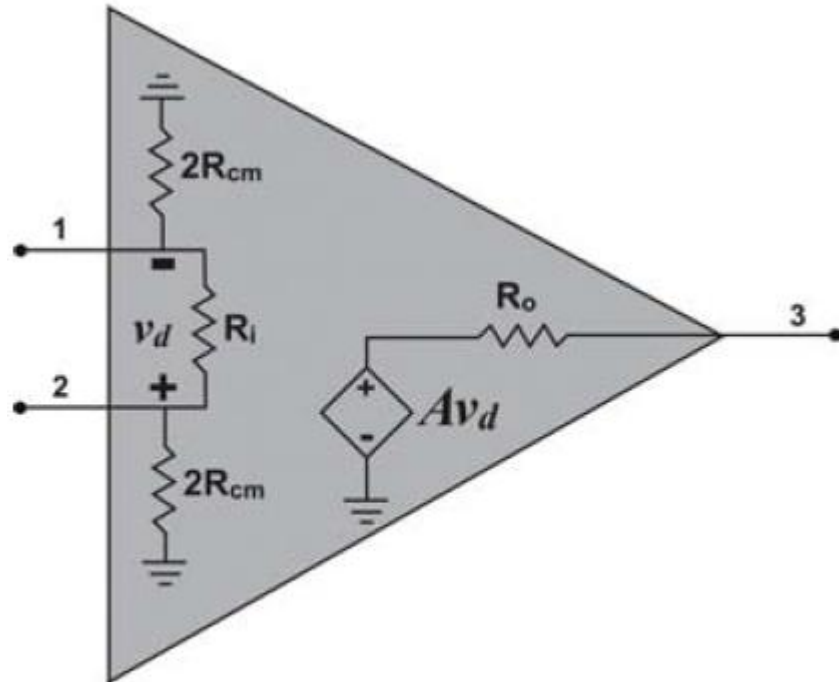


EE 530 Eletrônica Básica I

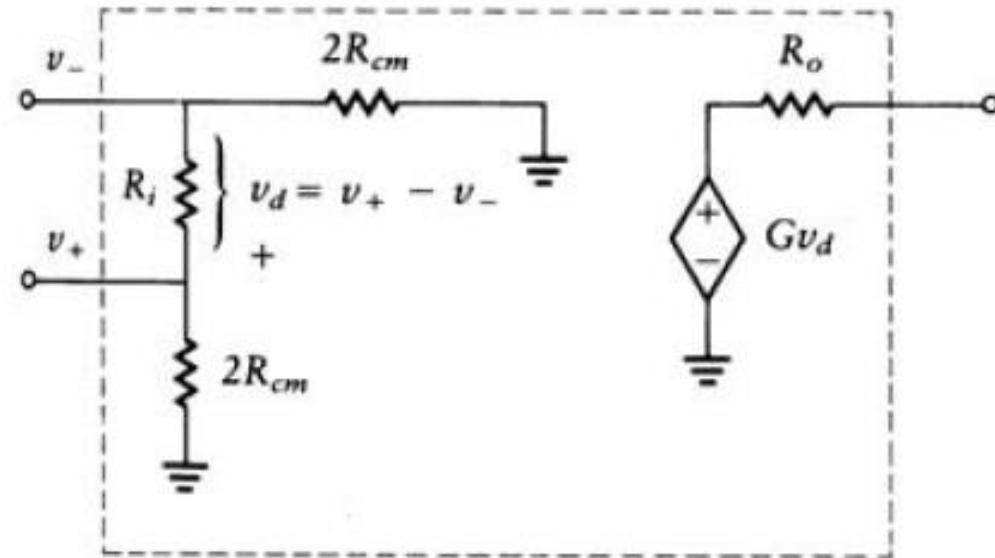
AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Amplificador operacional não ideal

- *Resistência de saída*



Sedra 3 ed. p. 92



Savant p. 413

Valores típicos para o amp op comercial 741 são:

$$R_i = 2M\Omega$$

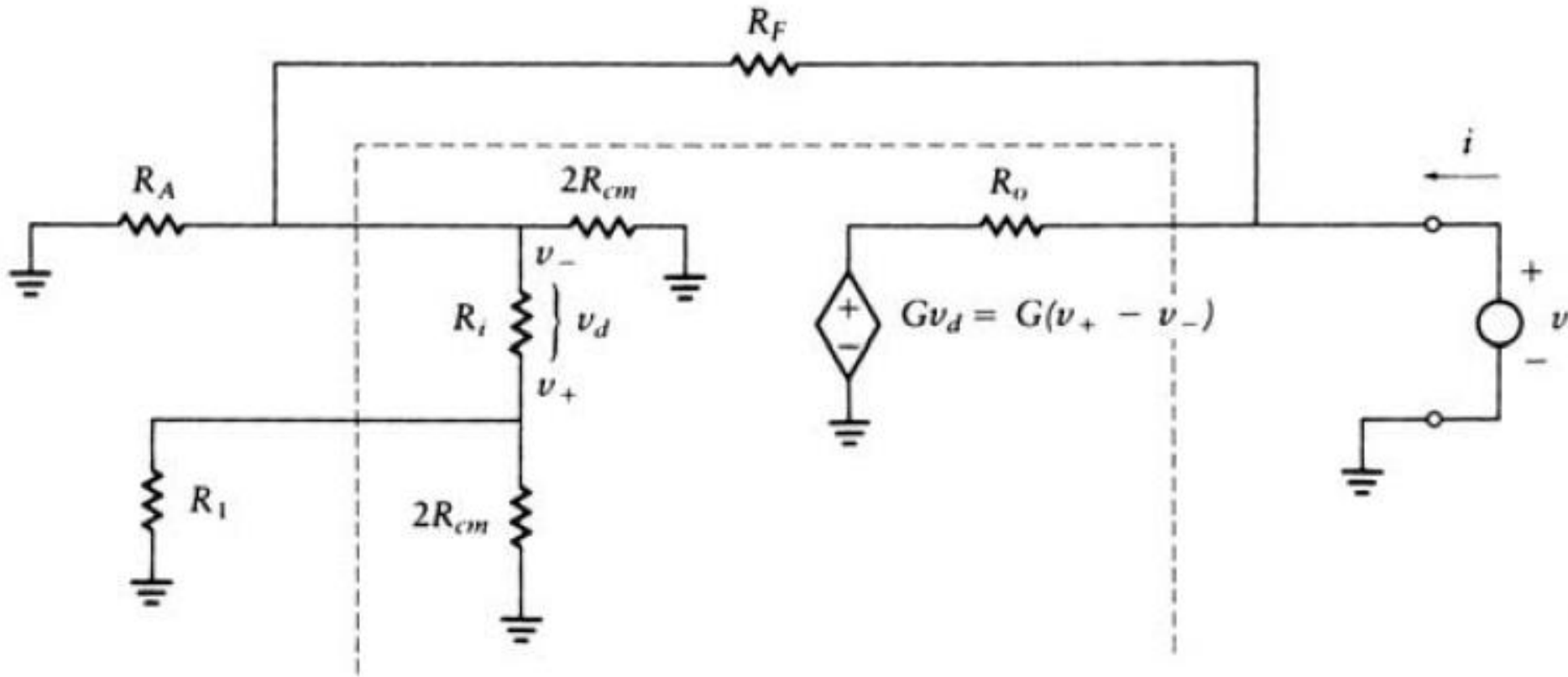
$$2R_{cm} = 400M\Omega$$

$$R_o = 75 \Omega$$

$$A = 10^5$$

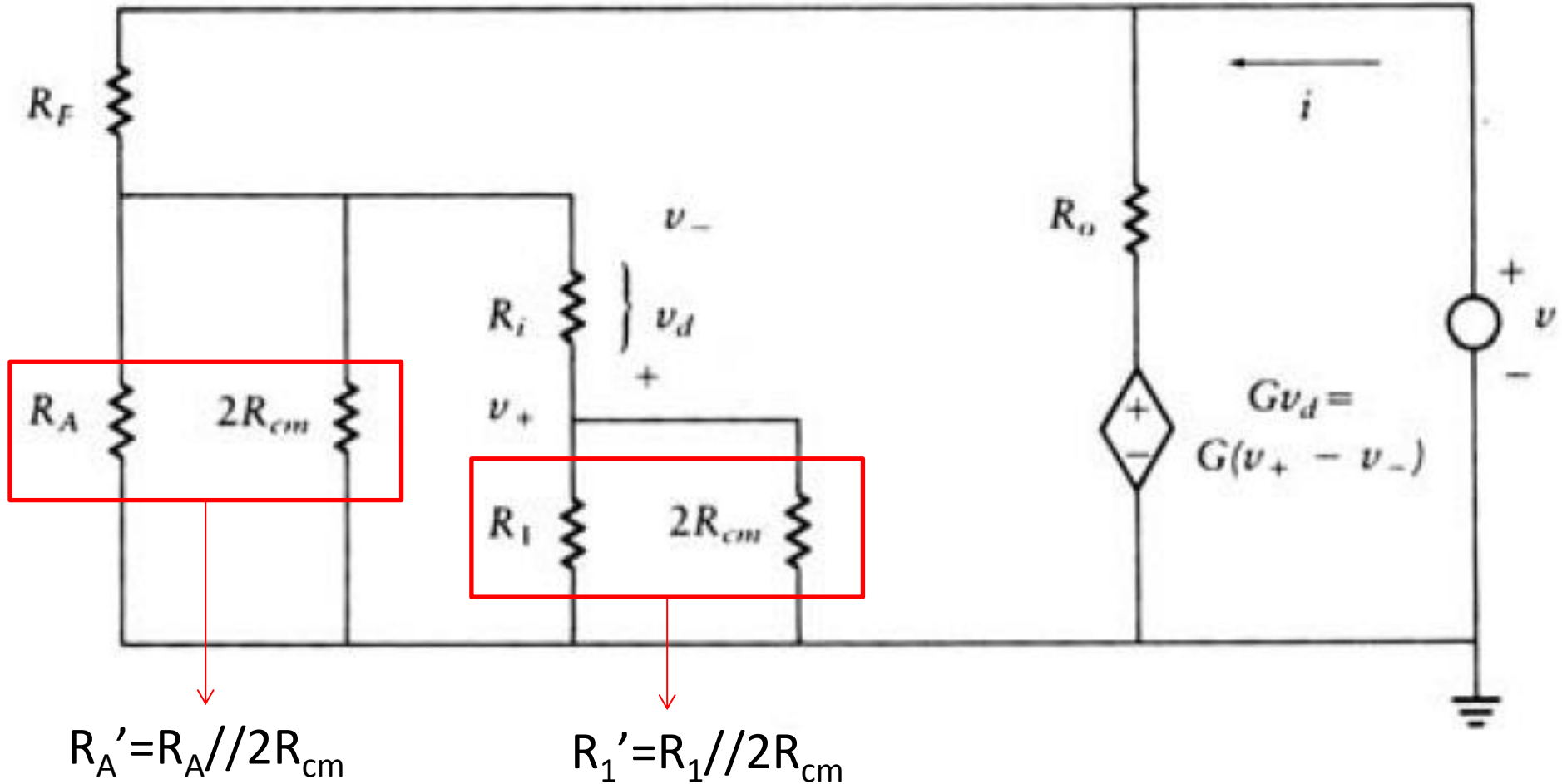
Amplificador operacional não ideal

- *Resistência de saída – Amplificador inversor e não inversor*



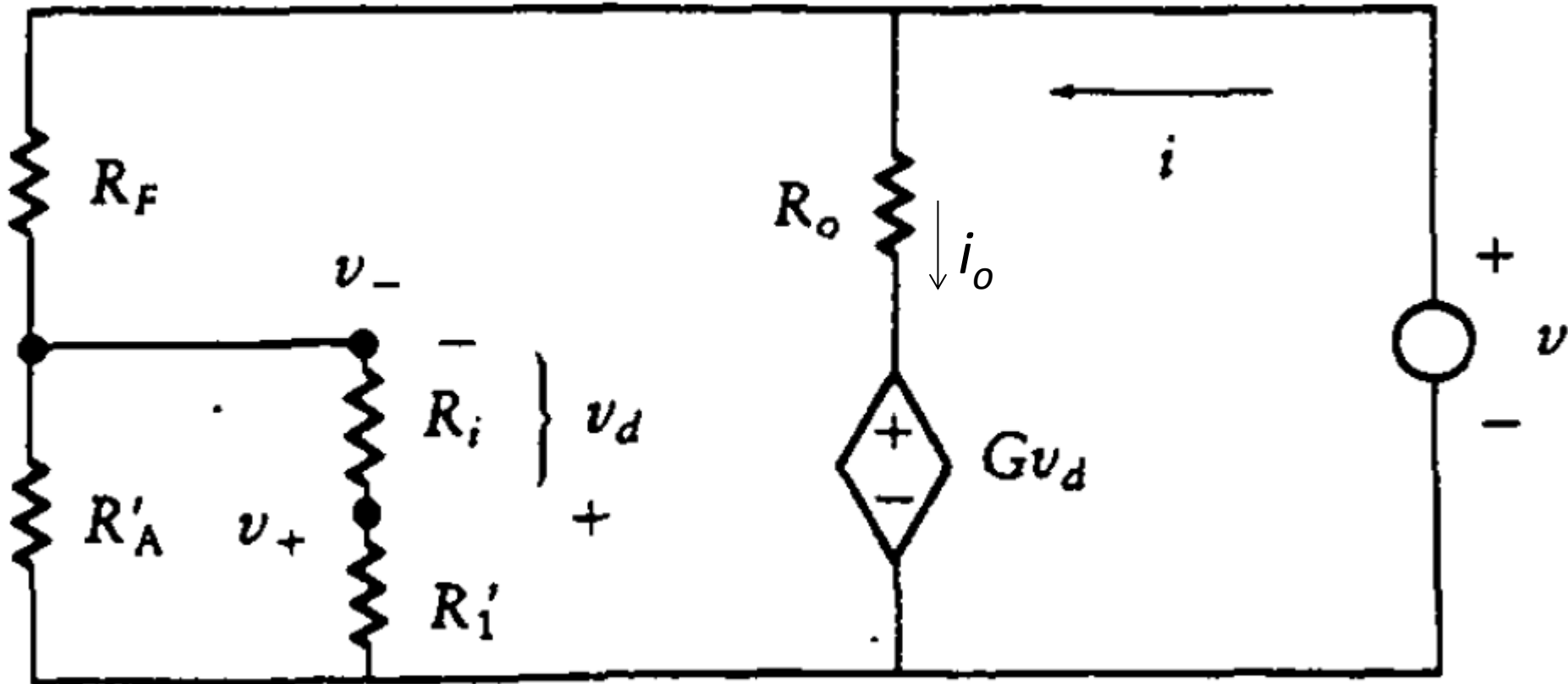
Amplificador operacional não ideal

- Resistência de saída – Amplificador inversor e não inversor*



Amplificador operacional não ideal

- Resistência de saída – Amplificador inversor e não inversor



$$R_1' = R_1 // 2R_{cm}$$

$$R_A' = R_A // 2R_{cm}$$

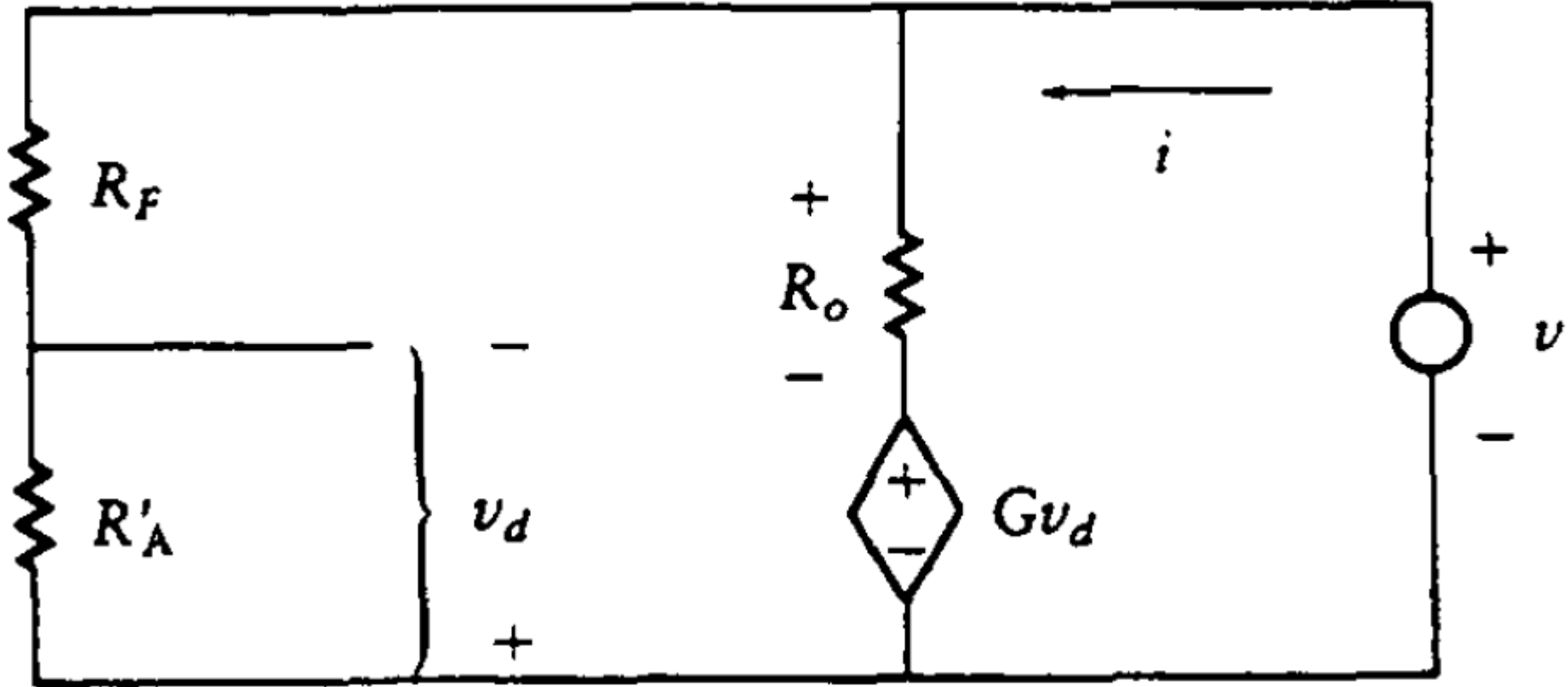
$$R_i \gg R_1'$$

$$R_A' \ll R_1' + R_i$$

$$R_o \ll R_A' \parallel (R_1' + R_i) \Rightarrow i \cong i_o$$

Amplificador operacional não ideal

- Resistência de saída – Amplificador inversor e não inversor **A realimentação diminui a resistência de saída**



$$R_1' = R_1 // 2R_{cm}$$

$$R_i \gg R_1'$$

$$R_o \ll R'_A \parallel (R_1' + R_i)$$

$$R_A' = R_A // 2R_{cm}$$

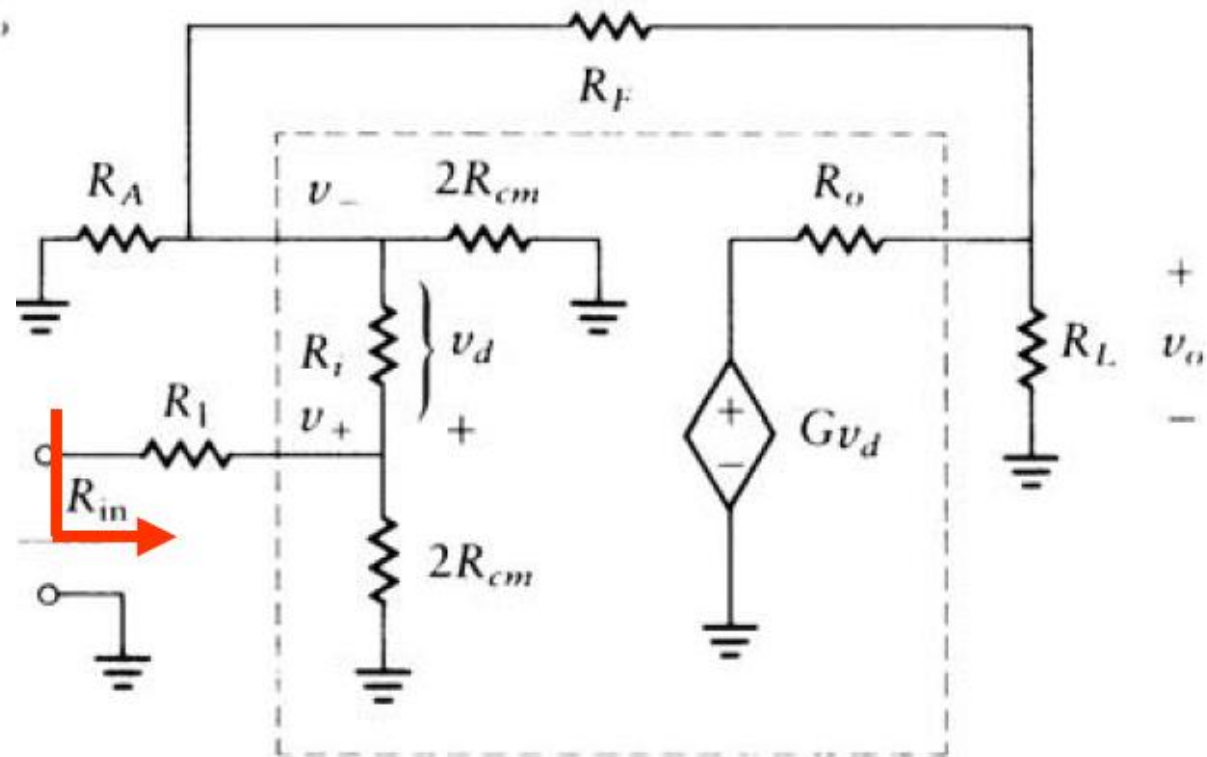
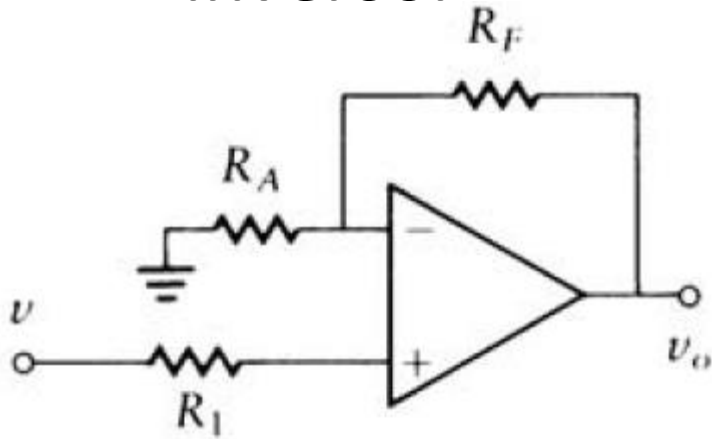
$$R_A' \ll R_1' + R_i$$

$$i \cong i_o$$

$$R_{out} = \frac{R_o}{G} \left(1 + \frac{R_F}{R_A} \right)$$

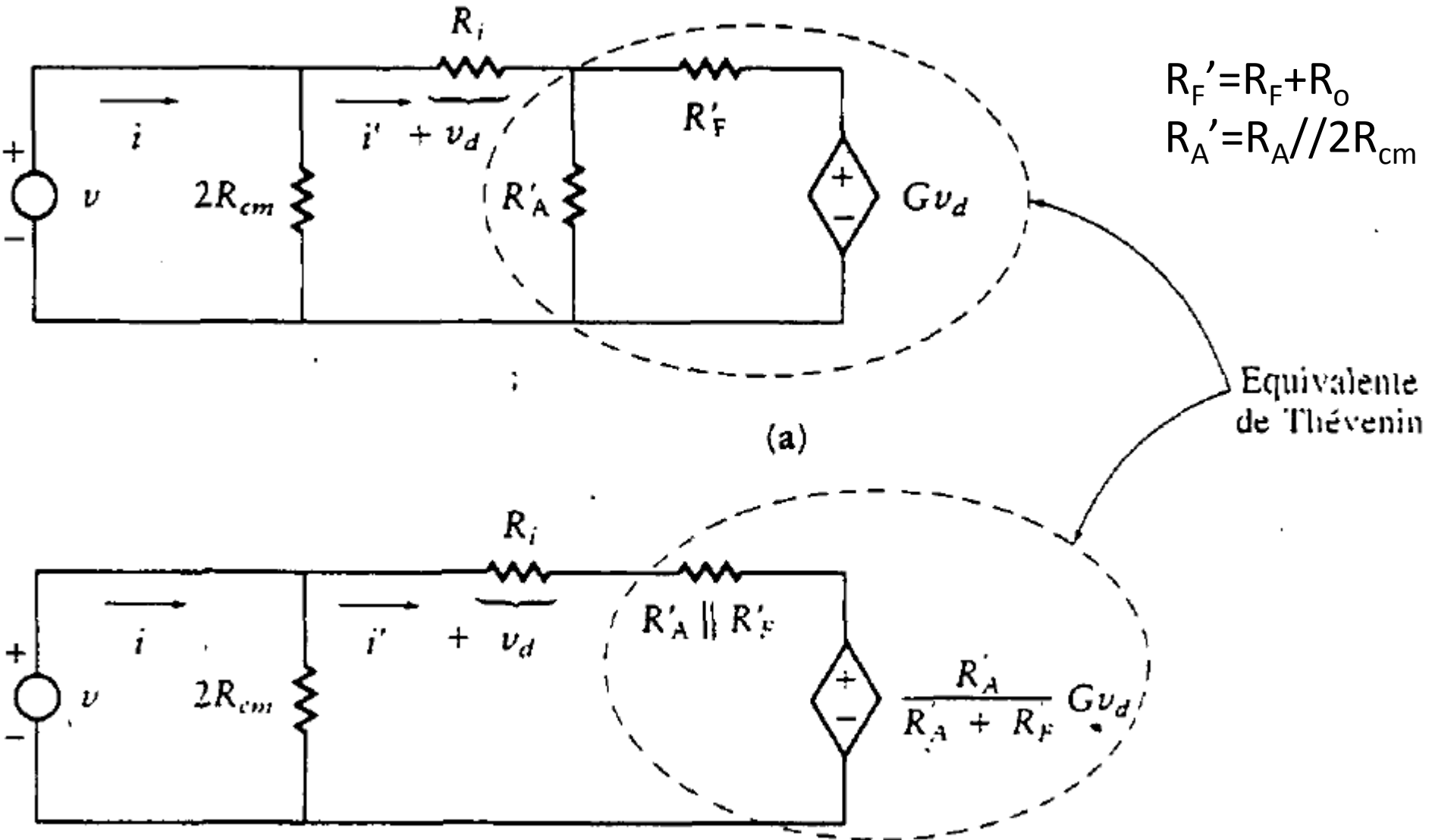
Amplificador operacional não ideal

- *Resistência de entrada – Amplificador não inversor*



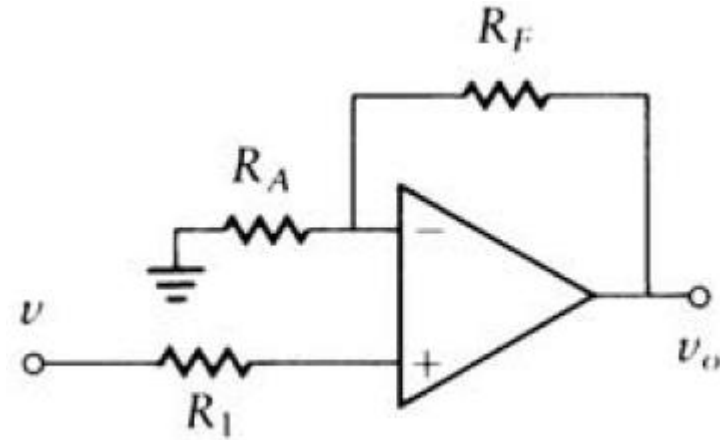
Amplificador operacional não ideal

- Resistência de entrada – Amplificador não inversor



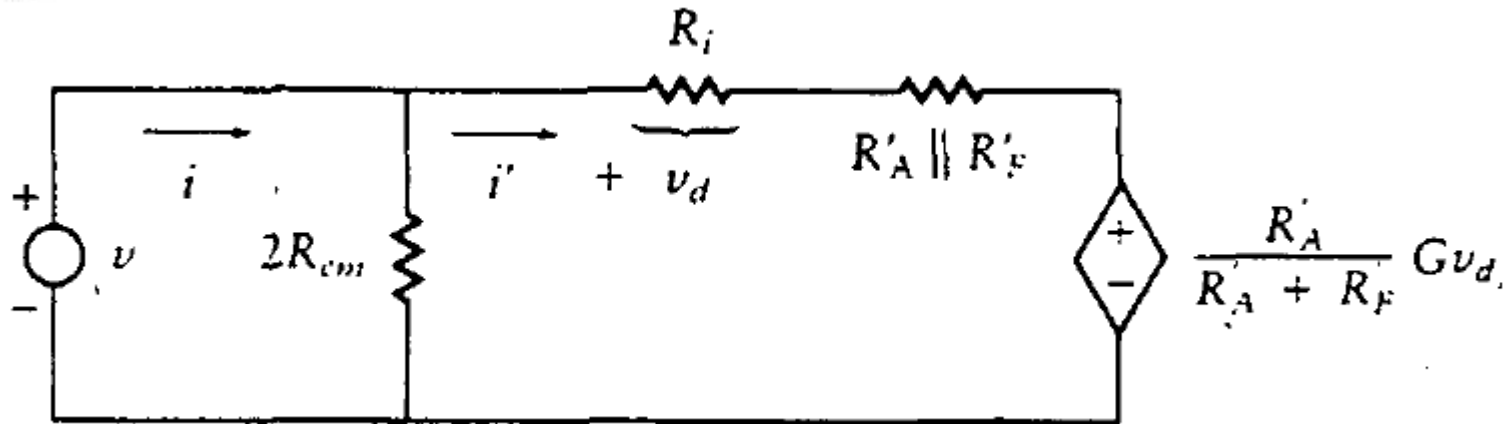
Amplificador operacional não ideal

- Resistência de entrada – Amplificador não inversor



$$R_F' = R_F + R_O$$

$$R_A' = R_A // 2R_{cm}$$



$$R_{in} \cong 2R_{cm} // \frac{R_i G}{1 + \frac{R_F}{R_A}}$$

Amplificador operacional não ideal

- *Tarefa para nota:*
 1. Calcular a resistência de entrada do amplificador inversor.

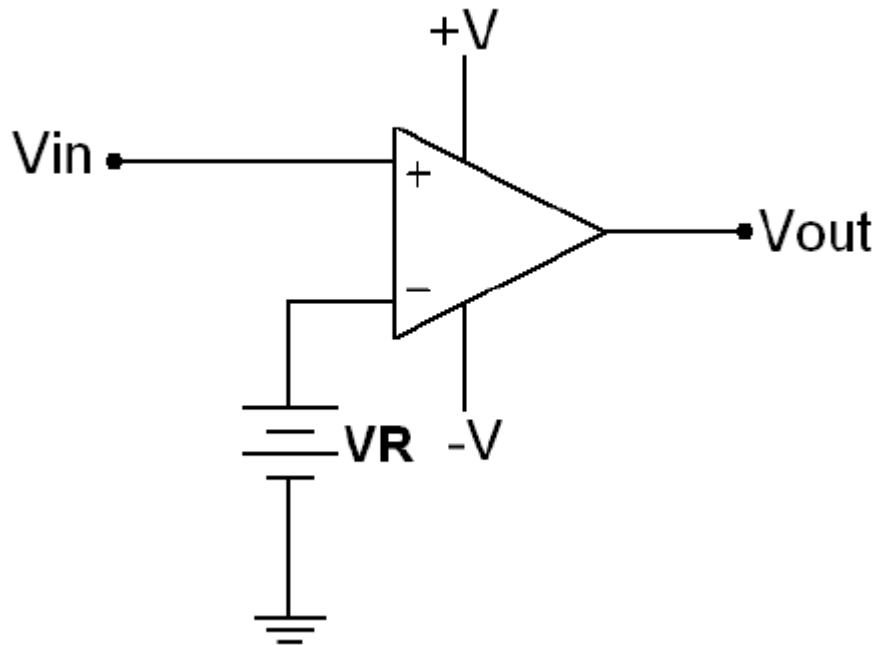
Amplificador operacional não ideal

Resumo das características do amp. op. real em realimentação negativa

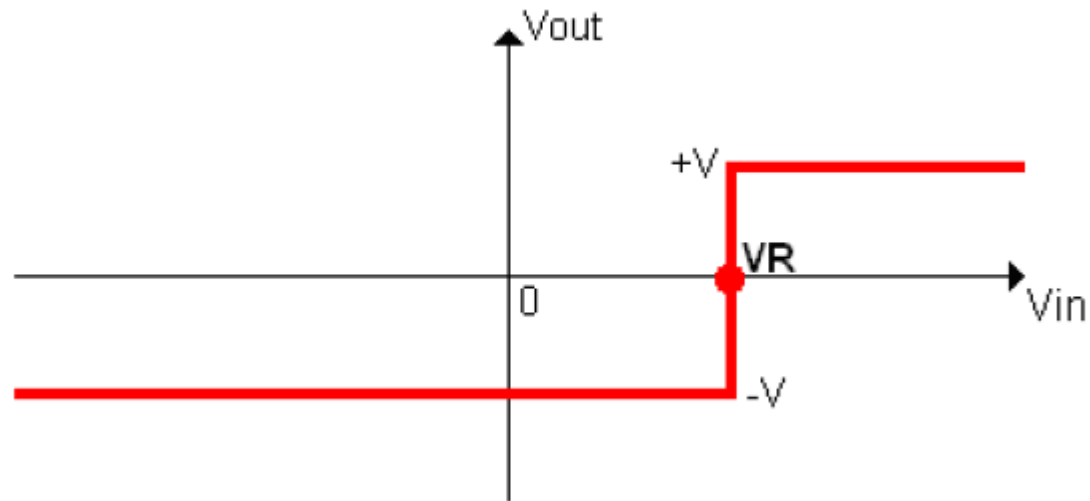
	Não inversor	Inversor
Ganho de tensão cc A_0	$\frac{1 + R_F/R_A}{1 + (1 + R_F/R_A)/A}$	$\frac{-R_F/R_A}{1 + (1 + R_F/R_A)/A}$
Frequência de corte f_q	$\frac{R_A}{R_A + R_F} f_t$	$\frac{R_A}{R_A + R_F} f_t$
Impedância de entrada R_{in}	$2R_{cm} // \frac{R_i A}{1 + \frac{R_F}{R_A}}$	R_A
Impedância de saída R_{out}	$\frac{R_o}{A} \left(1 + \frac{R_F}{R_A} \right)$	$\frac{R_o}{A} \left(1 + \frac{R_F}{R_A} \right)$

Comparadores

- Comparador não inversor

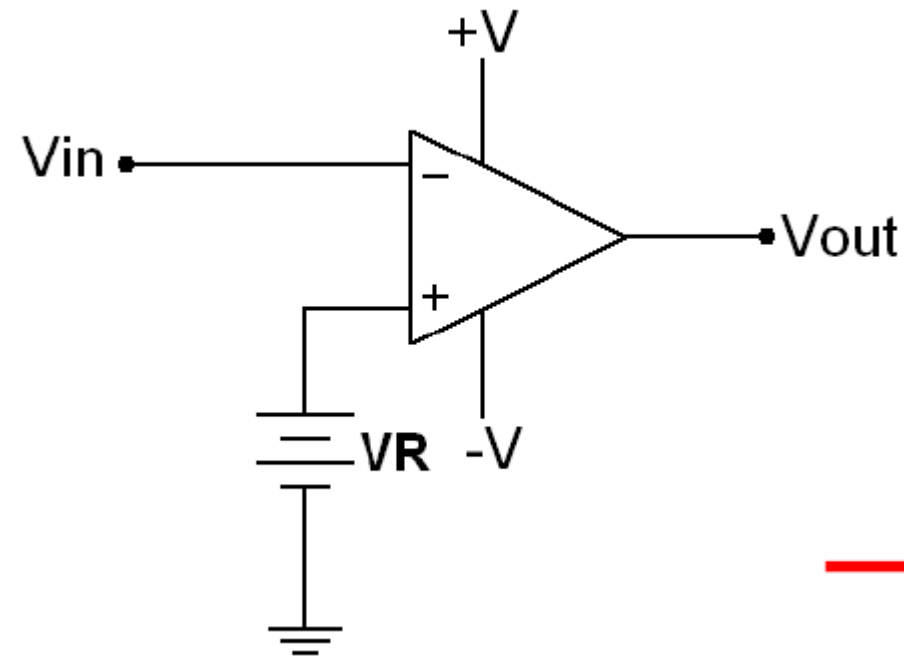


$$se \begin{cases} V_{in} > V_R \Rightarrow V_{out} = +V \\ V_{in} < V_R \Rightarrow V_{out} = -V \end{cases}$$

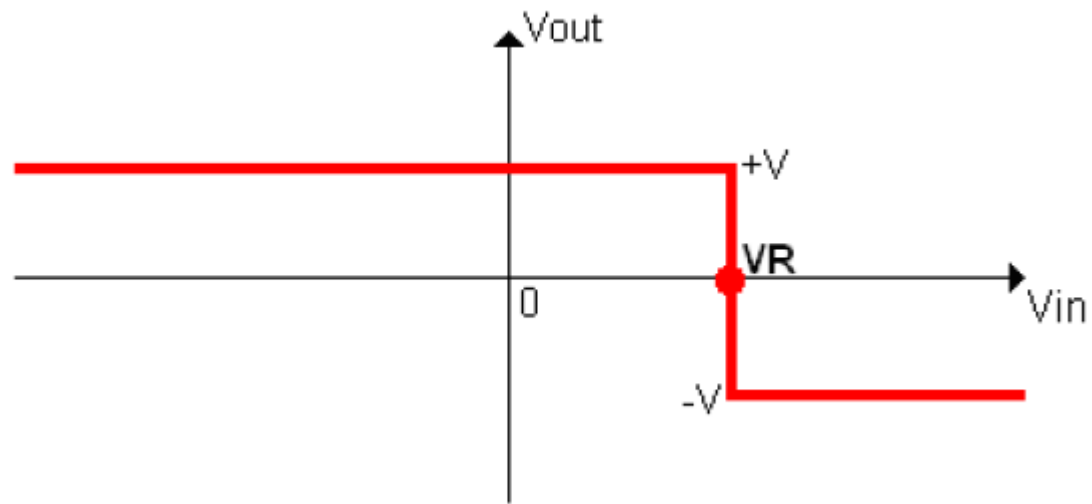


Comparadores

- Comparador inversor

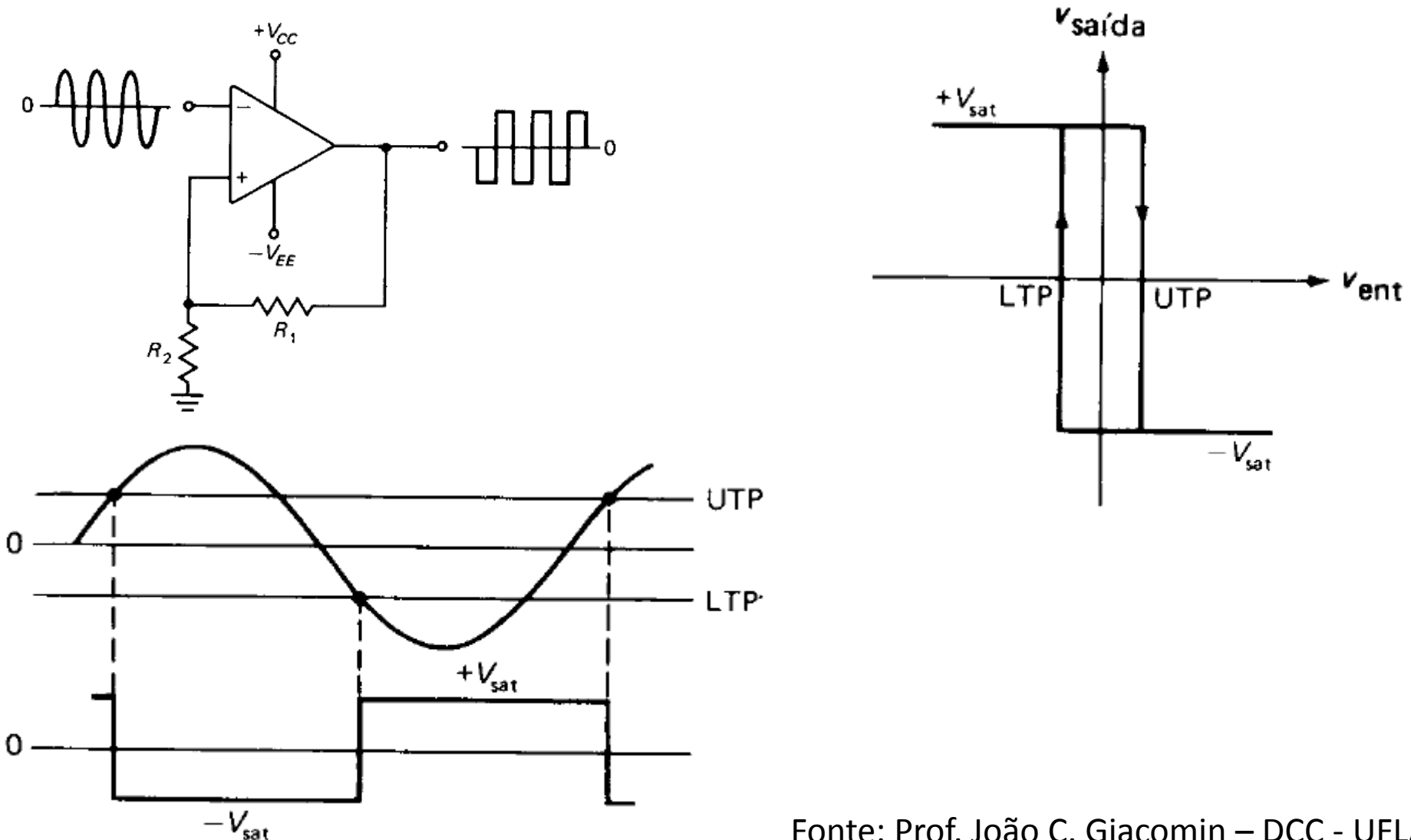


$$se \begin{cases} V_{in} > V_R \Rightarrow V_{out} = -V \\ V_{in} < V_R \Rightarrow V_{out} = +V \end{cases}$$



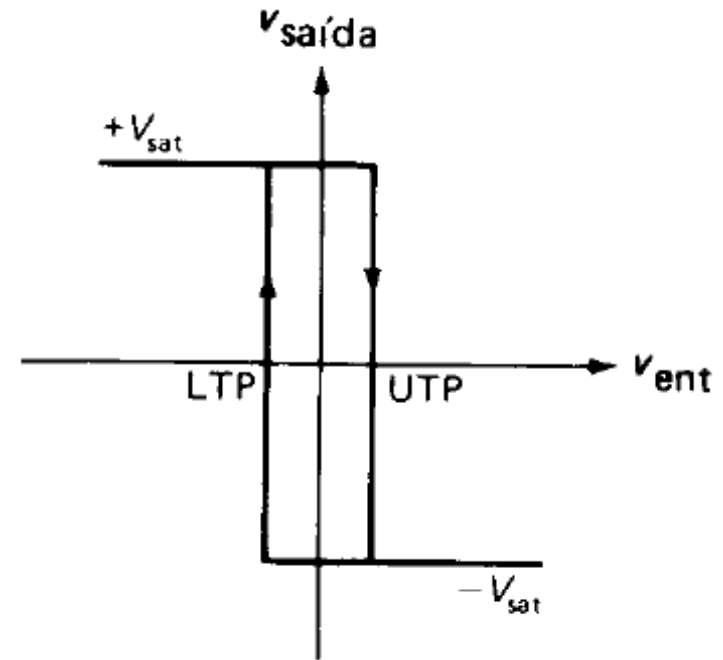
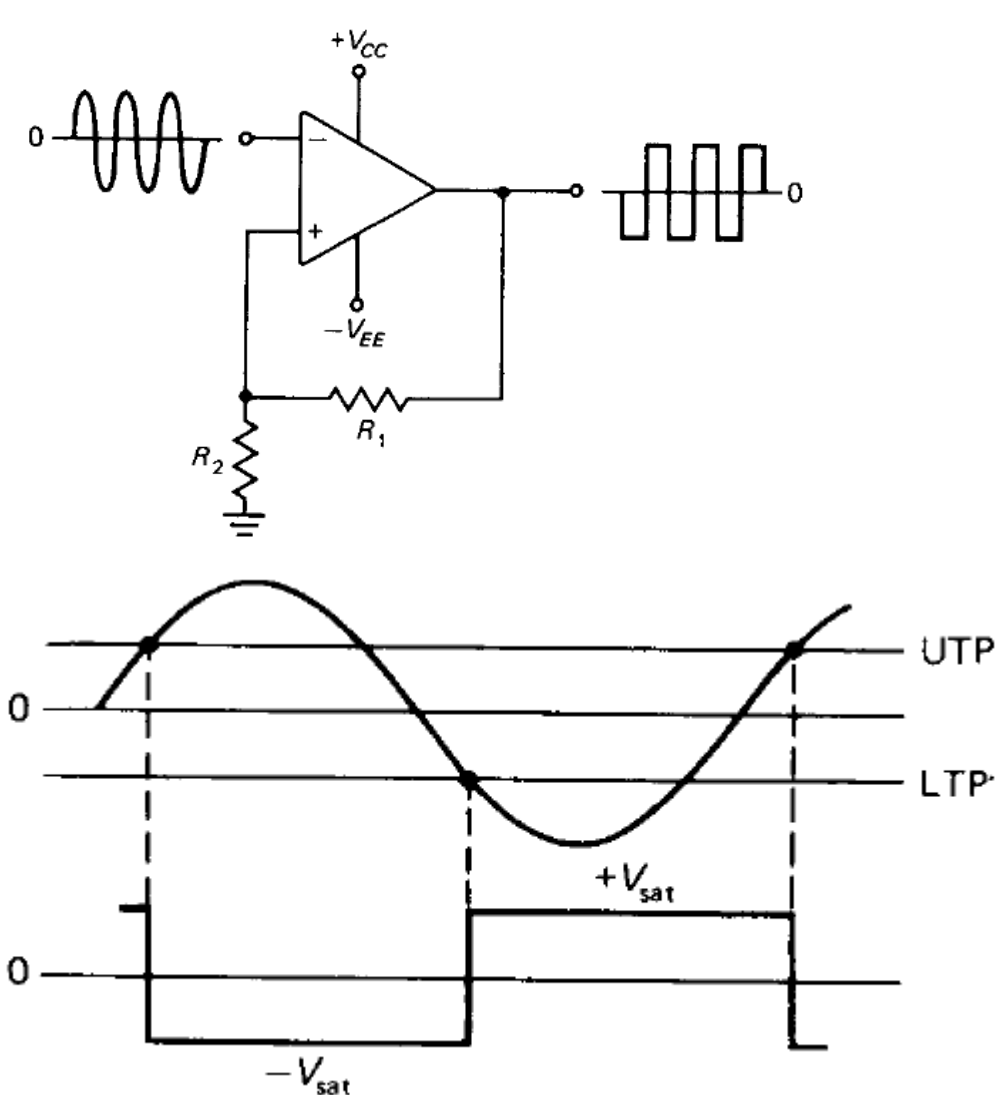
Comparadores

- Comparador com histerese (Schmitt Trigger)

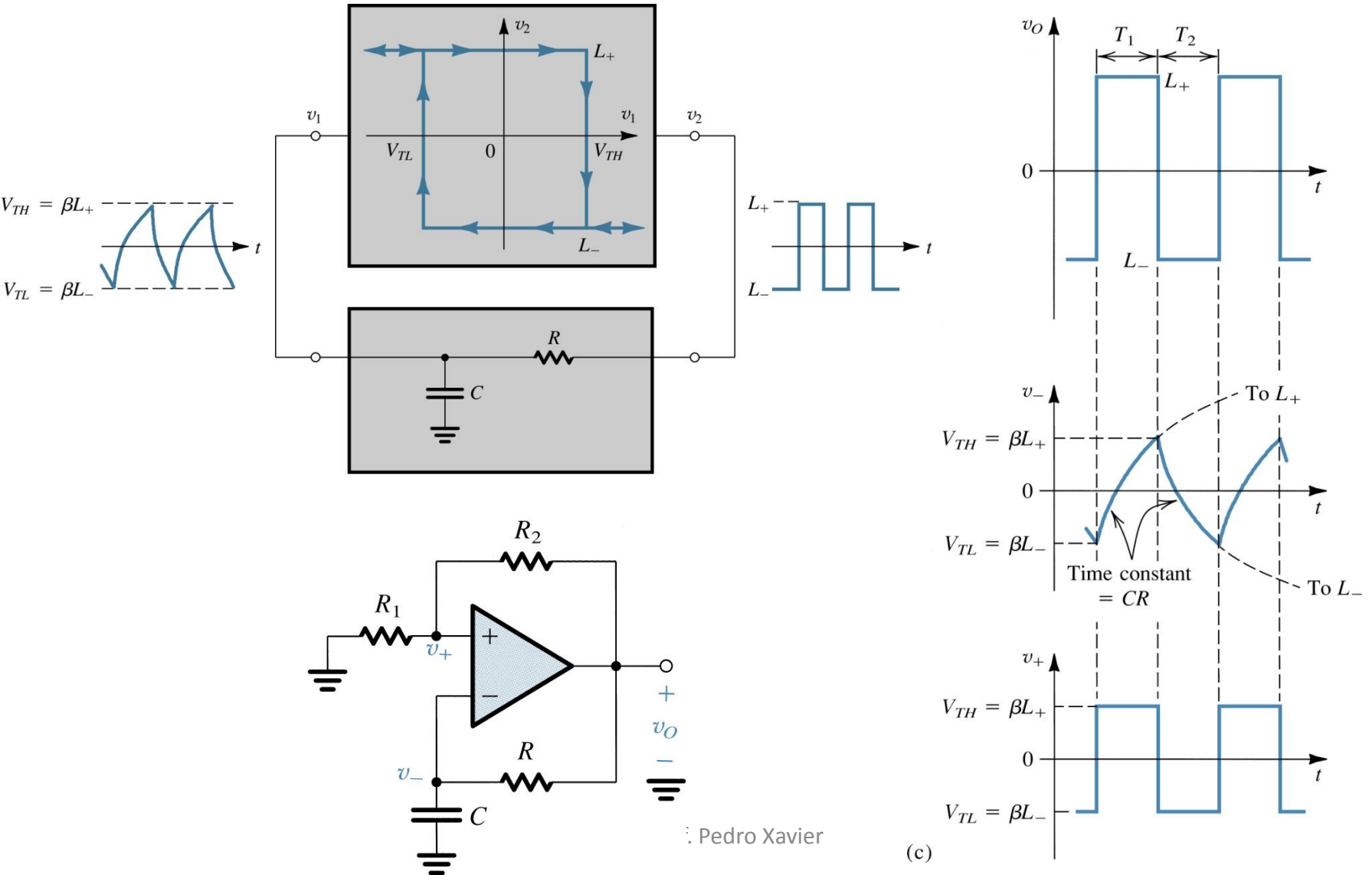


Comparadores

- Comparador com histerese (Schmitt Trigger)



Multivibrador Astável (onda quadrada)



Fontes de figuras da aula

- Aula do prof. Fabiano Fruett
- Fundamentos de Microeletrônica (Razavi)
- Microeletrônica (Sedra)
- Electronic Design - Circuits and Systems (Savant)

Sugestão de estudo

- Razavi, cap. 8
- Sedra/Smith, cap. 2
- Sedra/Smith, cap. 8
- Savant, cap. 10