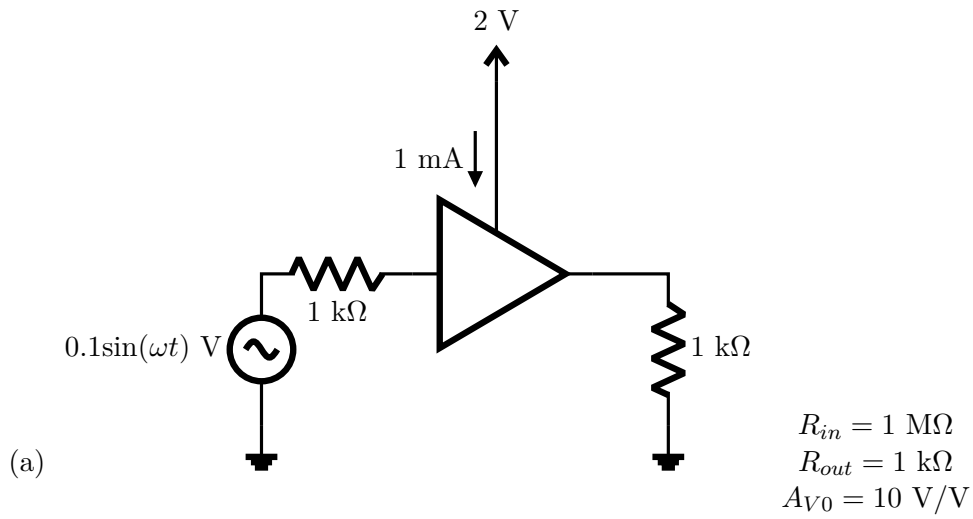


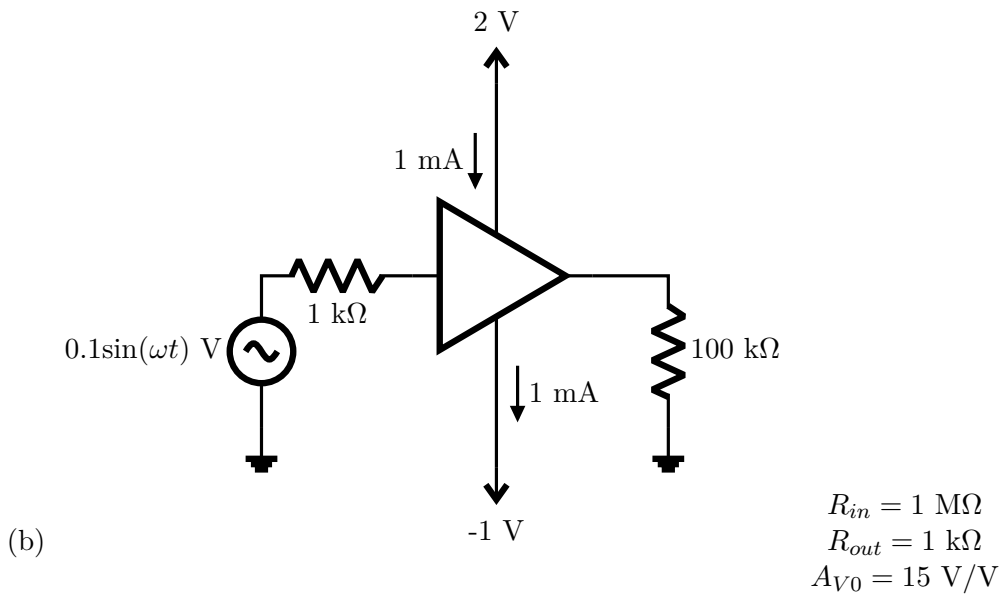
# Exercícios TE324

## Amplificadores

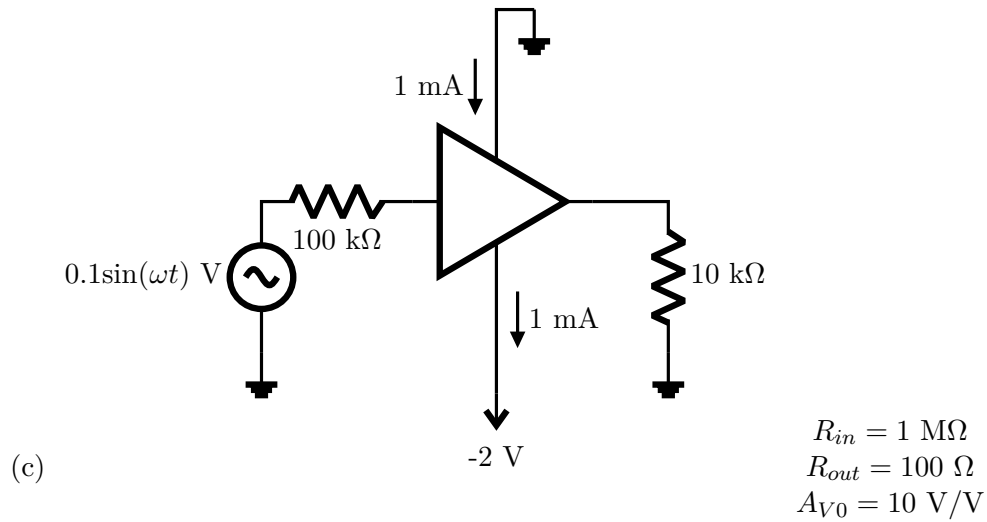
1. Desenhe o modelo e circuito equivalente de um amplificador
2. Em um amplificador ideal, é possível ter na saída uma forma de onda diferente da forma de onda aplicada na entrada?
3. Para garantir a conservação de energia é necessário garantir que o amplificador apresente a soma das potências inseridas igual a soma das potências emitidas. Quais são essas potências?
4. Em um amplificador de tensão o ideal é ter resistência de entrada alta e resistência de saída alta?
5. Em um amplificador de corrente o ideal é que a resistência de entrada seja baixa e a resistência de saída alta?
6. Um ampop ideal possui ganho de modo comum igual a infinito e ganho diferencial igual a zero?
7. Um ampop ideal existe um curto-circuito físico entre as entradas  $V^+$  e  $V^-$  ?
8. Na configuração amplificadora Fonte comum, o ganho de  $A_V$  é baixo e a resistência de entrada é infinita?
9. Nas configurações fonte comum com  $R_S$  e emissor comum com  $R_E$  o ganho de tensão  $A_{V0}$  é influenciado pelas resistências de fonte e emissor, respectivamente?
10. Nas configurações fonte comum com  $R_S$  e emissor comum com  $R_E$  é possível modificar a resistência de entrada alterando as resistências de fonte e emissor, respectivamente?
11. A configuração porta comum possui resistência de entrada alta e por isso não influencia o ganho global do circuito?
12. O ganho de corrente da configuração base comum é igual a 1 e aproximada pelo ganho  $\alpha$ ?
13. Qual a diferença do ganho  $A_V$  entre fonte comum e porta comum?
14. Cite as principais vantagens de cada configuração amplificadora;
15. Qual a melhor configuração para um buffer de tensão? Explique
16. Qual a melhor configuração para um buffer de corrente? Explique
17. Considere os amplificadores abaixo e calcule o ganho de tensão  $A_V$ , ganho de potência, consumo de potência CC, potência perdida como calor, e a eficiência.



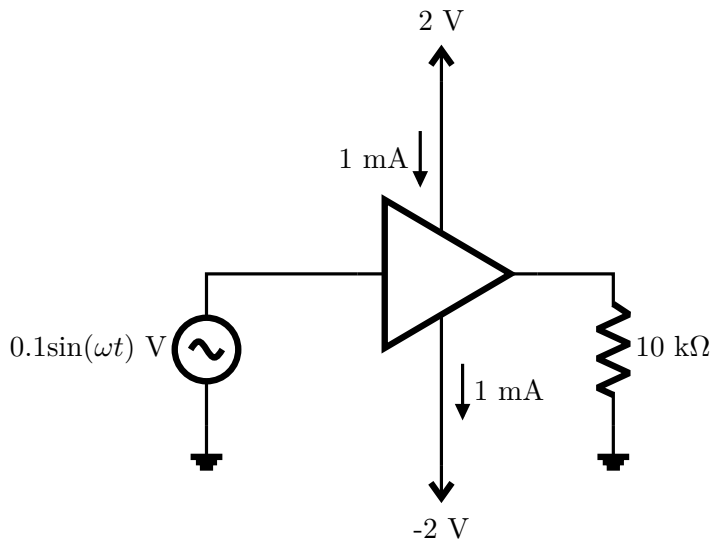
$A_P = 43.979\text{ dB}, \eta = 6.2375\%$



$A_P = 33.435\text{ dB}, \eta = 0.3669\%$



$A_P = 39.914\text{ dB}, \eta = 2.0254\%$



(d)

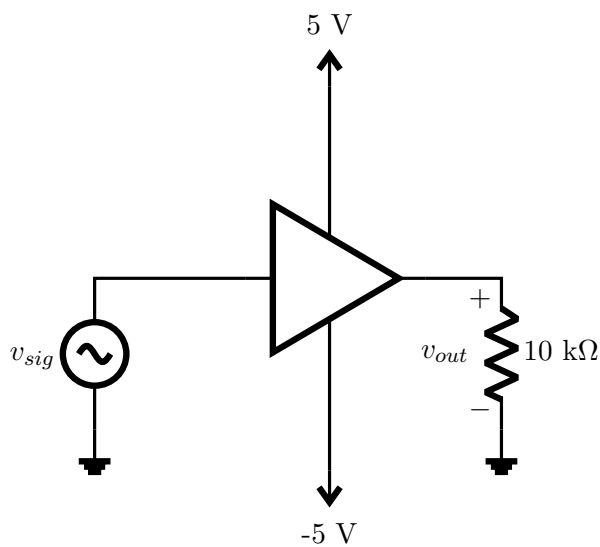
$$R_{in} = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_{out} = 100 \text{ }\Omega$$

$$A_{V0} = 10 \text{ V/V}$$

$$A_P = 39.914 \text{ dB}, \eta = 12.254 \%$$

18. Considere as configurações abaixo. Responda qual é a amplitude máxima que o sinal  $v_{sig}$  pode ter para que nenhum amplificador atinja a saturação. Também especifique qual é a tensão  $v_{out}$  máxima possível



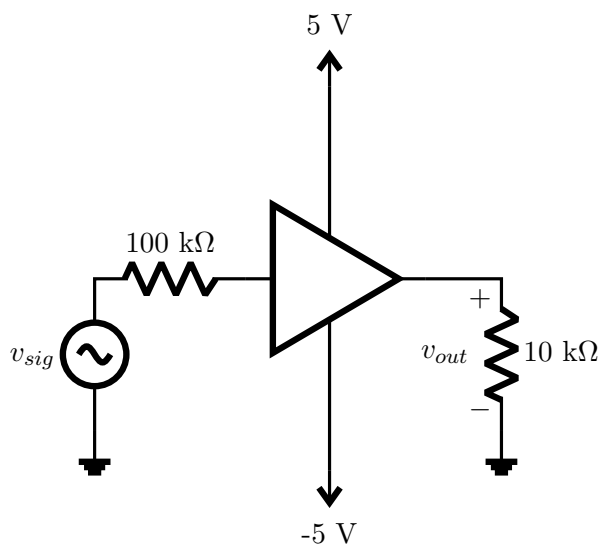
(a)

$$R_{in} = \infty \text{ }\Omega$$

$$R_{out} = 0 \text{ }\Omega$$

$$A_{V0} = 10 \text{ V/V}$$

$$v_{sig} = 0.5 \text{ V}, v_{out} = 5 \text{ V}$$



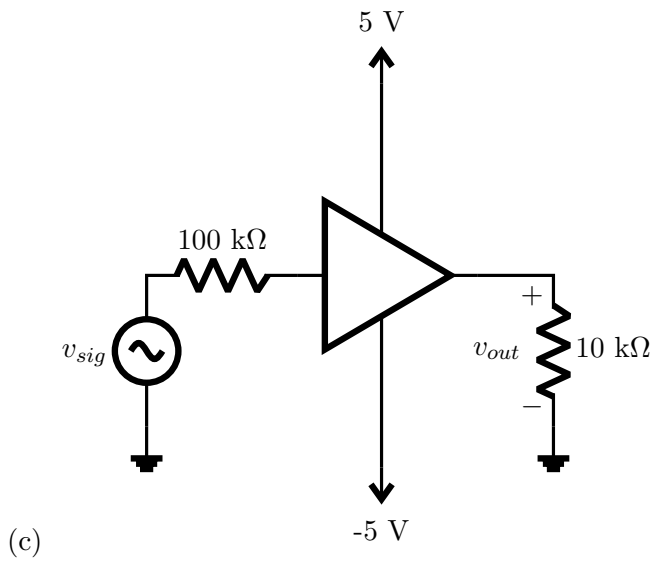
(b)

$$R_{in} = \infty \text{ }\Omega$$

$$R_{out} = 1 \text{ k}\Omega$$

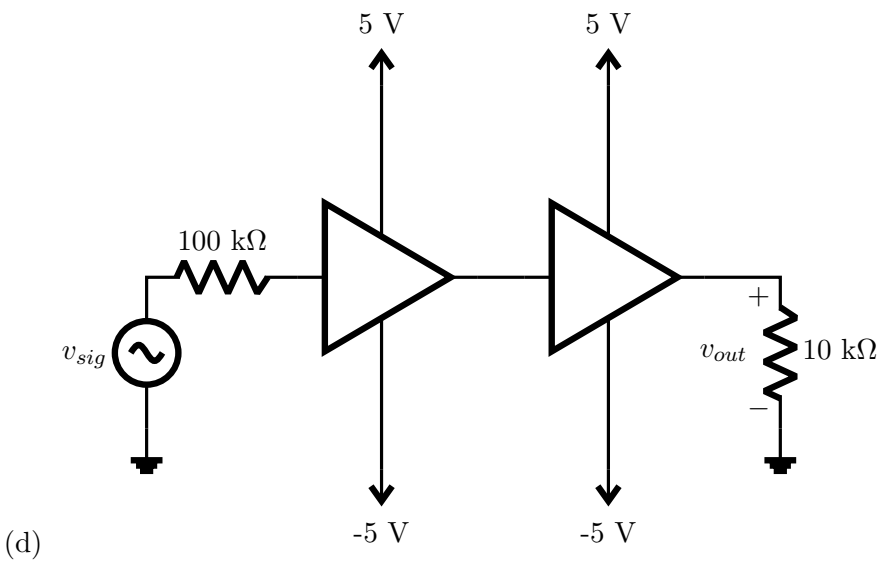
$$A_{V0} = 10 \text{ V/V}$$

$v_{sig} = 0.5 \text{ V}, v_{out} = 4.55 \text{ V}$



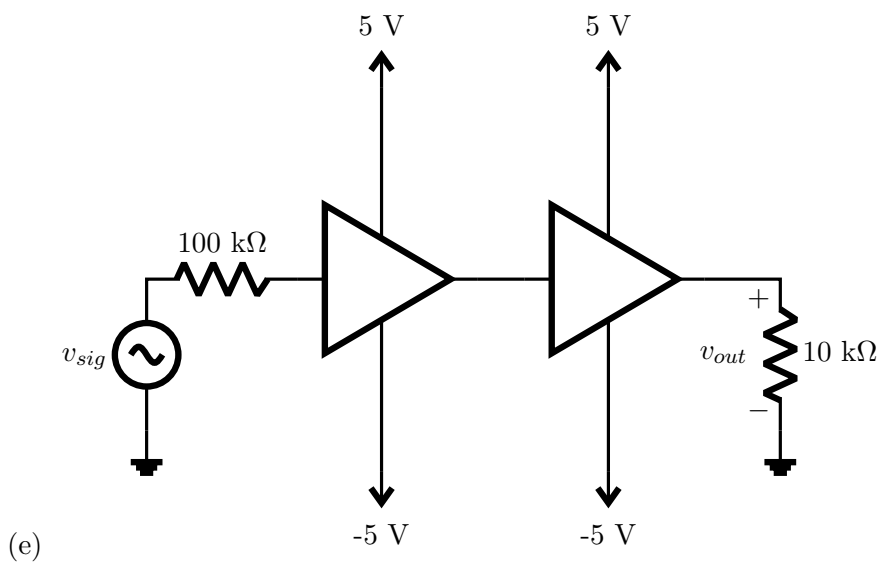
$R_{in} = 1 \text{ M}\Omega$   
 $R_{out} = 1 \text{ k}\Omega$   
 $A_{V0} = 10 \text{ V/V}$

$v_{sig} = 0.55 \text{ V}, v_{out} = 4.55 \text{ V}$



$R_{in} = \infty \Omega$   
 $R_{out} = 0 \Omega$   
 $A_{V0} = 10 \text{ V/V}$

$v_{sig} = 0.05 \text{ V}, v_{out} = 5 \text{ V}$

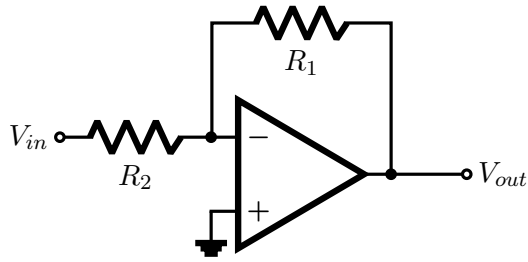


$R_{in} = 1 \text{ M}\Omega$   
 $R_{out} = 1 \text{ k}\Omega$   
 $A_{V0} = 10 \text{ V/V}$

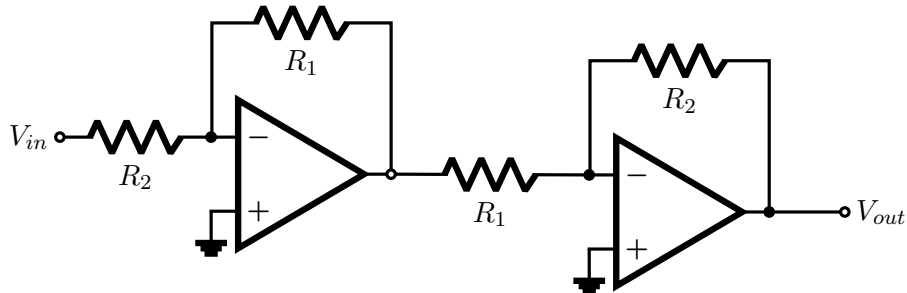
$v_{sig} = 0.055 \text{ V}, v_{out} = 4.55 \text{ V}$

19. Considere as configurações com Amp Op ideal abaixo e responda:

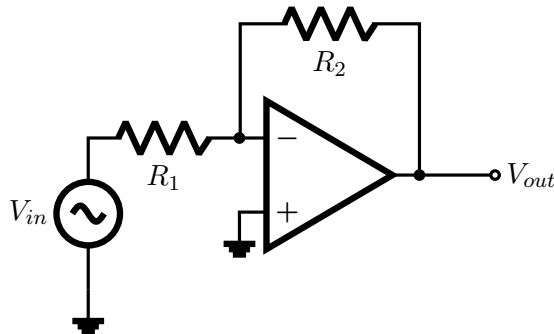
- (a) Mostre que para a configuração indicada abaixo, o ganho  $V_{out}/V_{in} = -R_1/R_2$



- (b) Mostre que para a configuração indicada abaixo, o ganho  $V_{out}/V_{in} = 1$



- (c) Especifique os valores dos resistores do circuito abaixo de forma que a corrente máxima emitida pela fonte de entrada seja de 1 mA e que o ganho seja de 3 V/V

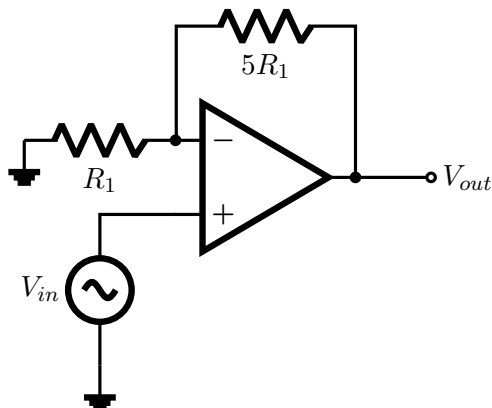


$$V_{in} = 2 \sin(\omega t) \text{ V}$$

$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega, R_2 = 6 \text{ k}\Omega$$

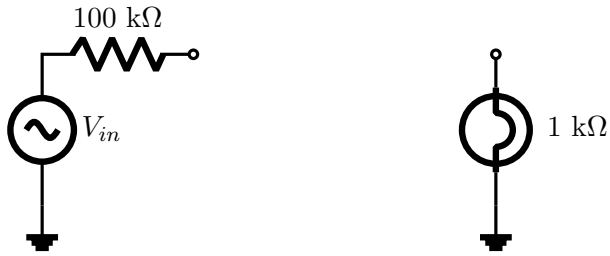
- (d) Projete um circuito para realizar a seguinte operação:  $2V_{in1} - V_{in2}$ .

- (e) Sabendo que  $V_{in} = 3 \sin(\omega t) + 2$ , qual será a equação de  $V_{out}$  da configuração abaixo

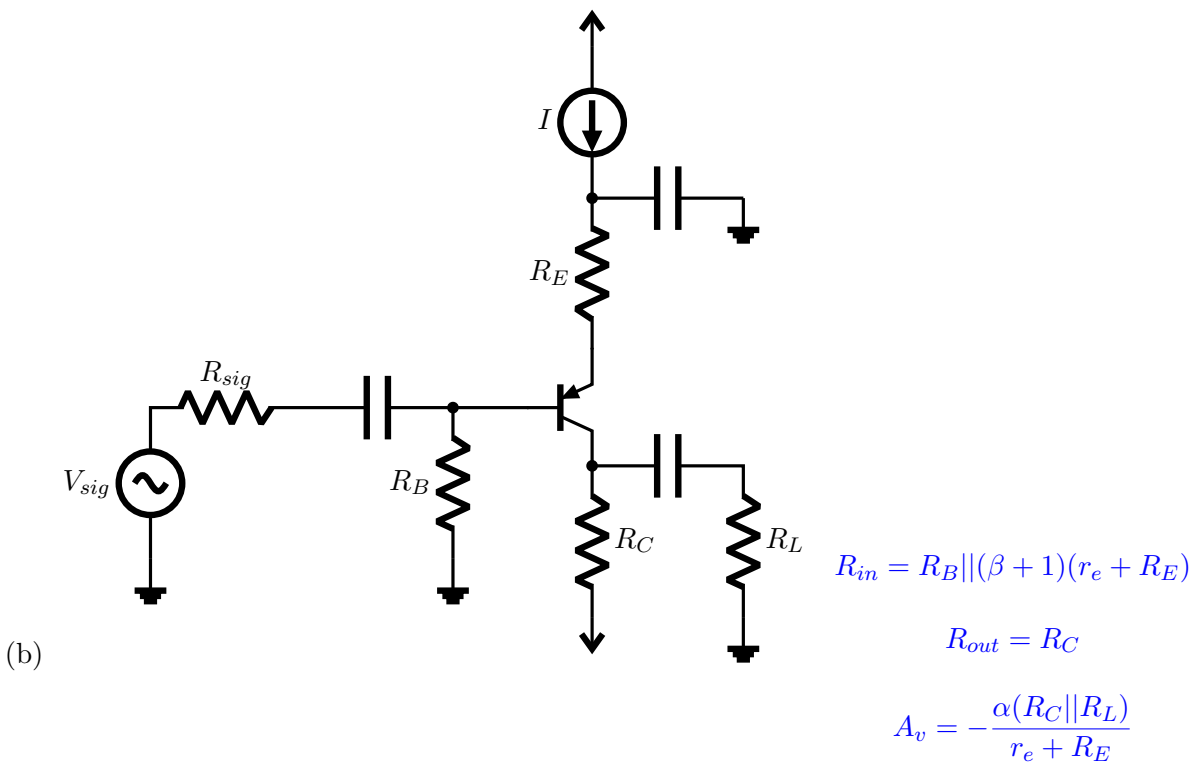
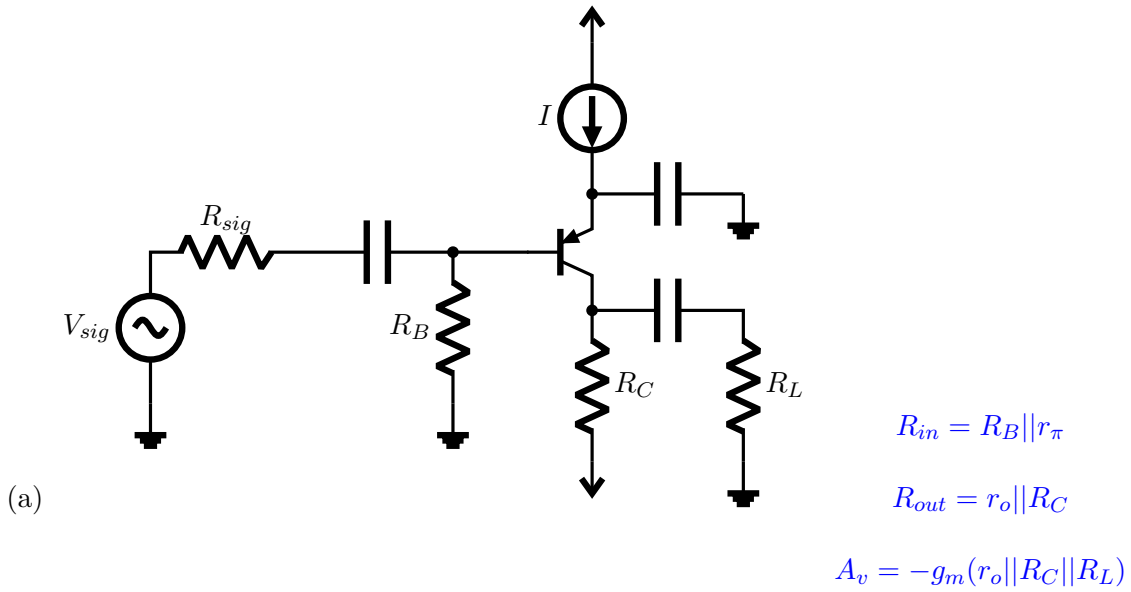


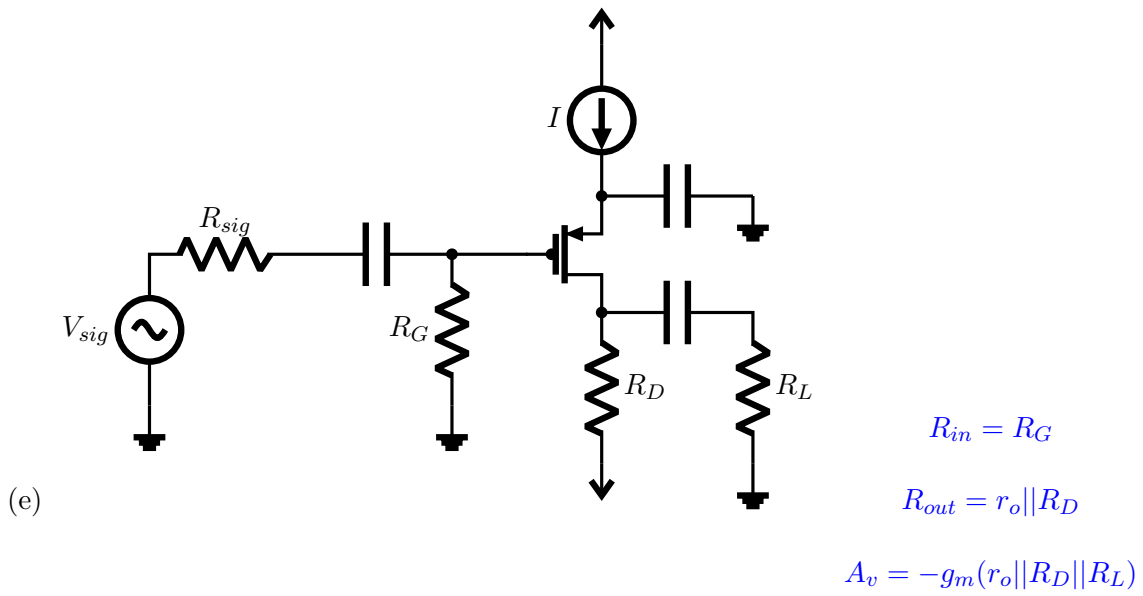
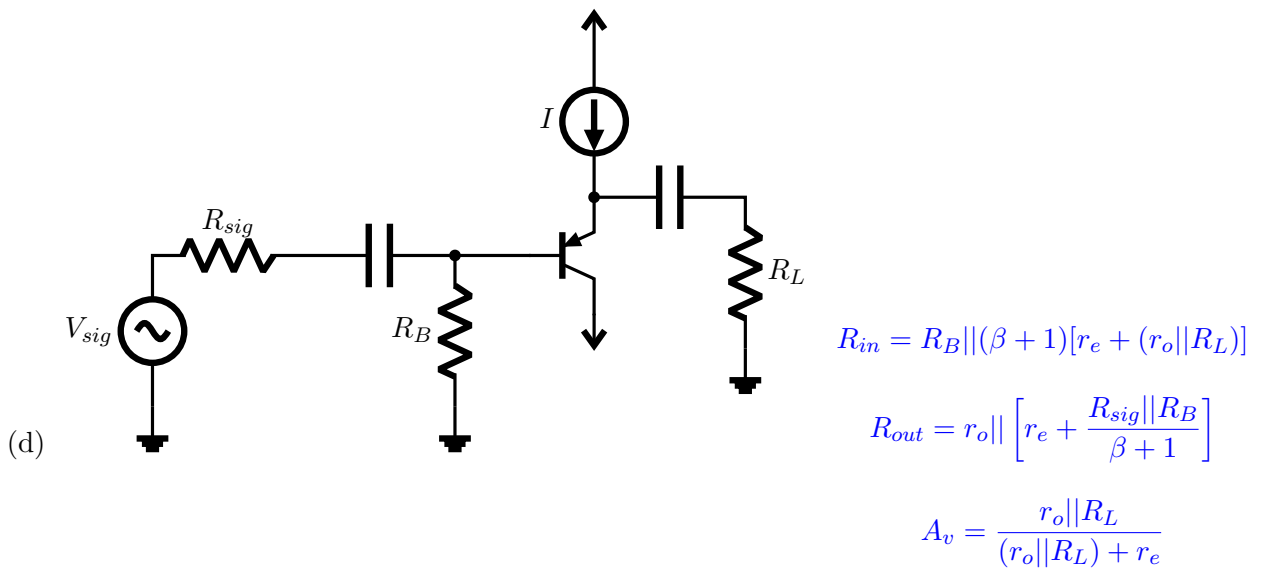
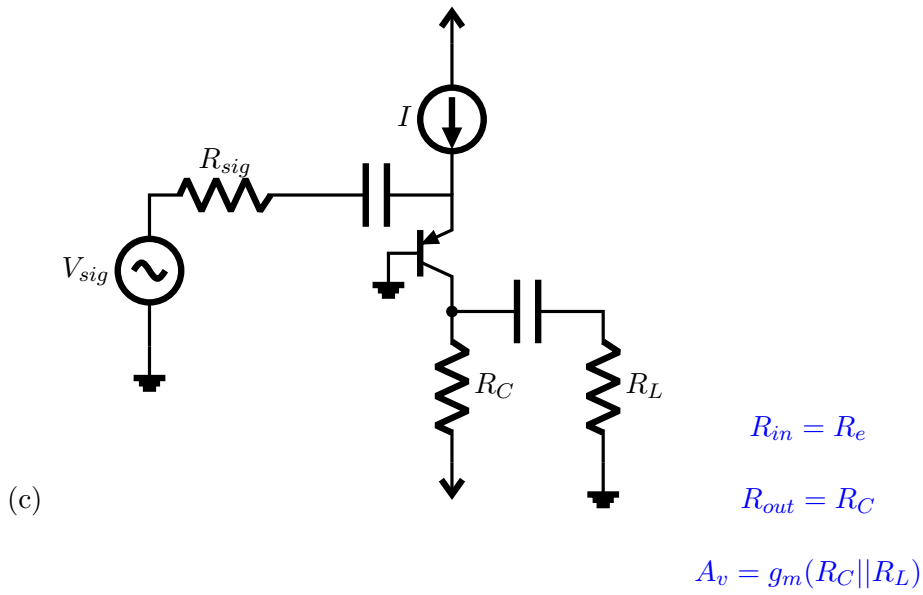
$$V_{out} = 18 \sin(\omega t) + 12$$

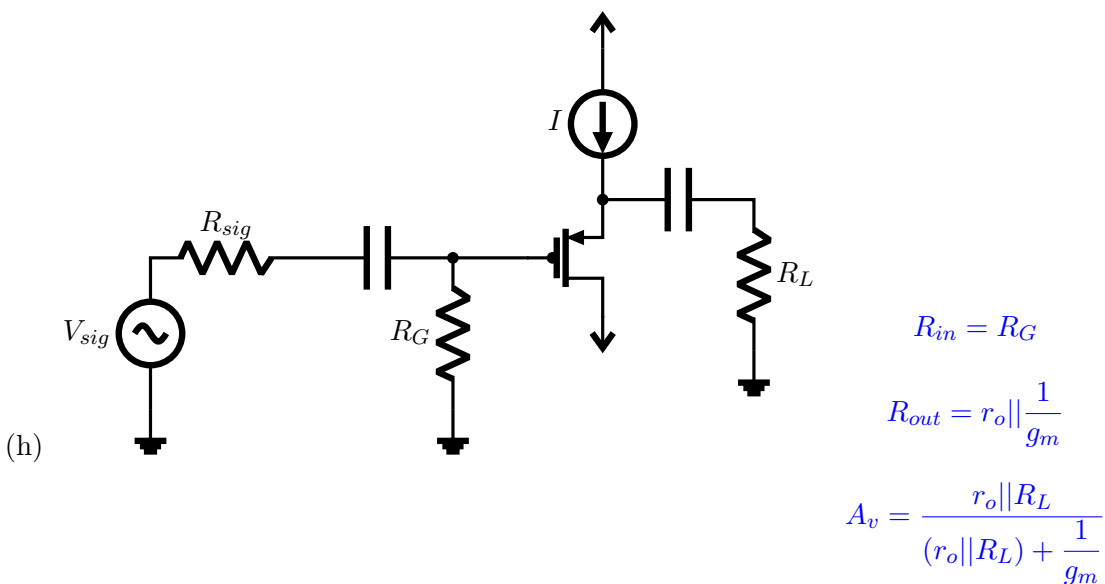
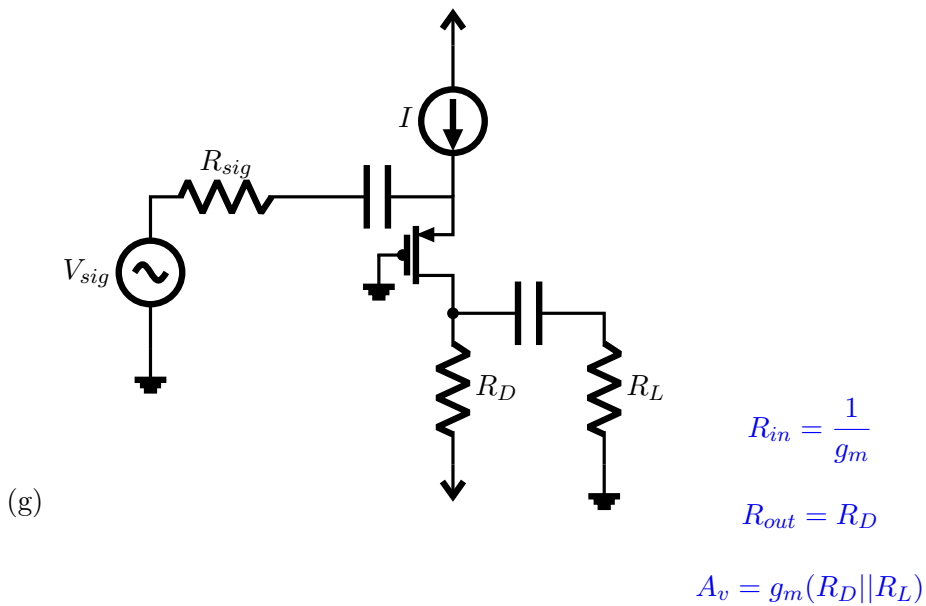
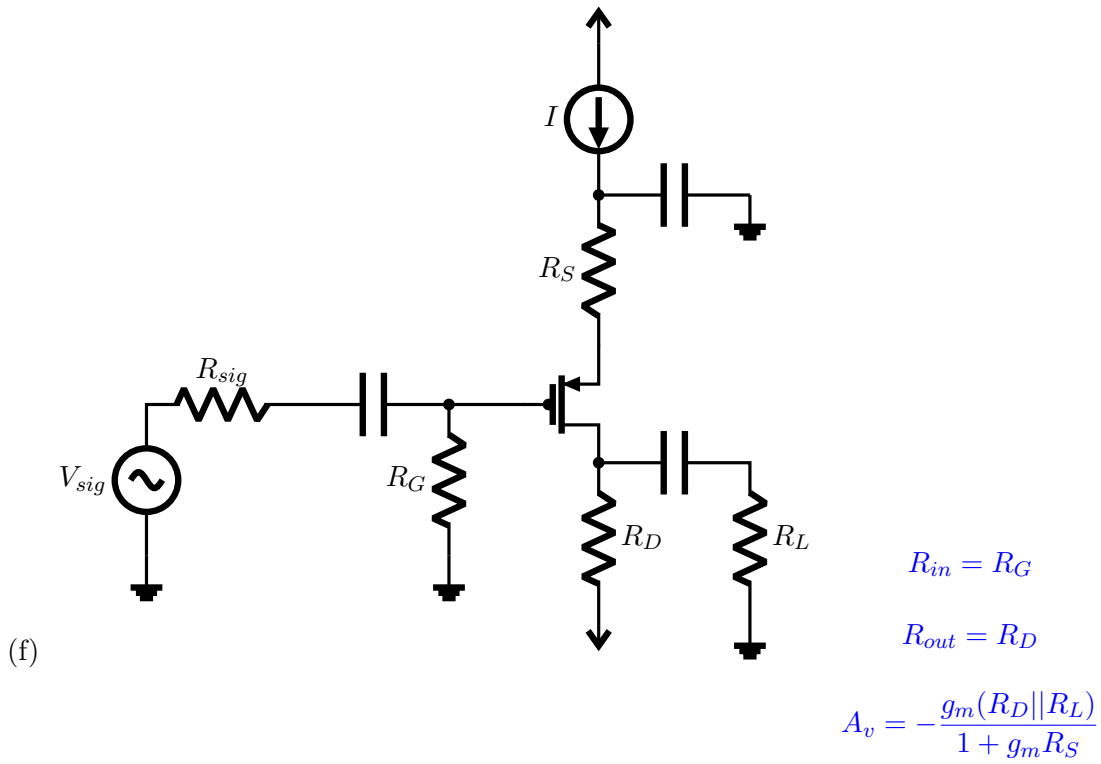
- (f) Um aluno quer acionar uma lâmpada utilizando um gerador de sinais. Mas ao conectar a lâmpada no gerador ele percebeu que a fonte possui uma resistência de saída muito alta para a aplicação que ele gostaria. Dessa forma o aluno decidiu utilizar um amp op ideal para garantir que a tensão na lâmpada seja igual a da lâmpada. Complete o circuito abaixo para acionar a lâmpada.



20. Para as configurações amplificadores abaixo, obtenha as equações para  $R_{in}$ ,  $R_{out}$  e  $A_v$



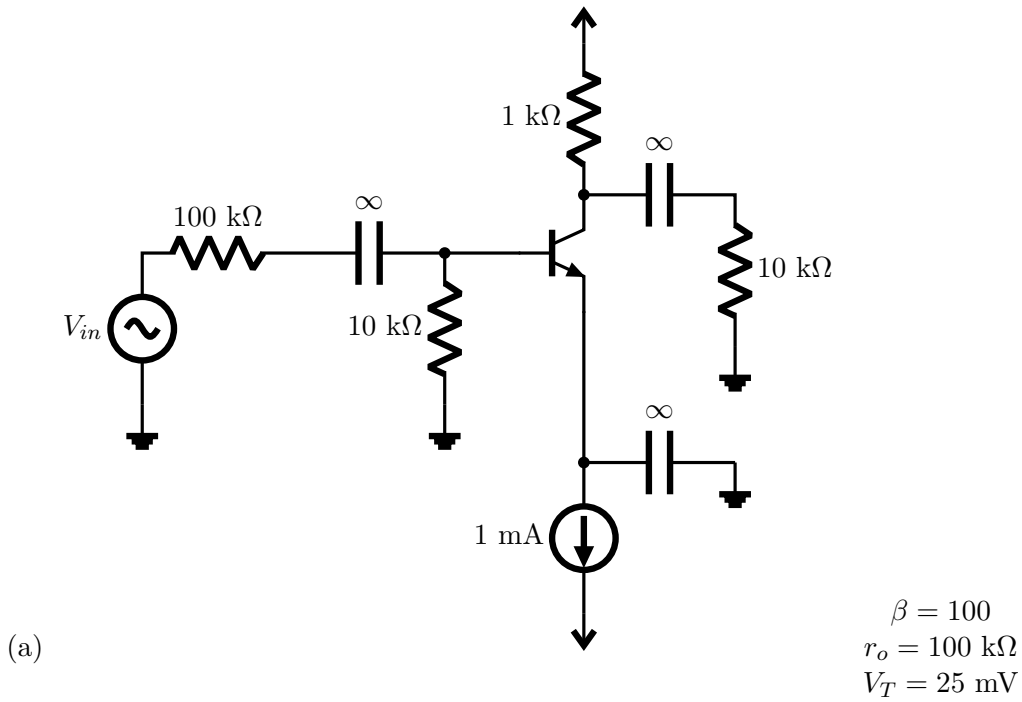




21. Para as configurações amplificadoras com BJT abaixo, monte o circuito equivalente de um amplificador



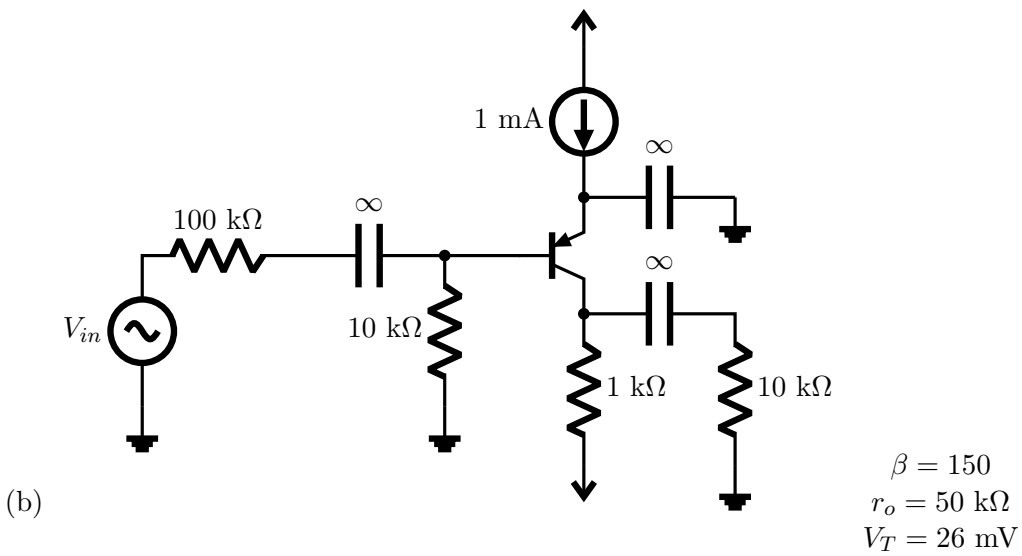
de tensão.



$$R_{in} = 2016 \text{ } \Omega$$

$$R_{out} = 990.10 \text{ } \Omega$$

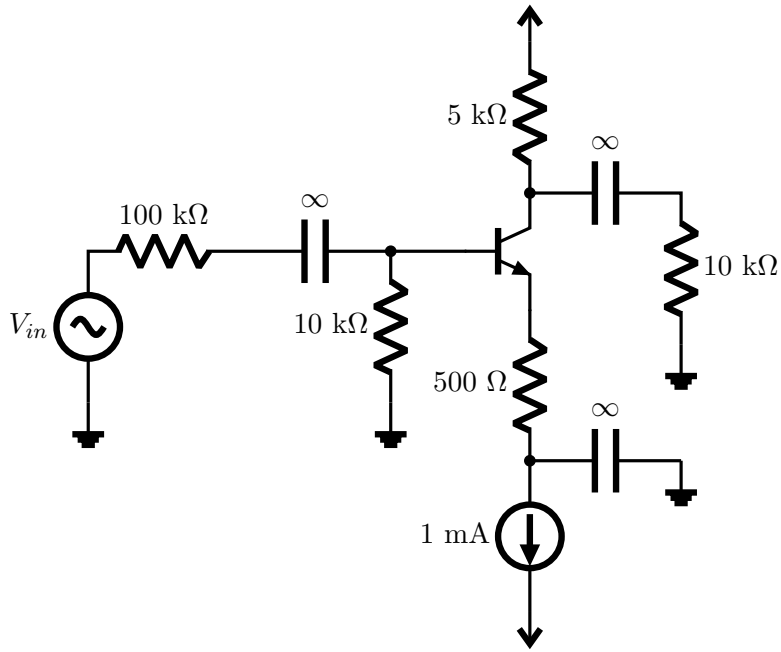
$$A_{v0} = -39.212 \text{ V/V}$$



$$R_{in} = 2819.2 \text{ } \Omega$$

$$R_{out} = 980.39 \text{ } \Omega$$

$$A_{v0} = -37.458 \text{ V/V}$$



(c)

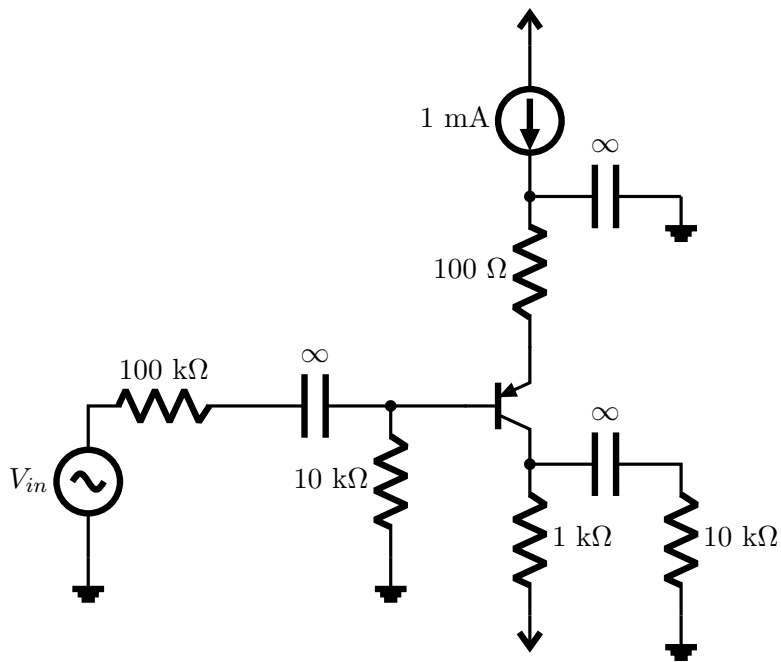
$$\beta = 100$$

$$V_T = 25 \text{ mV}$$

$$R_{in} = 8413.3 \ \Omega$$

$$R_{out} = 5000 \ \Omega$$

$$A_{v0} = -9.4295 \text{ V/V}$$



(d)

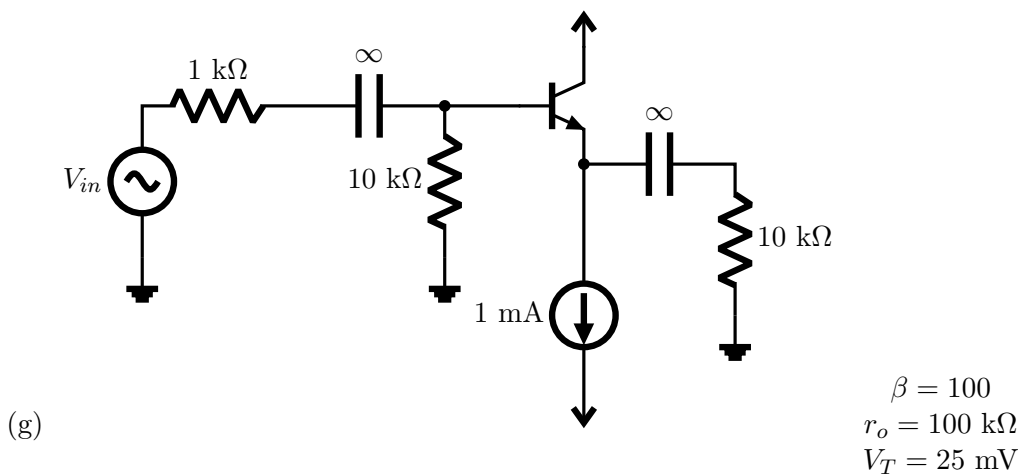
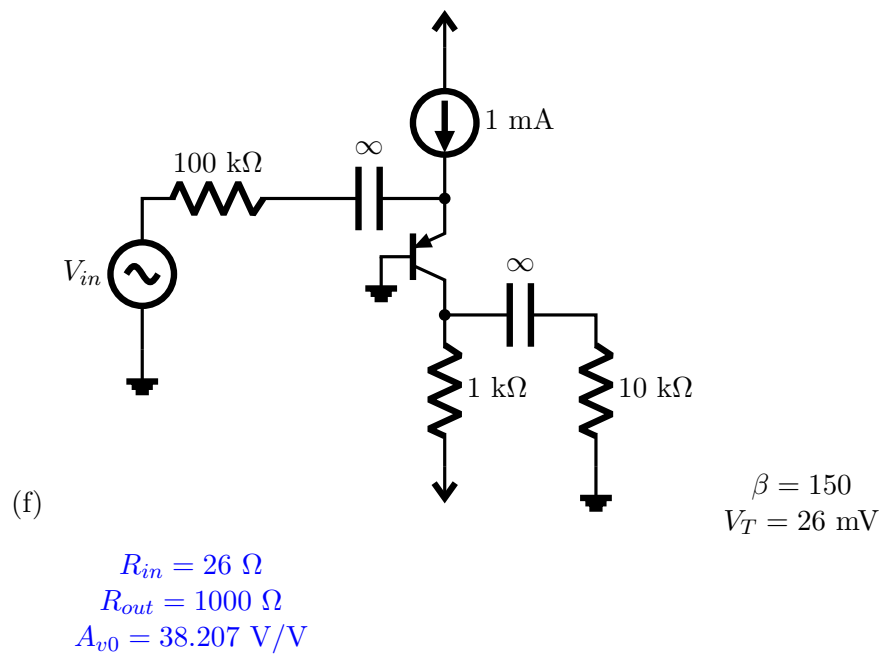
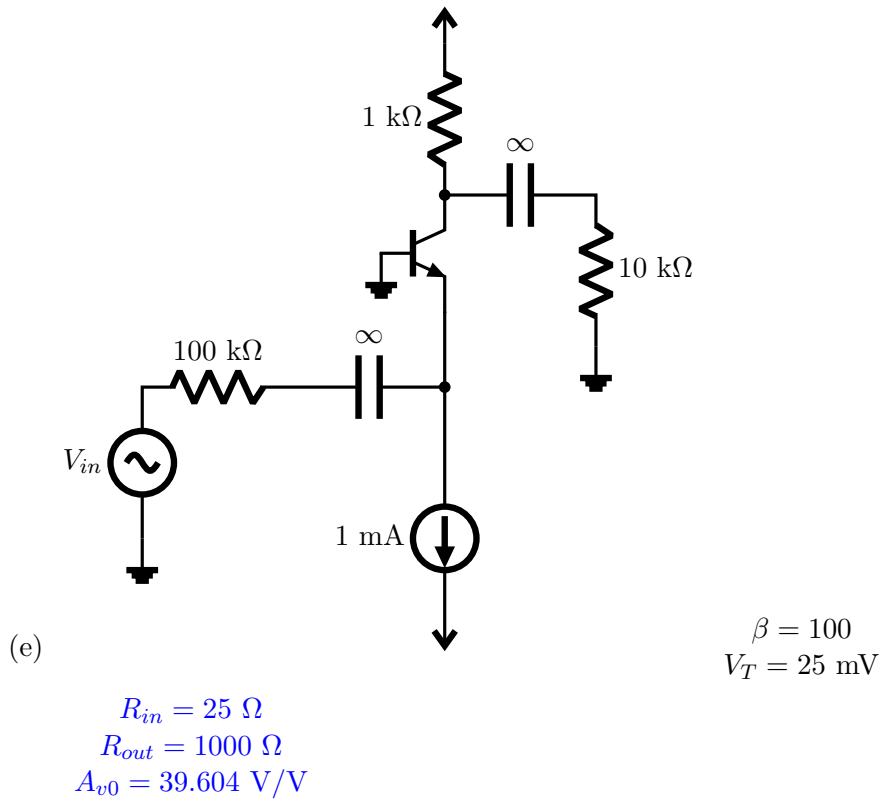
$$\beta = 150$$

$$V_T = 26 \text{ mV}$$

$$R_{in} = 6554.8 \ \Omega$$

$$R_{out} = 1000 \ \Omega$$

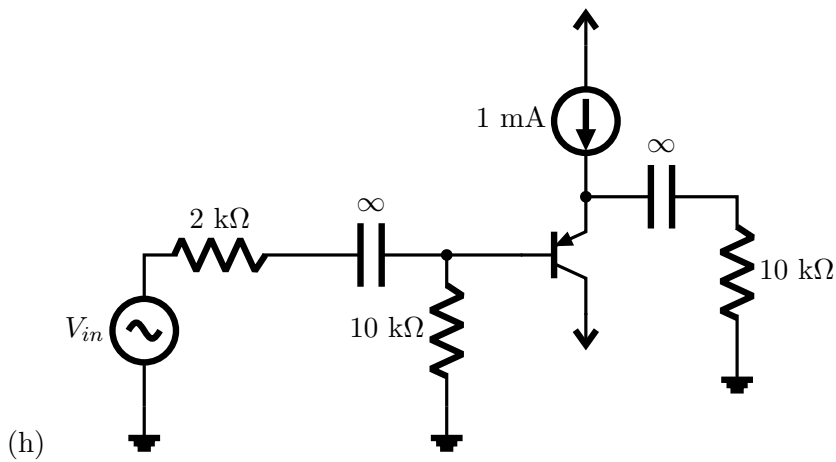
$$A_{v0} = -7.8839 \text{ V/V}$$



$$R_{in} = 9892.6 \Omega$$

$$R_{out} = 33.989 \Omega$$

$$A_{v0} = 0.9998 \text{ V/V}$$



$$\beta = 150$$

$$r_o = 50 \text{ k}\Omega$$

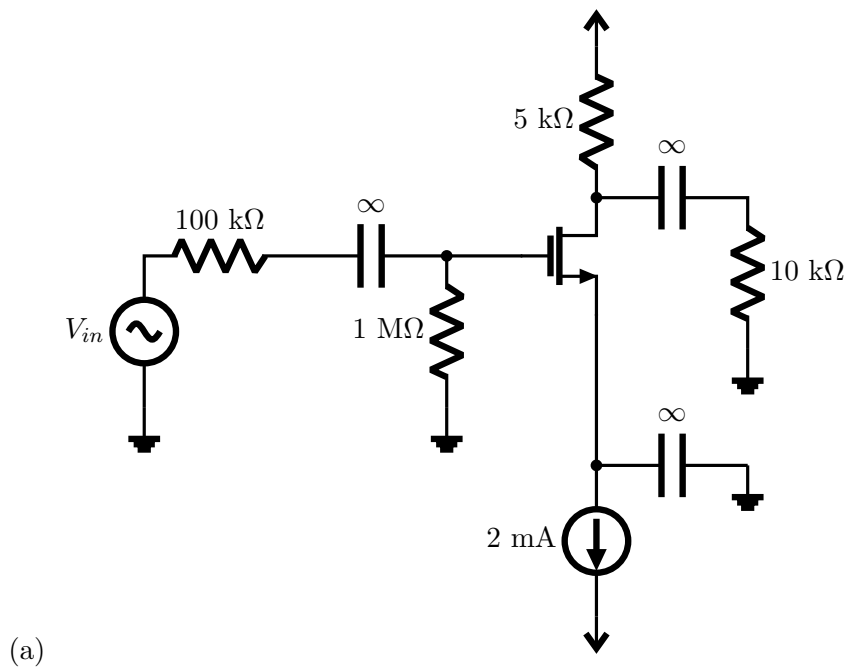
$$V_T = 26 \text{ mV}$$

$$R_{in} = 9921.4 \Omega$$

$$R_{out} = 37.010 \Omega$$

$$A_{v0} = 0.9995 \text{ V/V}$$

22. Para as configurações amplificadoras com MOSFET abaixo, monte o circuito equivalente de um amplificador de tensão.



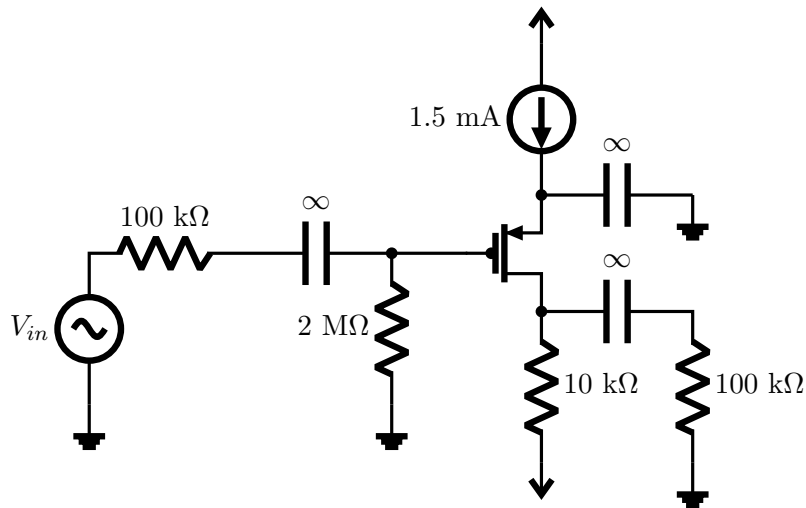
$$g_m = 4 \text{ mS}$$

$$r_o = 150 \text{ k}\Omega$$

$$R_{in} = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_{out} = 4838.7 \Omega$$

$$A_{v0} = -19.355 \text{ V/V}$$



(b)

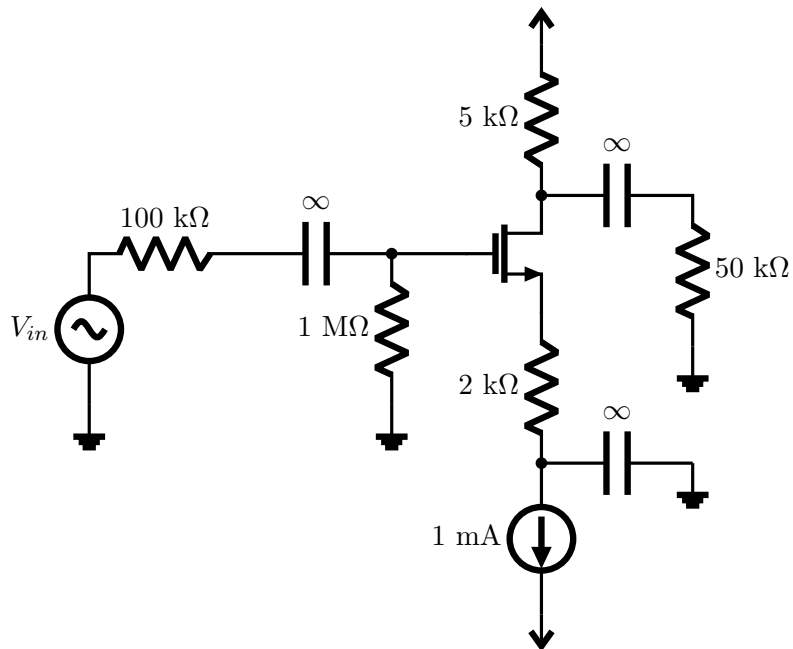
$$R_{in} = 2 \text{ M}\Omega$$

$$R_{out} = 9523.8 \text{ }\Omega$$

$$A_{v0} = -28.571 \text{ V/V}$$

$$g_m = 3 \text{ mS}$$

$$r_o = 200 \text{ k}\Omega$$



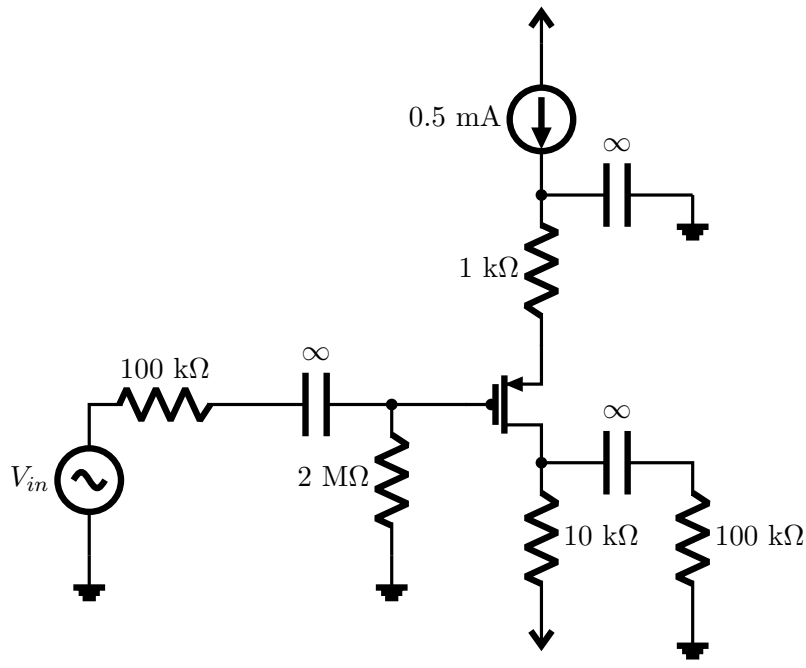
(c)

$$R_{in} = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_{out} = 5000 \text{ }\Omega$$

$$A_{v0} = -2 \text{ V/V}$$

$$g_m = 2 \text{ mS}$$

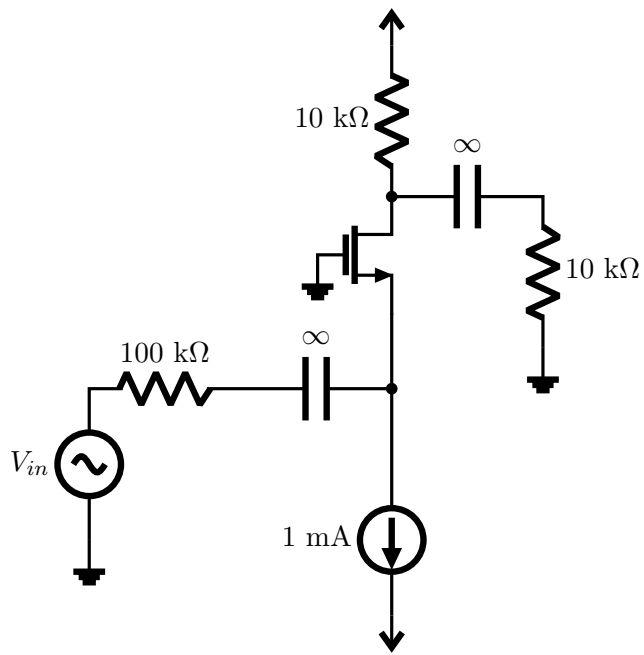


$$R_{in} = 2 \text{ M}\Omega$$

$$R_{out} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$A_{v0} = -5 \text{ V/V}$$

$$g_m = 1 \text{ mS}$$

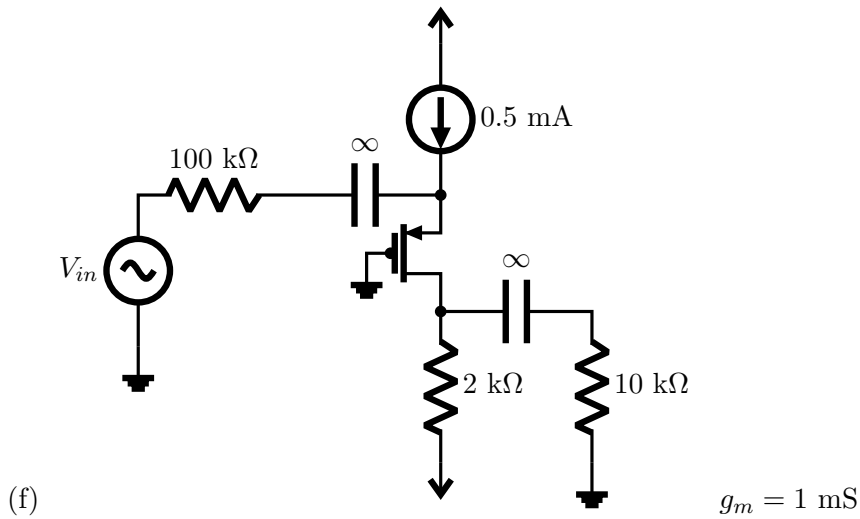


$$R_{in} = 500 \Omega$$

$$R_{out} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$A_{v0} = 20 \text{ V/V}$$

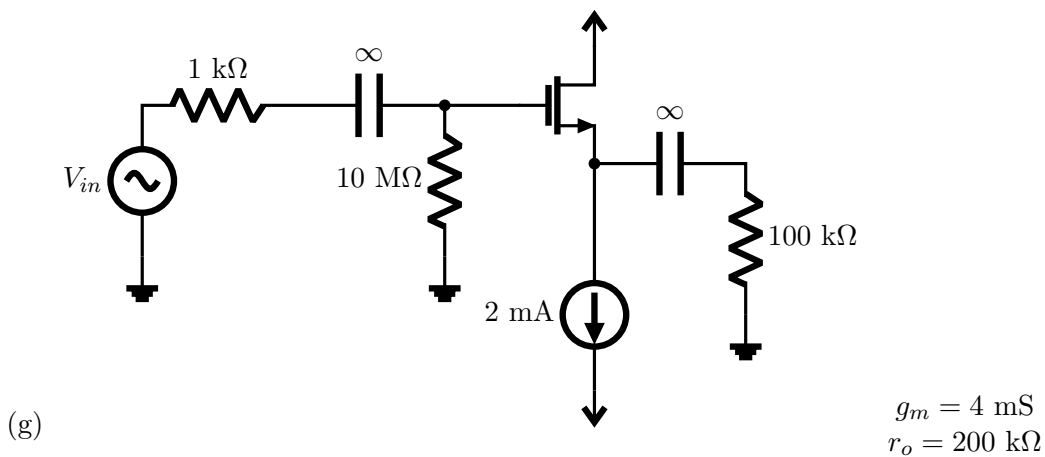
$$g_m = 2 \text{ mS}$$



$$R_{in} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_{out} = 2 \text{ k}\Omega$$

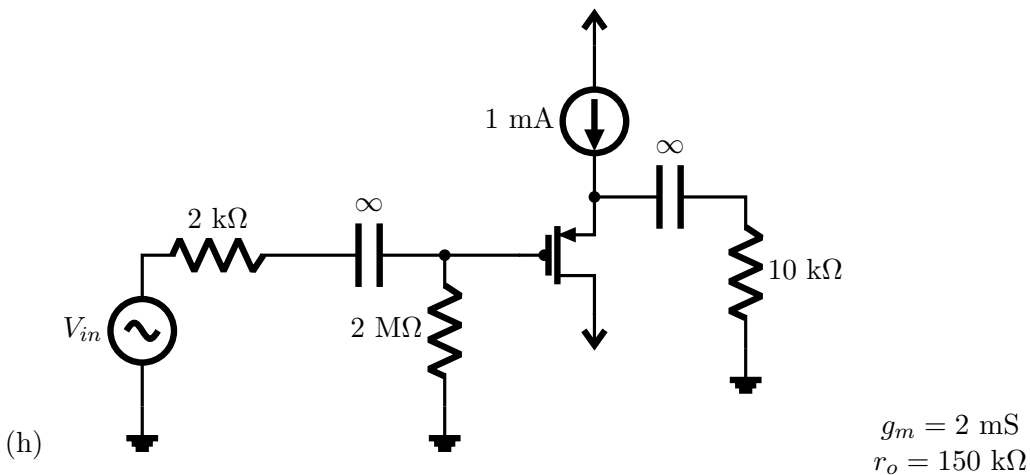
$$A_{v0} = 2 \text{ V/V}$$



$$R_{in} = 10 \text{ M}\Omega$$

$$R_{out} = 249.69 \text{ }\Omega$$

$$A_{v0} = 0.9988 \text{ V/V}$$



$$R_{in} = 2 \text{ M}\Omega$$

$$R_{out} = 498.34 \text{ }\Omega$$

$$A_{v0} = 0.9967 \text{ V/V}$$

23. Desenhe o circuito e especifique os resistores e a fonte de corrente de polarização para um circuito Fonte Comum para que  $R_{in} > 1 \text{ M}\Omega$ ,  $R_{out} = 2.5 \text{ k}\Omega$  e  $|A_v| = 10 \text{ V/V}$ . Desconsidere a modulação do comprimento de canal e considere  $2\mu_p C_{ox} W/L = 2\mu_n C_{ox} W/L = 0.5 \text{ mA/V}^2$ .

$$R_G > 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_D = 2.5 \text{ k}\Omega$$

$$I_D = 32 \text{ }\mu\text{A}$$

24. Um aluno projetou um amplificador Emissor Comum com um transistor que possui  $r_o$  desprezível. A configuração apresenta  $R_{out} = 1 \text{ k}\Omega$  e  $|A_{v0}| = 10 \text{ V/V}$ . Nos testes o aluno percebeu que o amplificador tornou-se muito instável e decidiu incluir um resistor de emissor. Qual deve ser o valor máximo do resistor para garantir que o ganho  $|A_{v0}| > 3 \text{ V/V}$ ?

$$R_E < 233 \text{ }\Omega$$

25. Em um projeto de instrumentação você precisa fazer a leitura de um sensor que sensibiliza a corrente de saída (SC) com um equipamento sensível a corrente (EQ). O SC pode ser visto como uma fonte de corrente com resistência de saída igual a  $100 \text{ }\Omega$ . O EQ possui resistência de entrada de  $500 \text{ }\Omega$ . Para conseguir uma resolução aceitável é necessário um buffer de corrente com resistência de entrada de no máximo  $25 \text{ }\Omega$  e resistência de saída maior do que  $1 \text{ k}\Omega$ . Utilizando um BJT com  $\beta = 300$  e  $V_T = 25 \text{ mV}$  projete (defina a corrente de polarização e as resistências) um buffer de corrente.

BC

$$R_C < 1 \text{ k}\Omega$$

$$I = 1 \text{ mA}$$

26. Você deve acionar um fone de ouvido com um microfone de eletreto. O problema é que o fone de ouvido pode ser visto como uma carga de  $10 \text{ k}\Omega$  e o circuito com o microfone como uma fonte de tensão com resistência de saída de  $100 \text{ k}\Omega$ . A tensão gerada pelo circuito com microfone possui tensão suficiente para acionar o fone de ouvido mas as impedâncias atrapalha. Especifique uma configuração amplificadora com MOSFET para fazer um buffer de tensão de forma que a resistência de entrada da configuração seja superior a  $1 \text{ M}\Omega$  e que a resistência de saída seja menor que  $1 \text{ k}\Omega$ . Considere  $r_o = 100 \text{ k}\Omega$  e  $2\mu_p C_{ox} W/L = 2\mu_n C_{ox} W/L = 0.5 \text{ mA/V}^2$ .

DC

$$R_G > 1 \text{ M}\Omega$$

$$I = 1.9602 \text{ mA}$$