
6GEI415 – Méthode de conception en électronique

Examen

Hiver 2017

Modalité:

- Aucune documentation n'est permise.
 - Vous avez droit à une calculatrice non programmable.
 - La durée de l'examen est de 2h45
-

Question 1. Questions rapides. (9 points)

- a) Pourquoi connecte-t-on les sources de tension DC indépendantes à 0 lors de l'analyse AC ? (1 point)

Par superposition, on met le AC à 0 lorsqu'on fait l'analyse DC et on met les sources DC à 0 lorsqu'on fait l'analyse AC.

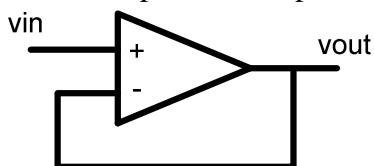
- b) Dans un émetteur commun, à quoi sert le C à l'émetteur ? (1 point)

Empêcher que v_e change avec v_b et ainsi augmenter v_{be} .

- c) Dans un amplificateur, à quoi servent les C à l'entrée et à la sortie? (1 point)

Bloquer le niveau DC du signal en entrée pour ne pas influencer la polarisation du transistor.

- d) Quel fait cette configuration d'amplificateur opérationnel ? (1 point)



Un buffer.. il copie l'entrée à la sortie

- e) Si l'amplificateur opérationnel du circuit de la question 1c avait un gain de 10 (plutôt qu'infini), ce serait le gain du circuit? (1 point)

$$V_- = v_{out}$$

$$V_{out} = 10(v_{in} - v_{out})$$

$$V_{out} = 10v_{in} - 10v_{out}$$

$$V_{out}/v_{in} = 10/11 = 0.91$$

Examen

- f) On dit souvent $V_+ = V_-$ dans un amplificateur opérationnel. Est-ce que c'est toujours vrai? Sinon, donnez un exemple d'une situation quand ce n'est pas vrai. (1 point)

Non. Si par exemple, ce n'est pas en feedback négatif. Ou sinon, lorsque le gain n'est pas infini.

- g) À quoi sert la résistance à l'émetteur d'un amplificateur émetteur commun? (1 point)

Stabiliser la polarisation contre les fluctuations de β et de v_{be} .

- h) Que devrait idéalement être le gain d'un collecteur commun? (1 point)

Approximativement 1

- i) Quelles sont les valeurs idéales pour R_{IN} , R_{OUT} et le gain d'un amplificateur opérationnel idéal? (1 point)

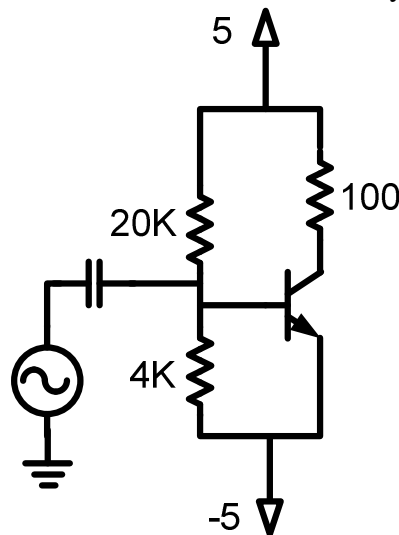
R_{IN} infini

R_{OUT} 0

Gain infini

Question 2. Faites l'analyse de ce circuit qui contient un transistor avec $\beta=100$. (9 points)

- a) Analyse DC : trouvez V_B , V_C , V_E , I_B , I_C et I_E (3 points)
- b) À partir de a), calculez les paramètres petit-signal : g_m , r_π et r_e . (2 points)
- c) Substituez le transistor et les sources pour l'analyse petit-signal avec le modèle en π . Dessinez le circuit résultant sans toutefois l'analyser. (2 points)
- d) Substituez le transistor et les sources pour l'analyse petit-signal avec le modèle en T. Dessinez le circuit résultant sans toutefois l'analyser. (2 points)



$$\frac{5 - (-4.3)}{20k} = I_B + \frac{-4.3 - (-5)}{4k}$$

$$\frac{9.3}{20k} = I_B + \frac{0.7}{4k}$$

$$\frac{9.3}{20k} = I_B + \frac{3.5}{20k}$$

$$\frac{5.8}{20k} = I_B = 290\mu A$$

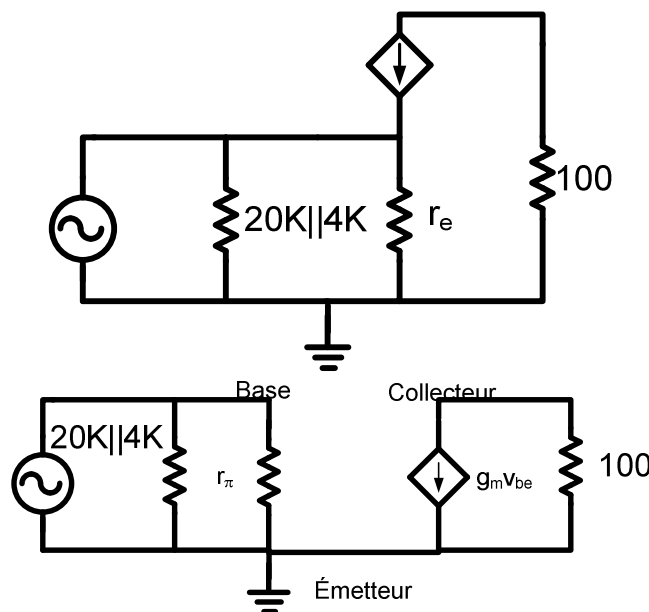
$$I_C = 29mA$$

$$V_C = 5 - 0.029 \cdot 100 = 2.1$$

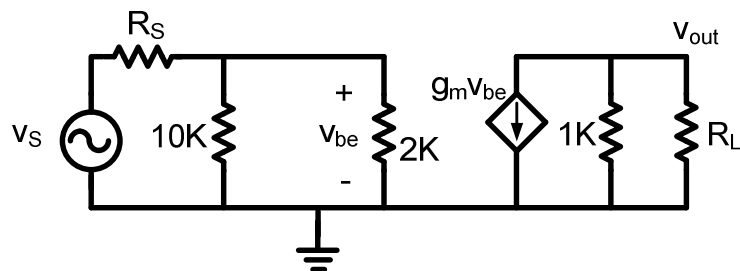
$$g_m = \frac{I_C}{26mV} = \frac{29mA}{26mV} = 1.12$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{100}{1.12} = 90$$

$$r_e = \frac{r_\pi}{\beta + 1} = 0.88$$

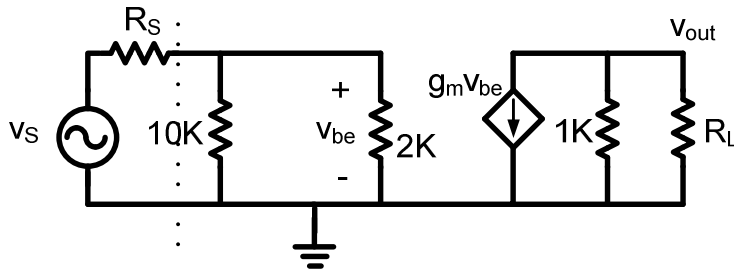


Question 3. Considérez le circuit suivant avec $R_S=100$, $R_L=2K$ et $g_m=0.1$. (9 points)

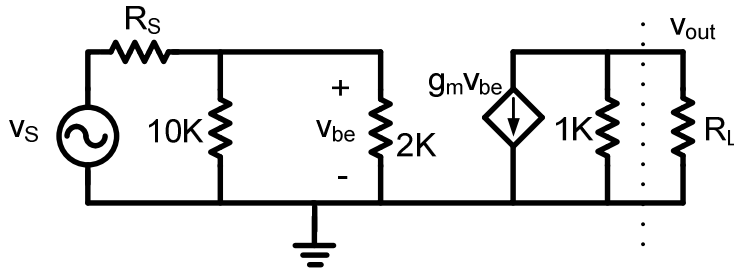


- Trouvez la résistance à l'entrée (sans R_S). (2 points)
- Trouvez la résistance à la sortie (sans R_L). (2 points)
- Trouvez le gain V_{OUT}/V_S . (2 points)

- d) Quelles valeurs de C_{IN} et C_{OUT} aurions-nous besoin pour faire passer un signal de 50KHz? (C_{IN} est en série à droite de R_S et C_{OUT} se situe entre 1K et R_L). Aucune méthode n'est imposée mais justifiez vos choix. (3 points)



La résistance en entrée R_{IN} est égale à $2K \parallel 10K = 1667$



La R_{OUT} est de 1K.

Le gain est calculé de la façon suivante:

$$V_{OUT} = -I_{OUT} \cdot (1K \parallel 2K)$$

$$V_{OUT} = -g_m v_{be} \cdot (1K \parallel 2K)$$

$$v_{be} = V_{IN} \frac{(10K \parallel 2K)}{(10K \parallel 2K) + R_S} = V_{IN} \frac{1667}{1667 + 100} = 0.94V_{IN}$$

$$V_{OUT} = -(0.1)0.94V_{IN} \cdot (1K \parallel 2K)$$

$$V_{OUT} = -(0.1)0.94V_{IN} \cdot (1K \parallel 2K)$$

$$V_{OUT} = -0.094V_{IN} \cdot (667) = -62.7V_{IN}$$

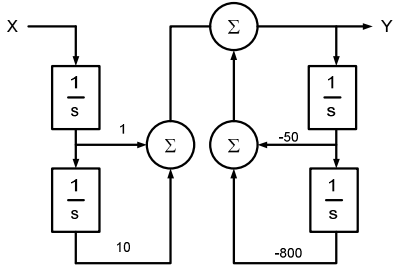
$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -62.7$$

Question 4. (8 points)

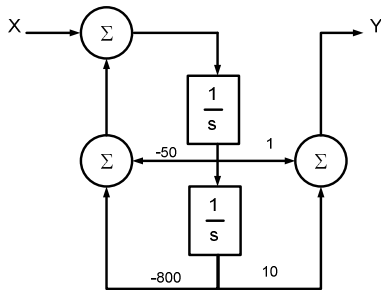
$$\frac{s + 10}{s^2 + 50s + 800}$$

$$\frac{\frac{1}{s} + \frac{10}{s^2}}{1 + \frac{50}{s} + \frac{800}{s^2}}$$

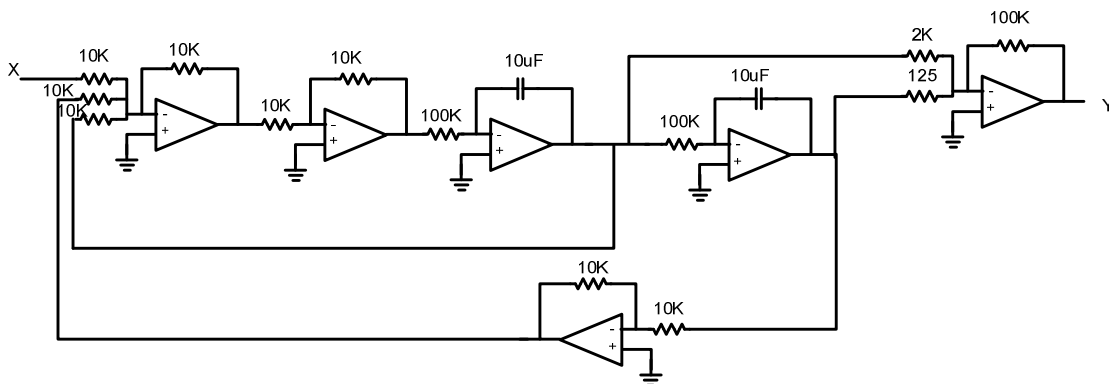
a) Si cette fonction était une fonction de transfert, implémentez-la en utilisant la méthode avec les diagrammes bloc (Méthode I). (3 points)



b) Transformez ce diagramme bloc en diagramme bloc de type II (2 points)



c) Convertissez le diagramme bloc de la question précédente en circuit avec amplificateur opérationnel, résistances et condensateur. (3 points)



Équations

$$I_E = (\beta + 1)I_B$$

$$I_E = I_B + I_C$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m}$$

$$r_e = \frac{r_\pi}{(\beta + 1)}$$

$$g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_C}$$

$$V_{BE} = 0.7$$

$$V_{CE_SATURATION} = 0.2$$

$$V_T = 25mV$$