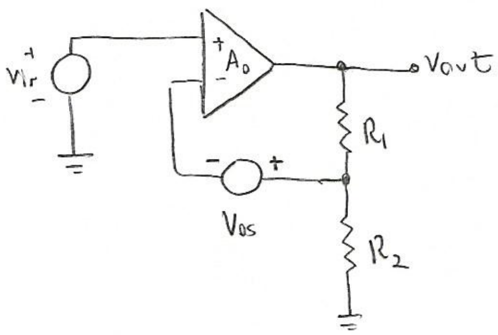
Razavi

8.47

Assumindo $A_0 = \infty$

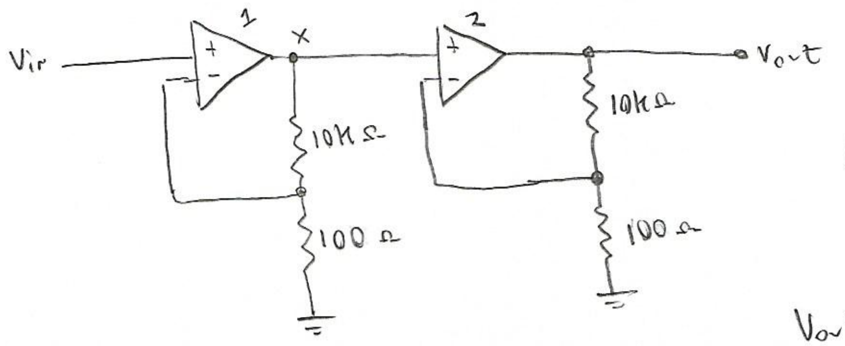


$V_+ = V_- = V_{in}$

$$V_{in} + V_{os} = V_{out} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = (V_{in} + V_{os}) \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

8.48



Deslocamento de entrada de 3 mV

$A_v = 10$

Supondo $V_{in} = 0V$

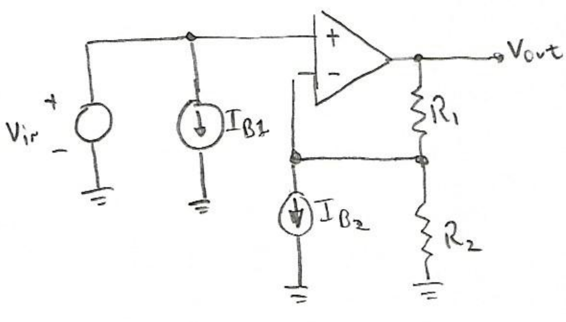
$$V_X = A \cdot V_{os_1} = 10 \times 3\,mV = 30\,mV$$

$$V_{out} = A \cdot (V_X + V_{os_2}) = 10 \cdot (30 + 3)\,mV$$

$$V_{out} = 330\,mV$$

O erro maximo é de 330 mV

8.53



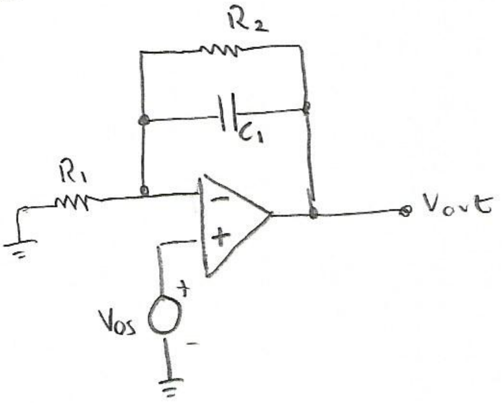
Aplicando principio da superposição e Thevenin, obtemos que

$$V_{out} = -R_2 I_{B_2} \left(-\frac{R_1}{R_2}\right) = R_1 I_{B_2}$$

V_{out} é independente de I_{B1}. I_{B1} pode variar que V_{out} não varia.

$I_{B1} = I_{B2} + \Delta I \rightarrow \Delta I$ não afeta V_{out} pois I_{B1} não afeta V_{out}.

8.50



$$V_{out} = V_{os}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$20\ mV = 3\ mV\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\boxed{\frac{17}{3} = \frac{R_2}{R_1}}$$

$$\frac{1}{R_2 C_1} << 2\pi \times 1K\ Hz$$

$\rightarrow$ fazendo $C_1 = 100\ pF$

$$\frac{1}{R_2 \times 100 \times 10^{-12}} << 2\pi \cdot 1000$$

$$\frac{1}{R_2} << 6{,}283 \times 10^{-7} \rightarrow R_2 >> 1{,}59\ M\Omega$$

Escolhendo $R_2 = 20\ M\Omega$

Temos $\frac{R_2}{R_1} = \frac{17}{3} = \frac{20M\Omega}{R_1} \rightarrow \underline{R_1 = 3{,}53\ M\Omega}$ //

8.55

Barda 100 MHz $\qquad A = 4$

$$\text{Garho} = \frac{A_0}{1 + \frac{s}{w_0}}$$

orde $s \rightarrow 2\pi \times$ Barda

$w_0 \rightarrow 2\pi \times$ freq. amp op.

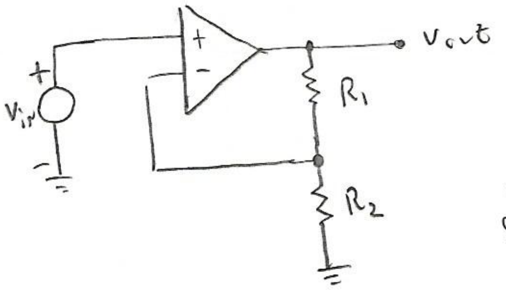
c) $$G = \frac{1000}{1 + \frac{\cancel{2\pi} \cdot 100 \times 10^6}{\cancel{2\pi} \cdot 50}} = 4{,}99 \times 10^{-4}$$

b) $$G = \frac{500}{1 + \frac{\cancel{2\pi} \times 100 \times \cancel{10^6}}{\cancel{2\pi} \times \cancel{10^6}}} = \frac{500}{101} = 4{,}95$$ $\rightarrow$ maior que 4

Especificações de b mais adequadas.

8.58 $\quad A = 4 \quad V_{in}(t) = 0{,}5 \cdot \operatorname{sen} wt \quad$ taxa de inflexão $= 1 \, V/\mu s$

$V_{out} = V_{in} \times 4$, orde $1 + \frac{R_1}{R_2} = 4$



Assim, $V_{out} = 0{,}5\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \operatorname{sen}(wt)$

$$\frac{dV_{out}}{dt} = 0{,}5\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) w \cdot \cos(wt) \overset{\text{maximo}}{=} 0 \text{ p/ } \cos(wt) = 1$$

$$\left.\frac{dV_{out}}{dt}\right|_{max} = 0{,}5\, w \underbrace{\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}_{4} = 2w$$

A frequencia mais maxima é definida como

$2w = 1 \, V/\mu s \rightarrow w = 0{,}5 \frac{rad}{\mu s} \rightarrow f_{max} = 79{,}6 \, MHz$

Sedra 5th Edition - Inglês

2.98

$SR = 60\ V/\mu s$

seno $20\ V_{pp} \rightarrow 10\ V_p$

Qual a maior freq. do seno?

$V = 10 \operatorname{sen} \omega t$

$$\frac{dV}{dt} = 10 \cdot \omega \cos(\omega t) \rightarrow \left.\frac{dV}{dt}\right|_{max} = \underline{10\,\omega}\ //$$

A maior frequência onde essa saída é possível é dada por:

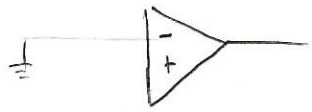
$$\left.\frac{dV}{dt}\right|_{max} = SR \Rightarrow 10\,\omega_{max} = 60 \times 10^6 \rightarrow \underline{\omega_{max} = 6 \times 10^6}\ //$$

$$f_{max} = \frac{\omega_{max}}{2\pi} = 45{,}5\ KHz$$

2.103

$V_{out} = -1{,}4V$

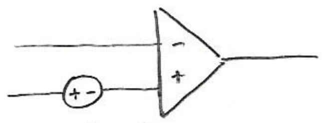
$A = 1000$



$$V_{os} = \frac{V_{out}}{A} = \underline{1{,}4\ mV}\ //$$

Para compensar o offset, colocamos uma fonte de mesmo valor do offset, de modo a zerar.

Assim:



1,4 mV

Sedra 5th Edition

2.83 $G = -20 \frac{V}{V} = -\frac{R_2}{R_1}$ → invasor $A = 10^4$

$f_t = 10^6$ Hz

$$\omega_{3dB} = \frac{\omega_t}{1 + R_2/R_1} = \frac{2\pi \times 10^6}{1+20} = 2\pi \times 47{,}6 \text{ KHz} \rightarrow f_{3dB} = 47{,}6 \text{ KHz}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_2/R_1}{1 + \frac{s}{\omega_t/(1+R_2/R_1)}} = \frac{-20}{1 + \frac{21s}{2\pi \times 10^6}}$$

$$f = 0{,}1 f_{3dB} \rightarrow \left|\frac{V_o}{V_i}\right| = \frac{-20}{\sqrt{1+(0{,}1)^2}} = -19{,}9 \text{ V/V}$$

$$f = 10 f_{3dB} \rightarrow \left|\frac{V_o}{V_i}\right| = \frac{-20}{\sqrt{1+100}} = 1{,}99 \text{ V/V}$$

2.86 $G = 100 \frac{V}{V}$ $f_{3dB} = 8$ KHz Banda de 20KHz

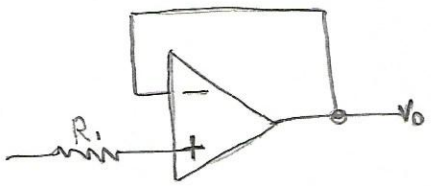
$$1 + \frac{R_2}{R_1} = 100 \text{ V/V}$$

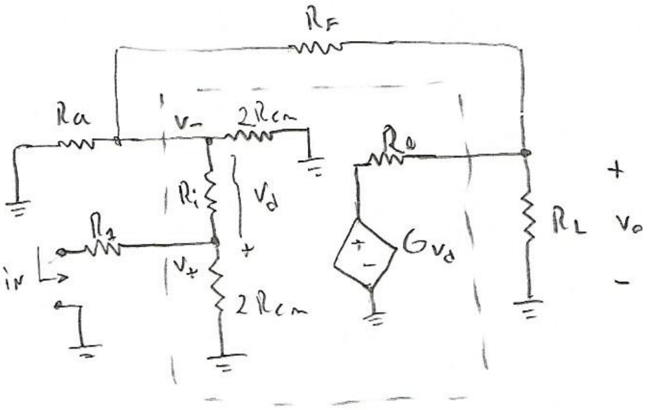
$$f_t = 8 \times 100 = 800 \text{ KHz}$$

Para $f_{3dB} = 20$KHz, $G_{banda} = \frac{800}{20} = 40$ V/V

Savant

9.3 Encontre a impedância de saída do amplificador operacional de ganho unitário, como mostra a fig. abaixo





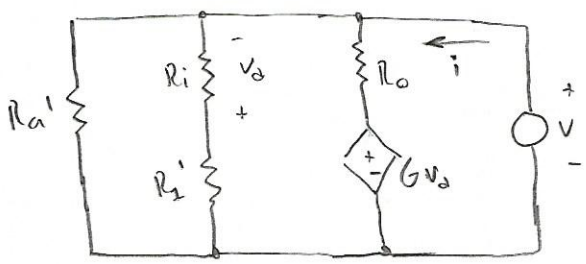
$R_a = \infty$

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

$$R_{out} = \frac{v}{i} = \frac{R_o}{1 + \frac{R_a' G}{R_F + R_a'}}$$ → Não se pode usar!

$2R_{cm} << R_1 // (2R_{cm} + R_i)$

$R_F = 0$

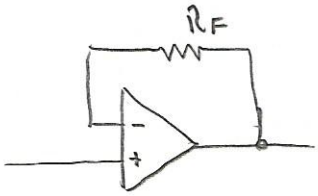


$$v_d = \frac{-R_i v}{R_1' + R_i}$$

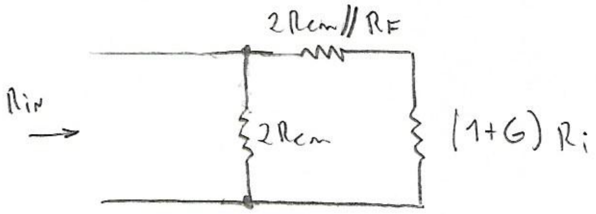
$$R_o i = v - Gv_d = 1 + \frac{GR_i}{R_i + R_1'}$$

Portanto,
$$\boxed{R_{out} = \frac{v}{i} = \frac{R_o}{1 + \frac{R_i G}{R_1' + R_i}}}$$

9.4 Calcule a resistência de entrada do amplificador de ganho unitário abaixo:



Sol Circuito equivalente:



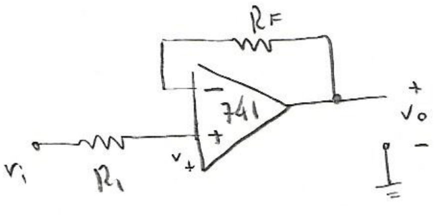
Considerando G e R_{cm} grandes, podemos desconsiderar o termo $2R_{cm} // R_F$ quando comparado com $(1+G)R_{in}$.

$$R_{in} = 2R_{cm} \,//\, \left[(R_A' // R_F) + \left(1 + \frac{R_A' G}{R_A' + R_F'}\right) R_i \right]$$

$R_F = 0$ e $R_A = 0$

$$R_{in} = 2R_{cm} \,//\, (1+G)R_i = \underline{\underline{2R_{cm}}}$$

9.5 Encontrar o ganho do seguidor unitário abaixo:



temos que $R_A = \infty \rightarrow R_A' = 2R_{cm}$

$R_F << R_A'$

$$A_+ = \frac{v_o}{v_i} = \frac{R_1' G R_i / R_1}{R_A' // R_F + R_1' + \left[1 + \frac{R_A' G}{R_A' + R_F}\right] R_i}$$

Reduzindo para as condições do problema:

$$A_+ = \frac{R'_A + R_F}{R'_A} = \frac{R'_A}{R'_A} = 1$$

Temos então que $\underline{\underline{v_o = v_i}}$ como esperado

Exercício: A partir do modelo real do amplificador operacional, chegar a expressão do modelo ideal para uma configuração de amplificador inversor. (item 9.3.2 do Savant)