1 LINEALIZACIÓN DE UN TERMISTOR NTC EN UN DIVISOR DE TENSIÓN

El divisor de tensión es un acondicionador de señal para sensores resistivos que permite transformar la resistencia en tensión. Además, la tensión generada a la salida queda linealizada para un rango de temperaturas en función de los parámetros del termistor NTC y de la resistencia R.

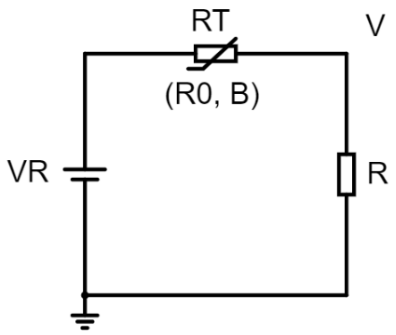

Fig. 1 Divisor de tensión con NTC para transformar resistencia en tensión

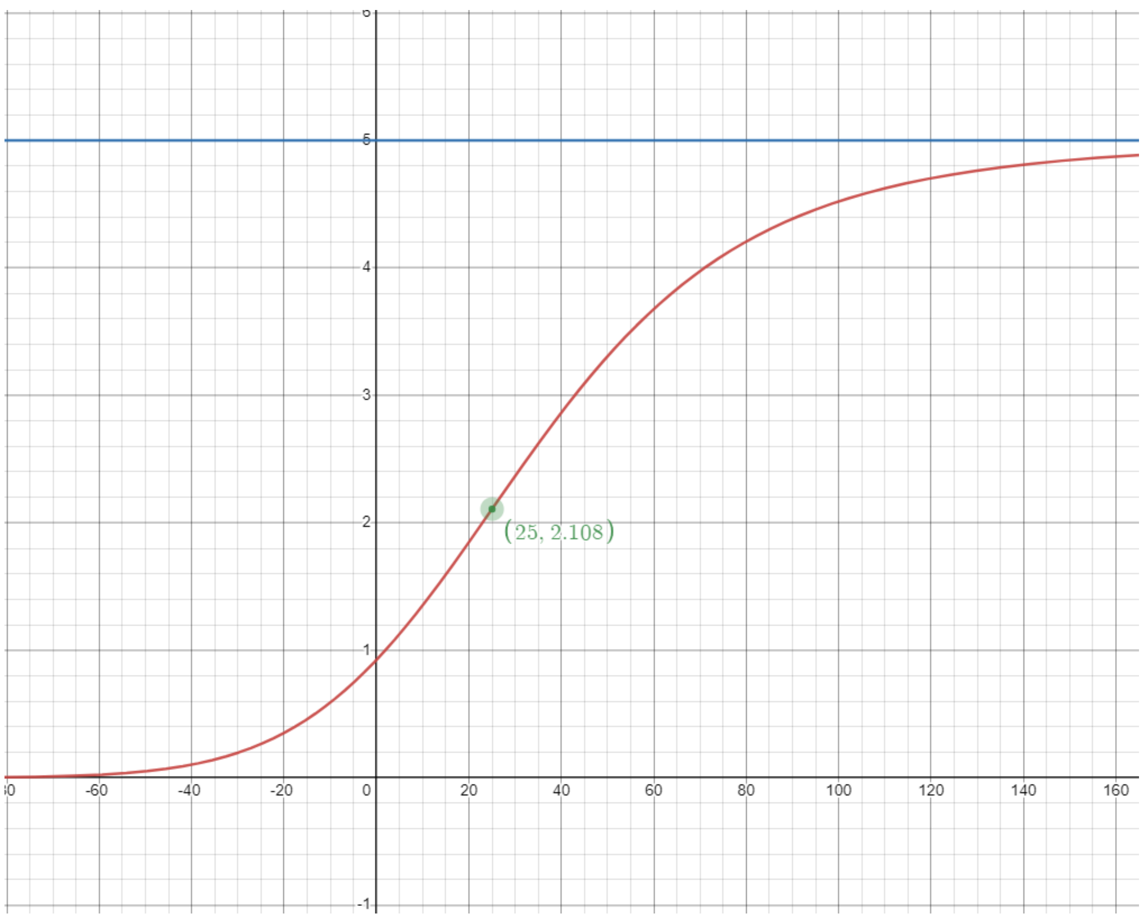

Fig. 2 Curva en S del divisor de tensión, apreciándose la linealización en el rango de temperaturas de 0 a 50ºC.

Uno de los métodos utilizados en la linealización mediante divisor de tensión es el conocido como método del punto de inflexión, que consiste en elegir el valor de R (para un termistor NTC dado por unas constantes R0 y B) de forma que el punto de inflexión de la curva de tensión (frente a temperatura) coincida con la temperatura central del margen de medida.

Para desarrollar este método se siguen las siguientes etapas:

1. Obtener la expresión de la tensión V en la salida del divisor de tensión
2. Obtener la derivada primera de la expresión de V
3. Obtener la derivada segunda de la expresión de V
4. Igualar a cero la derivada segunda para la temperatura central tc
5. Obtener el valor de R que consigue anular la derivada segunda

1.1 OBTENER LA EXPRESIÓN DE LA TENSIÓN V EN LA SALIDA DEL DIVISOR DE TENSIÓN

$$V = V_R \frac{R}{R + R_T}$$

1.2 OBTENER LA DERIVADA PRIMERA DE LA EXPRESIÓN DE V

$$V' = -V_R \frac{R \cdot R'_T}{(R + R_T)^2}$$

1.3 OBTENER LA DERIVADA SEGUNDA DE LA EXPRESIÓN DE V

$$V'' = -V_R R \frac{R''_T (R + R_T)^2 - 2R'_T (R + R_T) R'_T}{(R + R_T)^4}$$

1.4 IGUALAR A CERO LA DERIVADA SEGUNDA PARA LA TEMPERATURA CENTRAL TC

$$V''(t_c) = -V_R R \frac{R''_{T_C} \left(R + R_{T_C}\right)^2 - 2R'_{T_C} \left(R + R_{T_C}\right) R'_{T_C}}{\left(R + R_{T_C}\right)^4} = 0$$

1.5 OBTENER EL VALOR DE R QUE CONSIGUE ANULAR LA DERIVADA SEGUNDA

$$R''_{T_C} \left(R + R_{T_C}\right)^2 - 2R'_{T_C} \left(R + R_{T_C}\right) R'_{T_C} = 0$$

$$R''_{T_C} \left(R + R_{T_C}\right) - 2R'_{T_C} R'_{T_C} = 0$$

$$\left(R + R_{T_C}\right) = \frac{2R'_{T_C} R'_{T_C}}{R''_{T_C}}$$

$$R = \frac{2R'_{T_C} R'_{T_C}}{R''_{T_C}} - R_{T_C}$$

Ahora se trata de calcular y sustituir las expresiones de RT y sus derivadas primera y segunda. Partimos de la expresión conocida del modelo Beta.

1.5.1 MODELO BETA DE UN TERMISTOR NTC

$$R_T = R_0 \cdot e^{\beta\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$$

1.5.2 SIMPLIFICACION DE LA NOTACIÓN DEL MODELO BETA

$$R_T = R_0 \cdot e^{\frac{\beta}{T}} \cdot e^{-\frac{\beta}{T_0}} = \left(R_0 \cdot e^{-\frac{\beta}{T_0}}\right) \cdot e^{\frac{\beta}{T}} = A \cdot e^{\frac{\beta}{T}}$$

$$R_T = A \cdot e^{\frac{\beta}{T}}$$

1.5.3 OBTENCIÓN DE LA DERIVADA PRIMERA DE LA RESISTENCIA DE LA NTC

$$R'_T = A \cdot e^{\frac{\beta}{T}} \left(\frac{-\beta}{T^2}\right) = \frac{-\beta R_T}{T^2}$$

1.5.4 OBTENCIÓN DE LA DERIVADA SEGUNDA DE LA RESISTENCIA DE LA NTC

$$R''_T = -\beta \frac{R'_T T^2 - R_T 2T}{T^4}$$

$$R''_T = -\beta \frac{\frac{-\beta R_T}{T^2} T^2 - R_T 2T}{T^4} = \beta \frac{\beta R_T + R_T 2T}{T^4} = \beta R_T \frac{\beta + 2T}{T^4}$$

$$R''_T = \beta R_T \frac{\beta + 2T}{T^4}$$

1.5.5 SUSTITUCION DE LAS EXPRESIONES DE LA RESISTENCIA Y SUS DERIVADAS

$$R = \frac{2R'_{T_C} R'_{T_C}}{R''_{T_C}} - R_{T_C} = \frac{2\frac{\beta R_{T_C}}{T_C^2}\frac{\beta R_{T_C}}{T_C^2}}{\beta R_{T_C}\frac{\beta + 2T_C}{T_C^4}} - R_{T_C} = \frac{2\beta R_{T_C}}{\beta + 2T_C} - R_{T_C} = R_{T_C}\left(\frac{2\beta}{\beta + 2T_C} - 1\right)$$

$$R = R_{T_C}\left(\frac{2\beta}{\beta + 2T_C} - 1\right) = R_{T_C}\left(\frac{2\beta - \beta - 2T_C}{\beta + 2T_C}\right) = R_{T_C}\left(\frac{\beta - 2T_C}{\beta + 2T_C}\right)$$

$$R = R_{T_C}\left(\frac{\beta - 2T_C}{\beta + 2T_C}\right)$$