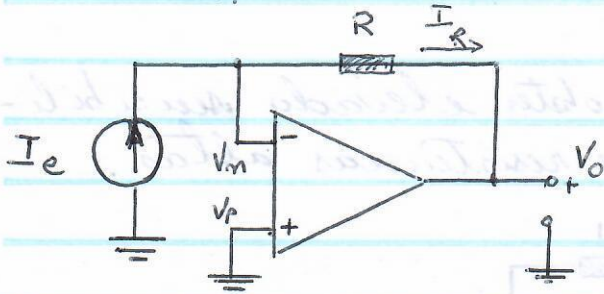


AMPLIFICADOR DE TRANSRESISTÊNCIA OU
CONVERSOR I-V OU FONTE DE TENSÃO CONTROLADA
POR CORRENTE (CCVS - CURRENT-CONTROLLED VOLTAGE
SOURCE)



OP-AMP IDEAL

$$I_e = I_R = \frac{V_m - V_o}{R}$$

$$V_m = V_p = 0 \Rightarrow I_e = -\frac{V_o}{R}$$

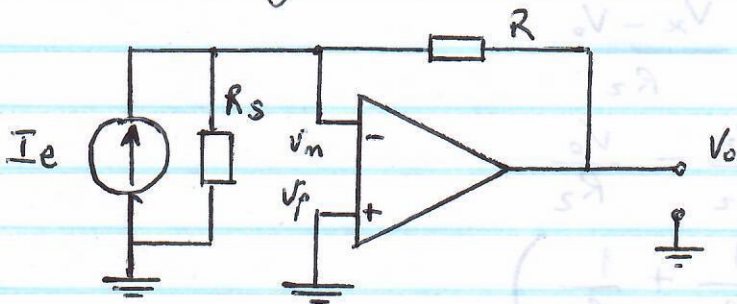
$$\therefore V_o = -R I_e$$

O elemento de realimentação pode ser uma
impedância arbitrária, Z .

$\therefore V_o = -Z I_e$: amplificador de trans-
impedância.

O op-amp elimina o efeito de carregamento
na entrada e na saída.

Seja R_s a resistência de entrada da fonte de
corrente (fonte não ideal):



Com $V_m = V_p = 0$
não há corrente
através de R_s .

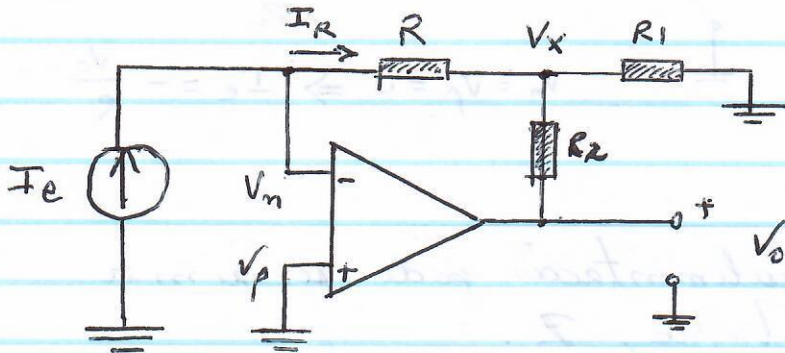
R constitui a sensibilidade do CI-V!

$$\text{Ex: 1 } S = \frac{1V}{mA} \Rightarrow R = 1 \text{ k}\Omega$$

$$S = \frac{1V}{\mu A} \Rightarrow R = 1 \text{ M}\Omega$$

Aplicações que exigem altas sensibilidades \Rightarrow elevados valores de R , o que implica em problemas de inexatidão (corrente de fuga) e ruído.

Malha em T: permite obter elevada sensibilidade sem necessitar de resistências altas.



$$I_R = I_e$$

$$I_R = \frac{V_n - V_x}{R} = -\frac{1}{R} V_x \Rightarrow V_x = -R I_e$$

$$V_n = V_p = 0$$

$$\frac{0 - V_x}{R} + \frac{0 - V_x}{R_1} = \frac{V_x - V_o}{R_2}$$

$$\therefore -\frac{V_x}{R} - \frac{V_x}{R_1} = \frac{V_x}{R_2} - \frac{V_o}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_o}{R_2} = V_x \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$V_o = V_x \left(\frac{R_2}{R} + \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) = \left(\frac{R_2}{R} + \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) (-R I_e)$$

Exemplo: Especificar os valores das resistências para uma sensibilidade $S = \frac{1V}{10mA}$.

a) CIV com um resistor:

$$\frac{1V}{10mA} = \frac{1}{10 \times 10^{-9}} \Omega = 100 M\Omega = R \quad \text{valor muito elevado!}$$

b) Com malha T:

$$\left(\frac{R_2}{R} + \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \times (1M) = 100M.$$

$$R_{eq} = 100 \Omega$$

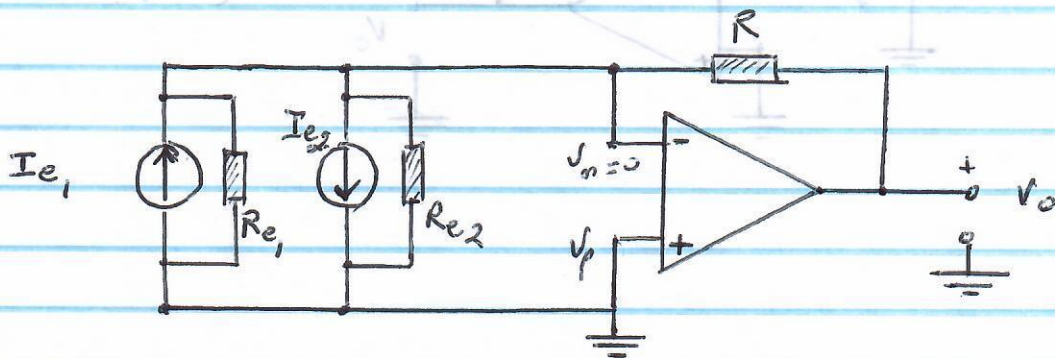
Fazendo-se $R_1 = 1M\Omega$ e $R_1 = 1k\Omega$. \Rightarrow

$$1 + \frac{R_2}{10^3} + \frac{R_2}{10^6} = 100$$

$$R_2 (10^{-3} + 10^{-6}) = 99 \Rightarrow R_2 \approx 99k\Omega.$$

$$(98,9k\Omega)$$

Ex.: CIV função da diferença das correntes de entrada.



$$V_m = V_p = 0$$

$$\Rightarrow V_o = R I_{e2} - R I_{e1}$$

$$V_o = R (I_{e2} - I_{e1})$$

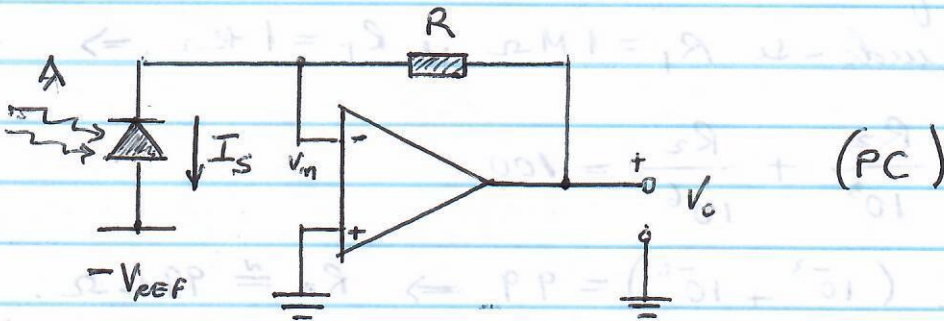
Amplificadores para foto detectores:

Modo fotocondutivo (PC)

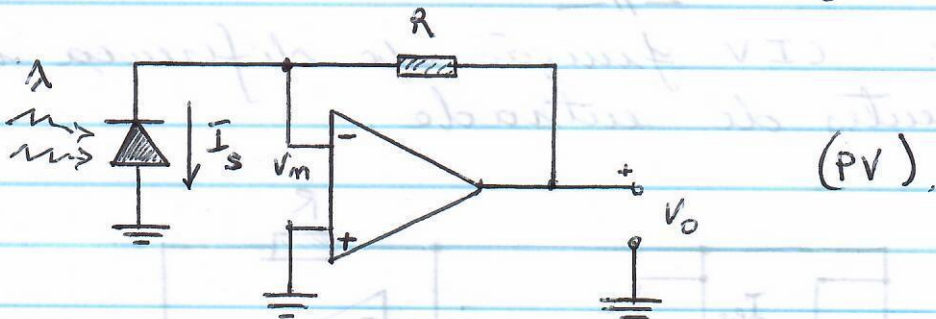
Modo foto voltagem (PV)

PC: maior velocidade de operação \rightarrow aplicações de alta velocidade.

PV: menos ruidoso \rightarrow aplicações em medições.



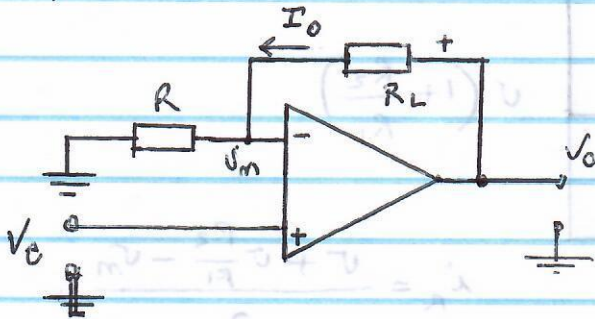
$$V_o = R I_s$$



AMPLIFICADOR DE TRANSCONDUTÂNCIA ou CV-I.

a) CV-I de carga flutuante.

a1)

op AMP ideal
Saída: I_o A carga R_L está na
malha de realimentação.O amp. op. fornece a corrente I_o para que v_m seja $v_e \Rightarrow R i_o = v_e$

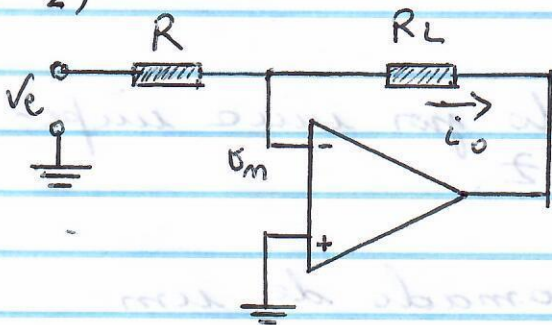
$$i_o = \frac{1}{R} v_e$$

Essa expressão vale para carga linear ou não linear (como um diodo), ou dependente do tempo (capacitor).

A compliância do circuito será:

$$(V_{OL} - v_e) < v_L < (V_{OH} - v_e)$$

a2)



$$v_m = 0$$

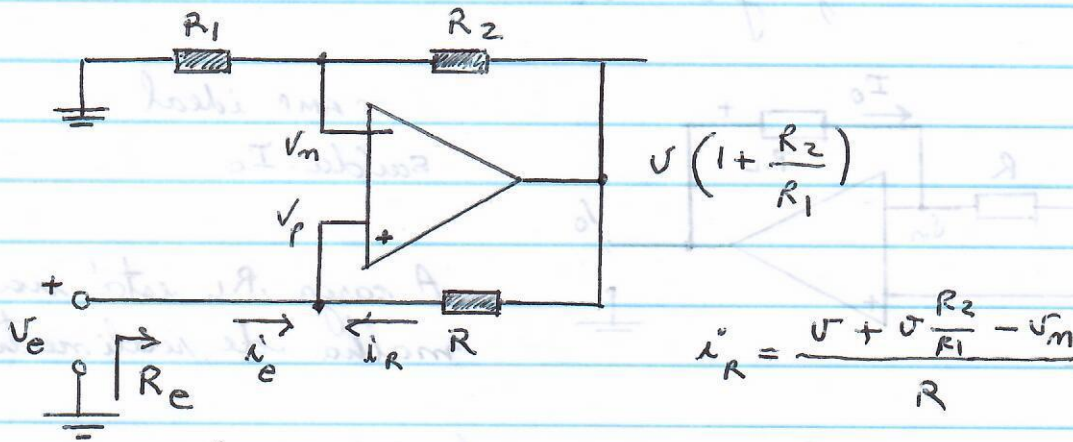
Para um op. amp. ideal:

$$i_o = \frac{v_e}{R}$$

b) CV-I com carga externa.

45

b1) NIC



$$i_R = \frac{V_e = V_p = V \approx V_m}{R} = \frac{V + V \frac{R_2}{R_1} - V}{R} = V_e \frac{R R_2}{R_1} \quad \text{e } i = -i_R$$

$$i_e = -i_R = -V_e \frac{R R_2}{R_1 R}$$

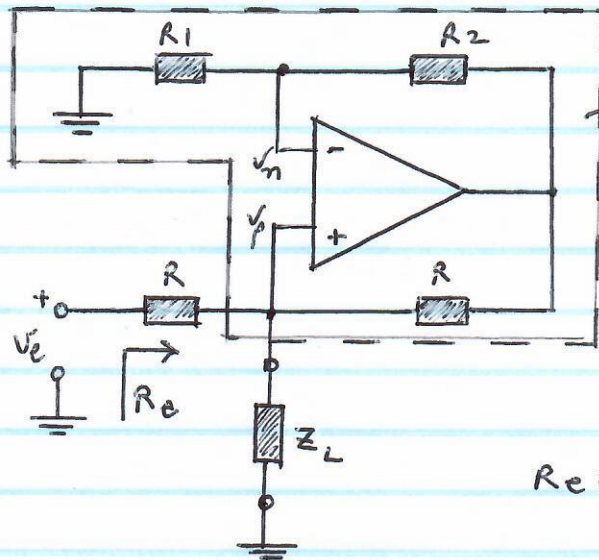
$$R_e = \frac{V_e}{i_e} = -\frac{R R_1}{R_2}$$

⇒ a resistência de entrada é negativa com magnitude $\cdot \frac{R R_1}{R_2}$.

R pode ser substituído por uma impedância arbitrária, Z.

O circuito é, assim, chamado de um conversor de impedância negativo, ou, do inglês NIC.

CIRCUITO DE HOWLAND



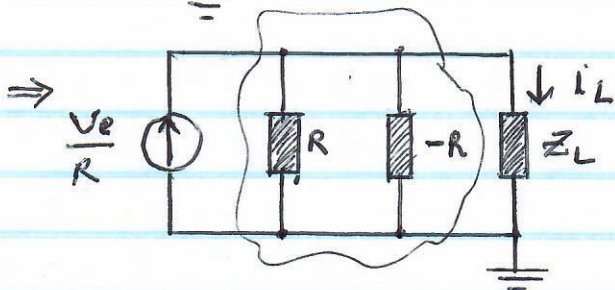
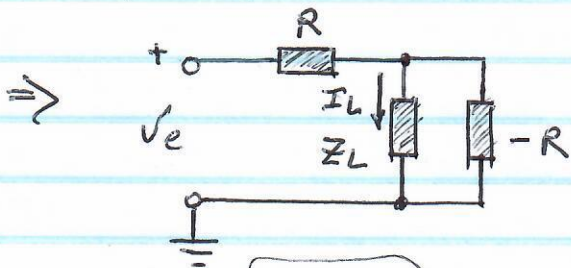
NIC

$$i_R = V_e \frac{R R_2}{R_1}$$

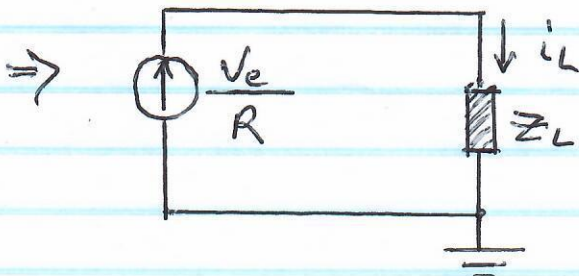
$$i_e = -i_R$$

$$R_e = \frac{V_e}{i_e} = -\frac{R R_1}{R_2}$$

Com $R_1 = R_2 \Rightarrow R_e = -R$



$$i_o = i_L$$



FONTE DE CORRENTE IDEAL