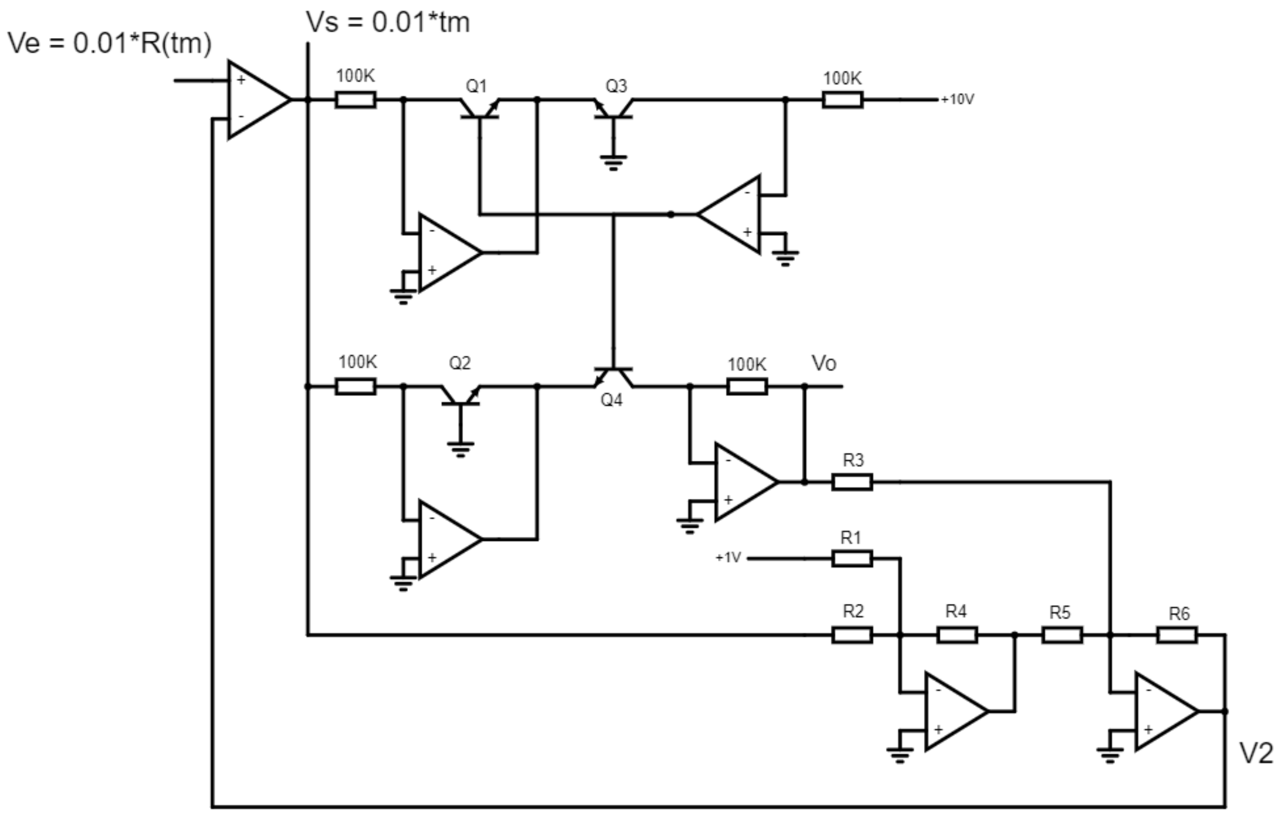
1) Un sistema de medida de temperaturas (positivas) utiliza como sensor de temperatura una RTD Pt100, definida por la ecuación de Callendar van Dusen ($A = 3.9083*10^{-3}$, $B = -5.775*10^{-7}$, y $C = -4.183*10^{-12}$) y una fuente de corriente constante de 10 mA. La tensión que genera este circuito viene definida por la expresión $Ve = 0.01*R_T(tm)$. Se pide:
   a) Obtener la expresión de la tensión de salida Vo en función de Vs.
   b) Diseñar el circuito representado en la figura para obtener una tensión en su salida de valor Vs = 0.01*tm. Supóngase que R4 = 10K, R5 = 10K y R6 = 10K.

Vo =					
R1 =		**R2 =**		**R3 =**	



a) Obtener la expresión de la tensión de salida Vo en función de Vs.

Vo es la salida de un circuito multiplicador/divisor que tiene como factores de multiplicación la misma tensión Vs y tiene 10 voltios como divisor:

$$V_0 = \frac{V_s V_s}{10} = \frac{V_s^2}{10}$$

Desarrollo detallado:

$$V_{BE2} + V_{EB4} + V_{BE1} + V_{EB3} = 0$$

$$V_{BE2} - V_{BE4} + V_{BE1} - V_{BE3} = 0$$

$$V_{BE2} - V_{BE4} = V_{BE3} - V_{BE1}$$

$$V_T ln\frac{I_2}{I_0} - V_T ln\frac{I_4}{I_0} = V_T ln\frac{I_3}{I_0} - V_T ln\frac{I_1}{I_0}$$

$$ln\frac{I_2}{I_0} - ln\frac{I_4}{I_0} = ln\frac{I_3}{I_0} - ln\frac{I_1}{I_0}$$

$$ln\frac{I_2}{I_4} = ln\frac{I_3}{I_1}$$

$$\frac{I_2}{I_4} = \frac{I_3}{I_1}$$

$$\frac{\frac{V_2}{100}}{\frac{V_4}{100}} = \frac{\frac{V_3}{100}}{\frac{V_1}{100}}$$

$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$\frac{V_s}{V_o} = \frac{10}{V_s}$$

$$V_0 = \frac{V_s V_s}{10} = \frac{V_s^2}{10}$$

b) Diseñar el circuito representado en la figura para obtener una tensión en su salida de valor Vs = 0.01*tm. Supóngase que R4 = 10K, R5 = 10K y R6 = 10K.

- Por una parte, calcularemos V2 en función de Vo
- Por otra parte, calcularemos Ve en función de la temperatura
- Finalmente, igualaremos las dos expresiones anteriores, puesto que han de ser iguales al ser ambas las entradas de un amplificado operacional con realimentación negativa. Como resultado, obtendremos las expresiones de las resistencias R1, R2 y R3.

Para temperaturas positivas la RTD Pt100 viene definida por la ecuación de Callendar

$$V_e = 0.01 \cdot R(t_m) = 0.01 \cdot R_0(1 + A \cdot t + B \cdot t^2)$$

$$V_2 = -\frac{R_6}{R_3}V_O - \frac{R_6}{R_5}\left[-\frac{R_4}{R_1}1.0 - \frac{R_4}{R_2}V_s\right]$$

$$V_2 = -\frac{R_6}{R_3}\frac{V_s^2}{10} - \frac{R_6}{R_5}\left[-\frac{R_4}{R_1}1.0 - \frac{R_4}{R_2}V_s\right]$$

$$V_2 = -\frac{R_6}{R_3}\frac{V_s^2}{10} + \frac{R_6}{R_5}\frac{R_4}{R_2}V_s + \frac{R_6}{R_5}\frac{R_4}{R_1}1.0$$

$$V_2 = -\frac{R_6}{R_3}\frac{(0.01 \cdot t_m)^2}{10} + \frac{R_6}{R_5}\frac{R_4}{R_2}(0.01 \cdot t_m) + \frac{R_6}{R_5}\frac{R_4}{R_1}1.0$$

$$V_2 = -\frac{10000}{R_3}\frac{{t_m}^2}{100000} + \frac{10000}{R_2}\frac{1}{100}t_m + \frac{10000}{R_1}1.0$$

$$V_2 = -\frac{1}{R_3}\frac{{t_m}^2}{10} + \frac{100}{R_2}t_m + \frac{10000}{R_1}$$

Igualando esta expresión con la obtenida anteriormente para Ve

$$V_e = 0.01 \cdot R(t_m) = 0.01 \cdot R_0(1 + A \cdot t_m + B \cdot {t_m}^2)$$

Se deduce que:

$$0.01 \cdot R_0 = \frac{10000}{R_1}$$

$$0.01 \cdot R_0 \cdot A = \frac{100}{R_2}$$

$$0.01 \cdot R_0 \cdot B = -\frac{1}{R_3}\frac{1}{10}$$

$$R_1 = \frac{10000}{0.01 \cdot R_0} = \frac{1000000}{R_0} = \frac{1000000}{100} = 10000\ Ohmios$$

$$R_2 = \frac{100}{0.01 \cdot R_0 \cdot A} = \frac{100}{0.01 \cdot 100 \cdot A} = \frac{100}{A} = 25586.57\ Ohmios$$

$$R_3 = -\frac{1}{0.01 \cdot R_0 \cdot B}\frac{1}{10} = -\frac{1}{0.01 \cdot 100 \cdot B}\frac{1}{10} = -\frac{1}{10B} = 173160\ Ohmios$$

En el siguiente enlace puede comprobarse el funcionamiento del circuito diseñado.