

Circuito comparador de temperatura

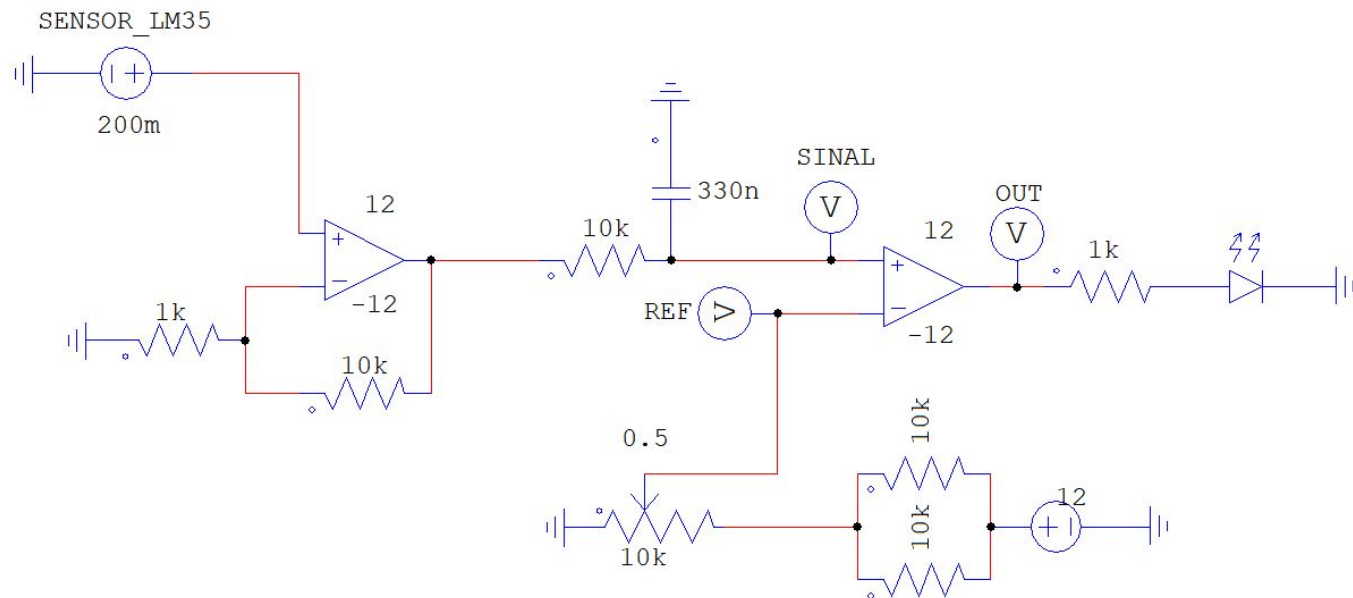
Eduardo Paz Putti, Gabriel E. Dettenborn, Thiarllis Andrade

Chapecó, Junho de 2025

Introdução

O sistema utiliza a tensão correspondente à temperatura medida e a compara com a uma tensão de referência. A saída do circuito é acionada quando a temperatura ultrapassa ou fica abaixo do valor de referência, dependendo da lógica de comparação implementada.

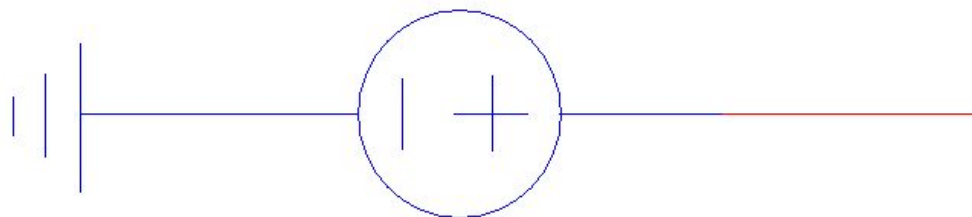
Circuito comparador de temperatura



Fonte: Autoria própria (2025)

Sensor de temperatura

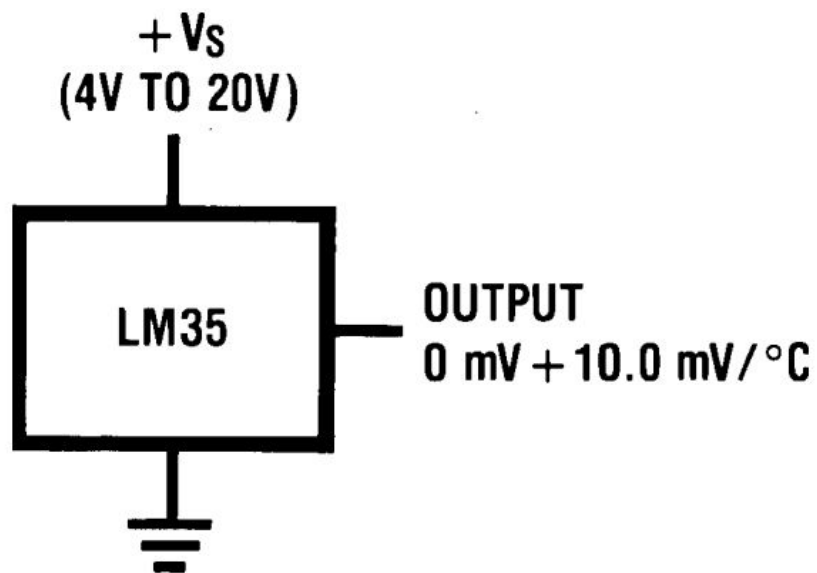
SENSOR_LM35



200m

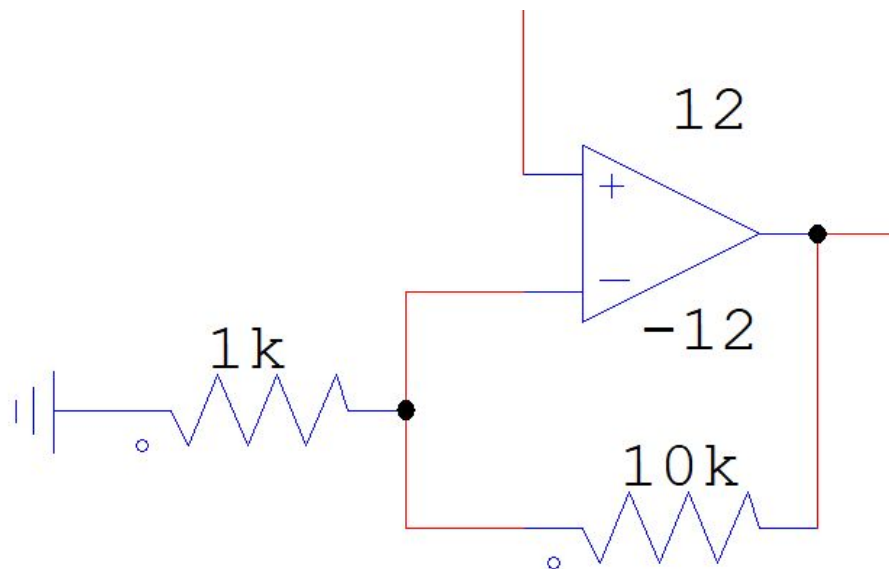
Fonte: Autoria própria (2025)

Sensor de temperatura



$$V_{\text{OUT}} = +1,500 \text{ mV at } +150^{\circ}\text{C}$$
$$= +250 \text{ mV at } +25^{\circ}\text{C}$$

Amplificador não inversor



Fonte: Autoria própria (2025)

Amplificador não inversor

O AMP-OP não inversor amplifica a tensão de saída do LM35 com um ganho onze vezes, para que essa seja mais facilmente comparada com a tensão de referência. A tensão de saída é dada pela equação:

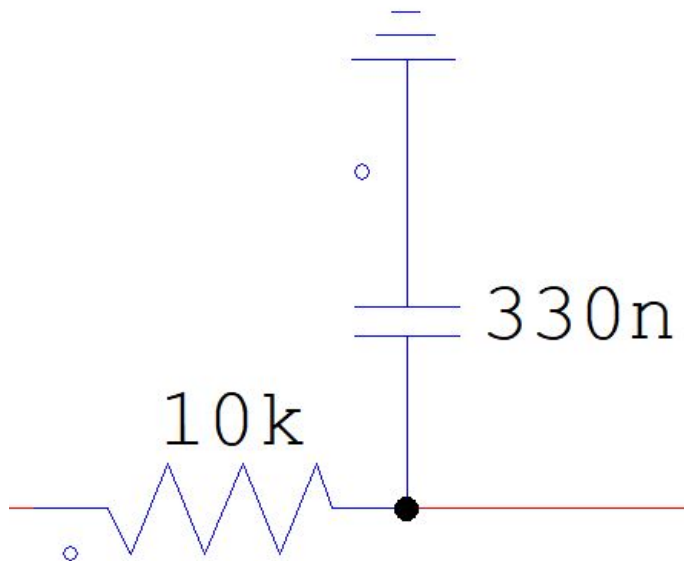
$$V_O := \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right) \cdot V_1 \quad R_f := 10 \text{ k}\Omega \quad R_i := 1 \text{ k}\Omega \quad V_{1_{20\text{graus}}} := 200 \text{ mV}$$

$$V_{O_{20\text{graus}}} := \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right) \cdot V_{1_{20\text{graus}}} = 2,2 \text{ V}$$



INSTITUTO
FEDERAL
Santa Catarina

Filtro RC



Fonte: Autoria própria (2025)

Filtro RC

O filtro RC tem como objetivo remover ruído de alta frequência do sinal do sensor de temperatura. A frequência de corte do filtro é dada pela seguinte equação:

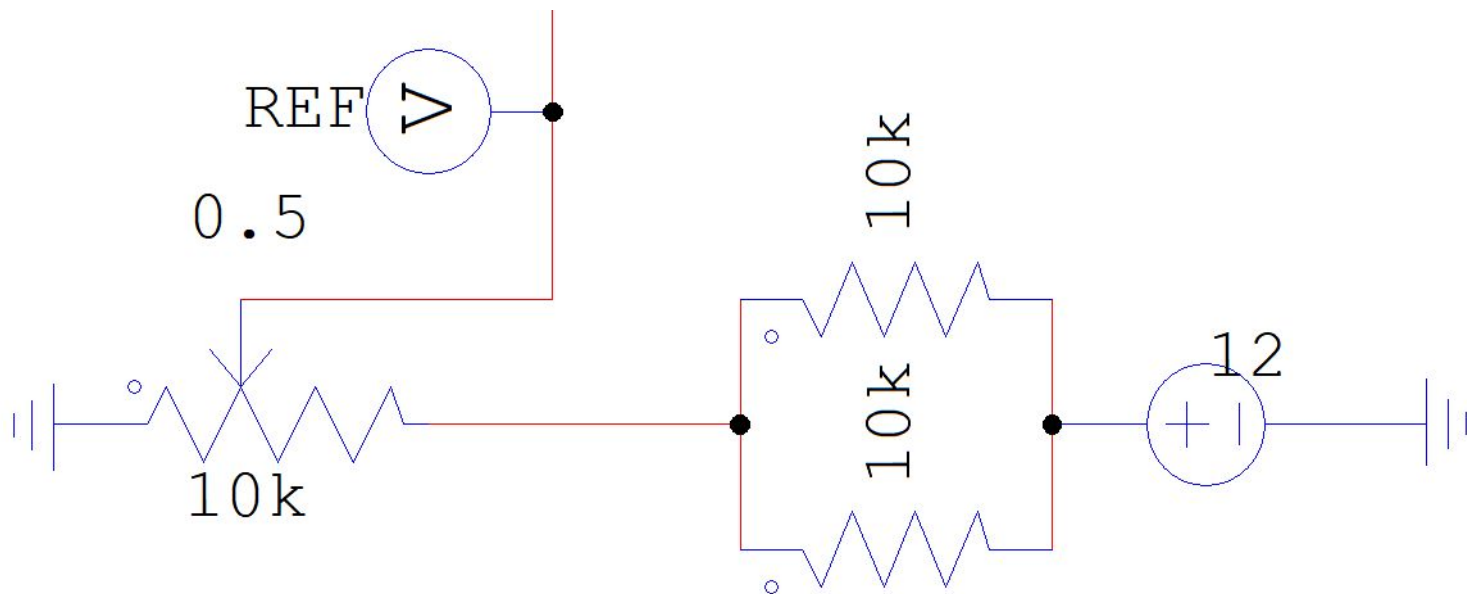
$$F_C := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

$$F_C := 50 \text{ Hz} \quad R := 10 \text{ k}\Omega$$

$$C := \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F_C \cdot R} = 3,183 \cdot 10^{-7} \text{ F}$$

$$C_{nf} := \frac{C}{\text{nF}} = 318,3$$

Divisor de tensão



Fonte: Autoria própria (2025)

Divisor de tensão

O divisor de tensão provém a tensão de referência a ser comparada com o sinal do sensor, sendo assim ele determina a temperatura desejada. A tensão de referência é dada pela equação:

$$V_{ref} := 12 \cdot \left(\frac{t \cdot 10}{10 + 5} \right)$$

$$0 \leq t \leq 1$$

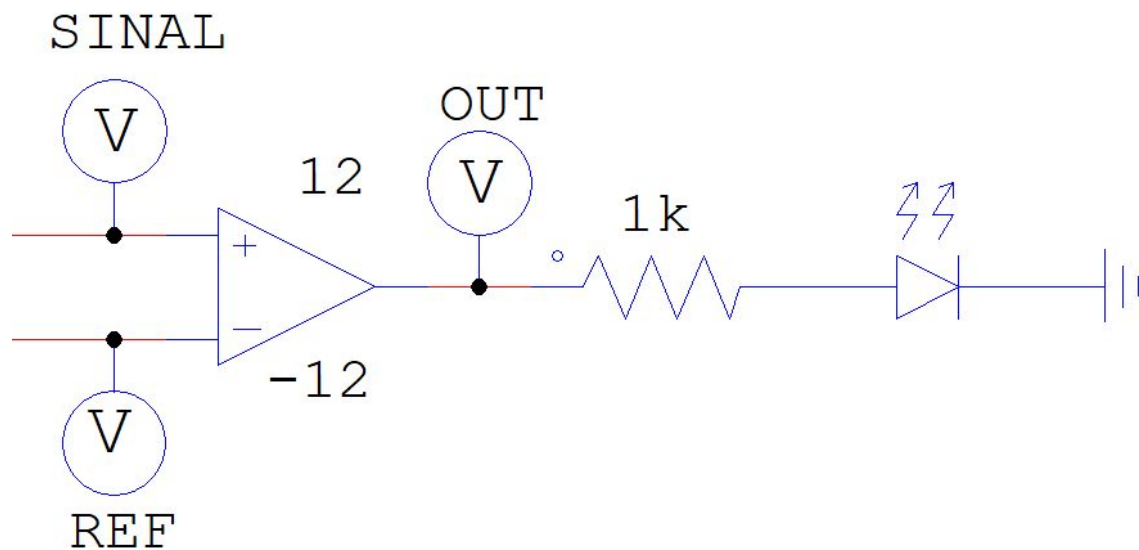
$$T_{ref} := 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$temp_tensao(t) := \frac{t}{^{\circ}\text{C}} \cdot 10 \text{ mV}$$

$$V_{ref_{20\text{graus}}} := temp_tensao(T_{ref}) \cdot 11 = 2,2 \text{ V}$$

$$t := \frac{V_{ref_{20\text{graus}}}}{12 \cdot 10} \cdot (10 + 5) \cdot \frac{1}{V} = 0,275$$

Comparador



Fonte: Autoria própria (2025)

Comparador

Para utilizar o AMP-OP como comparador, aplica-se a seguinte equação para descrever seu funcionamento:

$$V_o = A(V_{ni} - V_i)$$

onde

$$A = \infty$$

Comparador

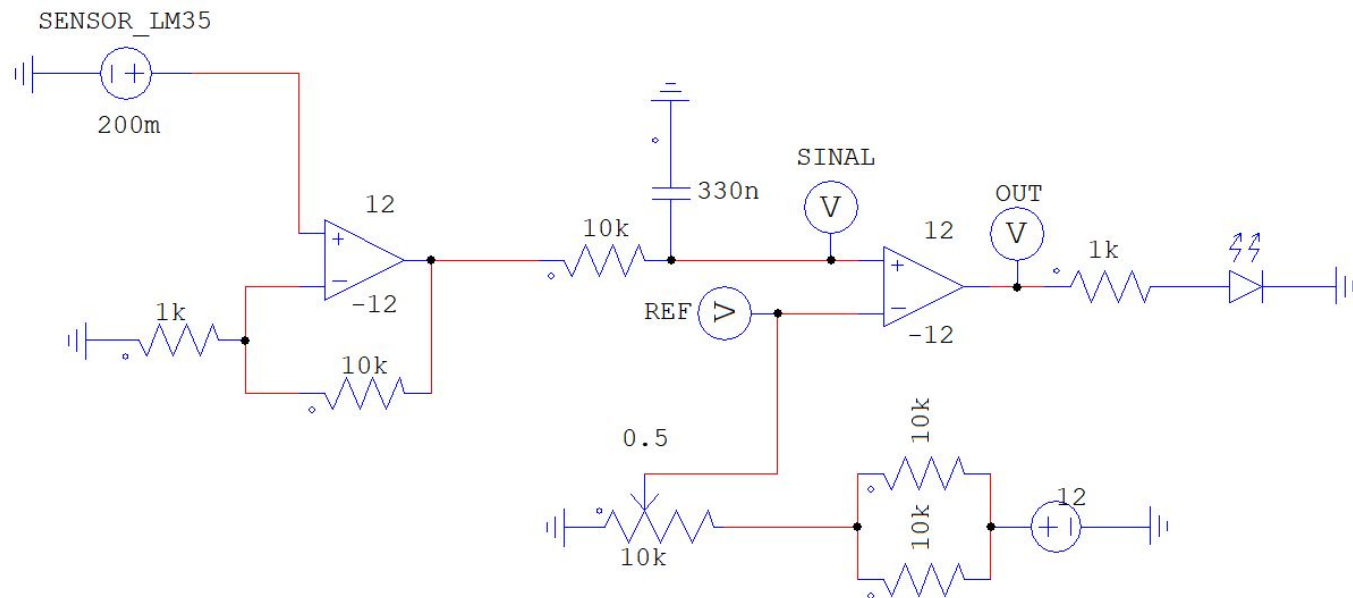
ou seja

$$V_{ni} > V_i \quad \Rightarrow \quad V_o = +\infty \quad \Rightarrow \quad V_o = +V_{cc}$$

ou

$$V_{ni} < V_i \quad \Rightarrow \quad V_o = -\infty \quad \Rightarrow \quad V_o = -V_{cc}$$

Circuito comparador de temperatura



Fonte: Autoria própria (2025)

Referências

BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

LATHI, B P. **Sinais e sistemas lineares**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. E-book. p.Capa. ISBN 9788577803910. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577803910/>. Acesso em: 06 jun. 2025.

Haseeb Electronics. {1298} Adjustable Over Temperature Sensor Using OP-AMP LM324 || Heat Sensor YouTube, 11 de abr. de 2025. 1 vídeo (13:58). Disponível em: <https://youtu.be/1MYJuhSJXRU>. Acesso em: 5 jun. 2025.

TEXAS INSTRUMENTS. **LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors**. Datasheet, Texas Instruments, [s.l.], 2023. Disponível em: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2025.



INSTITUTO
FEDERAL
Santa Catarina

Referências

TEXAS INSTRUMENTS. **LM741 – Operational amplifier**. Dallas: Texas Instruments, 2015.
Disponível em: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm741.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2025.