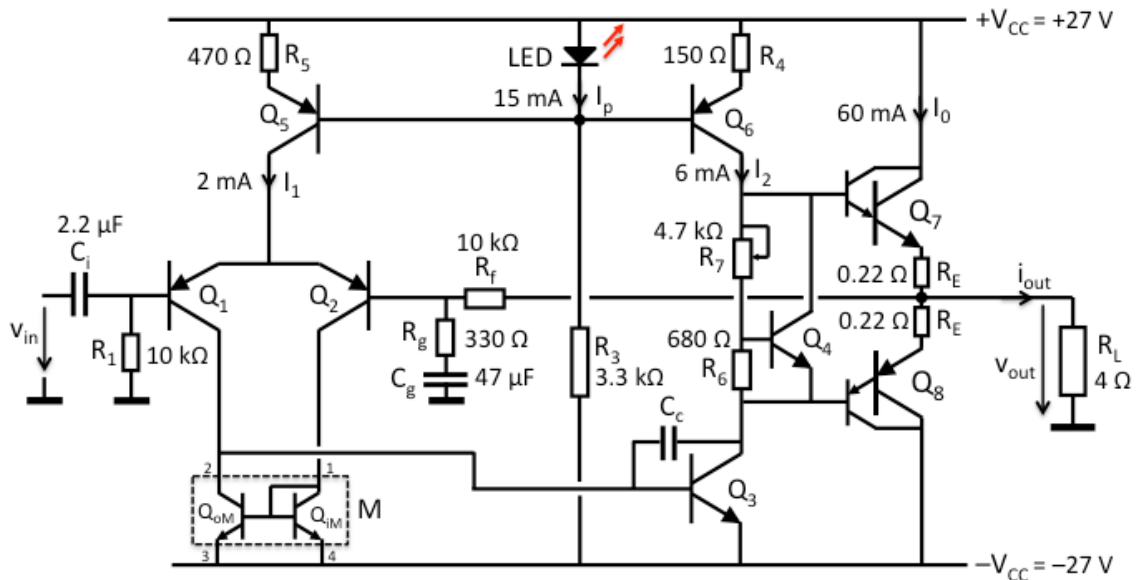


Exercice Réaction négative - 2

Soit un amplificateur audio de puissance classe AB, dont le schéma est donné ci-dessous :



- Q_7 & Q_8 : BDV65A : darlington NPN, BDV64A : darlington PNP
 $|V_{CEmax}| = 80 \text{ V}$ $I_{Cmax} = 20 \text{ A}$ $P_{max} = 125 \text{ W}$ $\beta \approx 1500$ $|V_{CEsat}| \approx 1.3 \text{ V}$
 cut-off frequency $f_{cut-off} = 50 \text{ kHz}$ fréquence à partir de laquelle le gain en courant diminue, ce qui provoque un pôle dans la fonction de transfert de l'étage driver comme s'il avait une charge capacitive.
- Q_3 & Q_6 : BC 337A : NPN, BC 327A : PNP
 $|V_{CEmax}| = 60 \text{ V}$ $I_{Cmax} = 1 \text{ A}$ $P_{max} = 625 \text{ mW}$ $\beta \approx 200$ $|V_{CEsat}| \approx 0.2 \text{ V}$ $V_{Early} \approx 80 \text{ V}$
- Q_1, Q_2, Q_5 : BC 557B : PNP
 $V_{ECmax} = 45 \text{ V}$ $I_{Cmax} = 0.2 \text{ A}$ $P_{max} = 500 \text{ mW}$ $\beta \approx 300$ $V_{ECsat} \approx 0.2 \text{ V}$ $V_{Early} \approx 50 \text{ V}$
- M : BCM61 : NPN double transistors
 $V_{CEmax} = 30 \text{ V}$ $I_{Cmax} = 100 \text{ mA}$ $P_{max} = 220 \text{ mW}$ $\beta \approx 300$ $V_{CEsat} \approx 0.2 \text{ V}$ $V_{Early} \approx 30 \text{ V}$
- Q_4 : BD 239, NPN $\beta \approx 50$ à $I_C = 10 \text{ mA}$ choisi pour son boîtier TO126
- LED : rouge 640 nm : HLMP 1000, $V_F \approx 1.6 \text{ V}$ $r_d \approx 10 \Omega$ à $I_F = 15 \text{ mA}$ $\Delta V_F / \Delta T \approx -2 \text{ mV}/^\circ$

- a) Calculer les résistances internes $1/g_1$ et $1/g_2$ des sources de courant I_1 et I_2 formées par Q_5 - R_5 et Q_6 - R_4 .
- b) Dessiner le schéma "petits signaux" de l'ampli complet en bande passante (C_1 et $C_g \equiv$ court-circuit, $C_c \equiv$ circuit ouvert), en faisant clairement apparaître les quadripôles A et β .
- c) Déterminer le type de réaction et les unités de A et β .
- d) En supposant une source de signal avec une résistance interne de $600\ \Omega$, montrer qu'à l'entrée on est quasiment dans le cas idéal.
- e) Etablir l'expression de β .
- f) Dessiner le schéma "petits signaux" de l'ampli en boucle ouverte, sans R_1 , mais en y incluant la charge R_L .
- g) Etablir les expressions et calculer les valeurs numériques des paramètres en boucle ouverte A , R_{in} et R_{out} .
- h) Calculer les valeurs numériques des paramètres en boucle fermée A_F , R_{inF} et R_{outF} .
- i) En supposant une capacité parasite totale de $C_1 = 40\text{ pF}$ à la base de Q_3 et une capacité C_2 au collecteur causant la baisse du gain à partir de $f_{cut-off} = 50\text{ kHz}$, ainsi qu'un troisième pôle en $f_{p3} = 1\text{ MHz}$ modélisant différentes autres causes de déphasage, dimensionner la capacité de compensation C_c pour une marge de phase d'environ 70° .

En déduire la fréquence de coupure haute de l'ampli en boucle fermée pour de faibles amplitudes de sortie.

- j) Pour cet ampli, le Slew-Rate en sortie, c'est à dire dv_{out}/dt maximum, est donné par $SR = I_1/C_c$.

Calculer ce Slew-Rate.

Calculer la fréquence maximum pour un signal sinus à pleine puissance sans distorsion notable.