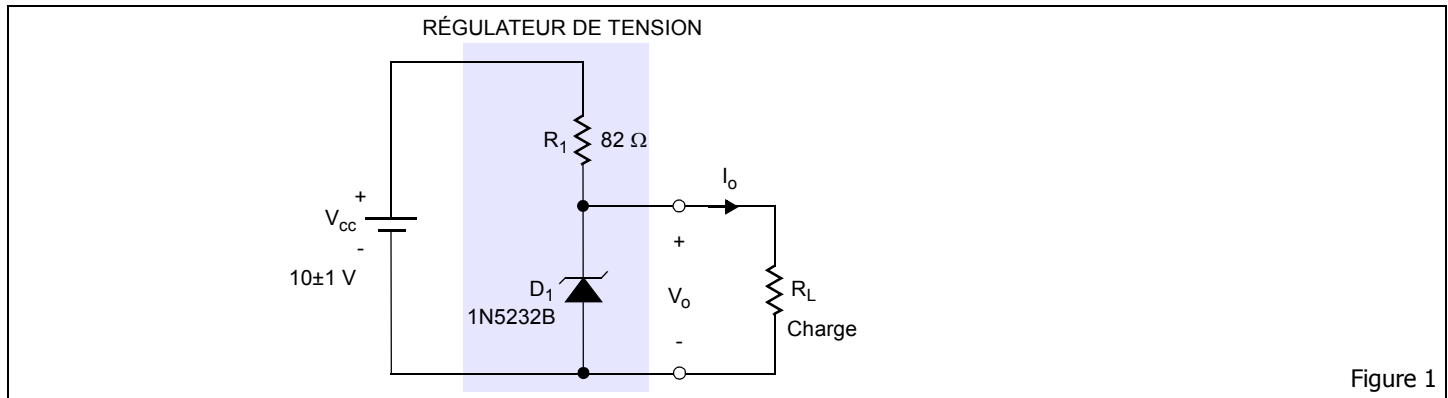


EXERCICES TIRÉS DE L'EXAMEN FINAL H2012

Problème no. 1 (25 points)

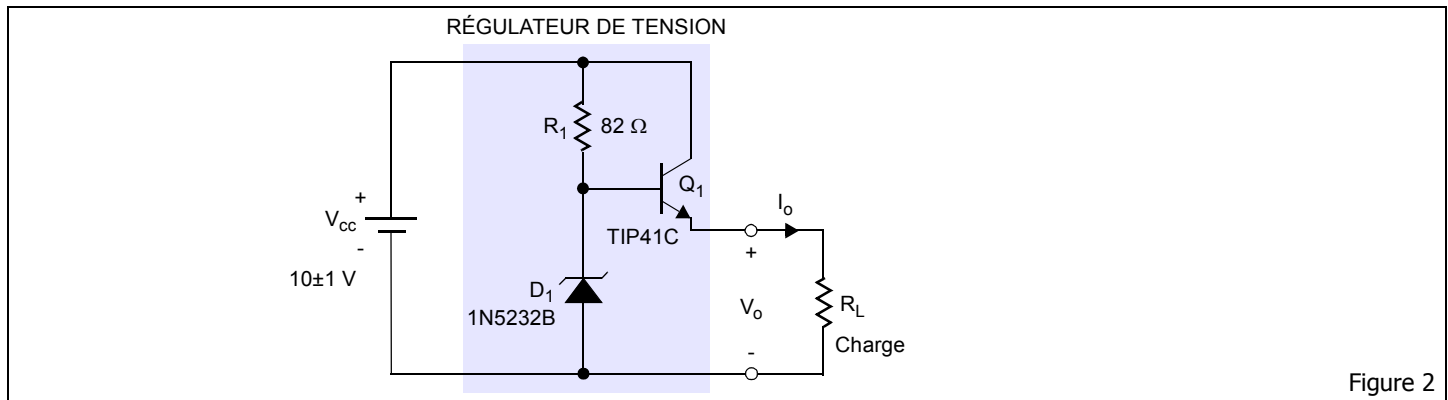
Une diode Zener 1N5232B est utilisée pour réaliser un régulateur de tension.



La valeur nominale de la source continue est $V_{cc} = 10 \text{ V}$. Cette tension peut varier entre 9 V et 11 V .

Les spécifications de la diode Zener 1N5232B (à $I_Z = 20 \text{ mA}$) sont: $V_Z = 5.6 \text{ V}$ et $r_Z = 11 \Omega$. Le courant minimal de la diode Zener 1N5232B est $I_{ZK} = 0.25 \text{ mA}$.

- Tracer** un circuit équivalent du régulateur. (4 points)
- Dans le cas où $V_{cc} = 9 \text{ V}$, **calculer** le courant I_o maximal que le régulateur peut fournir à la charge R_L . (4 points)
Déterminer la tension V_o pour ce cas. (4 points)
- Un transistor de puissance TIP41C est ajouté à la sortie pour augmenter la capacité en courant du régulateur de tension.



Le transistor TIP41C a un gain en courant de $\beta = 30$. La tension V_{BE} est supposée constante et égale à 0.7 V .

- Dans le cas où $V_{cc} = 11 \text{ V}$, **calculer** le courant I_o maximal que le régulateur peut fournir à la charge R_L . (4 points)
Une charge $R_L = 4 \Omega$ est connectée à la sortie, **calculer** la tension V_o . (5 points)
Calculer la puissance dissipée dans le transistor TIP41C. (4 points)

Problème no. 2 (25 points)

Considérons l'amplificateur différentiel à MOSFETs montré dans la figure suivante.

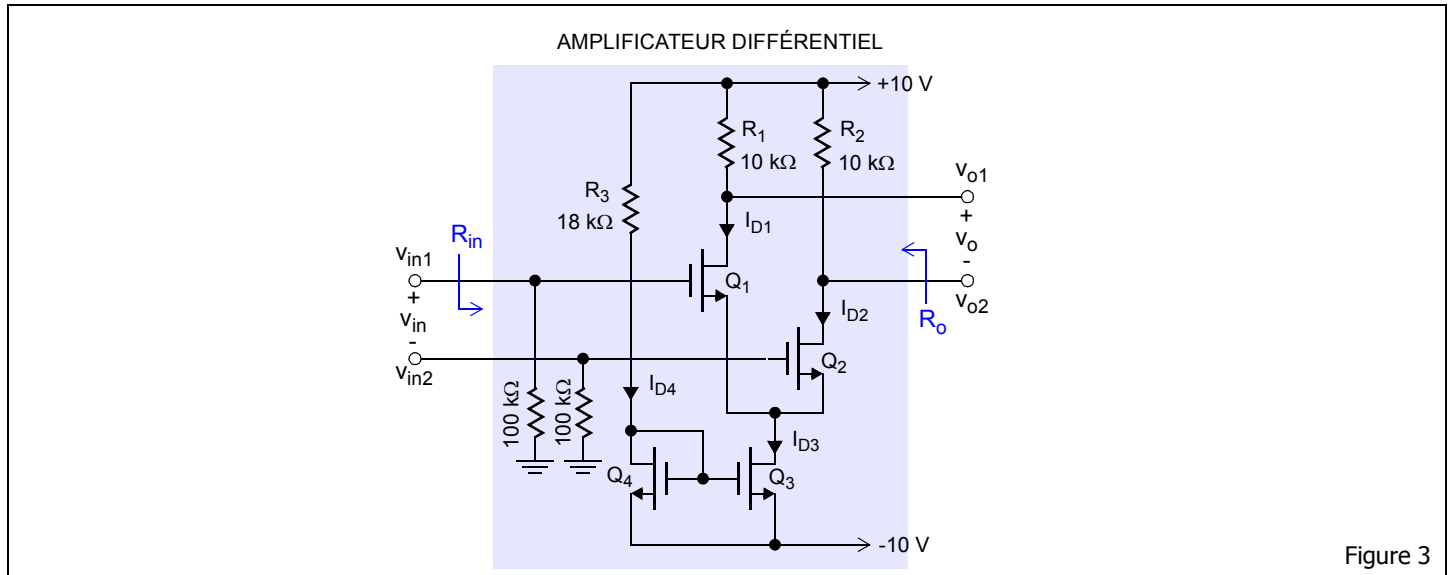


Figure 3

Les MOSFETs sont identiques et possèdent une caractéristique de transfert décrite par la relation suivante:

$$I_D = 0.004(V_{GS} - 1.5)^2$$

- a) **Quelle est** la fonction des deux MOSFETs Q_3 et Q_4 ? (2 points)

Utilisant la caractéristique de transfert donnée ci-haut, **déterminer** le courant I_{D4} . (4 points)

Déduire les courants I_{D3} , I_{D2} et I_{D1} . (3 points)

- b) À partir des résultats de la question a, **calculer** la transconductance g_m des MOSFETs Q_1 et Q_2 . (4 points)

Tracer le modèle petit signal de l'amplificateur. (4 points)

Note: On suppose que $r_o = \infty$

- c) À l'aide du modèle petit signal, **calculer** les quantités suivantes:

- Gain différentiel en tension $A_d = \frac{v_o}{v_{in}}$ (4 points)
- Résistance d'entrée R_{in} (2 points)
- Résistance de sortie R_o (2 points)

Problème no. 3 (25 points)

Considérons l'amplificateur à trois étages à transistors bipolaires suivant.

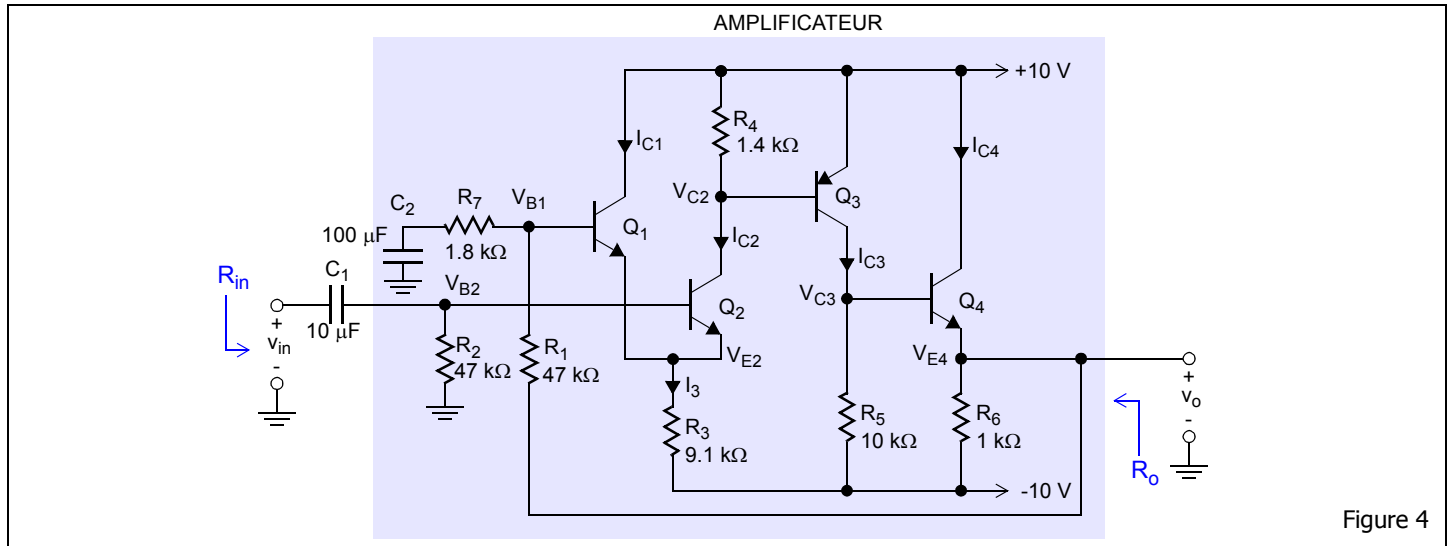


Figure 4

Le gain en courant des transistors est $\beta = 100$. Les transistors Q_1 , Q_2 et Q_4 sont identiques. La tension V_{BE} des transistors est constante et égale à 0.7 V.

a) **Calculer** la valeur DC des courants et des tensions du circuit: I_3 , I_{C1} , I_{C2} , I_{C3} , I_{C4} et V_{E2} , V_{C2} , V_{C3} , V_{E4} . (10 points)

b) **Identifier** la rétroaction (DC et AC) utilisée dans ce montage. (2 points)

Déterminer le facteur de rétroaction β (rétroaction AC). (4 points)

En supposant que le gain en tension sans rétroaction (en boucle ouverte) est très grand ($A_{vo} = 5000$), **calculer** le gain en tension avec rétroaction A_{vof} (en boucle fermée). (4 points)

c) On annule la rétroaction AC en utilisant $R_7 = 0 \Omega$.

Calculer la résistance d'entrée R_{in} et la résistance de sortie R_o pour ce cas. (5 points)

Problème no. 4 (25 points)

Considérons l'étage de sortie d'un amplificateur qui fonctionne en classe AB.

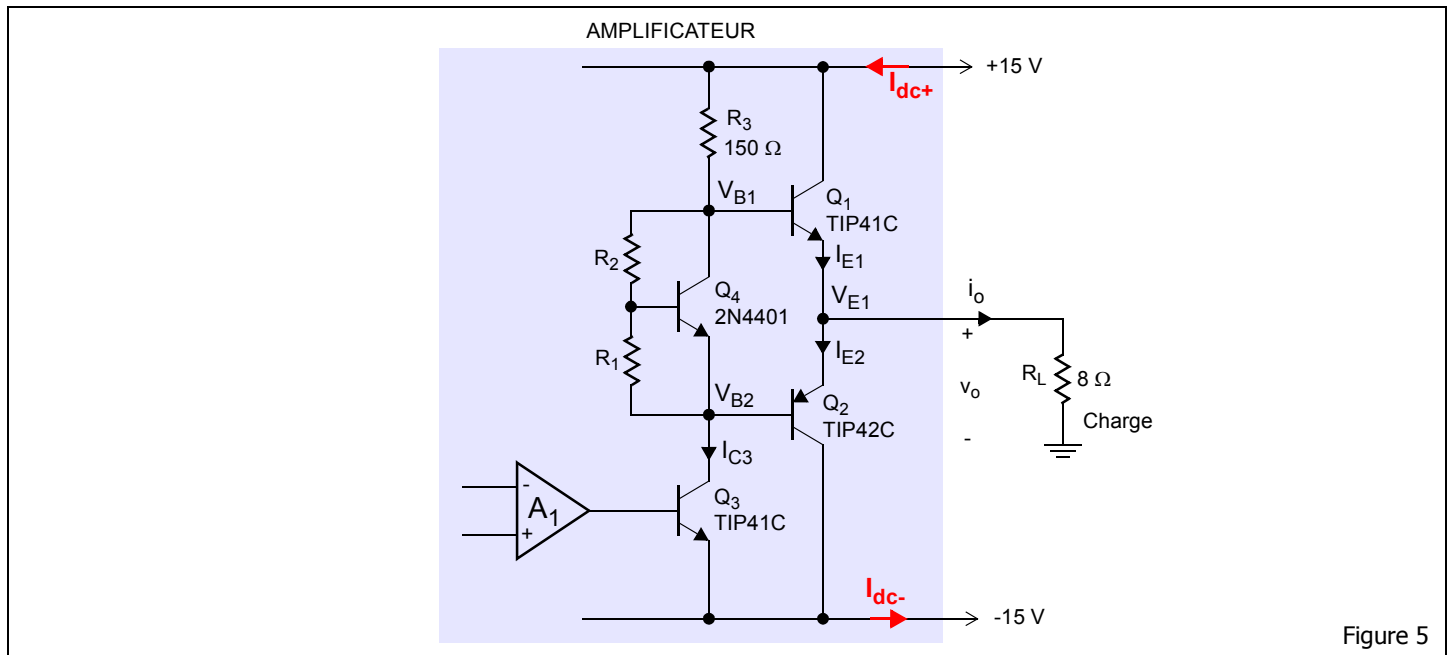


Figure 5

Les hypothèses suivantes sont posées:

- Les étages qui précèdent l'étage de sortie sont représentés par l'amplificateur A_1
- La tension DC à la sortie (V_{E1}) est maintenue à 0 V grâce à la rétroaction DC (qui n'est pas montrée dans la figure)
- Les connexions de rétroaction DC et AC ne sont pas montrées dans la figure
- Le gain en courant des transistors TIP41C et TIP42C est égal à 30 ($\beta = 30$)
- Le gain en courant du transistor 2N4401 est égal à 80 ($\beta = 80$)
- La tension V_{BE} des transistors est constante et égale à 0.7 V.

a) **Expliquer** le rôle du transistor Q_4 . (3 points)

Calculer R_1 et R_2 pour obtenir une tension de 1 V entre les deux bases B_1 et B_2 . (4 points)

Calculer le courant de collecteur I_{C3} du transistor Q_3 . (4 points)

b) Le signal de sortie v_o est une tension sinusoïdale d'amplitude 10 V et de fréquence 1 kHz.

Déterminer et **tracer** en fonction du temps les formes d'ondes des courants i_o , i_{E1} et i_{E2} . (4 points)

c) **Calculer** la puissance P_o dissipée dans la résistance de charge R_L . (4 points)

Calculer la puissance P_{dc} fournie par les deux sources +15V et -15V. (4 points)

Déduire la puissance P_d dissipée dans les deux transistors Q_1 et Q_2 . (2 points)