

Amplificador Operacional 3

Adrielle C. Santana

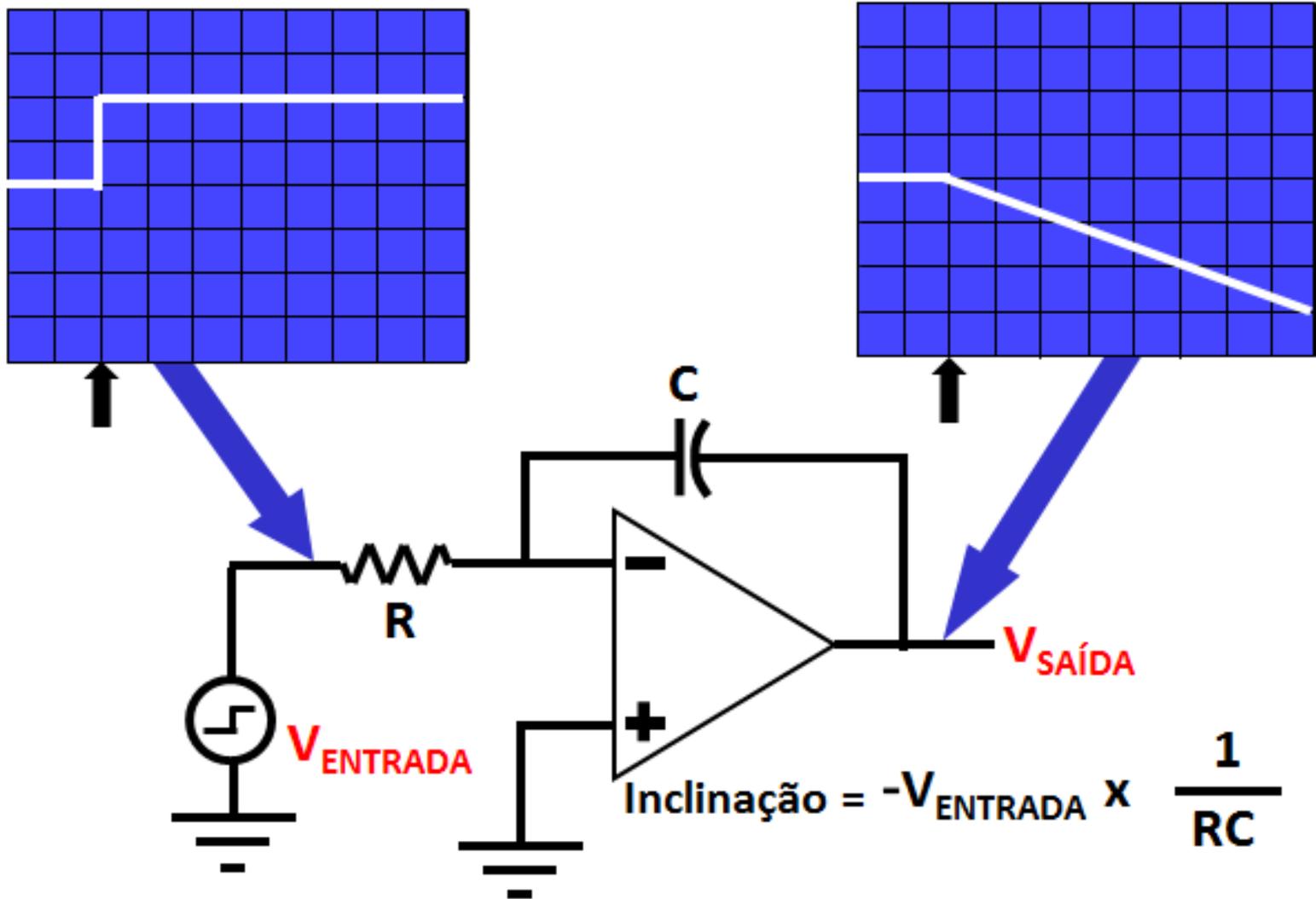
Integrador

- Operação de soma contínua;
- Entrada comum = pulso retangular;
- Considere uma entrada positiva constante:
 - A saída é negativa (ent. inversora);
 - Realimentação negativa por C;
 - A corrente constante em R carrega C;

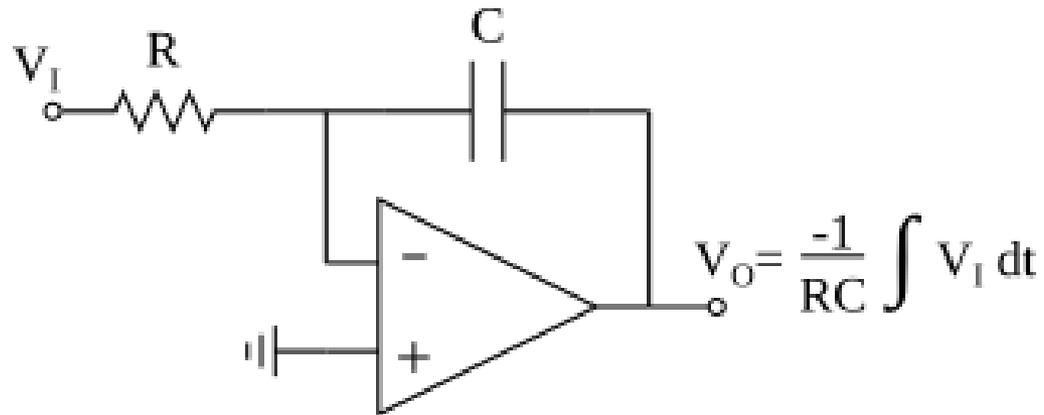
$$I_{entrada} = \frac{V_{entrada}}{R}$$

- A tensão em C aumenta linearmente o que corresponde a saída (invertida) negativa linearmente ($V_{saída} = V_{capacitor}$).

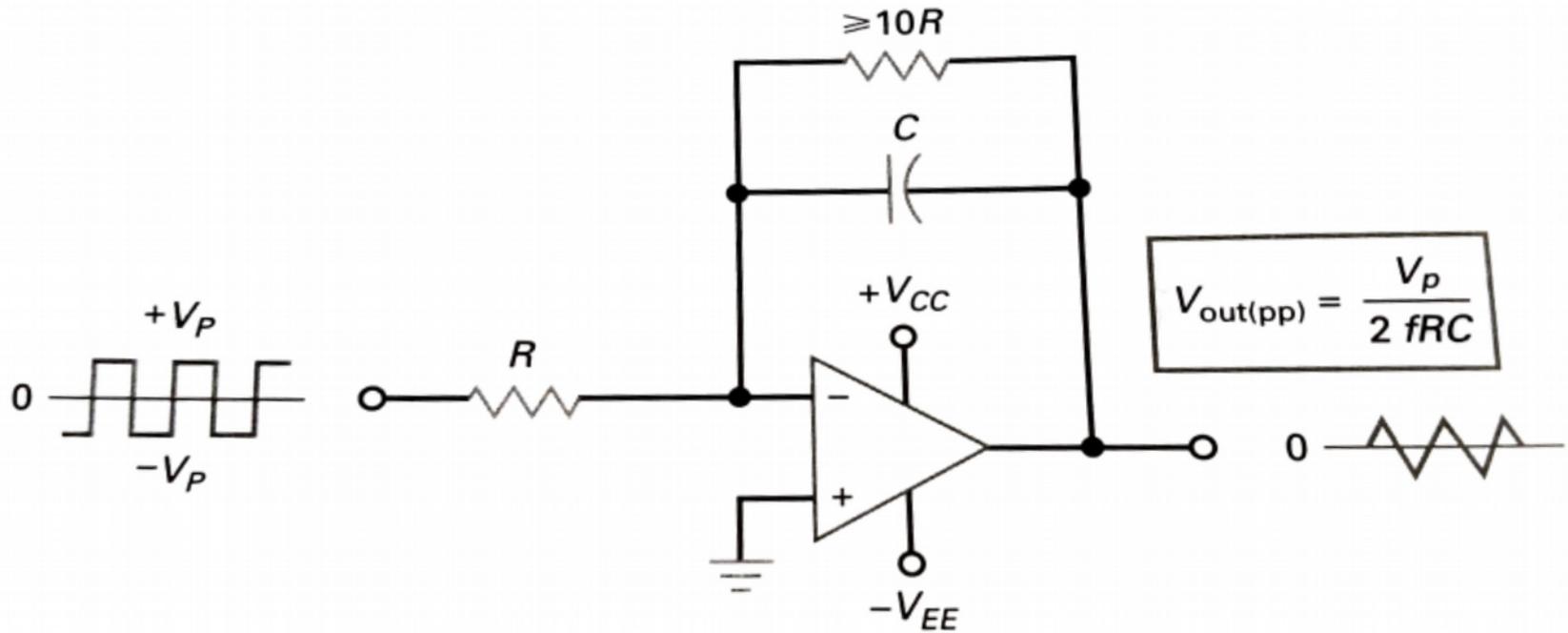
Integrador



Integrador

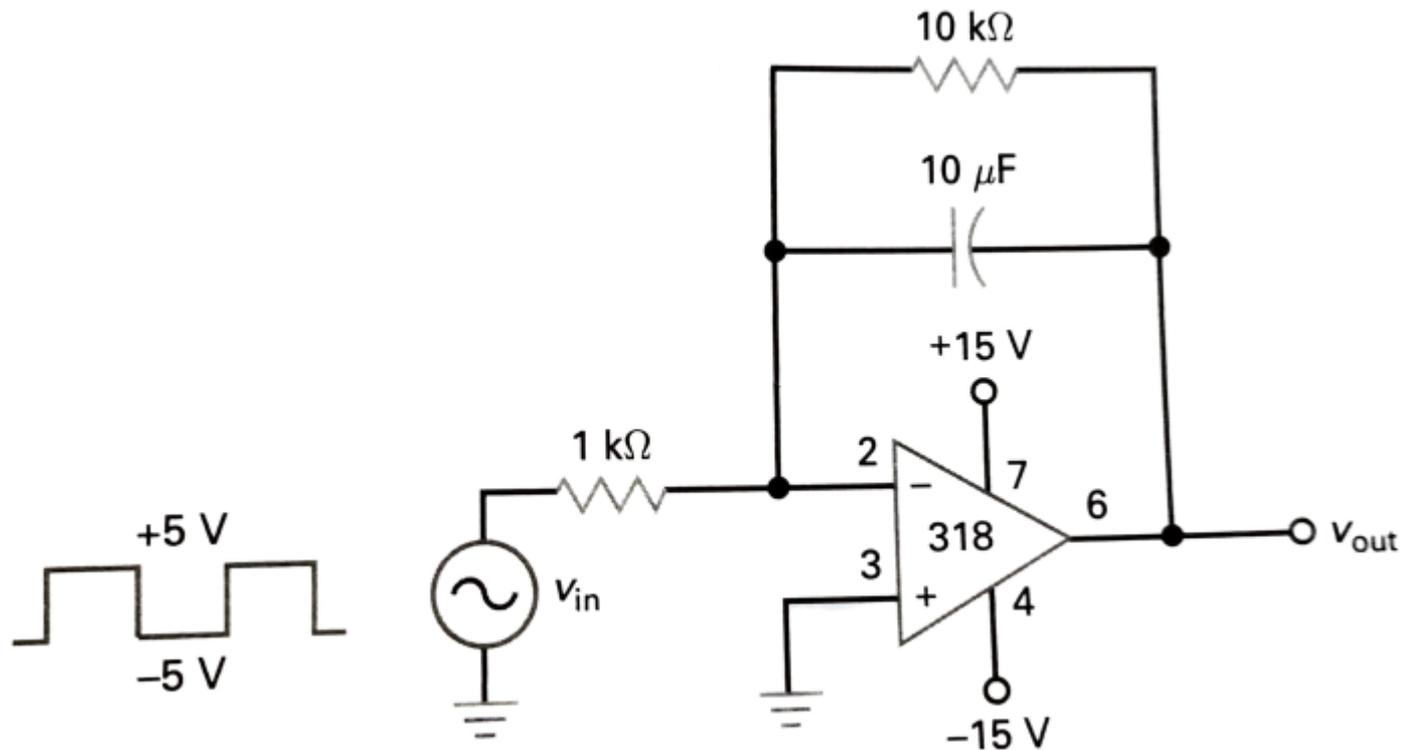


Integrador



Integrador

$$V_{\text{out(pp)}} = \frac{5\text{V}}{2(1\text{ kHz})(1\text{ k}\Omega)(10\ \mu\text{F})} = 0,25\text{Vpp}$$

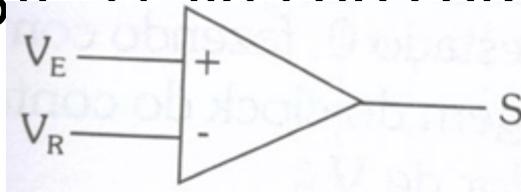


Conversor de Tensão em Frequência

- Este circuito produz em sua saída um trem de pulsos cuja frequência é proporcional à tensão aplicada em sua entrada.
- Pode ser utilizado em projeto de conversores A/D, interfaceamento de circuitos de aquisição de dados com computadores, ou ainda no projeto de instrumentos digitais (voltímetro).
- A frequência de saída é uma função linear da tensão de entrada. Se uma dobra a outra dobra também, por exemplo.

Conversor de Tensão em Frequência

- Converte tensões positivas em frequências;
- Se uma tensão CC positiva é aplicada na entrada:
 - A saída do integrador será uma rampa negativa;
 - Esta saída é aplicada no amp op **comparador** ;
 - Uma das tensões comparadas vale, nesse exemplo, $-7.5V$ (queda em $1k\Omega$), entrando na entrada não inversora.
- Quando a rampa da saída do integrador cai abaixo de $-7.5V$, a saída do comparador será positiva.

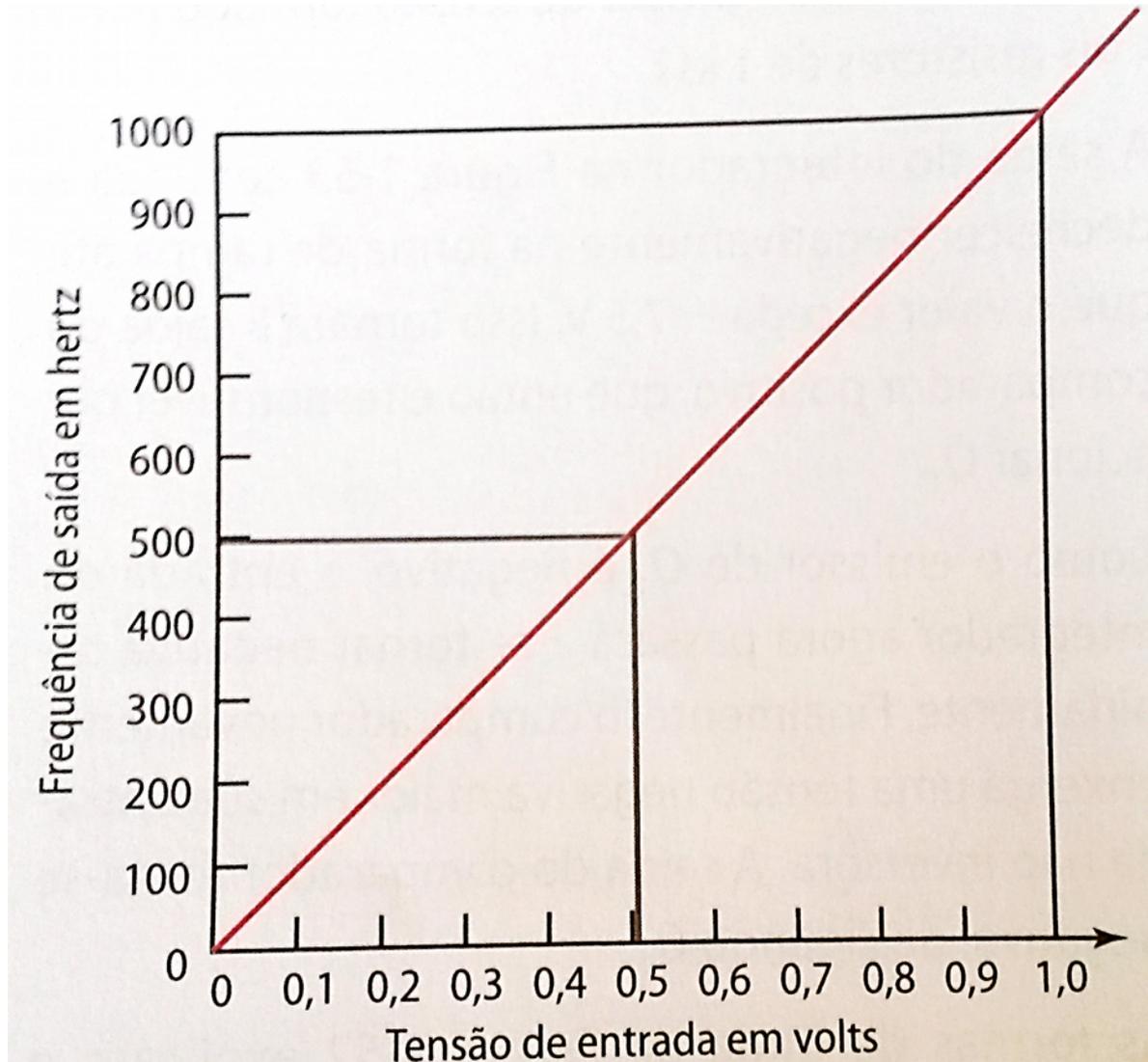


$$V_R < V_E \rightarrow S = 1$$
$$V_R \geq V_E \rightarrow S = 0$$

Conversor de Tensão em Frequência

- Com a saída do comparador positiva, o transistor Q_1 é polarizado.
- Como a entrada no emissor é negativa a saída no coletor (entrada do integrador) ficará negativa de modo que a saída do integrador será mais positiva que a entrada não inversora do comparador (-7,5V).
- A saída do comparador fica negativa desligando Q_1 .

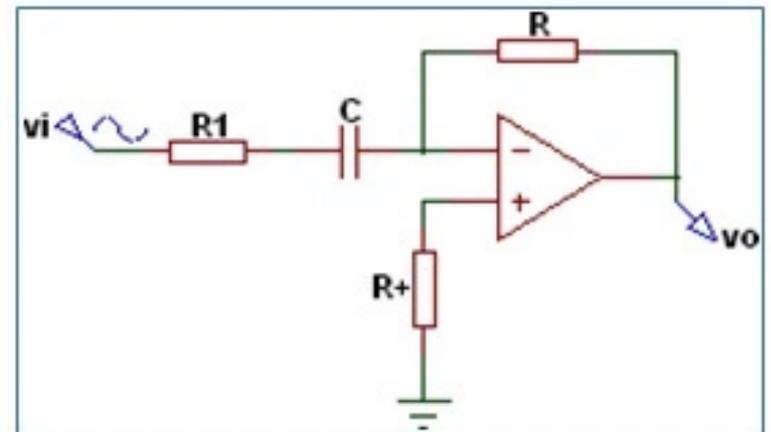
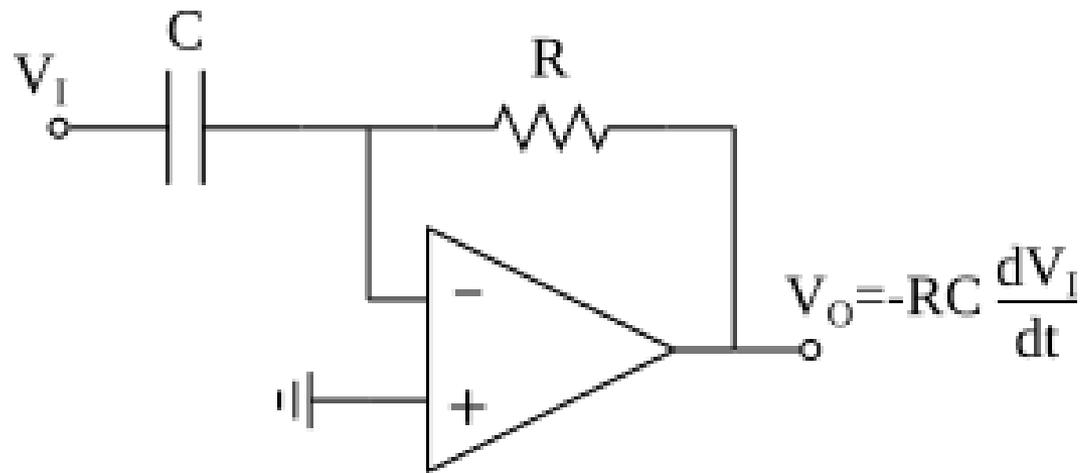
Conversor de Tensão em Frequência



Conversor de Tensão em Frequência

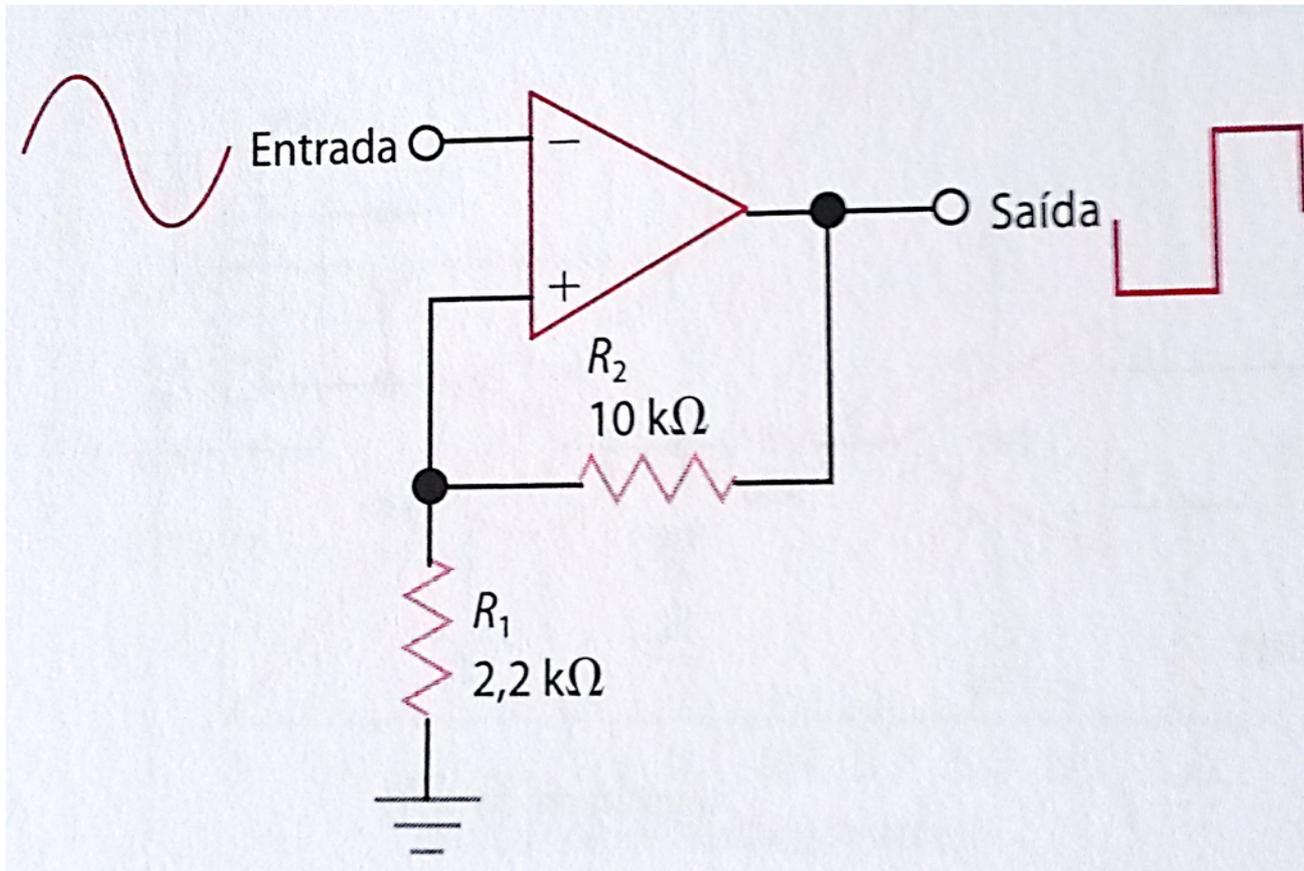
- **Qual o porquê da relação de proporcionalidade entre tensão e frequência?**
 - A corrente de entrada (resistor de $12\text{k}\Omega$) que carrega o capacitor aumenta proporcionalmente ao aumento da tensão de entrada.
 - Quanto maior essa corrente menor o tempo de carga do capacitor.
 - Assim a saída do integrador atinge -7.5V em menos tempo ativando o comparador mais rapidamente.

Amplificador Diferenciador



Schmitt Trigger

- Realimentação positiva;
- É um comparador com dois valores limites;



Schmitt Trigger

- Considere que o amp op é alimentado com $\pm 20V$ com saída máxima de $\pm 18V$;
- A entrada não inversora recebe a tensão resultante da divisão ocorrida em R_1 e R_2 ;
- Quando saída é \max_+ o divisor de tensão fornecerá o ponto limite superior (UTP – Upper Threshold Point):

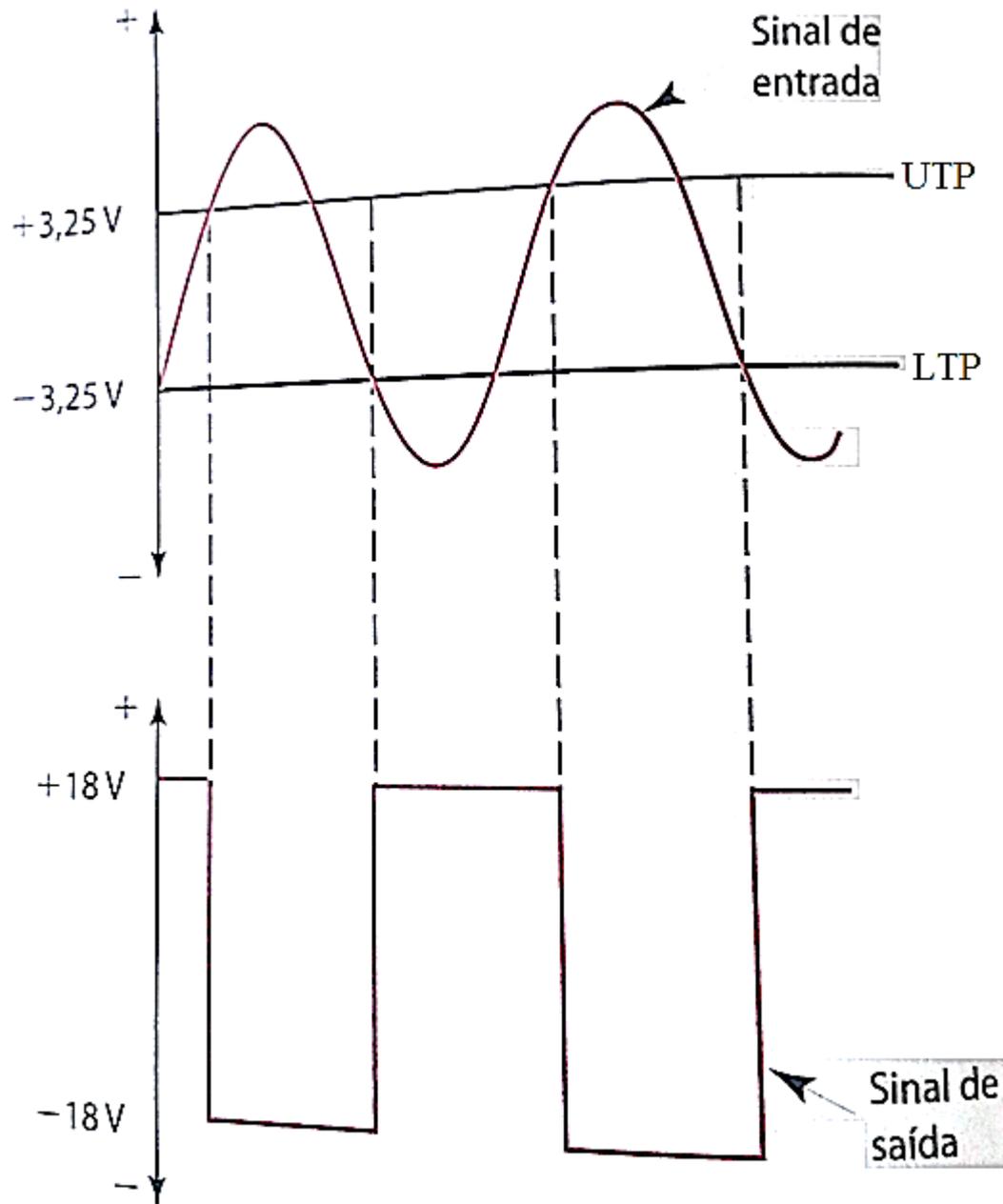
$$\begin{aligned} \text{UTP} &= V_{\max} \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \\ &= +18V \left(\frac{2,2 \text{ k}\Omega}{2,2 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right) \\ &= +3,25V \end{aligned}$$

Schmitt Trigger

- Quando saída é max_ o divisor de tensão fornecerá o ponto limite inferior (LTP - Lower Threshold Point):

$$\begin{aligned} \text{LTP} &= V_{\min} \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \\ &= -18 \text{ V} \left(\frac{2,2 \text{ k}\Omega}{2,2 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right) \\ &= -3,25 \text{ V} \end{aligned}$$

Schmitt Trigger

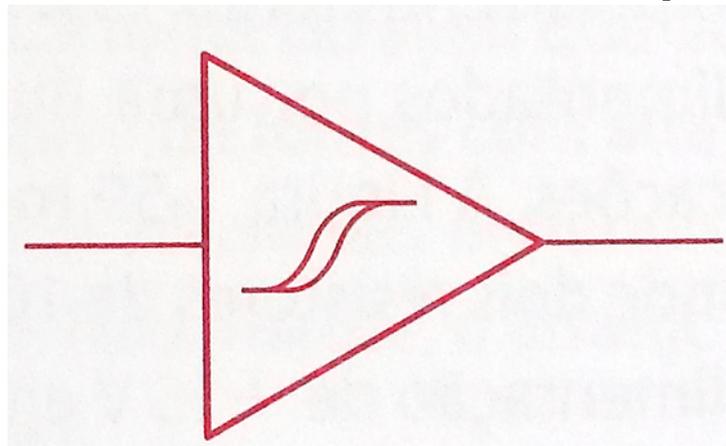


Schmitt Trigger

- Quando o UTP é alcançado (levemente maior) pelo sinal de entrada a entrada inversora se torna maior que a não inversora (que está em +3.25V) e a saída vai para -18V. Assim a entrada não inversora passa a valer -3.25V.
- Somente quando a entrada inversora tiver um sinal mais negativo que -3.25V (LTP) que a saída do amp op assumirá +18V fazendo a entrada não inversora ir para +3.25V.

Schmitt Trigger

- A diferença entre o UTP e o LTP é chamado de **Histerese**.
- Nesse caso: $Histerese = +3.25 - (-3.25) = 6,5 \text{ V}$.
- Por isso, o símbolo do Shimitt Trigger apresenta o símbolo da histerese diferenciando-o de outros amplificadores.



Schmitt Trigger

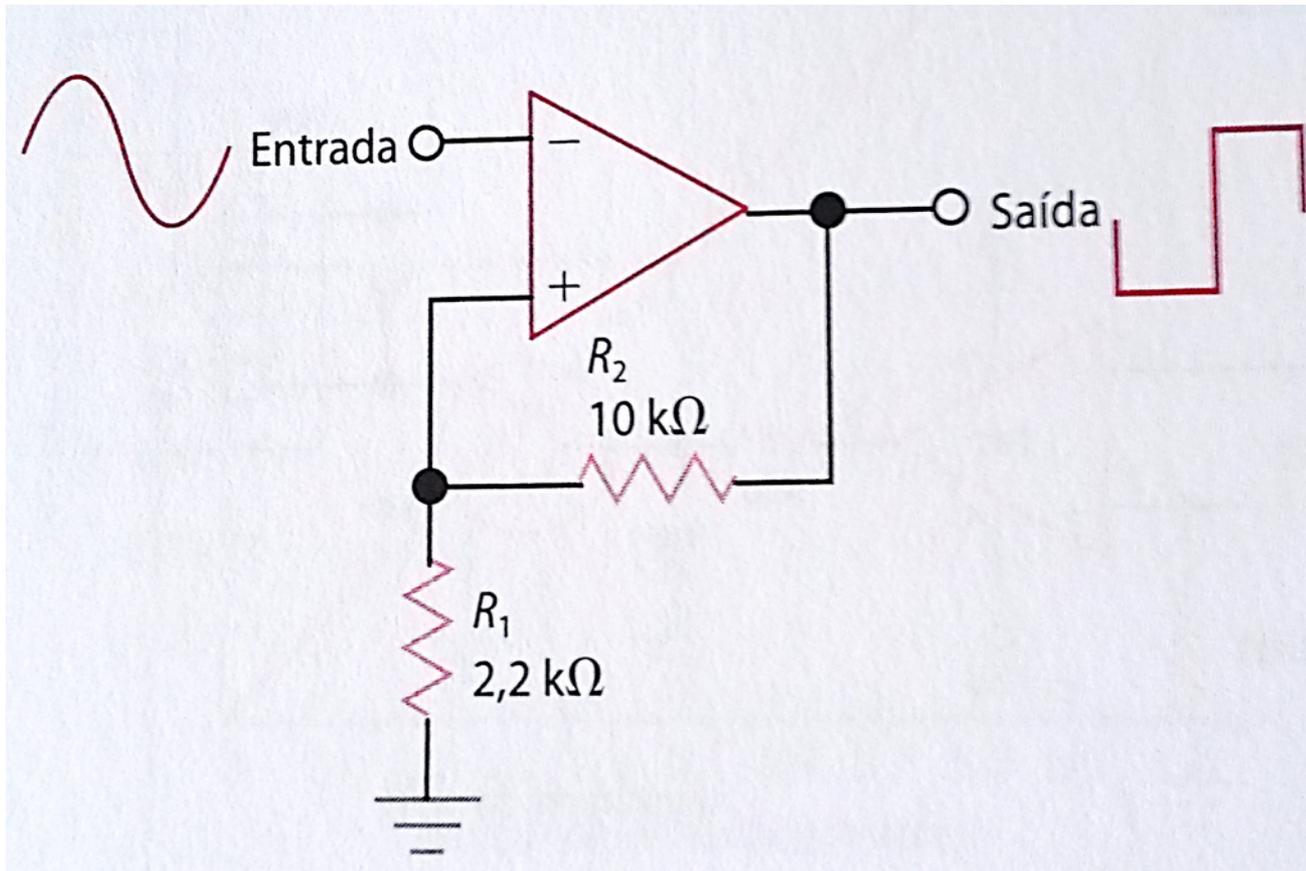
- Exemplo: Calcule a tensão de histerese para um circuito semelhante ao da seguinte figura considerando que a tensão de alimentação é de $\pm 9V$ com saída máxima de $\pm 8V$.

$$UTP = +8 \times \frac{2.2k\Omega}{2.2k\Omega + 10k\Omega} = 1.44V$$

$$LTP = -8V \times \frac{2.2k\Omega}{2.2k\Omega + 10k\Omega} = -1.44V$$

$$\text{Histerese} = 1.44 - (-1.44) = 2.88V$$

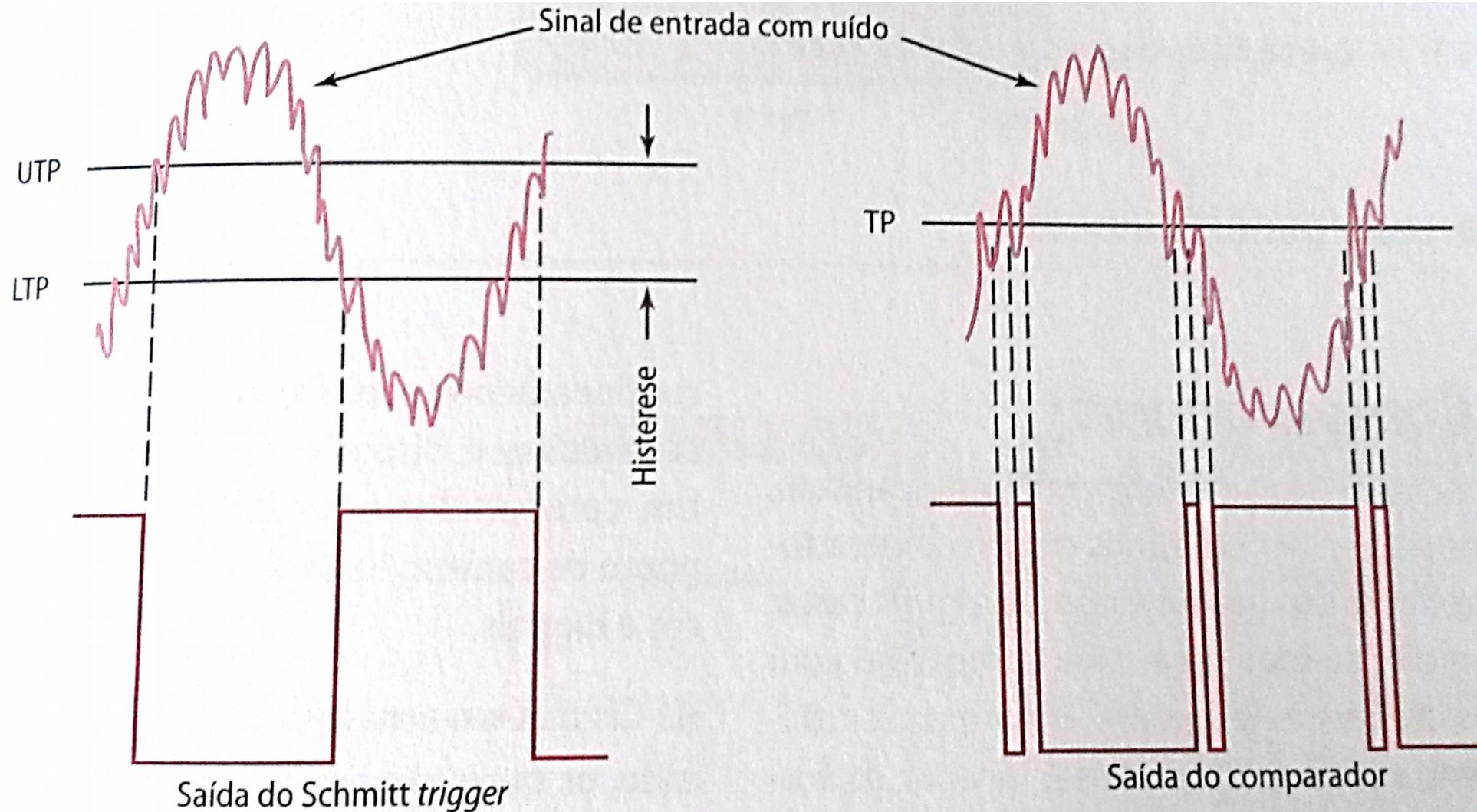
Schmitt Trigger



Schmitt Trigger

- A histerese é importante em circuitos condicionadores de sinais com ruídos. Veja a diferença entre usar um Shimit Trigger e um comparador normal em relação à saída de cada um:

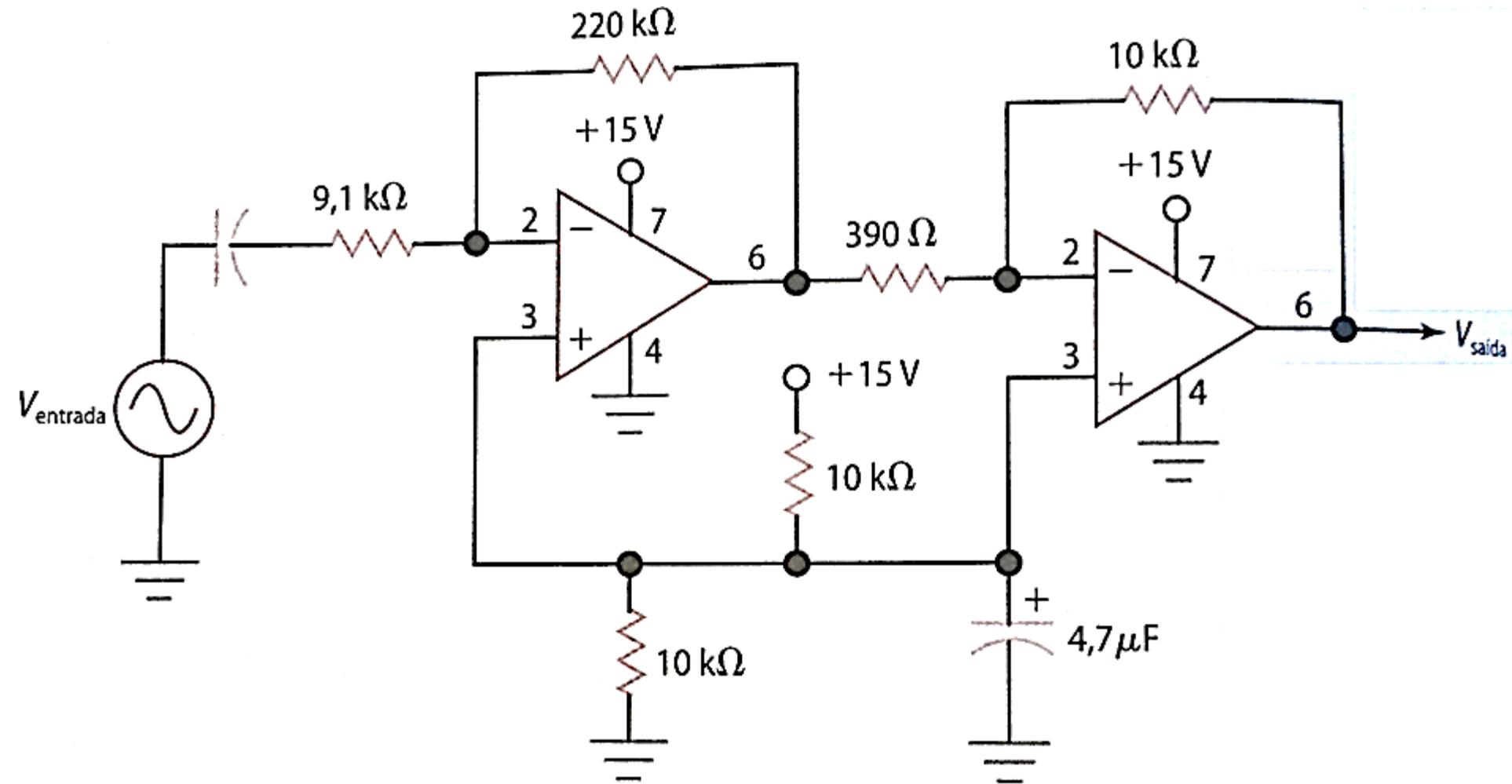
Schmitt Trigger



Circuito com uma única fonte

- O circuito abaixo ilustra uma fonte de +15V tendo sua tensão dividida por resistores de $10\text{k}\Omega$ (+7.5V) e posteriormente aplicada nas entradas não inversoras de dois amp ops.
- Quando não há entrada inversora a saída de ambos é +7.5V. Quando há sinal de entrada as saídas podem ir de +1V a +14V.
- As entradas inversoras e não inversoras se encontram no potencial de +7.5V (sem terra virtual).

Circuito com uma única fonte



Circuito com uma única fonte

- O capacitor de desvio serve para desviar ruídos da fonte (curto para altas frequências).