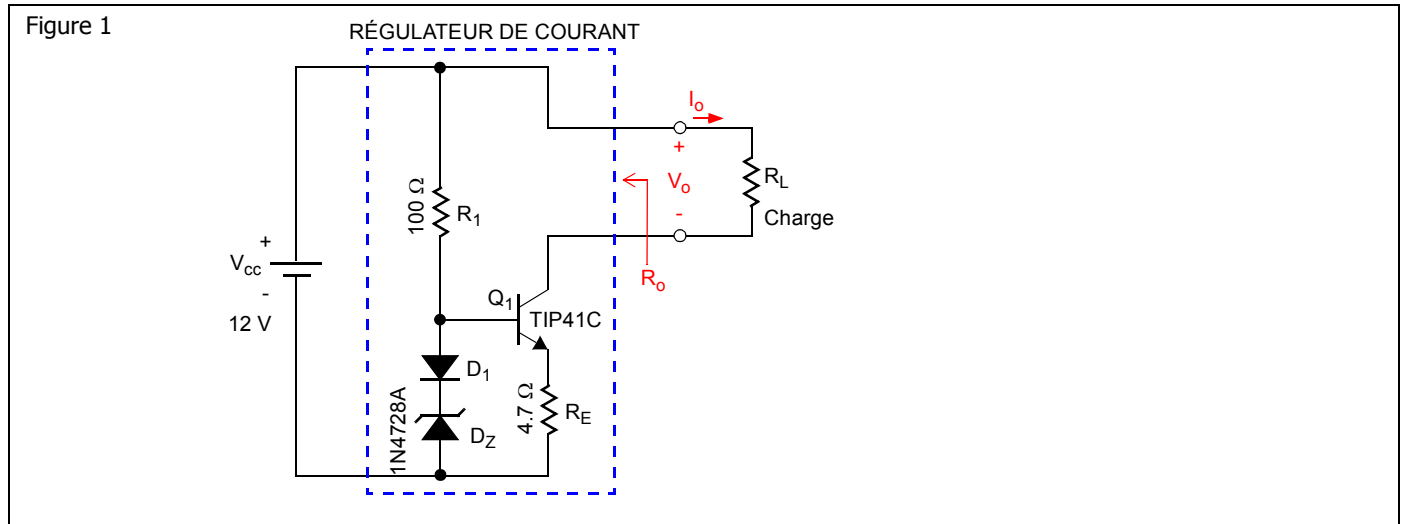


## EXERCICES TIRÉS DE L'EXAMEN FINAL H2013

### Problème no. 1 (25 points)

Considérons le régulateur de courant montré dans la figure suivante.



La diode  $D_1$  possède les caractéristiques suivantes: tension en conduction  $V_F = 0.7 \text{ V}$ .

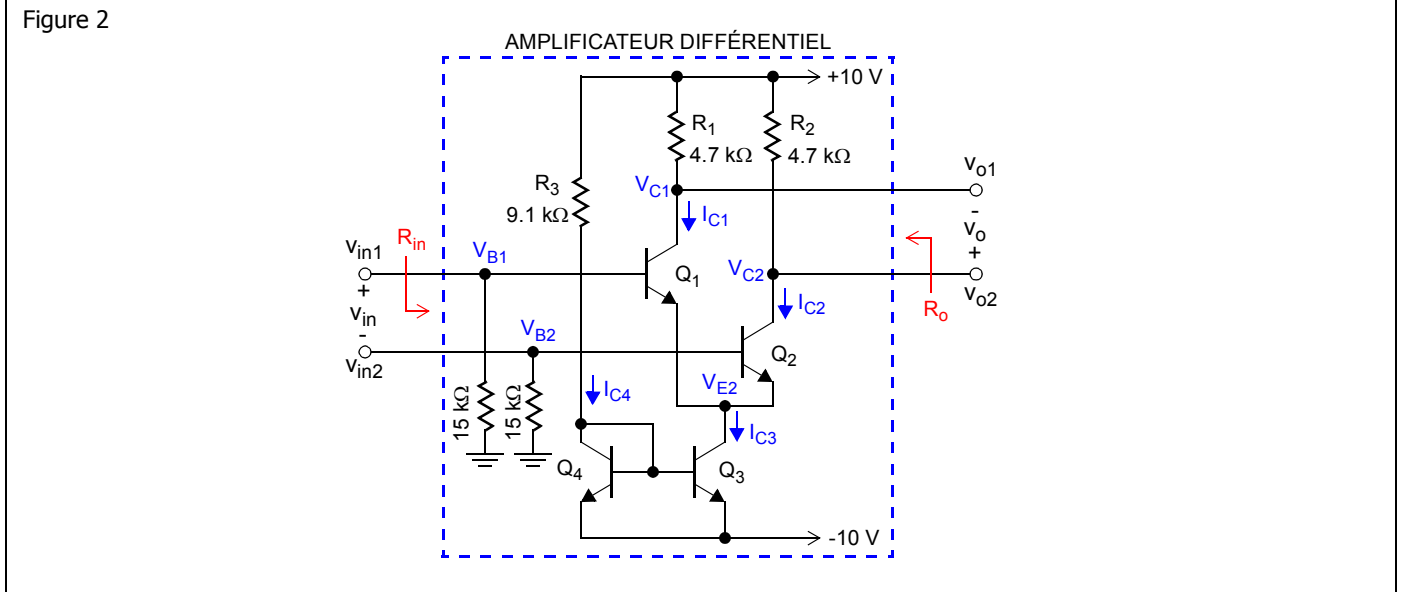
La diode Zener 1N4728A possède les caractéristiques suivantes:  $V_Z = 3.3 \text{ V}$ ,  $r_Z = 10 \Omega$ , courant minimal  $I_{ZK} = 1 \text{ mA}$ .

Le transistor TIP41C possède les caractéristiques suivantes:  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ , gain en courant  $\beta = 80$ , tension  $V_{CE}$  de saturation  $V_{CE}(\text{sat}) = 1.0 \text{ V}$ , résistance de sortie  $r_o = \Delta V_{CE} / \Delta I_C = 1.5 \text{ k}\Omega$ .

- Calculer** le courant  $I_o$  que le régulateur fournit à une charge  $R_L = 5 \Omega$ . (8 points)  
**Déterminer** la plage de valeur de la charge ( $R_{L\min}$ ,  $R_{L\max}$ ) qu'on peut utiliser avec cette source de courant. (5 points)
- Déterminer la résistance interne  $R_o$  de la source de courant. (6 points)
- Dans le cas où  $R_L = 2 \Omega$ , **calculer** la puissance dissipée dans le transistor TIP41C. (6 points)

**Problème no. 2 (25 points)**

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



Les transistors sont identiques et possèdent les caractéristiques suivantes:  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ , gain en courant  $\beta = 100$ , résistance de sortie  $r_o = \infty$ .

- Calculer** (sans négliger les courants de base) la valeur DC des courants et des tensions du circuit:  $I_{C4}$ ,  $I_{C3}$ ,  $I_{C2}$ ,  $I_{C1}$ ,  $V_{B1}$ ,  $V_{B2}$ ,  $V_{E2}$ ,  $V_{C2}$ ,  $V_{C1}$ . (8 points)
- À partir des résultats de la question a, **calculer** la transconductance  $g_m$  des transistors  $Q_1$  et  $Q_2$ . (3 points)  
**Tracer** le modèle petit signal de l'amplificateur. (4 points)
- À l'aide du modèle petit signal, **calculer** les quantités suivantes:

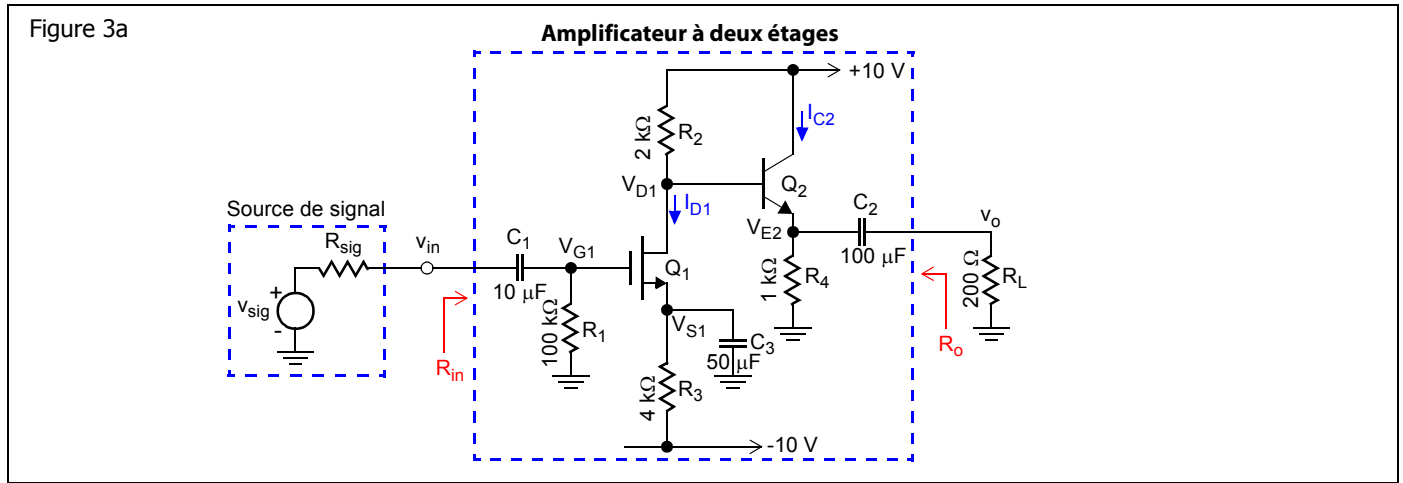
- Gain différentiel en tension  $A_d = \frac{v_o}{v_{in}}$  (4 points)

- Résistance d'entrée  $R_{in}$  (3 points)

- Résistance de sortie  $R_o$  (3 points)

### Problème no. 3 (25 points)

Considérons l'amplificateur à deux étages montré dans la figure suivante.



Le MOSFET  $Q_1$  possède les caractéristiques suivantes: tension de seuil de conduction  $V_t = 1$  V, paramètre de transconductance  $k_n = 4$  mA/V<sup>2</sup>, résistance de sortie  $r_o = \infty$ .

Le transistor bipolaire  $Q_2$  possède les caractéristiques suivantes: tension base-émetteur  $V_{BE} = 0.7$  V, gain en courant  $\beta = 100$ , résistance de sortie  $r_o = \infty$ .

- Calculer** la valeur DC des courants et des tensions du circuit:  $I_{D1}$ ,  $I_{C2}$ , et  $V_{G1}$ ,  $V_{S1}$ ,  $V_{D1}$ ,  $V_{E2}$ . (7 points)
  - À partir des résultats de la question a, **calculer** la transconductance  $g_{m1}$  du MOSFET  $Q_1$  et la transconductance  $g_{m2}$  du transistor bipolaire  $Q_2$ . (4 points)
- Tracer** le modèle petit signal de l'amplificateur. (4 points)
- À l'aide du modèle petit signal, **calculer** les quantités suivantes:

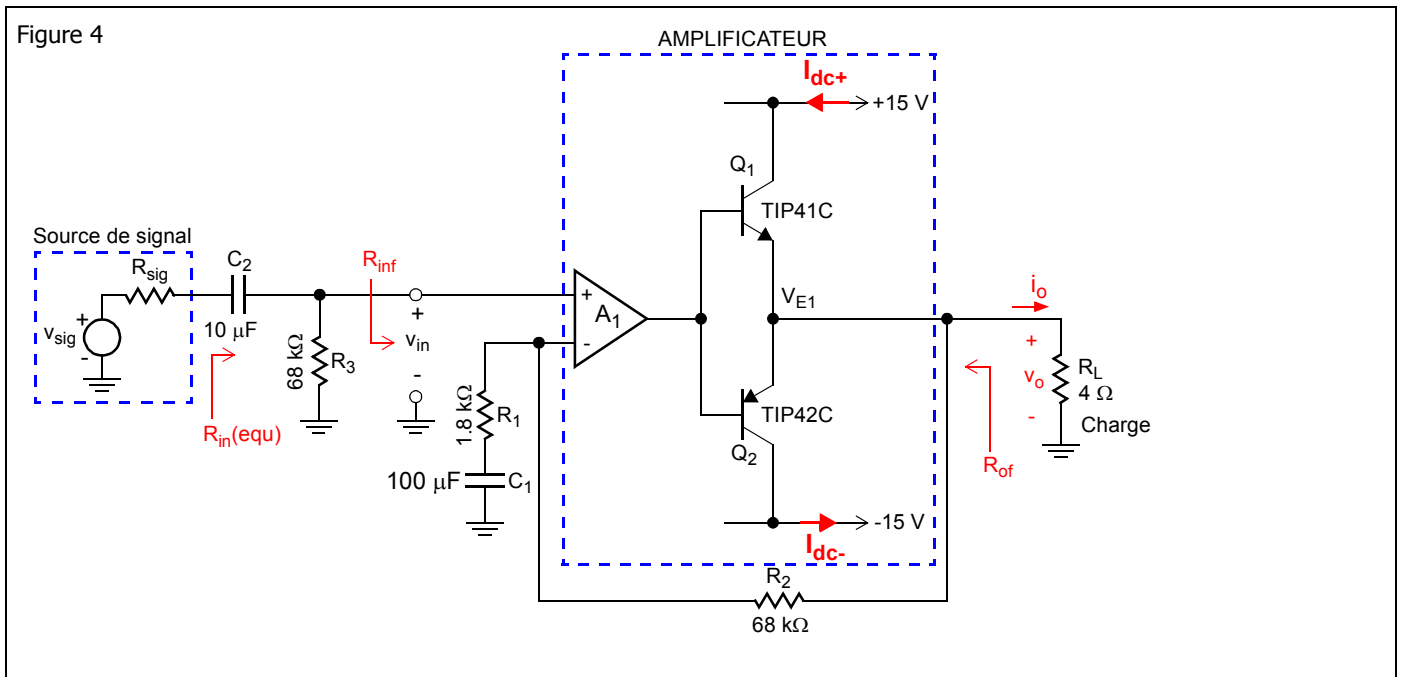
- Gain en tension sans charge  $A_{v_o} = \frac{v_{oNL}}{v_{in}}$  (4 points)

- Résistance d'entrée  $R_{in}$  (3 points)

- Résistance de sortie  $R_o$  (3 points)

### Problème no. 4 (25 points)

Considérons l'amplificateur de puissance classe B à transistors bipolaires montré dans la figure suivante.



Dans ce problème, les caractéristiques électriques des transistors TIP41C et TIP42C sont:  $V_{BE} = 0.7$  V, gain en courant  $\beta = 60$ , tension  $V_{CE}$  de saturation  $V_{CE(sat)} = 1.5$  V.

L'amplificateur différentiel  $A_1$  possède les caractéristiques suivantes: gain en tension sans charge  $A_{v_{o1}} = 1000$ , résistance d'entrée  $R_{in1} = 10$  k $\Omega$ , résistance de sortie  $R_o = 100$   $\Omega$ .

- a) On élimine la rétroaction AC en utilisant une résistance  $R_1 = 0$   $\Omega$ . On obtient ainsi un *amplificateur sans rétroaction* (fonctionnement en boucle ouverte)

**Déterminer** les caractéristiques de l'amplificateur sans rétroaction: gain en tension sans charge  $A_{v_o}$ , résistance d'entrée  $R_{in}$ , résistance de sortie  $R_o$ . (6 points)

- b) On remet la valeur de la résistance  $R_1$  à 1.8 k $\Omega$ . On obtient ainsi un *amplificateur avec rétroaction* (fonctionnement en boucle fermée)

**Calculer** le facteur de rétroaction  $\beta$ . (2 points)

**Déterminer** les caractéristiques de l'amplificateur avec rétroaction: gain en tension sans charge  $A_{v_{of}}$ , résistance d'entrée  $R_{in_f}$ , résistance de sortie  $R_{of}$ . (6 points)

- c) On désire délivrer à la charge  $R_L = 4$   $\Omega$  une puissance de  $P_o = 20$  W.

**Calculer** l'amplitude  $V_m$  de la tension de sortie  $v_o(t)$  (3 points)

**Déduire** l'amplitude  $I_m$  du courant de sortie  $i_o(t)$  (2 points)

**Calculer** la puissance  $P_{DC}$  fournie par les deux sources d'alimentation +15 V et -15 V (4 points)

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