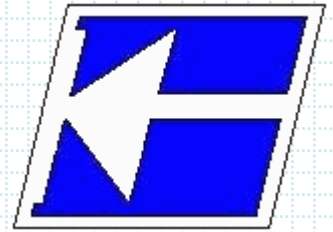


Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Osciladores e Multivibradores



Revisão de Amplificadores Operacionais e Polarização de Transistores

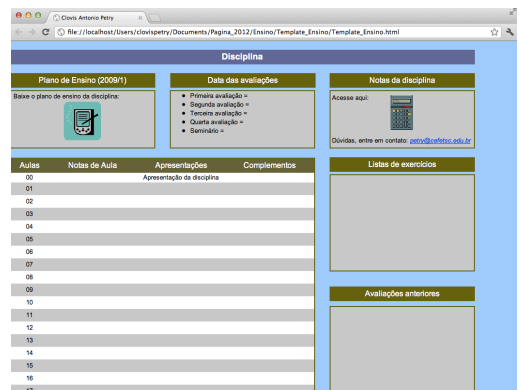
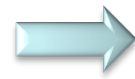
Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, outubro de 2012.

Bibliografia para esta aula



www · ProfessorPetry · com · br



The screenshot shows a web browser window displaying a course page. The page has a blue header and a white main content area. The title is 'Disciplina'. Below the title, there are three main sections: 'Plano de Ensino (2009/1)', 'Data das avaliações', and 'Notas da disciplina'. The 'Plano de Ensino' section includes a download icon and a list of evaluation dates. The 'Data das avaliações' section lists the dates of the first, second, third, and fourth evaluations. The 'Notas da disciplina' section includes a download icon and a link to contact the professor. Below these sections is a table with columns for 'Aulas', 'Notas de Aula', 'Apresentações', 'Complementos', and 'Listas de exercícios'. The table has 17 rows, with the first row containing the number '00' and the rest of the rows containing the numbers '01' through '17'. To the right of the table is a section for 'Avaliações anteriores'.

Polarização de transistores:

1. Configuração emissor-comum com polarização fixa;
2. Polarização de emissor;
3. Polarização por divisor de tensão;
4. Realimentação do coletor.

Amplificadores operacionais:

1. Operação;
2. Circuitos práticos;
3. Resposta em frequência;
4. Exercícios.

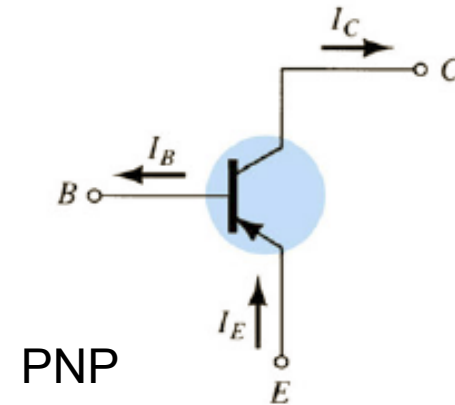
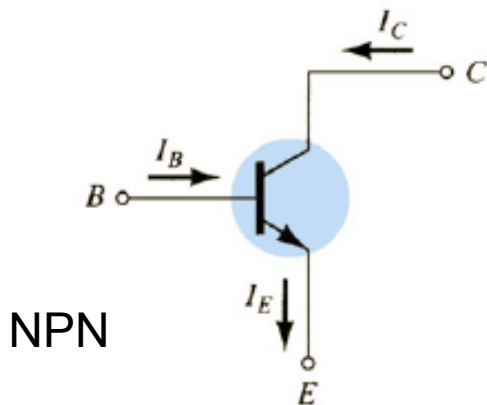
Relações básicas no transistor:

- Tensão base-emissor;
- Corrente de emissor;
- Corrente de coletor;
- Ganho.

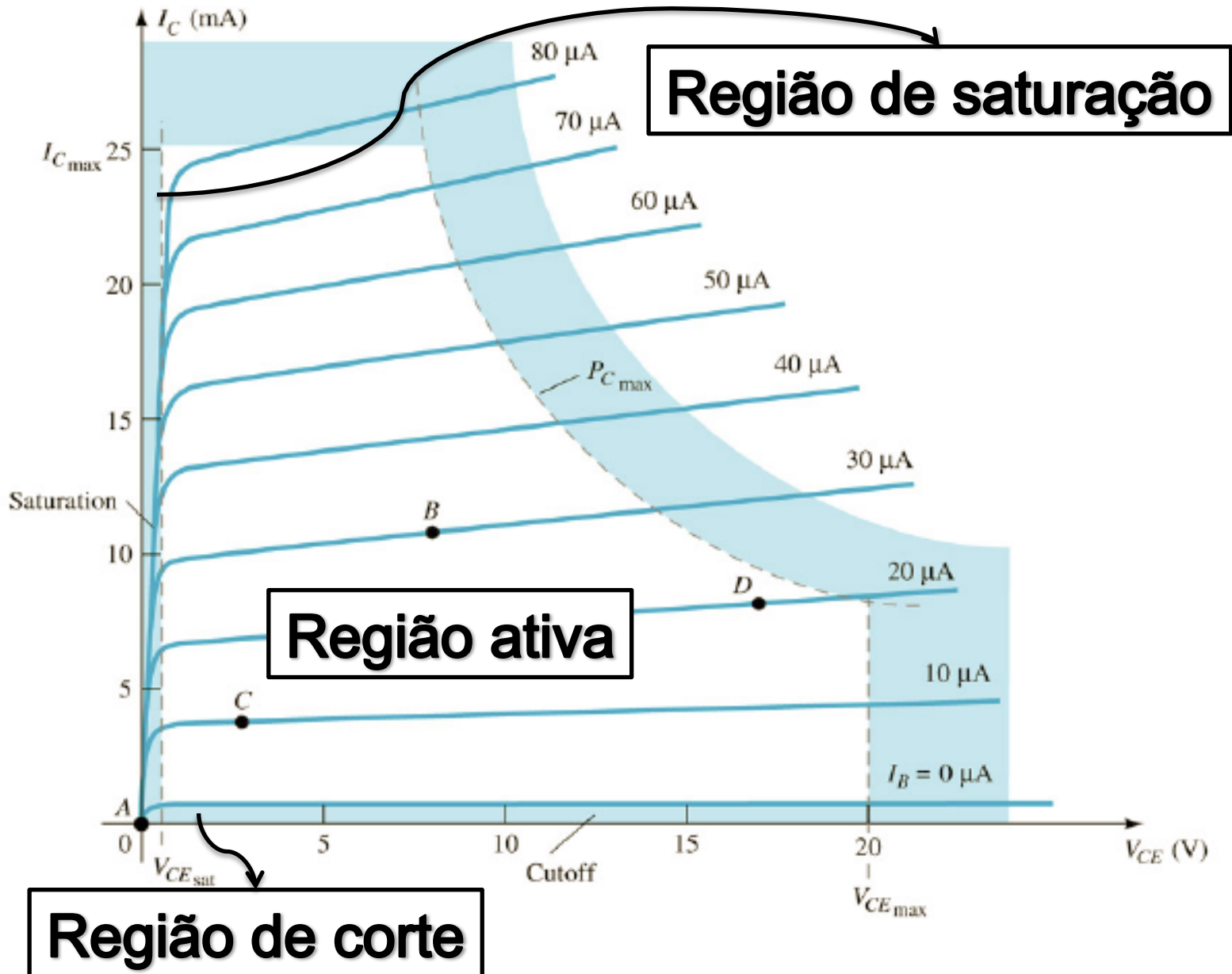
$$V_{BE} = 0,7V$$

$$I_E = (\beta + 1) \cdot I_B \cong I_C$$

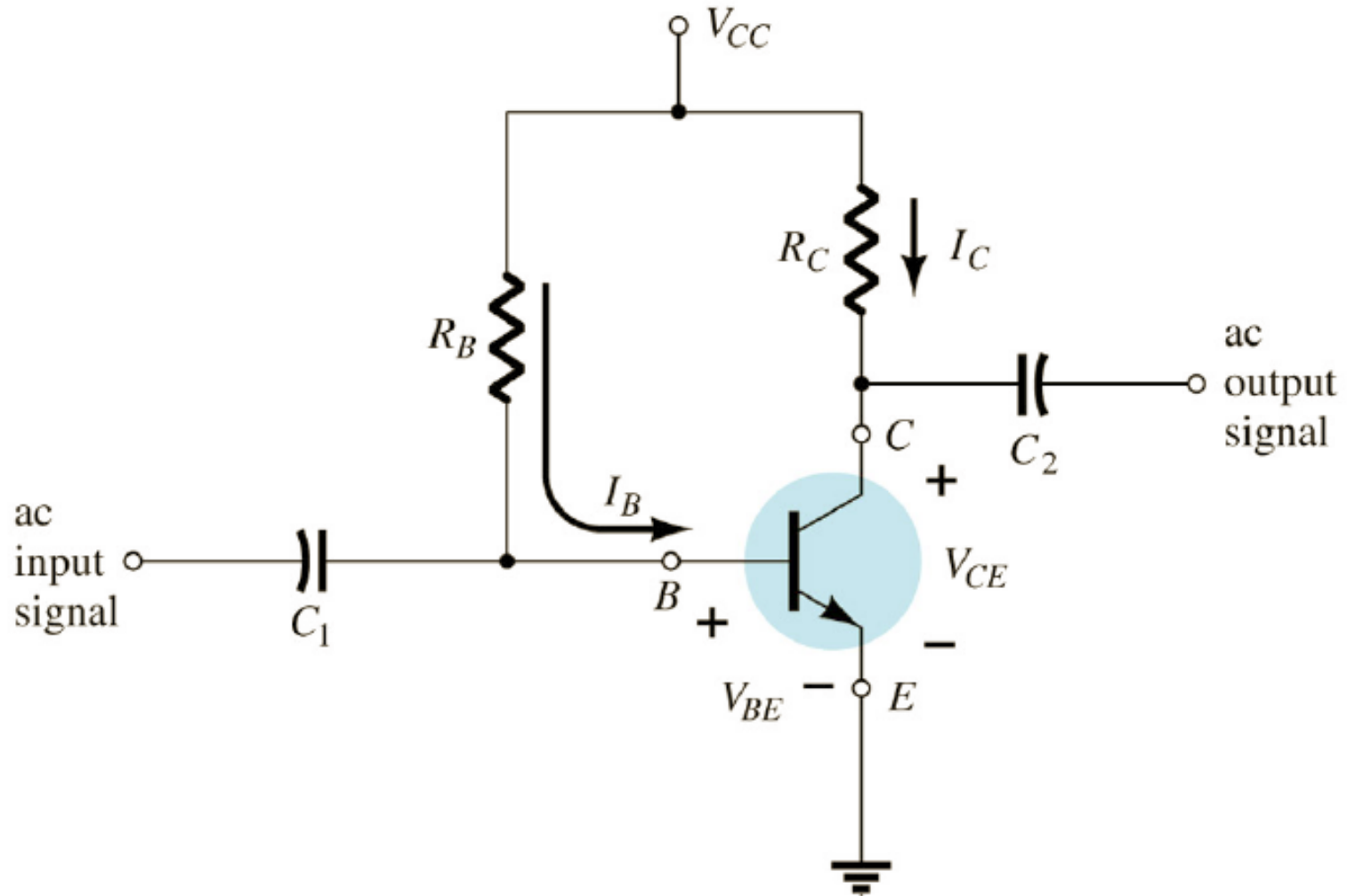
$$I_C = \beta \cdot I_B$$



Polarização de transistores – Região de operação

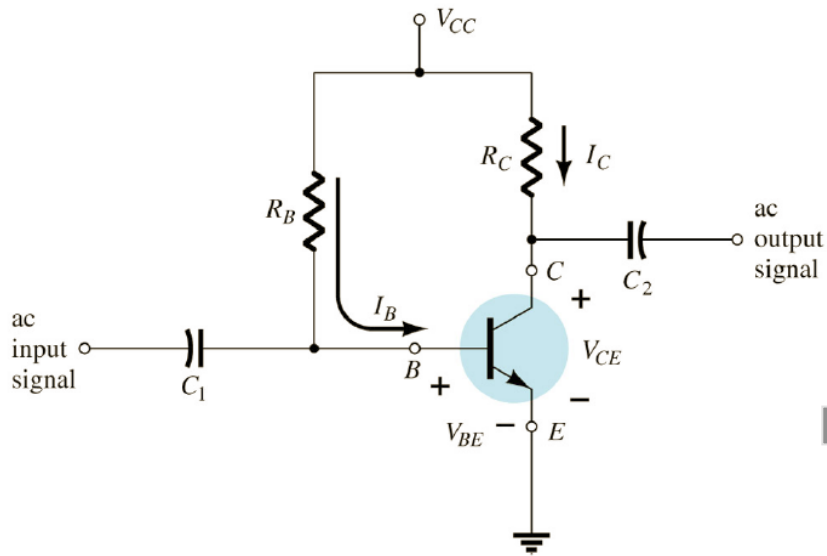


Polarização de transistores – Polarização fixa

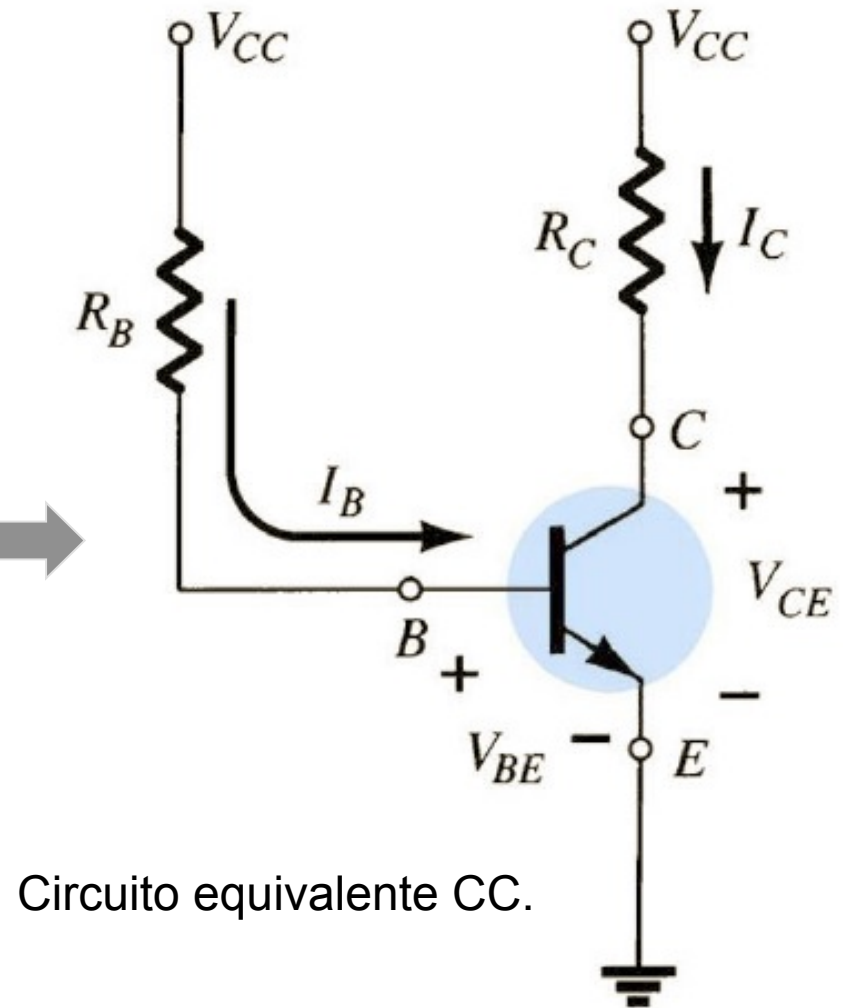


Exemplo de um amplificador transistorizado com polarização fixa.

Polarização de transistores – Polarização fixa

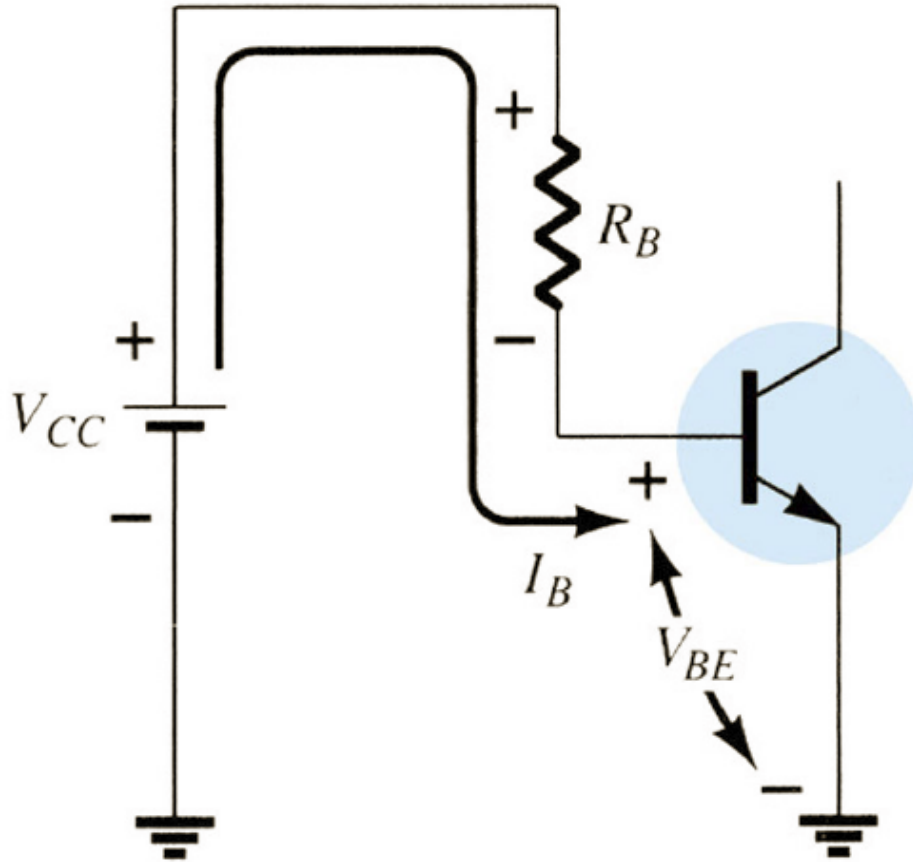


Circuito completo CC + CA.



Circuito equivalente CC.

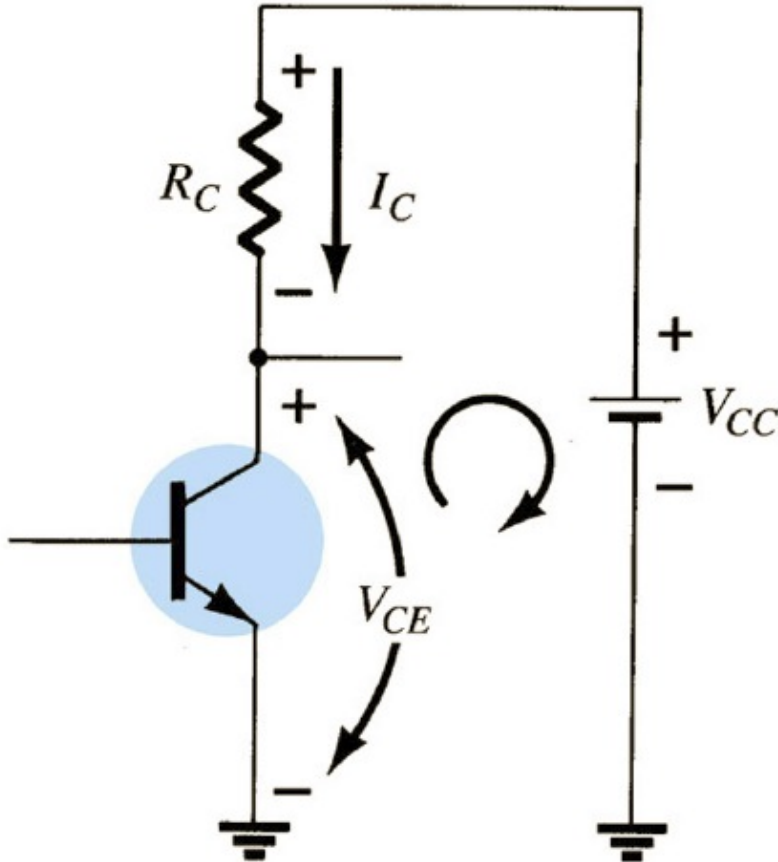
Polarização direta da junção base-emissor:



$$+V_{CC} - I_B \cdot R_B - V_{BE} = 0$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

Malha coletor-emissor:



$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$V_{CE} + I_C \cdot R_C - V_{CC} = 0$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$



Polarização de transistores – Polarização fixa

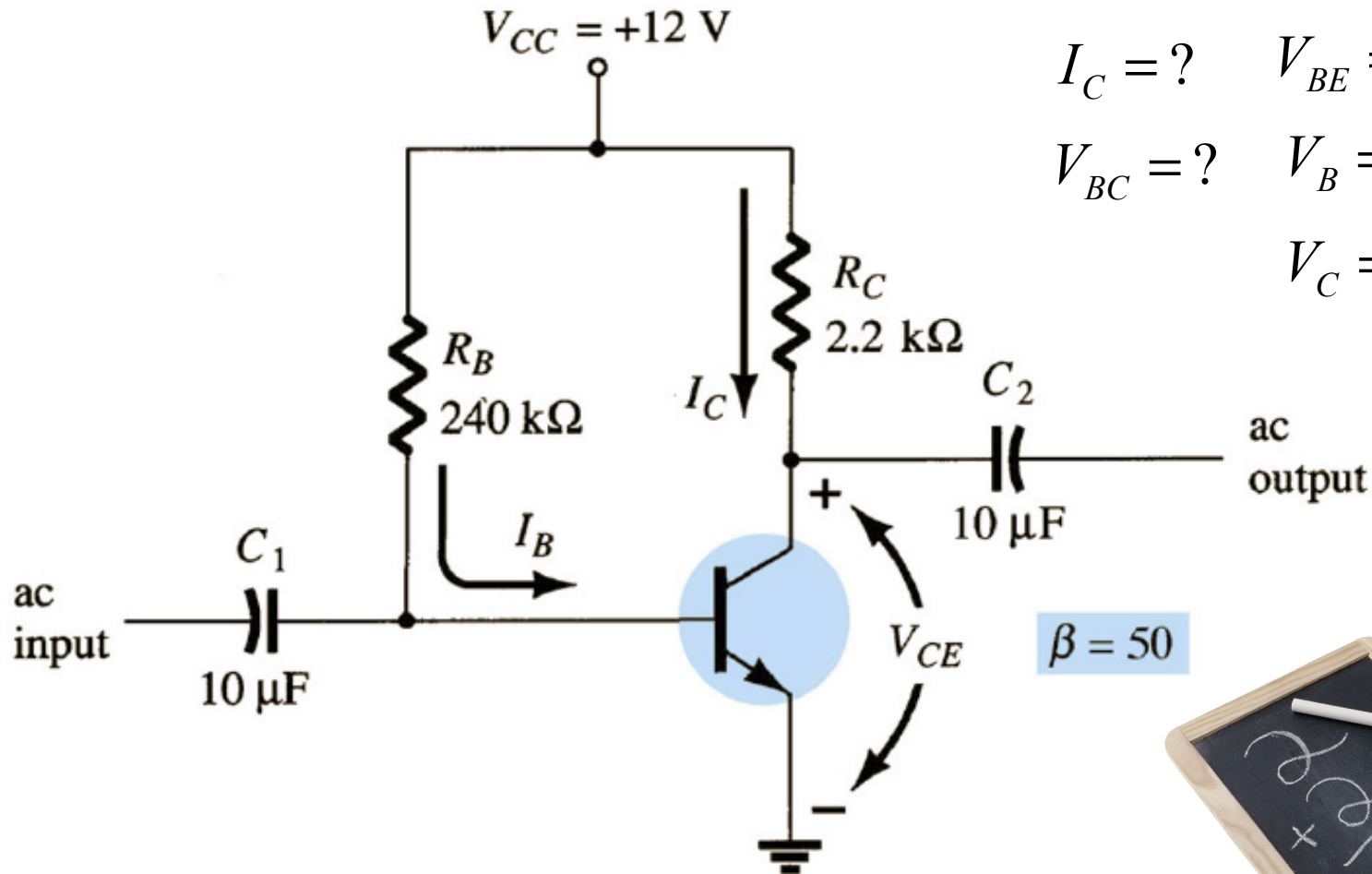
Exemplo:

$$I_B = ? \quad V_{CE} = ?$$

$$I_C = ? \quad V_{BE} = ?$$

$$V_{BC} = ? \quad V_B = ?$$

$$V_C = ?$$



Exemplo:

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12 - 0,7}{240k} = 47,08 \mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 50 \cdot 47,08 \mu = 2,35 mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 12 - 2,35m \cdot 2,2k = 6,83V$$

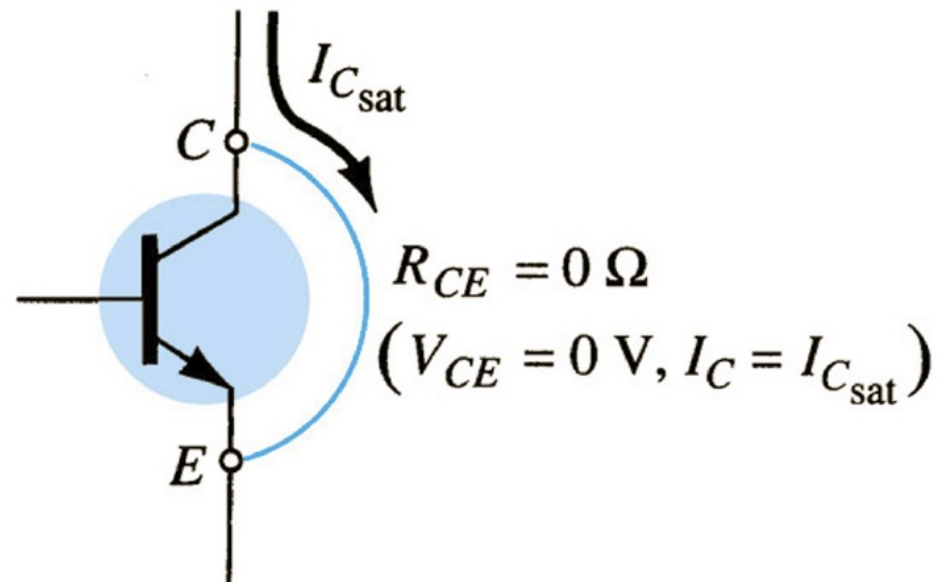
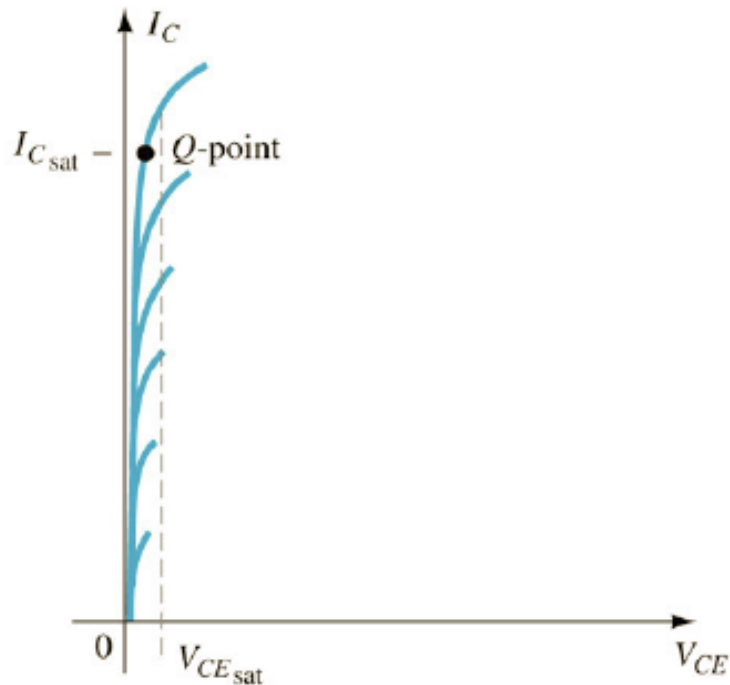
$$V_{BE} = V_B = 0,7V$$

$$V_{CE} = V_C = 6,83V$$

$$V_{BC} = V_B - V_C = 0,7 - 6,83 = -6,13V$$

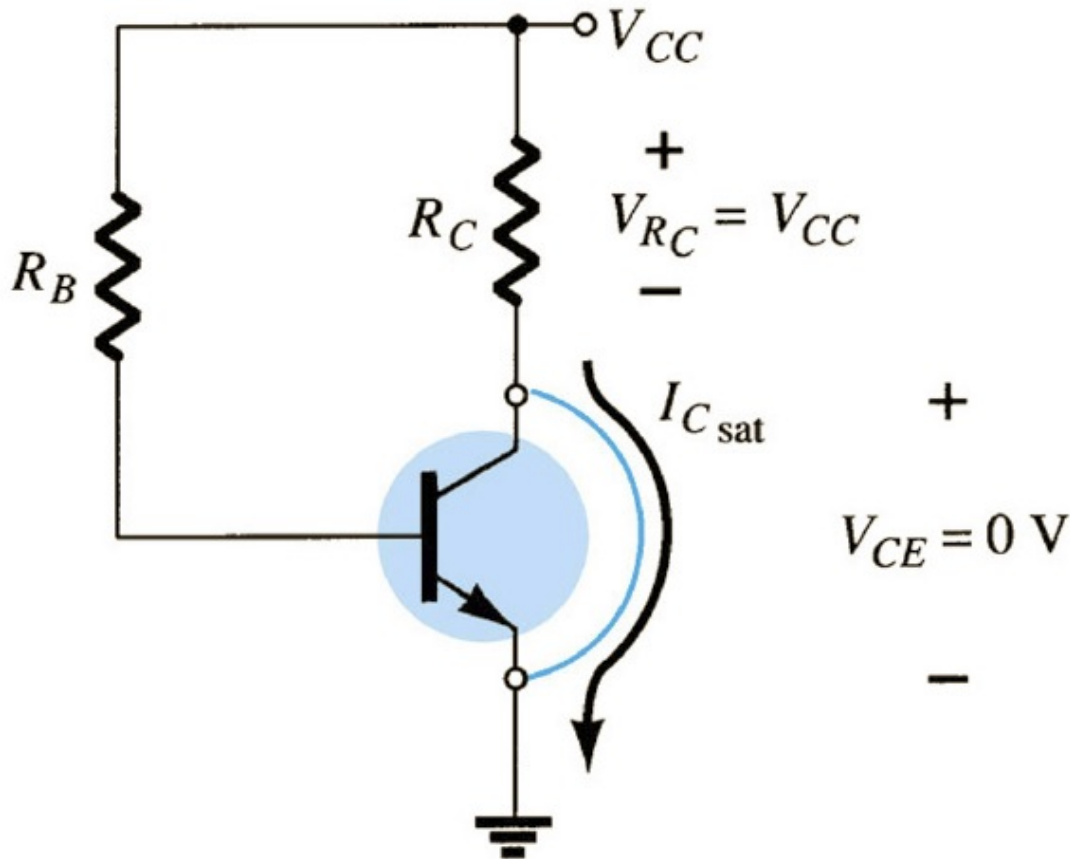


Saturação do transistor:



$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Saturação do transistor, exemplo:



$$I_{C\text{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$I_{C\text{sat}} = \frac{12}{2,2k}$$

$$I_{C\text{sat}} = 5,45\text{ mA}$$



Polarização de transistores – Tarefa

$$I_B = ?$$

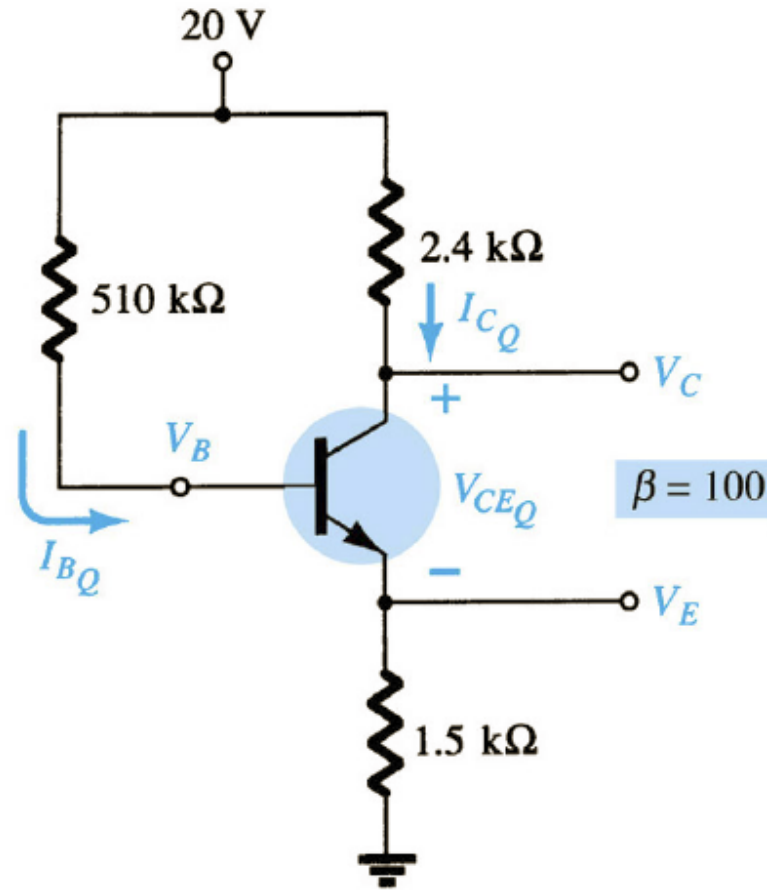
$$I_C = ?$$

$$V_{CE} = ?$$

$$V_C = ?$$

$$V_B = ?$$

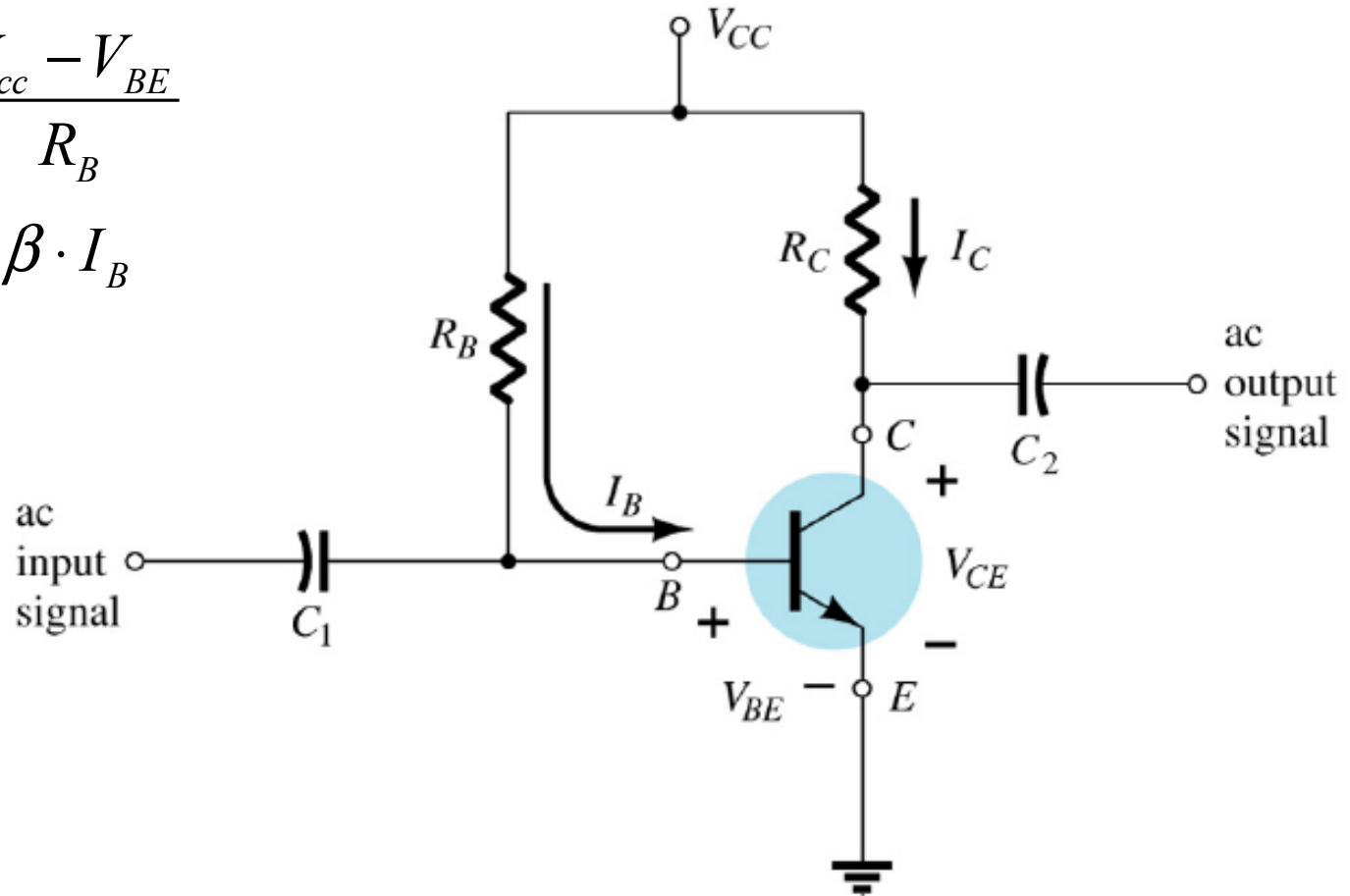
$$V_E = ?$$



Dependente do ganho (β)

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

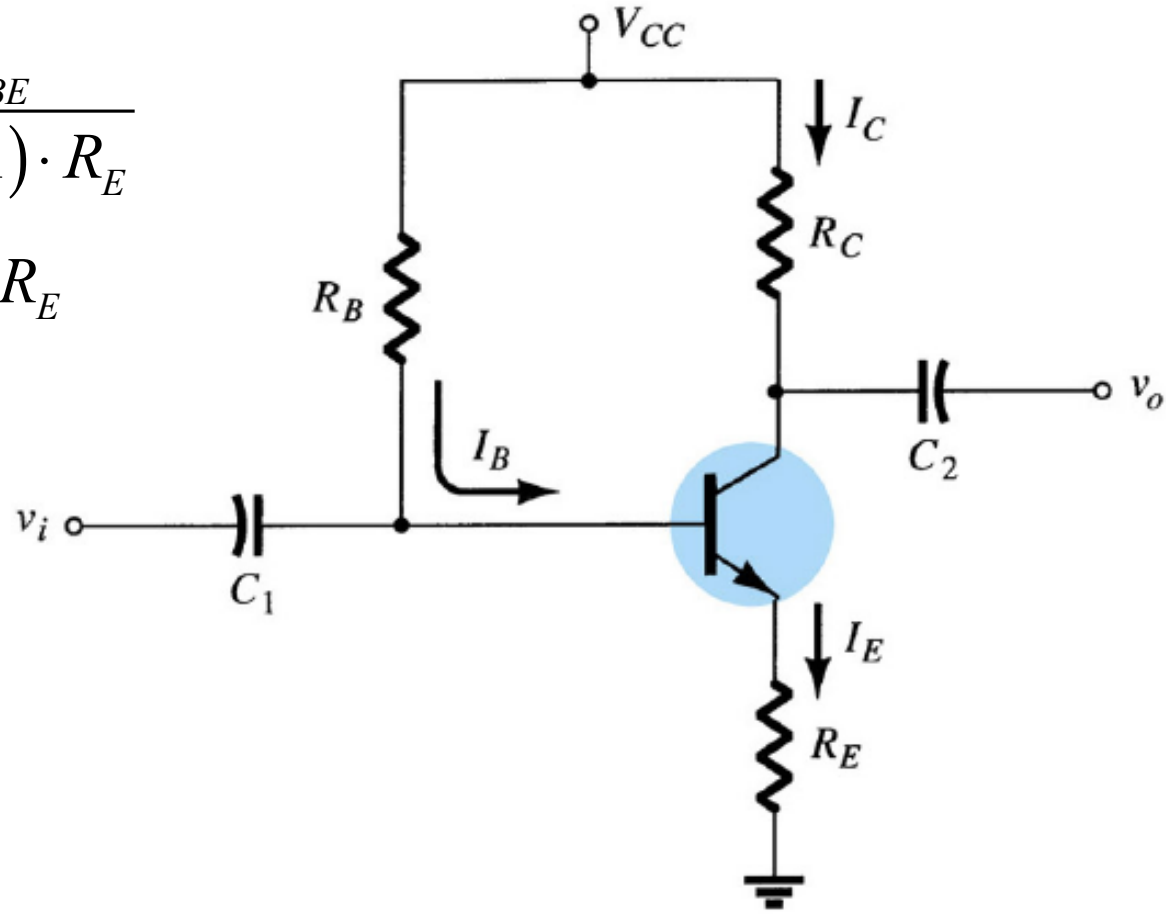


Melhora da estabilidade do emissor

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) \cdot R_E}$$

$$R_i = (\beta + 1) \cdot R_E$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

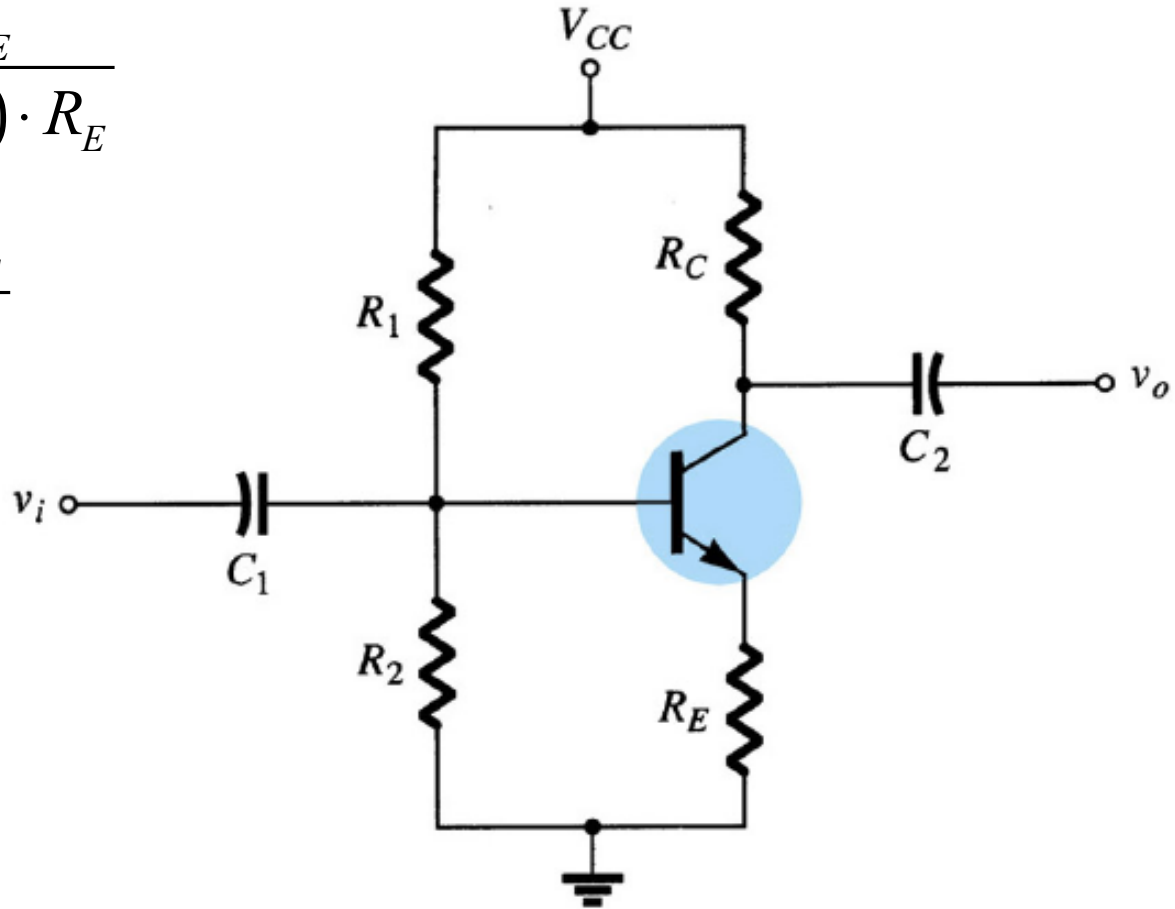


Independente do ganho (β)

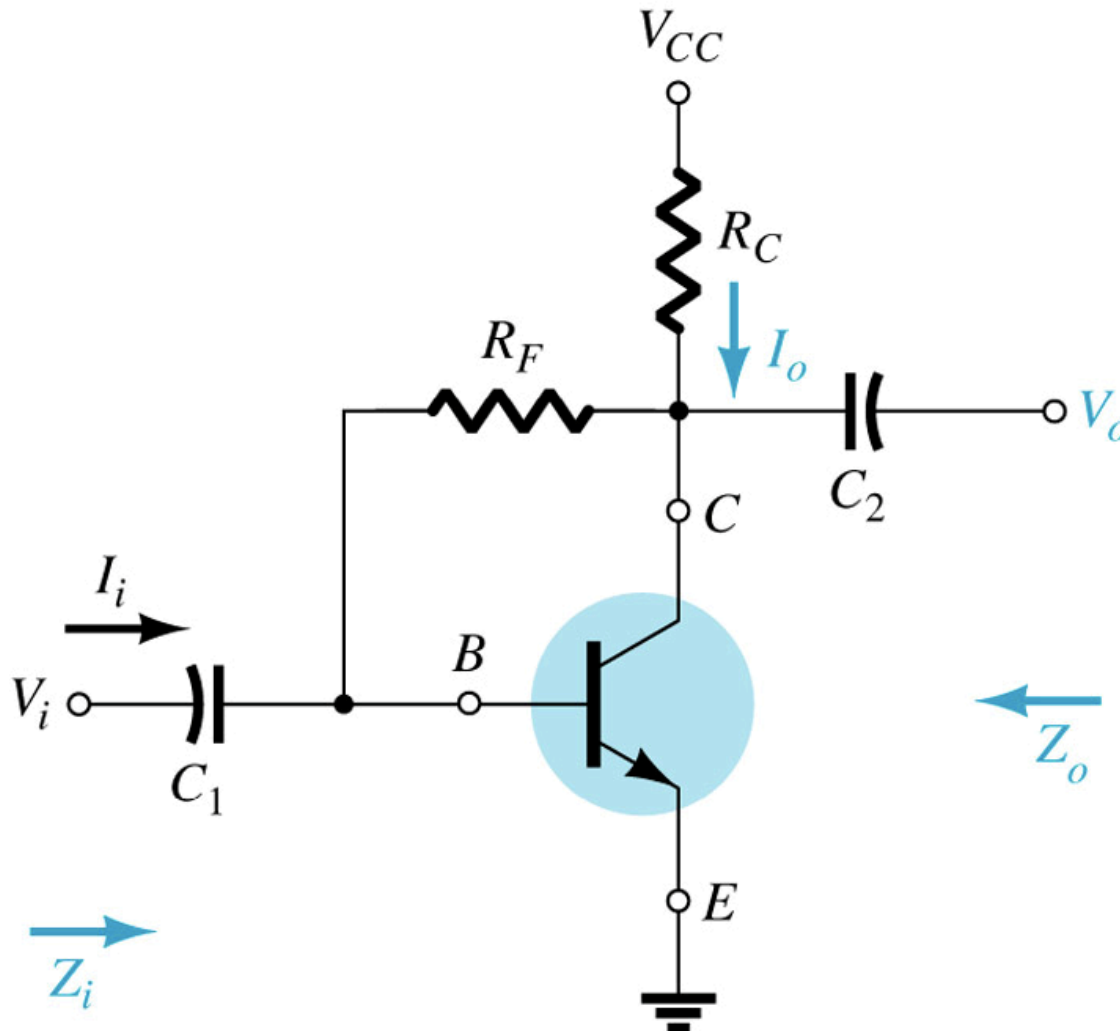
$$I_B = \frac{E_{TH} - V_{BE}}{R_{TH} + (\beta + 1) \cdot R_E}$$

$$E_{TH} = \frac{R_2 \cdot V_{CC}}{R_1 + R_2}$$

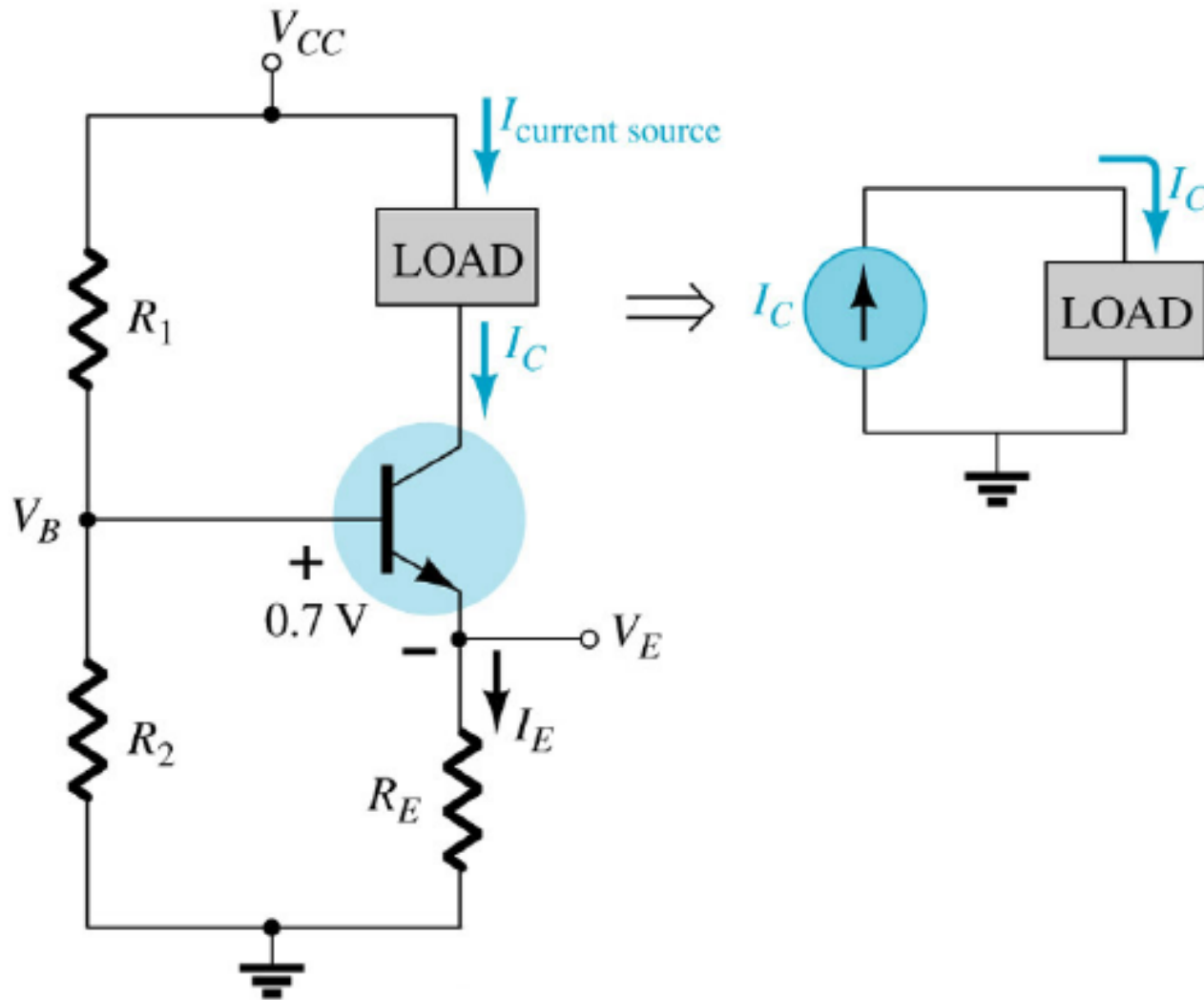
Tensão na base



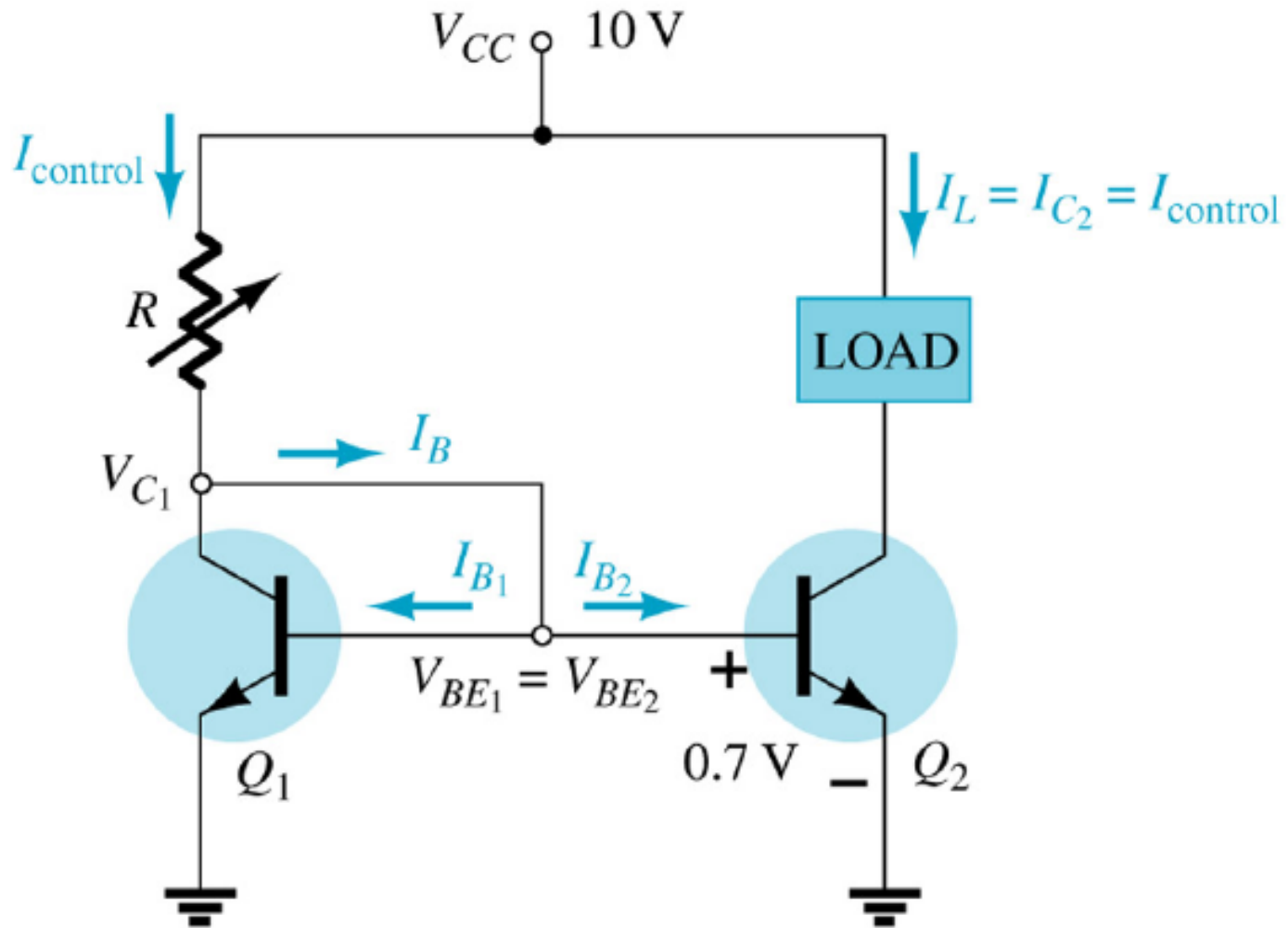
Aumento da estabilidade do sistema



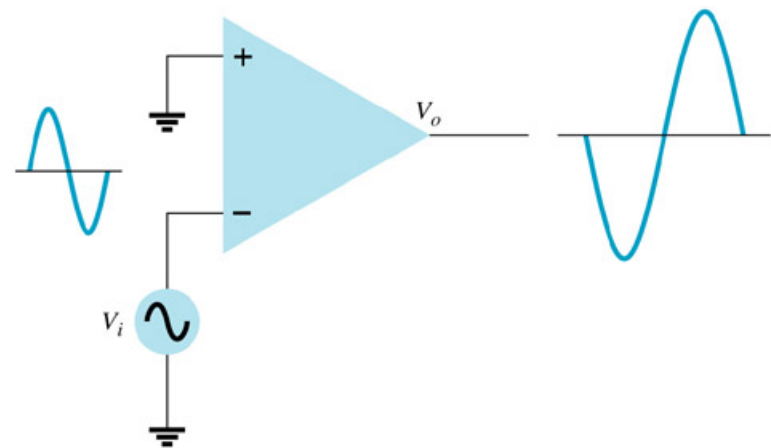
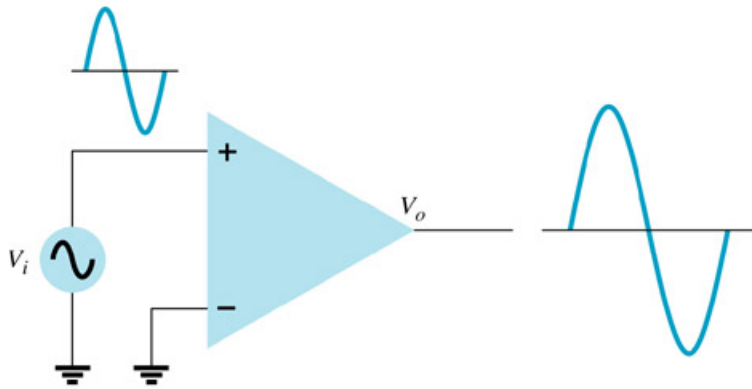
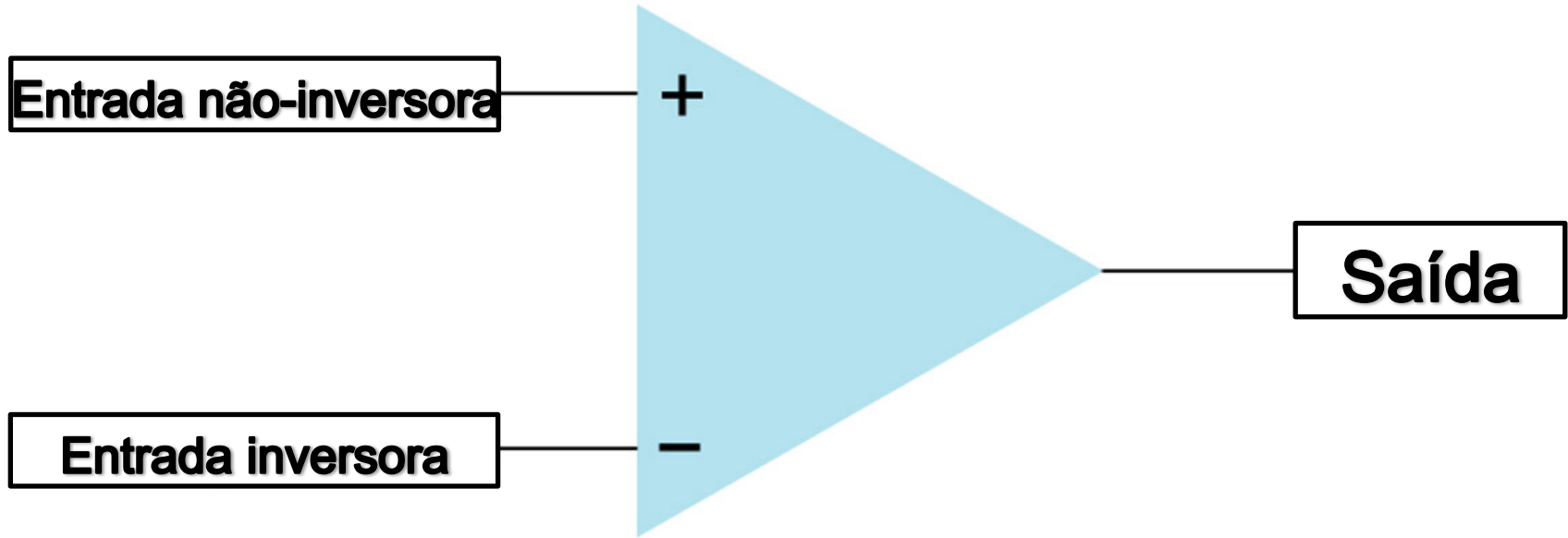
Polarização de transistores – Aplicações



Polarização de transistores – Aplicações

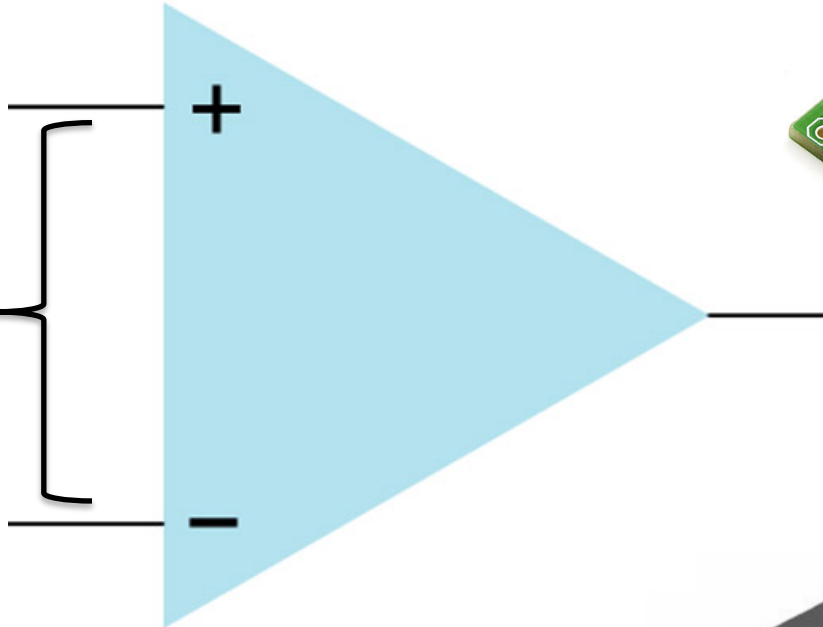


Amplificadores operacionais – Introdução



Amplificadores operacionais – Considerações

Corrente nula



Curto-circuito virtual

Corrente nula

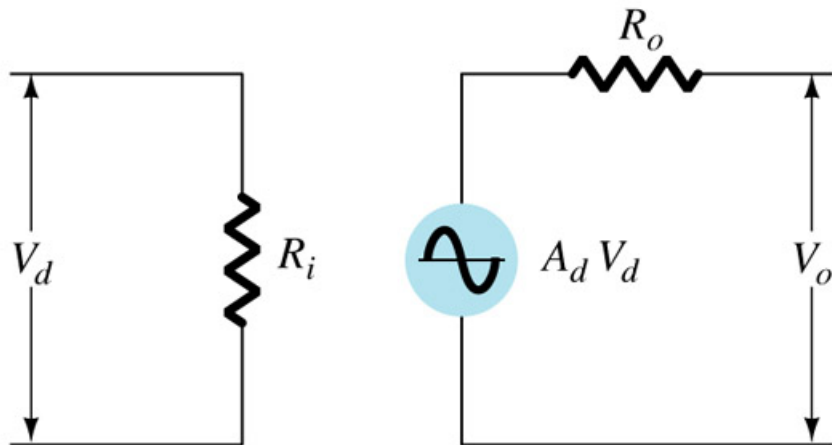
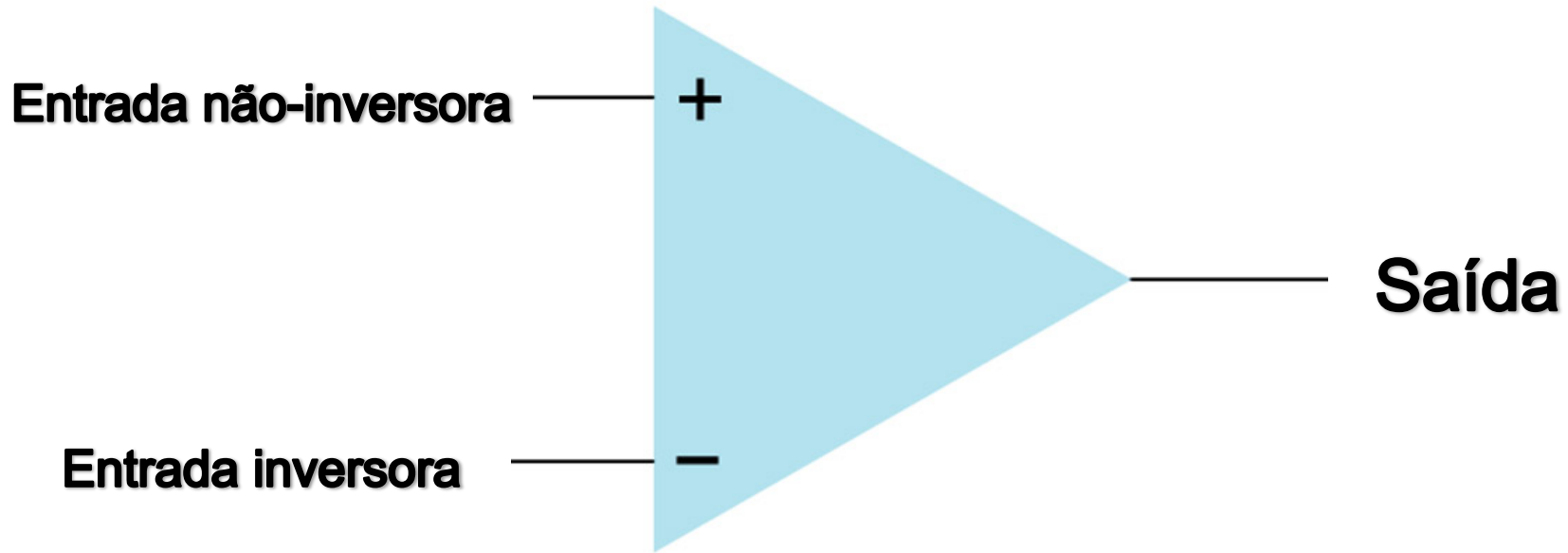


$$V_+ = V_-$$

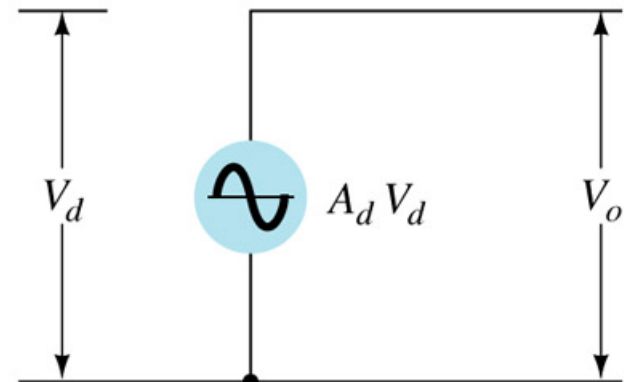
$$I_+ = 0$$

$$I_- = 0$$

Amplificadores operacionais – Operação

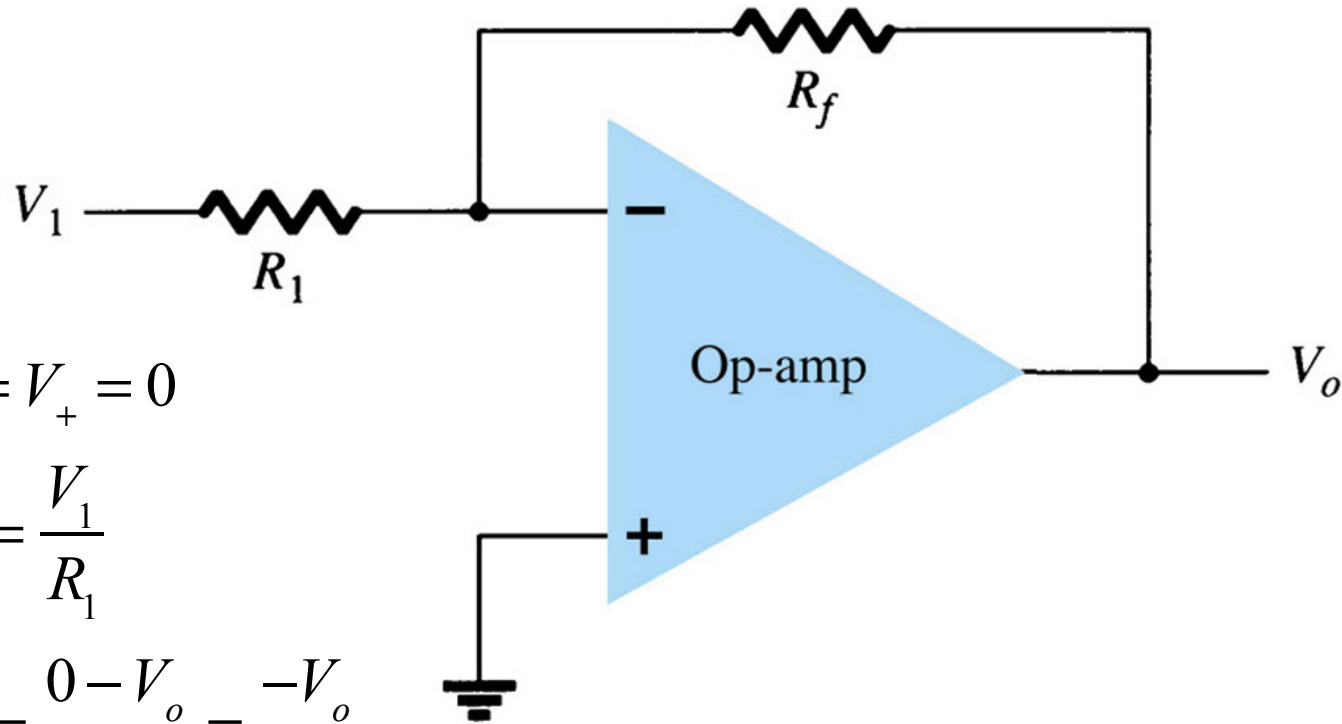


Modelo real



Modelo ideal

Amplificador inversor



$$V_- = V_+ = 0$$

$$I_{R1} = \frac{V_1}{R_1}$$

$$I_{Rf} = \frac{0 - V_o}{R_f} = \frac{-V_o}{R_f}$$

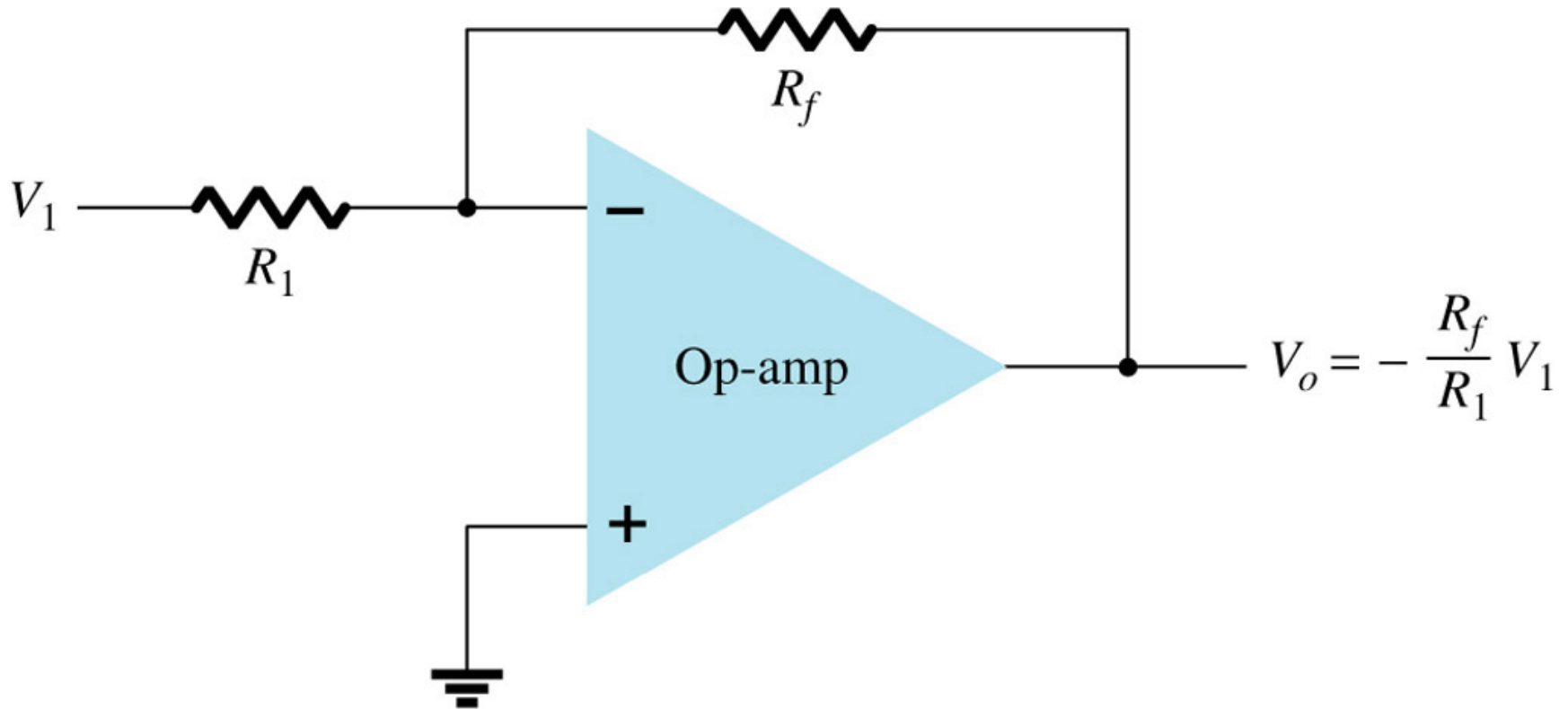
$$I_+ = I_- = 0$$

$$I_{R1} = I_{Rf}$$

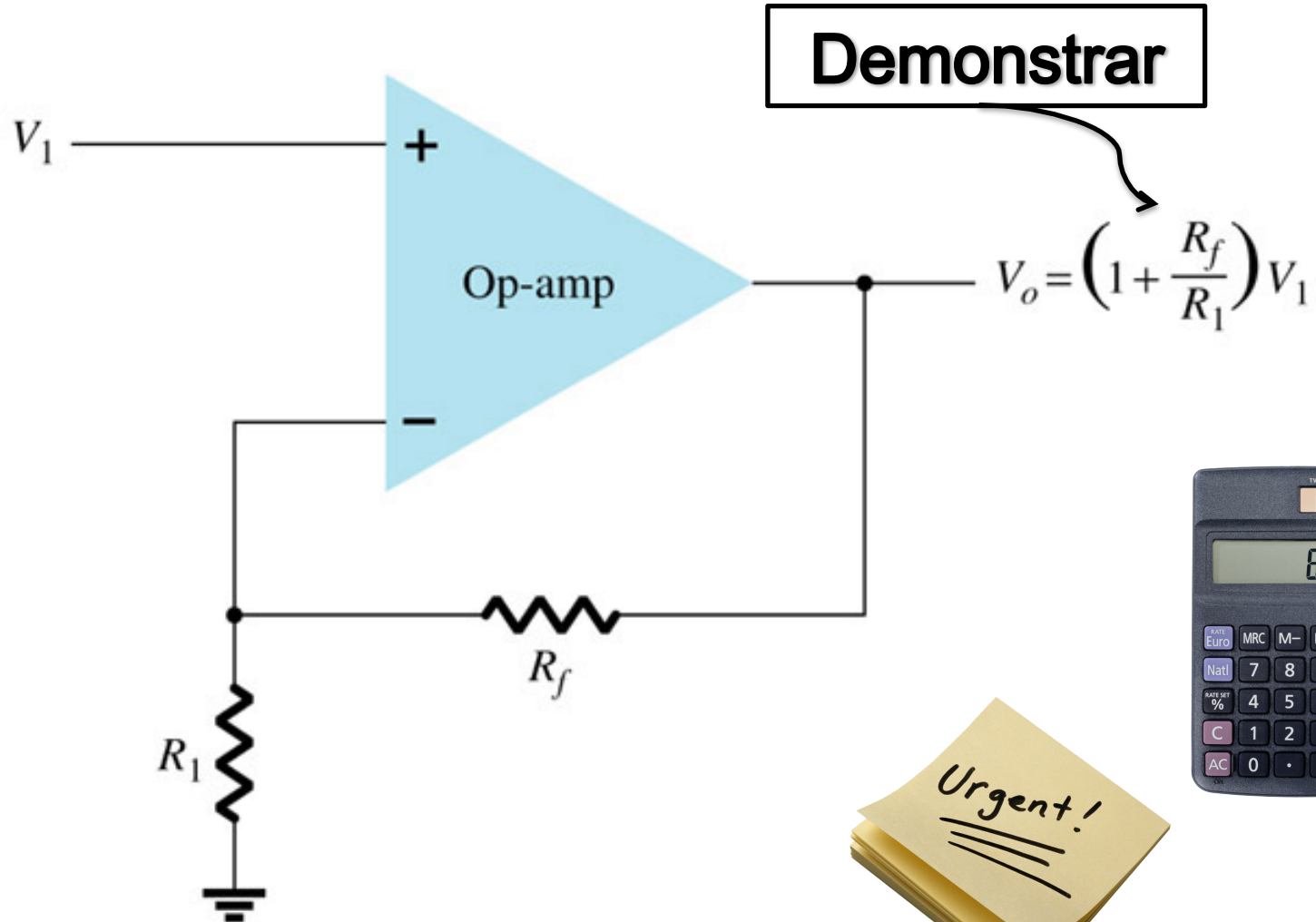
$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{-V_o}{R_f}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R_i}$$

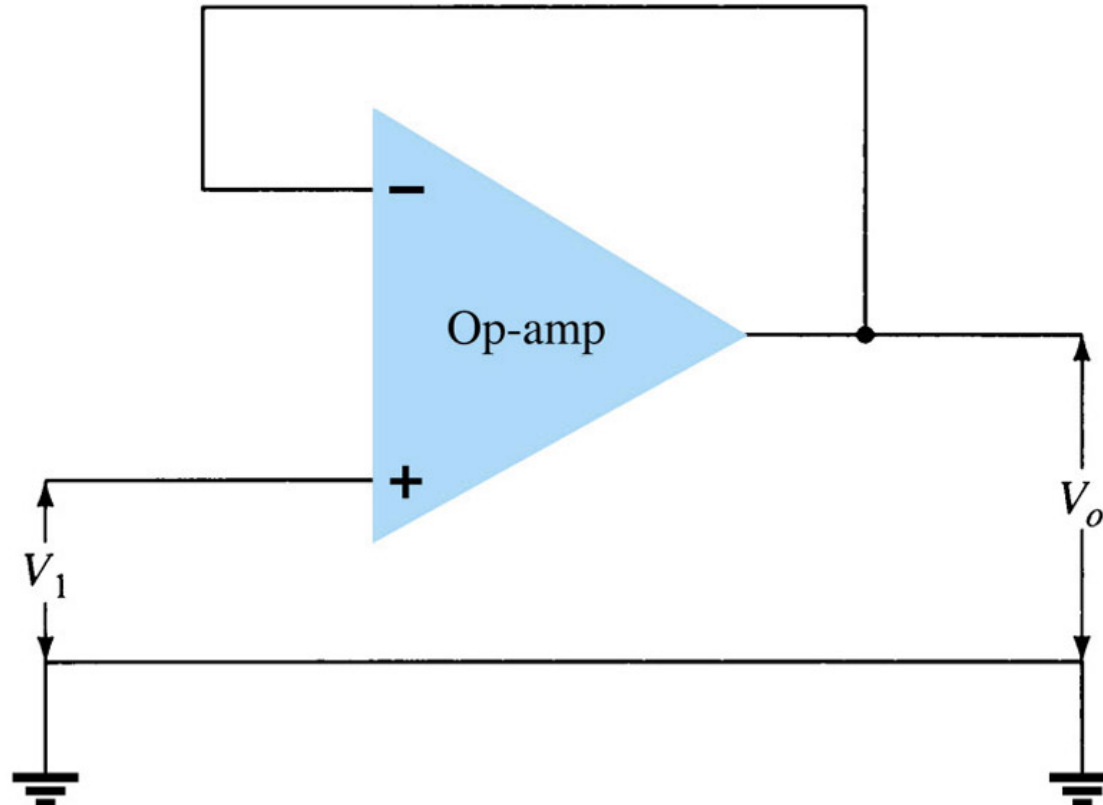
Amplificador inversor



Amplificador não-inversor

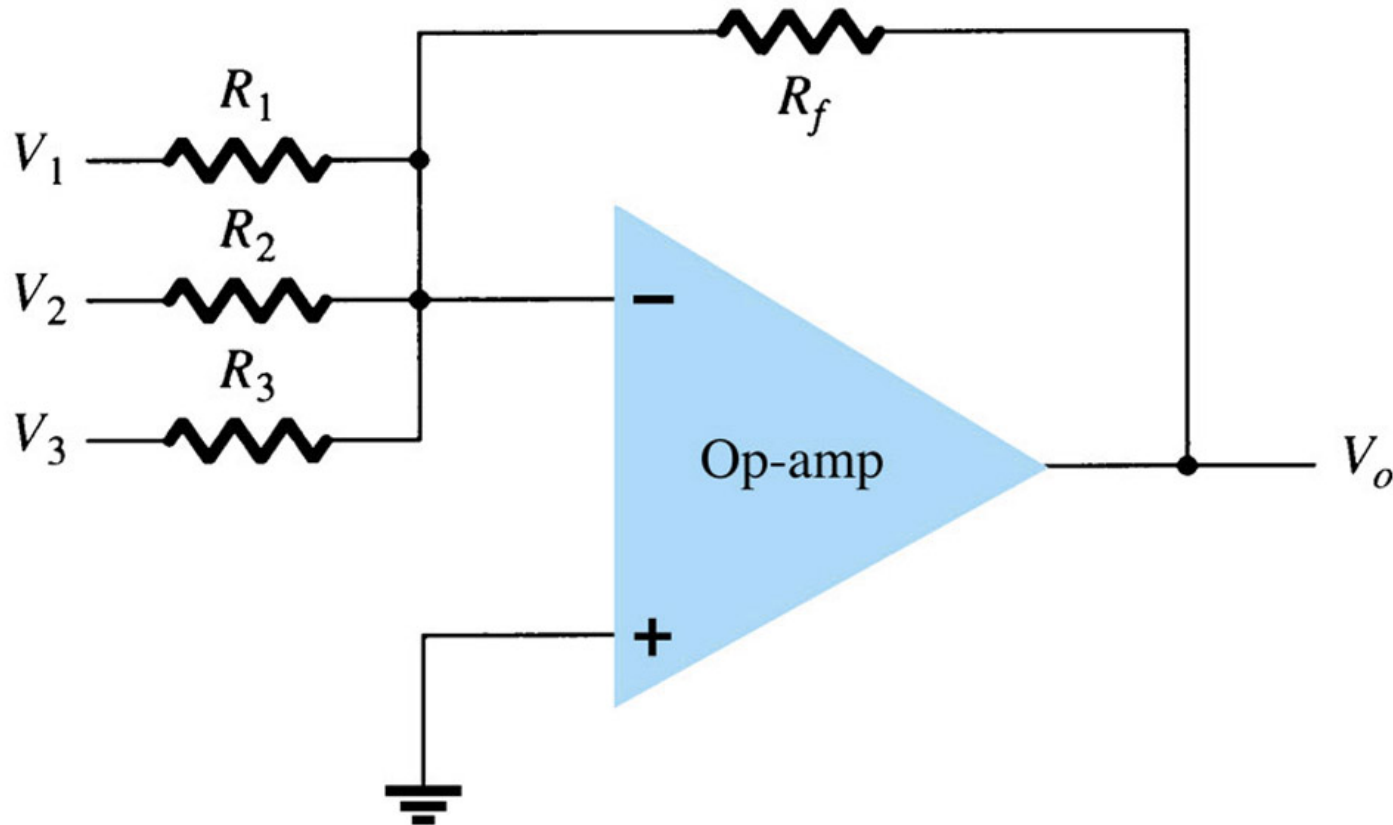


Seguidor de tensão



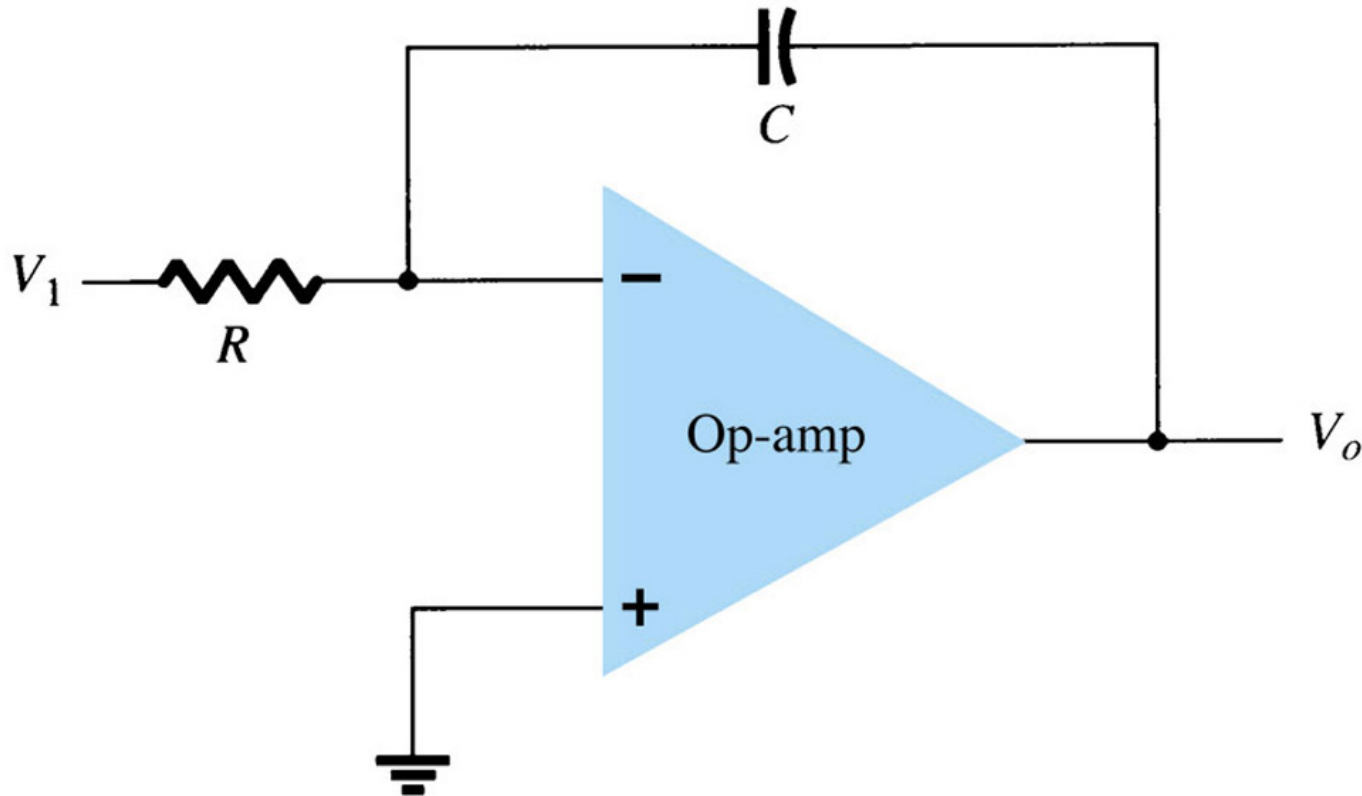
$$V_o = V_i$$

Amplificador somador



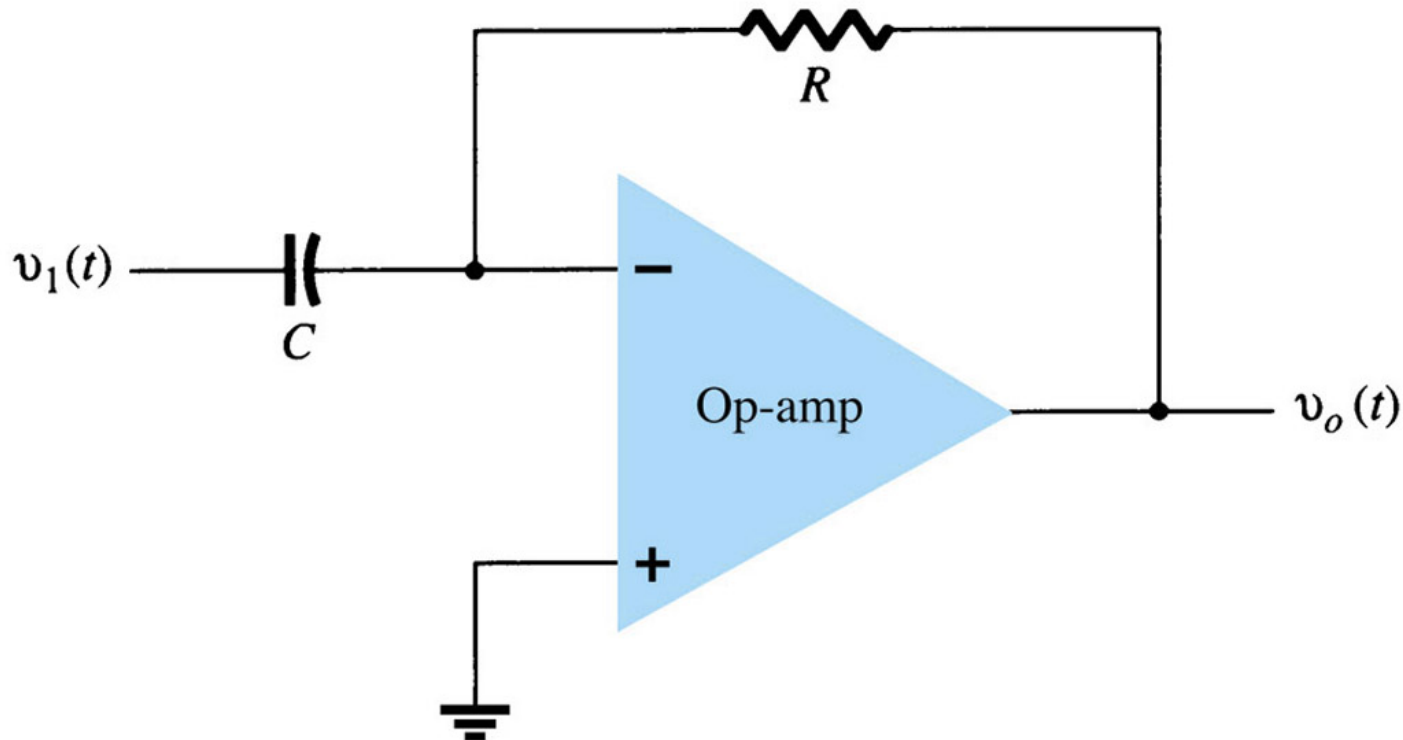
$$V_o = - \left(\frac{R_f}{R_1} \cdot V_1 + \frac{R_f}{R_2} \cdot V_2 + \frac{R_f}{R_3} \cdot V_3 + \dots + \frac{R_f}{R_n} \cdot V_n \right)$$

Integrador



$$v_o(t) = -\frac{1}{R \cdot C} \int v_1(t) \cdot dt$$

Diferenciador

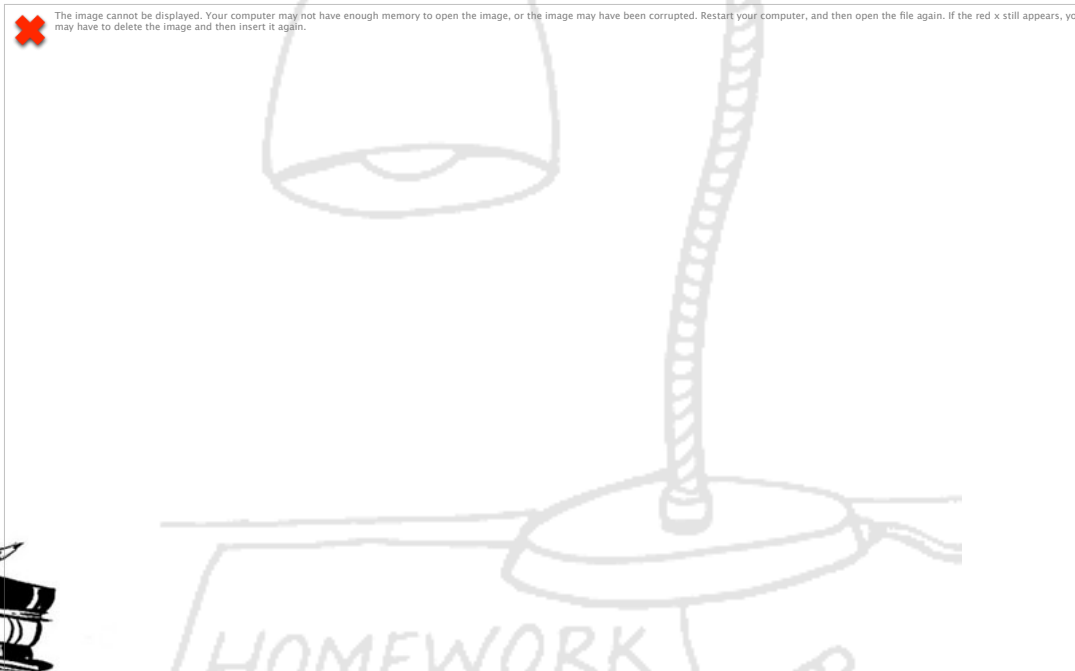


$$v_o(t) = -R \cdot C \cdot \frac{dv_1(t)}{dt}$$

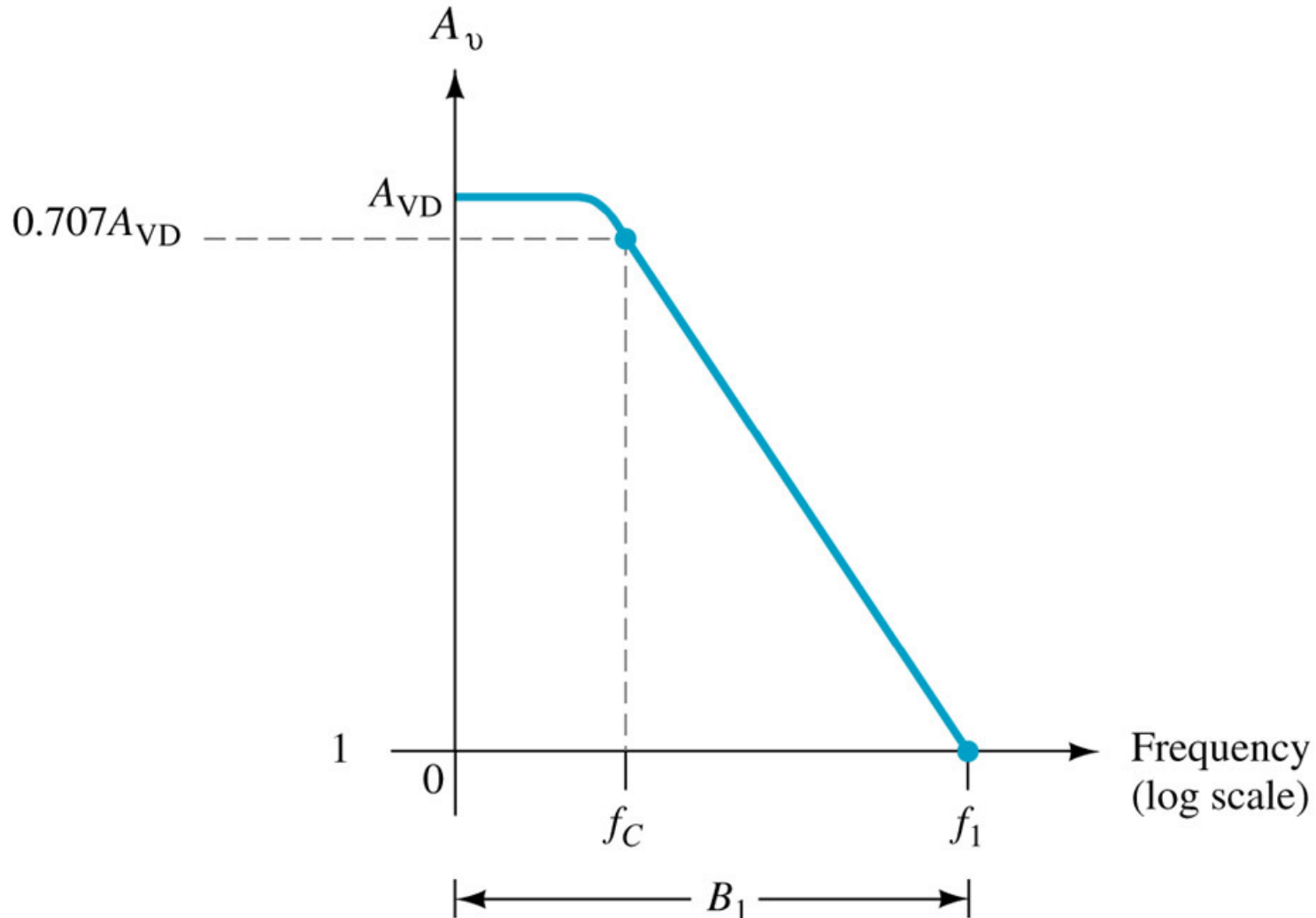
Amplificadores operacionais – Tarefa

Tarefa:

- Desenhe a forma de onda da tensão de saída do circuito abaixo, considerando que a tensão de entrada é de 1 V e que a fonte de alimentação do amplificador é de ± 15 V.

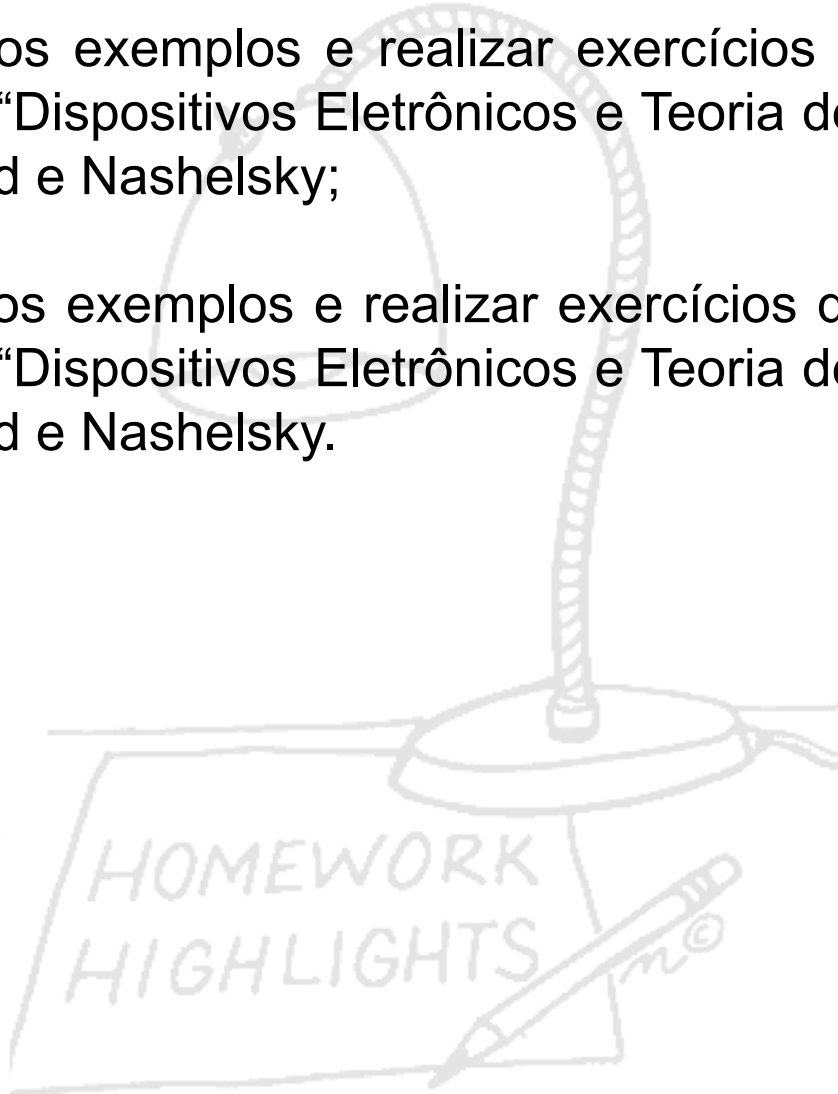


Ganho do amplificador em malha aberta



Tarefas:

- Estudar os exemplos e realizar exercícios do capítulo 4 do Livro “Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos de Boylestad e Nashelsky;
- Estudar os exemplos e realizar exercícios do capítulo 13 do Livro “Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos de Boylestad e Nashelsky.



Introdução geral a teoria de osciladores.

