

CASO C:

$$V_0 = I_C \cdot (R_T \parallel R) = I_C \cdot \frac{R_T \cdot R}{R_T + R} = I_C \cdot \frac{A \cdot e^{B/T} \cdot R}{A \cdot e^{B/T} + R} \quad (6)$$

CASO D:

$$V_0 = I_C \cdot R_T = I_C \cdot A \cdot e^{B/T} \quad (7)$$

Este circuito no es de linealización propiamente dicho, pero permite usar el termistor NTC para detección de una temperatura concreta de forma bastante precisa.

Si queremos utilizar un procesador que linealice el valor de T podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$T = \frac{B}{\ln \frac{V_0}{I_C \cdot A}} \quad (8)$$

Siendo I_C un valor constante conocido, y V_0 los valores de salida obtenidos para todo el rango de temperatura.

CASO E:

$$V_0 = \frac{R \cdot V}{R_T} = \frac{R \cdot V}{A \cdot e^{B/T}} \quad (9)$$

CASO F:

$$V_0 = V \cdot \left(1 + \frac{R}{R_T}\right) = V \cdot \left(1 + \frac{R}{A \cdot e^{B/T}}\right) \quad (10)$$

LINEALIZACION DE LOS CASOS E Y F CON RESISTENCIA SERIE

Si conectamos una resistencia en serie (R_S) al termistor NTC en el circuito de linealización E de la figura 1, podemos obtener una mayor linealización de la salida V_0 en dicho circuito. Dependiendo del valor de esta resistencia R_S con relación al valor R_{25} del resistor NTC podemos obtener mayor o menor linealización. En la figura 3 podemos ver las curvas de linealización para valores de R_S crecientes (curvas 1 a 4) en referencia a la curva E obtenida sin resistencia serie.

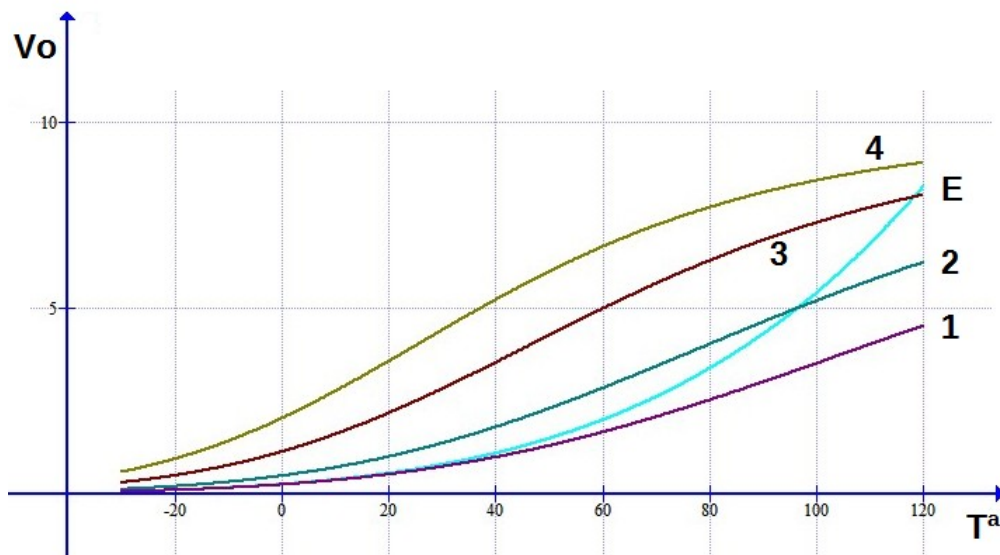


Figura 3: Linealización del caso E con resistencia serie.

La ecuación que rige el circuito en este caso es la siguiente:

$$V_0 = \frac{R \cdot V}{R_S + R_T} = \frac{R \cdot V}{R_S + A \cdot e^{B/T}} \quad [11]$$

Puesto que la tensión de salida V_0 disminuye al aumentar la resistencia serie, el numerador de la ecuación [11] deberá de aumentar para mantener una salida V_0 adecuada. Esto supone aumenar V , R o ambos.

Esta resistencia serie R_s permite aplicar una tensión de referencia V mayor, o disminuir la corriente que circula por el termistor NTC reduciendo de esta manera el autocalentamiento.

Asímismo en en circuito F de la figura 1 podemos aplicar la misma linealización, obteniendo resultados similares. La ecuación que rige el circuito F linealizado es la siguiente:

$$V_0 = V \cdot \left(1 + \frac{R}{R_s + R_T}\right) = V \cdot \left(1 + \frac{R}{R_s + A \cdot e^{B/T}}\right) \quad [12]$$

CIRCUITOS DE DETECCION DE TEMPERATURA

En la figura 4 podemos ver varios circuitos para la detección de una temperatura concreta.

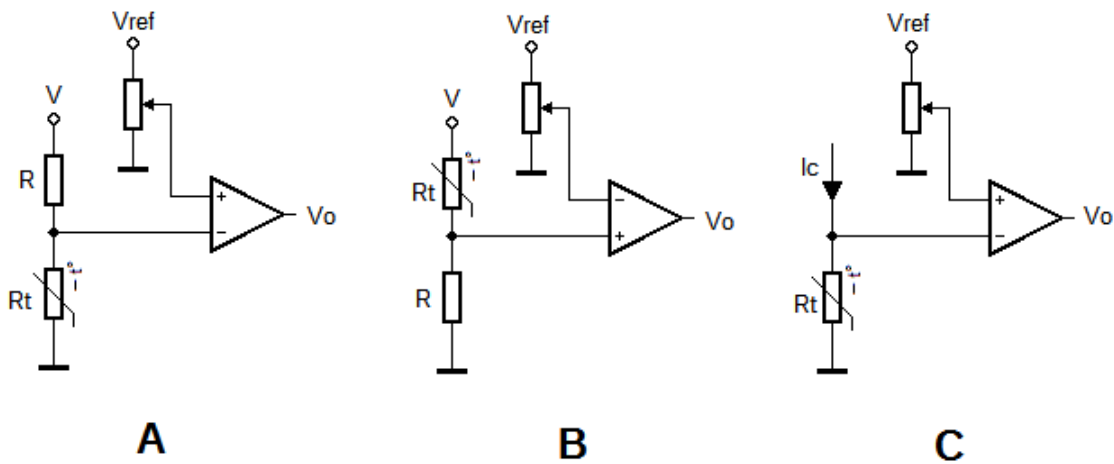


Figura 4: Circuitos detectores de temperatura con NTC.

En los circuitos A y B la resistencia R debe de ser de un valor tal que no permita un autocalentamiento escesimo del termistor NTC por la potencia disipada por efecto Joule en cualquiera del rango de valores que puede alcanzar el termistor, sobre todo en la zona de mayor tempertatura (o menor resistencia). En el caso del circuito C, la corriente I_c debe de ser de un valor que no permita un autocalentamiento perceptible por la potencia disipada en la zona de menor temperatura (o mayor resistencia).

También podemos utilizar los circuitos de linealización E y F de la figura 1 conectados a un comparador para detectar una temperatura concreta con mas sensibilidad en la zona de mayor tempertatura. En estos casos la tensión que alimenta el termistor NTC (en la figura 1 $V=1V$) debe de ser lo suficientemente pequeña para que no produzca un autocalentamiento excesivo.