

SEL-EESC-USP

JFET Exercícios

P. R. Veronese
2014

1. Amplificador Fonte-Comum com Fonte Dupla

Calcular o ponto de polarização do circuito da Figura 1 e, posteriormente, calcular as grandezas elétricas AC, para pequenos sinais, do amplificador: A_v , R_i , R_o , f_{CA} e f_{CB} . Avaliar, também, a máxima excursão de sinal na entrada e na saída do amplificador.

Dados do JFET @ 27 °C:

$\beta = 906,3 \mu A/V^2$; $V_{To} = -2,0 V$; $\lambda = 0,03179 V^{-1}$; $C_{GS} = C_{GD} = 21,86 pF$; $P_B = 1,147 V$ e $m = 0,5$.

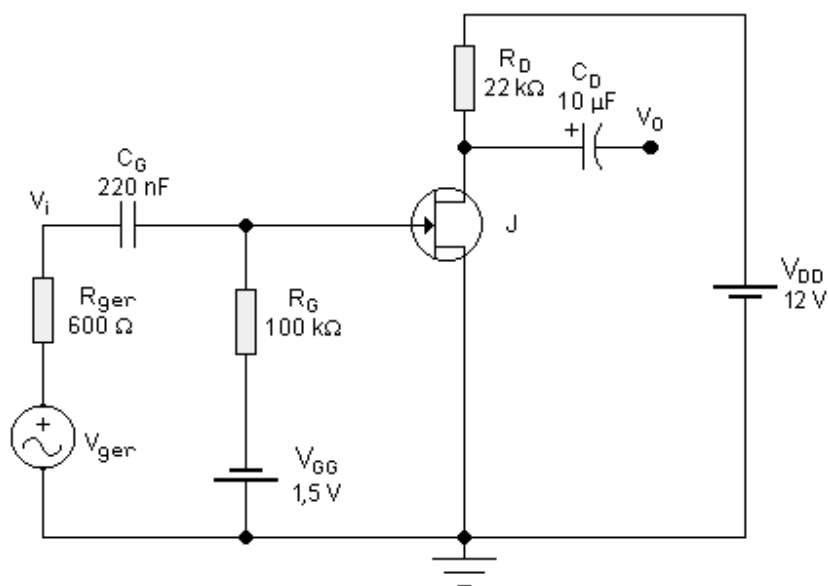


Figura 1 – Amplificador CS Usado no Exercício 1.

2. Amplificador Fonte-Comum com Autopolarização

Calcular o ponto de polarização do circuito da Figura 2 e, posteriormente, calcular as grandezas elétricas AC, para pequenos sinais, do amplificador: A_v , R_i , R_o , f_{CA} e f_{CB} , com $C_S = 0$ e com $C_S = 10 \mu F$.

Dados do JFET @ 27 °C: $\beta = 906,3 \mu A/V^2$; $V_{To} = -2,0 V$; $\lambda = 0,03179 V^{-1}$; $C_{GS} = C_{GD} = 21,86 pF$; $P_B = 1,147 V$ e $m = 0,5$.

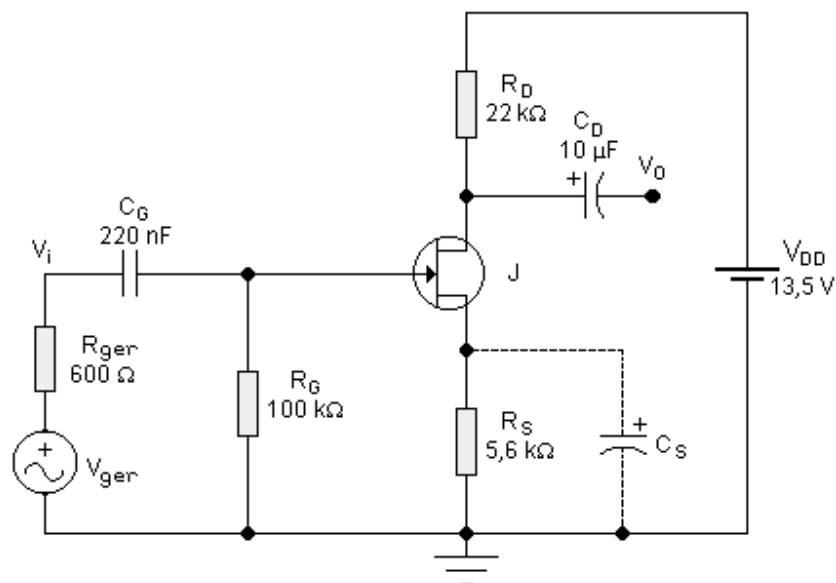


Figura 2 - Amplificador CS Usado no Exercício 2.

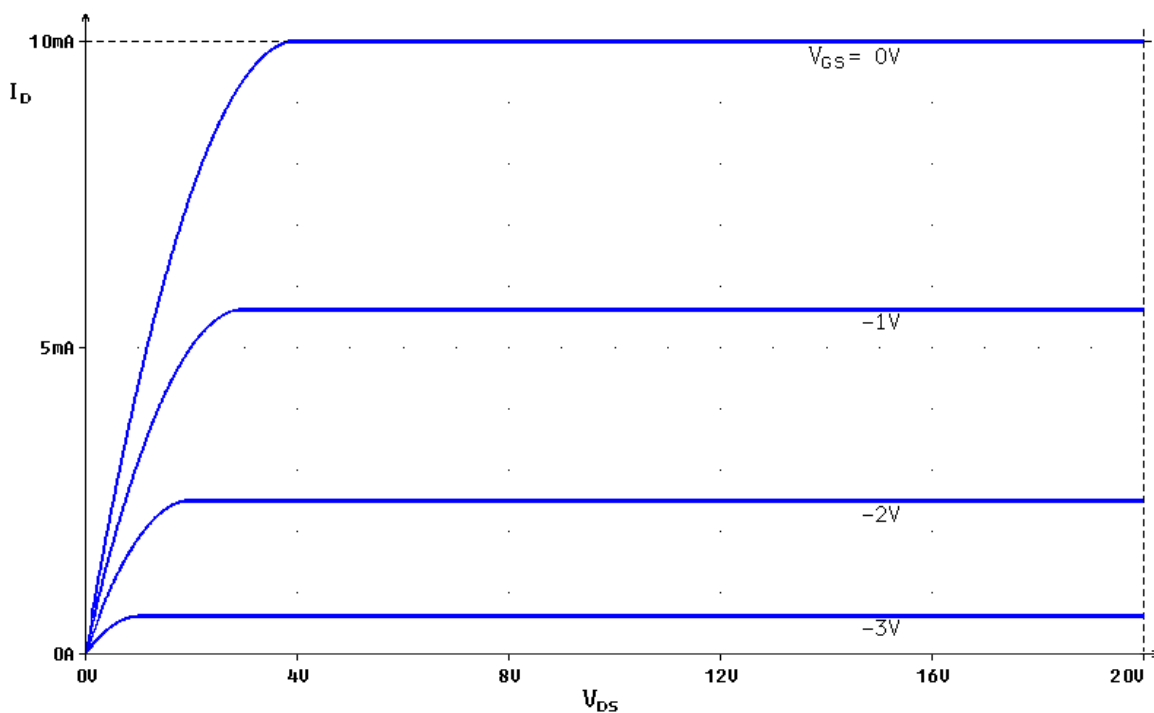


Figura 3.I – Curvas Referentes ao JFET Usado no Exercício 3a.

3. Modelagem

As curvas das Figuras 3.I e 3.II representam as características $I_D \times V_{DS} \times V_{GS}$ de um JFET canal n de silício.

3.a – Determinar os parâmetros: β , V_{T0} e λ desse componente.

3.b – Determinar o valor da tensão da bateria V_{GG} do circuito da Figura 3.III para que o amplificador fique polarizado no centro da reta de carga.

3.c – Calcular os valores de A_v , R_i e R_o do amplificador do item **b**.

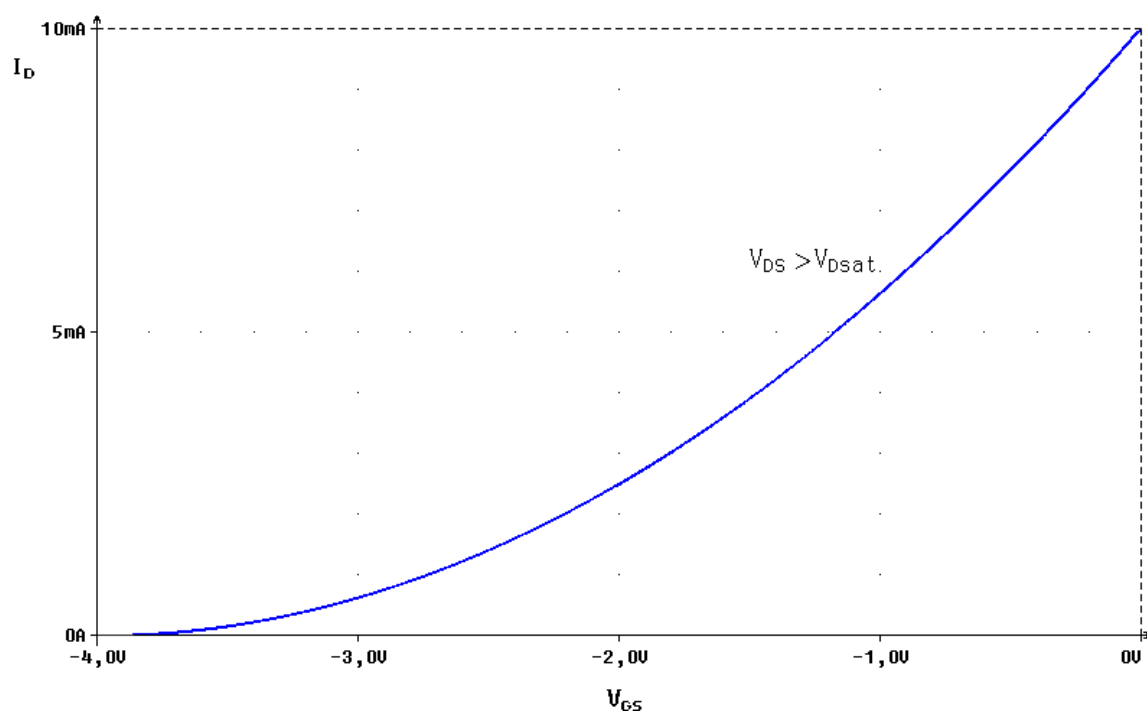


Figura 3.II - Curva Referente ao JFET Usado no Exercício 3a.

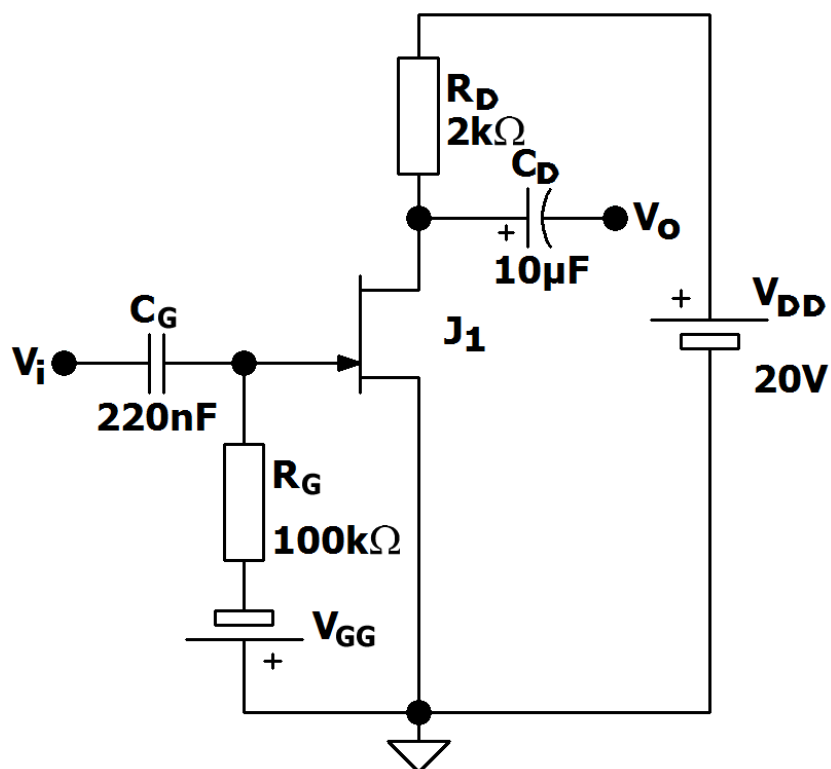


Figura 3.III – Circuito Referente ao Exercício 3.

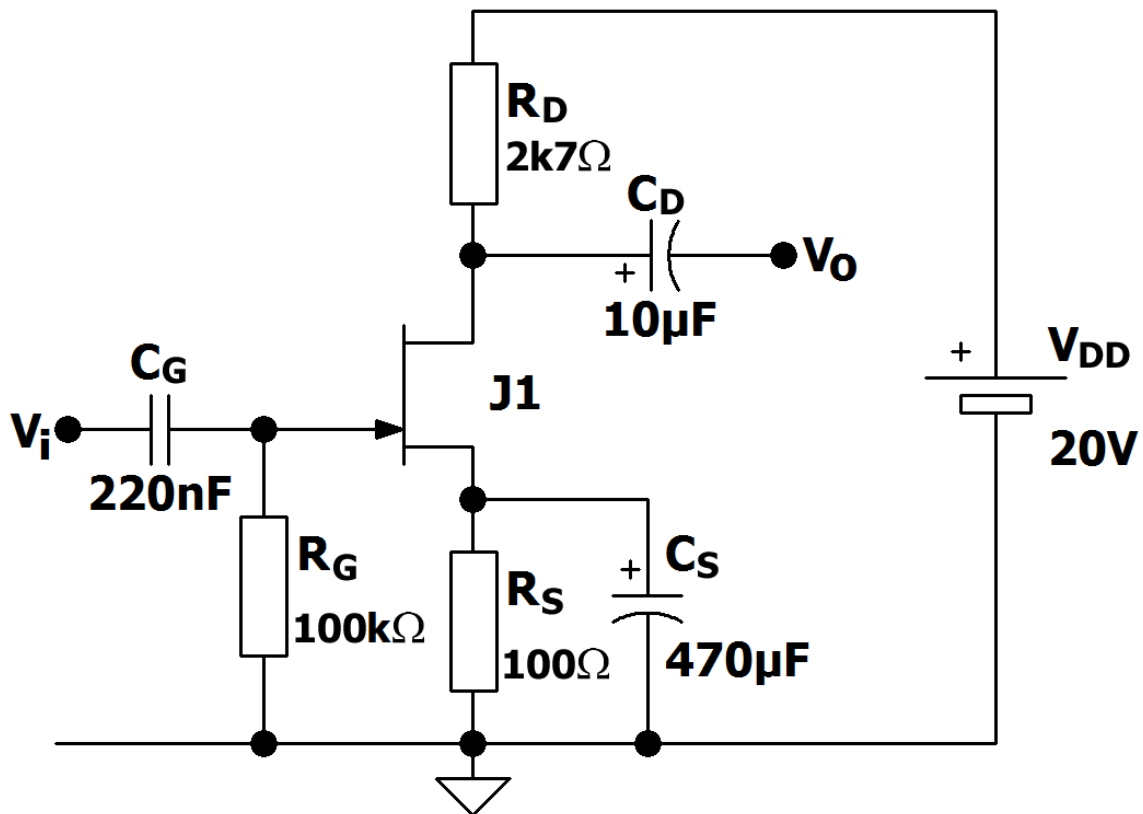


Figura 4 – Amplificador CS Analisado no Exercício 4.

4. Amplificador Fonte-Comum (CS) com Autopolarização

Deduzir a equação de $I_D = f(V_{DD}; V_{To}; \beta; \lambda; R_D \text{ e } R_S)$ do circuito com autopolarização do JFET canal n. Posteriormente, calcular para o circuito da Figura 4:

4.a – O ponto de polarização.

4.b – As grandezas elétricas do amplificador, para pequenos sinais e baixas frequências (A_v , R_i e R_o), com $C_S = 0$ e com $C_S = 470 \mu F$.

4.c – As frequências de corte nas baixas e nas altas, f_{CB} e f_{CA} , com $C_S = 470 \mu F$.

Dados: $\beta = 1,616 \text{ mA/V}^2$; $V_{To} = -2,285 \text{ V}$; $\lambda = 0,0031 \text{ V}^{-1}$; $C_{gs} = 3,20 \text{ pF}$ e $C_{gd} = 1,20 \text{ pF}$ @ 25°C ($C_{GS} = C_{GD} = 4,84682128515 \text{ pF}$, $P_B = 0,398$ e $m = 0,5$).

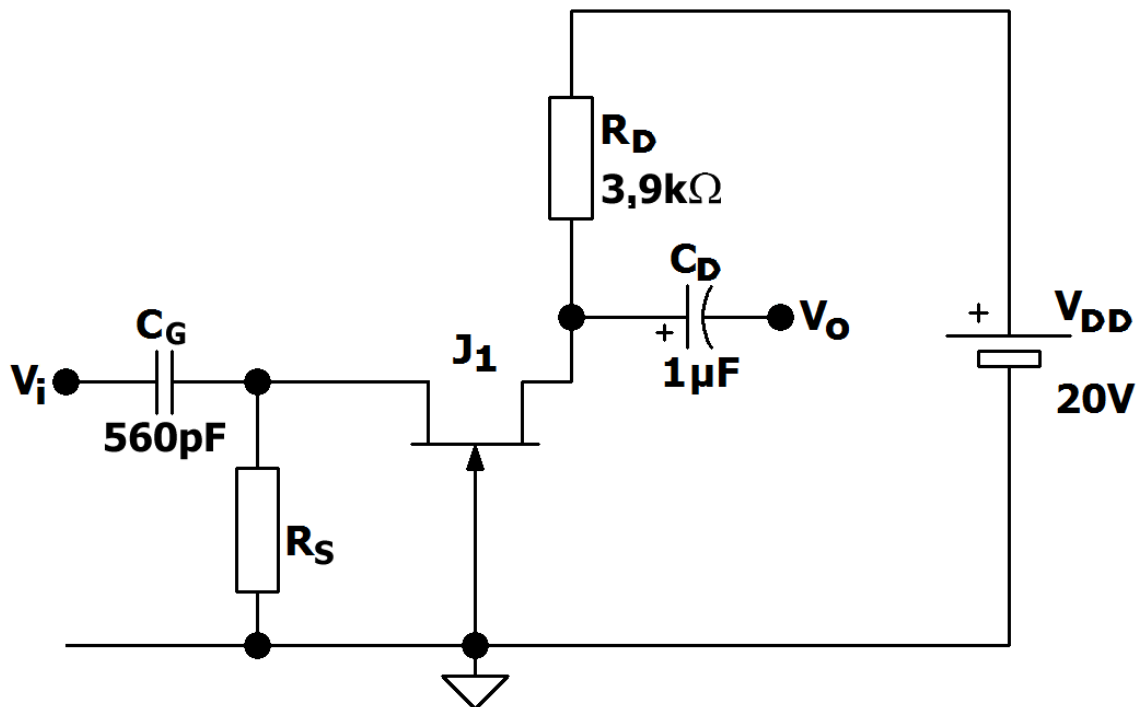


Figura 5 – Amplificador CG Analisado no Exercício 5.

5. Amplificador Porta-Comum

Considerando inicialmente $\lambda = 0$, polarizar o circuito da Figura 5 para que o amplificador possua $R_i = 300 \Omega \pm 5\%$. Posteriormente calcular:

5.a – O ponto de polarização.

5.b – As grandezas elétricas do amplificador, para pequenos sinais e baixas frequências (A_v , R_i e R_o).

5.c – As frequências de corte nas baixas e nas altas, f_{CB} e f_{CA} .

Dados: $\beta = 625 \mu A/V^2$; $V_{To} = -4 V$; $\lambda = 1/30 V^{-1}$; $C_{gs} = 3,15 pF$ e $C_{gd} = 1,68 pF @ 25^\circ C$.

6. Amplificador Dreno-Comum com Divisor de Fonte

Para o circuito da Figura 6, calcular:

6.a – O ponto de polarização.

6.b – As grandezas elétricas do amplificador, para pequenos sinais e baixas frequências (A_v , R_i e R_o), com $C_D=0$ e com $C_D=470 \mu F$.

6.c – As frequências de corte nas baixas e nas altas, f_{CB} e f_{CA} , com $C_D=0$ e com $C_D=470 \mu F$.

Dados: $\beta = 625 \mu A/V^2$; $V_{To} = -4 V$; $\lambda = 1/30 V^{-1}$; $C_{gs} = 1,68 pF$ e $C_{gd} = 0,53 pF @ 25^\circ C$.

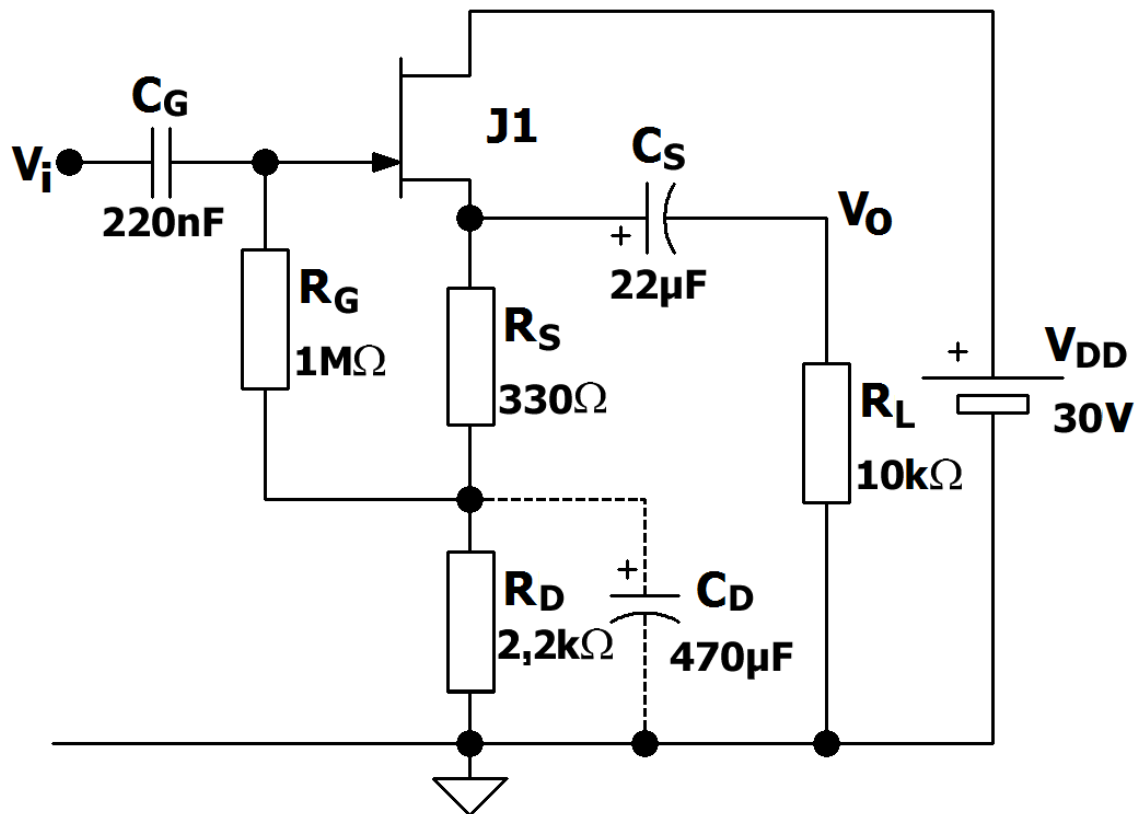


Figura 6 – Amplificador Dreno-Comum Analisado no Exercício 6.

7. Amplificadores em Cascata

Para o circuito da Figura 7.1, calcular:

7.a – O ponto de polarização.

7.b – As grandezas elétricas do amplificador, para pequenos sinais e baixas frequências (A_v , R_i e R_o).

7.c – As frequências de corte nas baixas e nas altas, f_{CB} e f_{CA} .

Dados: $J_1 \equiv J_2 \equiv \beta = 625 \mu A/V^2$; $V_{To} = -4 V$; $\lambda = 2,5 \times 10^{-3} V^{-1}$; $C_{GS} = C_{GD} = 5,0 pF$; $P_B = 1$ e $m = 0,5$ @ $27^\circ C$.

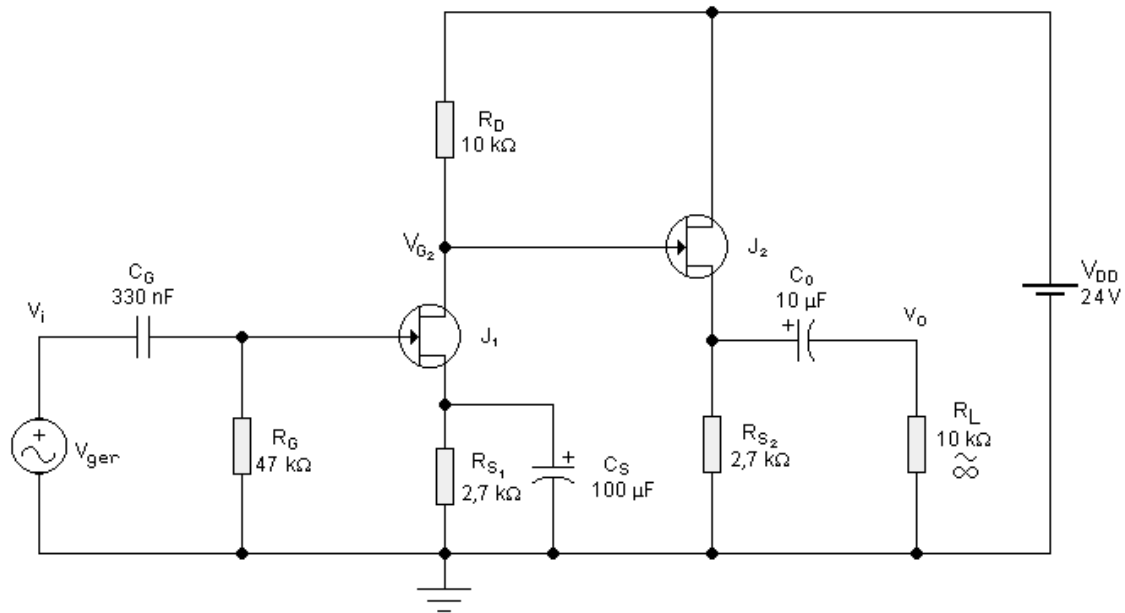


Figura 7.I – Amplificador em Cascata Analisado no Exercício 7.

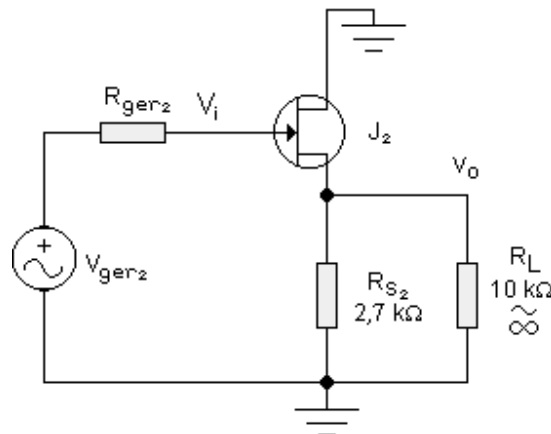


Figura 7.II – Circuito Equivalente AC ao Amplificador Dreno-Comum da Figura 7.I.

8. Amplificadores Diferenciais

Para os circuitos da Figura 8.I, calcular:

8.a – Os pontos de polarização dos três circuitos.

8.b – As grandezas elétricas dos amplificadores, para pequenos sinais e baixas frequências (A_v , R_i e R_o).

Dados: $J_1 \equiv J_2 \equiv J_3 \equiv \beta = 576,91420132 \mu A/V^2$; $V_{To} = -4 V$ e $\lambda = 0,01667 V^{-1} @ 27^\circ C$.

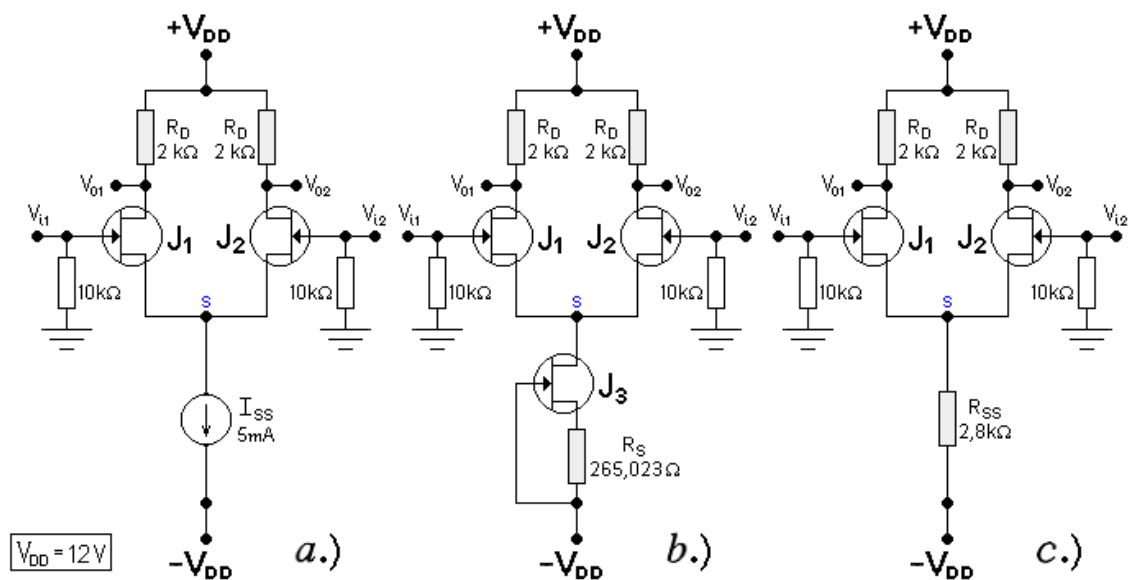


Figura 8.I – Amplificadores Diferenciais. a.) Com Fonte de Corrente de Lastro Ideal. b.) Com Fonte de Corrente de Lastro Real. c.) Com Resistor de Lastro.

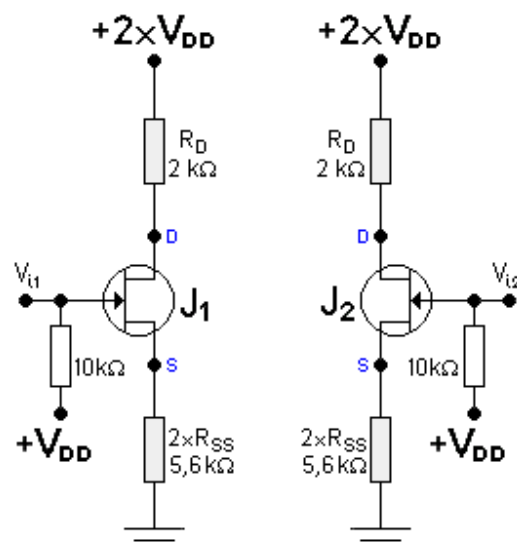


Figura 8.II – Circuito Equivalente DC ao Circuito da Figura 8.Ic.

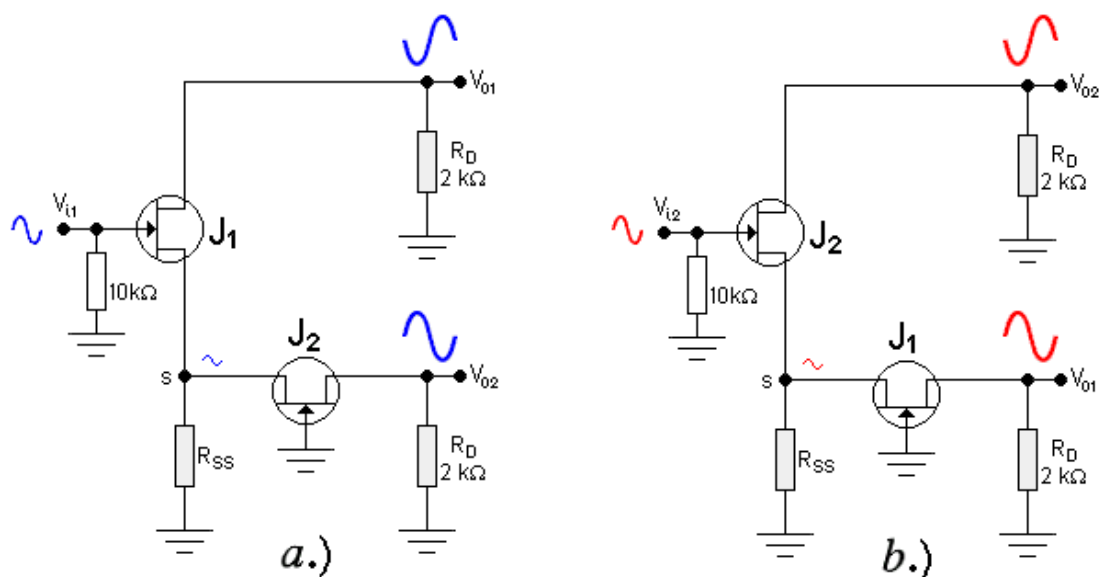


Figura 8.III – Circuitos Equivalentes AC aos Amplificadores da Figura 8.I. a.) Saídas Referentes à Entrada v_{i1} . b.) Saídas Referente à Entrada v_{i2} .

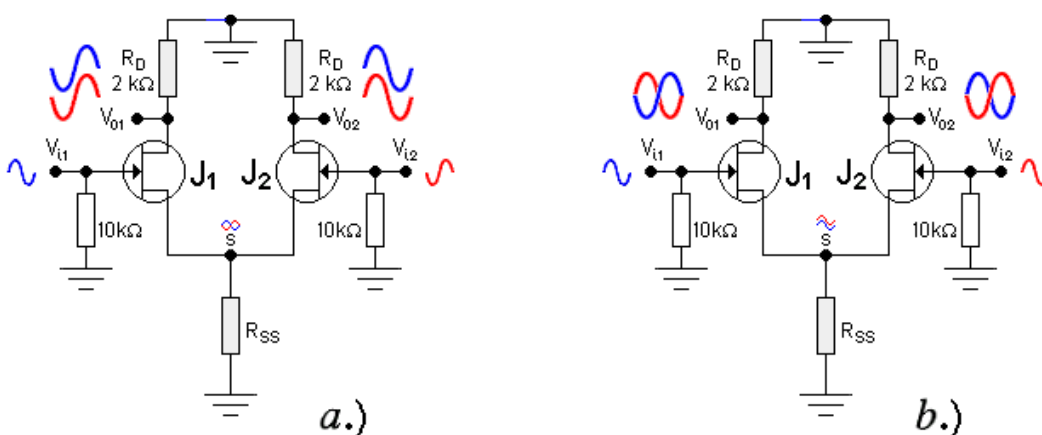


Figura 8.IV – Amplificadores Diferenciais. a.) Em Modo-Diferencial. b.) Em Modo-Comum.

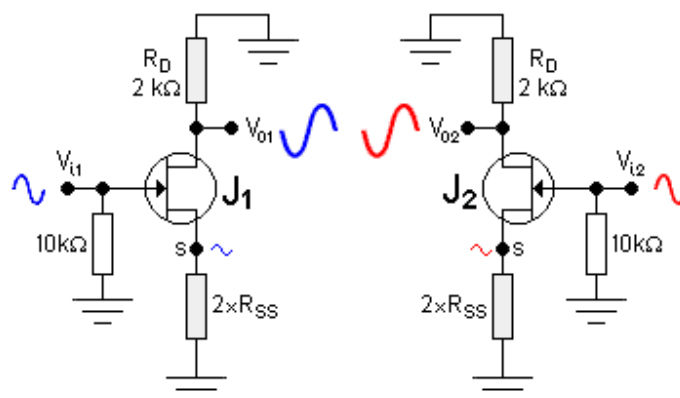


Figura 8.V – Circuito Equivalente ao Amplificador Diferencial da Figura 8.IVb, Usado no Cálculo de A_v .

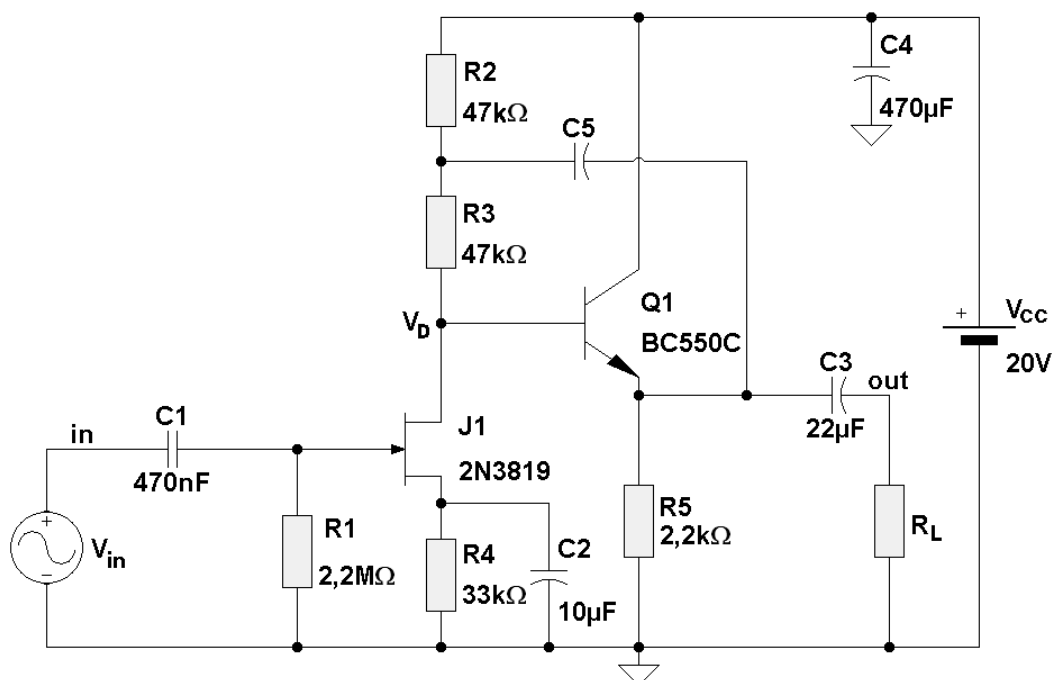


Figura 9.I – Circuito Analisado no Exercício 9.

9. Amplificador BiFet em Cascata com *Bootstrap*

Para o circuito da Figura 9.I, calcular:

9.a – O ponto de polarização.

9.b – As grandezas elétricas do amplificador em vazio ($R_L \rightarrow \infty$), para pequenos sinais e baixas frequências (A_v , R_i e R_o), com $C_5 = 0$.

9.c – As grandezas elétricas do amplificador em vazio ($R_L \rightarrow \infty$), para pequenos sinais e baixas frequências (A_v , R_i e R_o), com $C_5 = 22 \mu F$.

Dados: $J_1 \equiv \beta = 1,304 \text{ mA/V}^2$; $V_{To} = -3 \text{ V}$ e $\lambda = 0,002175 \text{ V}^{-1}$.

$Q_1 \equiv \beta = 629,1$; $\beta_{AC} = 620,37$; $V_{BE} = 0,698 \text{ V}$; $V_{AF} = 23,905 \text{ V}$ e $N_F = 1,02988$ @ 27°C .

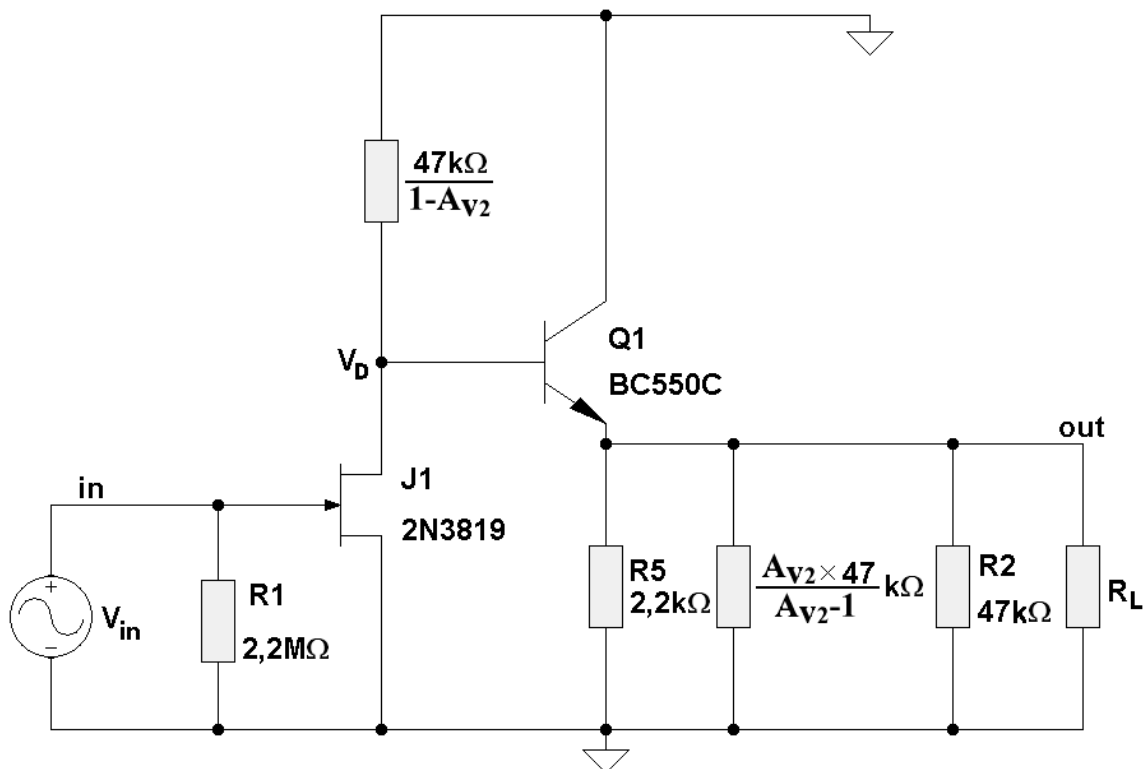


Figura 9.II – Equivalente AC ao Circuito da Figura 9.I, Após a Aplicação do Teorema de Miller.

10. Amplificador CS com Carga Ativa

Analisando o circuito da Figura 10:

- Calcular o ponto quiescente.
- Desenhar o circuito equivalente AC, para pequenos sinais e baixas frequências.
- Calcular o ganho de tensão $A_v = v_{out}/v_{in}$, a resistência de entrada R_i e a resistência de saída R_o , para pequenos sinais e baixas frequências.
- Avaliar os valores da f_{CB} e da f_{CA} , com $R_{ger} = 10 \text{ k}\Omega$.

Dados: **NJF1**: $\beta = 411,522633581 \mu\text{A/V}^2$; $V_{To} = -2,5 \text{ V}$ e $\lambda = 0,010 \text{ V}^{-1}$.

NJF2: $\beta = 1,52439024391 \text{ mA/V}^2$; $V_{To} = -1,8 \text{ V}$ e $\lambda = 0,025 \text{ V}^{-1}$.

NJF3: $\beta = 932,835820897 \mu\text{A/V}^2$; $V_{To} = -2,0 \text{ V}$; $\lambda = 0,010 \text{ V}^{-1}$;

$C_{GS} = C_{GD} = 5,35 \text{ pF}$; $P_B = 1 \text{ V}$ e $m = 0,4069$.

@ 27°C .

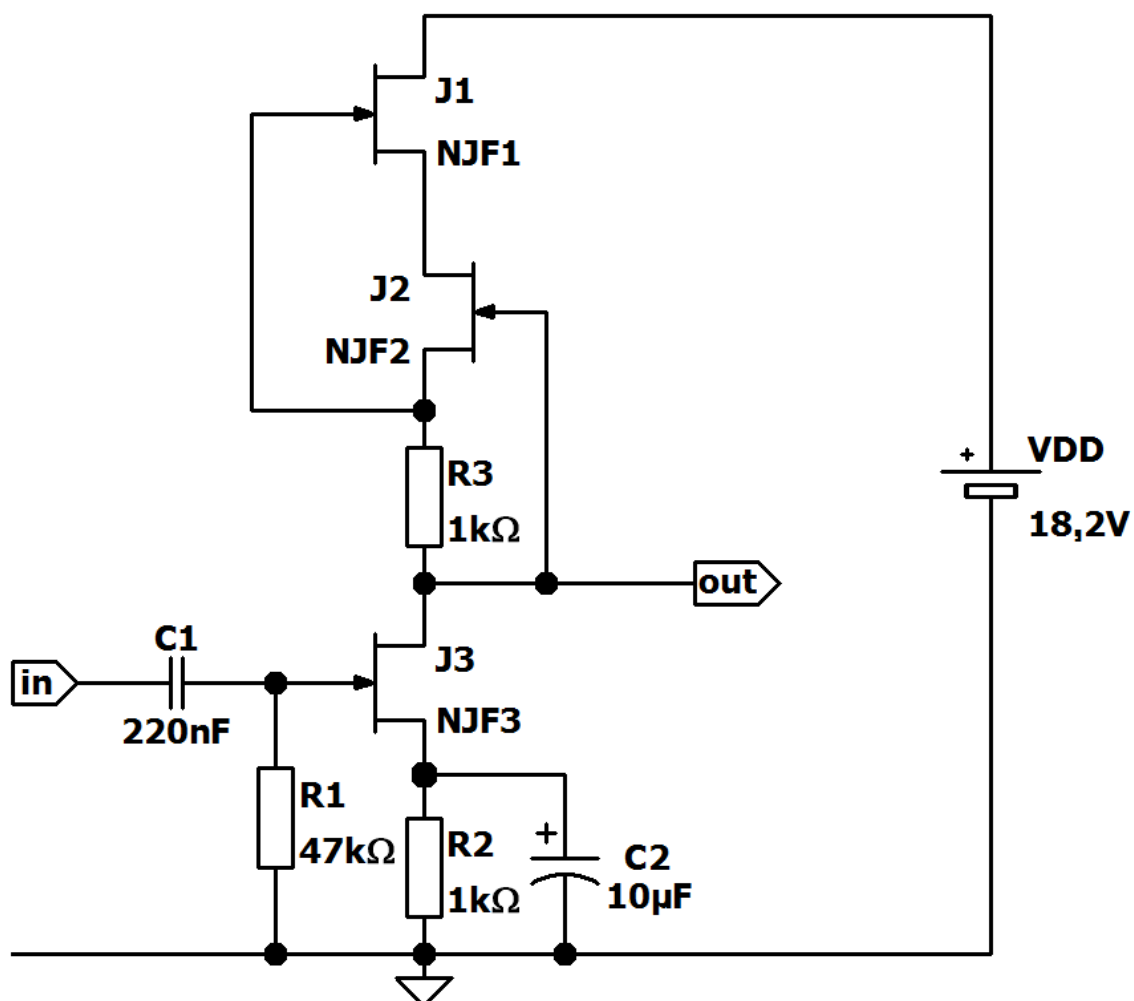


Figura 10 – Circuito Analisado na 2ª Questão.

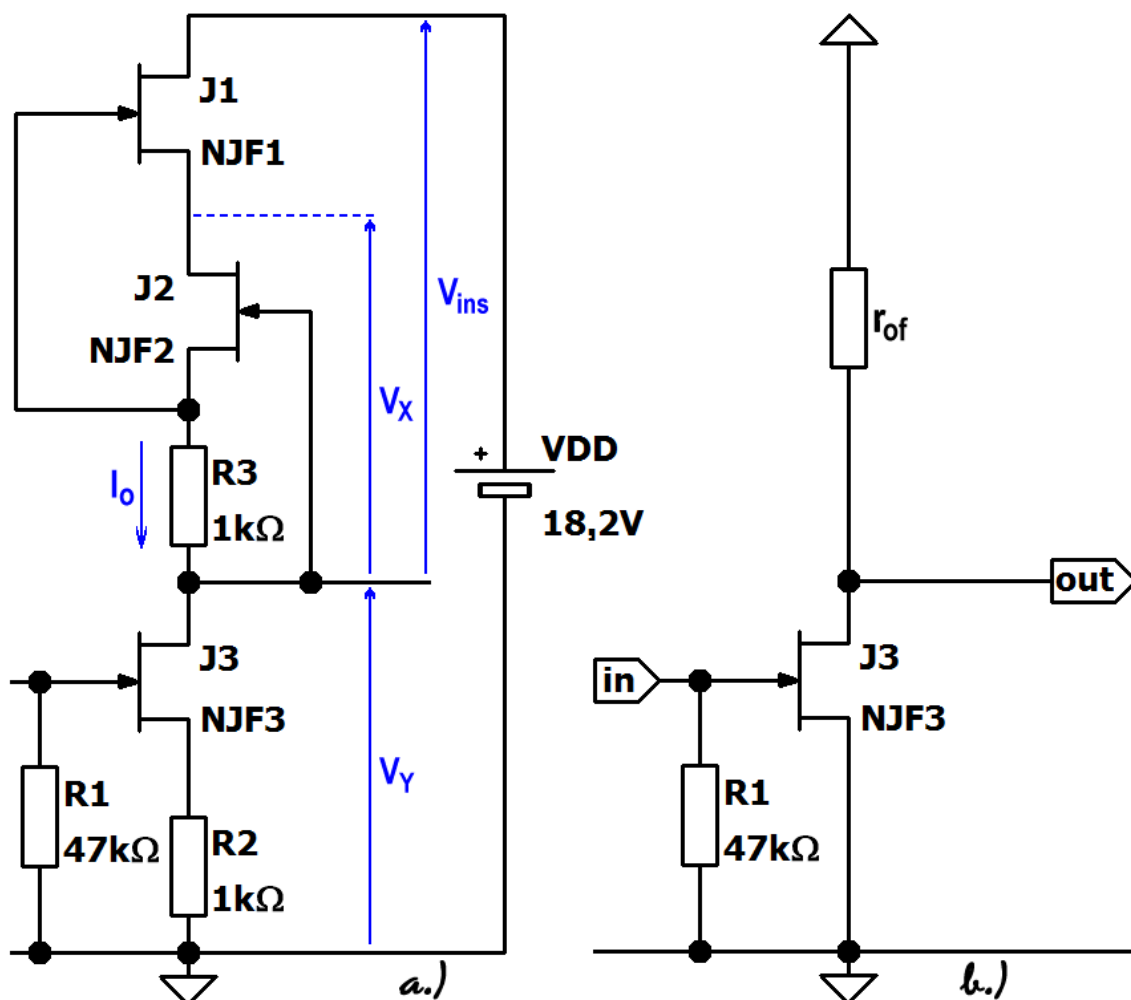


Figura 10b - a.) Circuito DC Usado Para Calcular o Ponto Quiescente. b.) Circuito Equivalente AC.

Obs.: Se não forem fornecidos, os valores de *default* para m e P_B são, respectivamente, 0,5 e 1.

- Referências

1. P. R. Veronese, JFET – Resumo da Teoria, SEL314, Rev. 14, 2013.
2. P. R. Veronese, JFET – Fontes de Corrente Constante, SEL314, Rev. 6, 2013.
3. P. R. Veronese, Eletrônica Básica, Amplificadores Analógicos, Exercícios, Rev. 4, 2013.