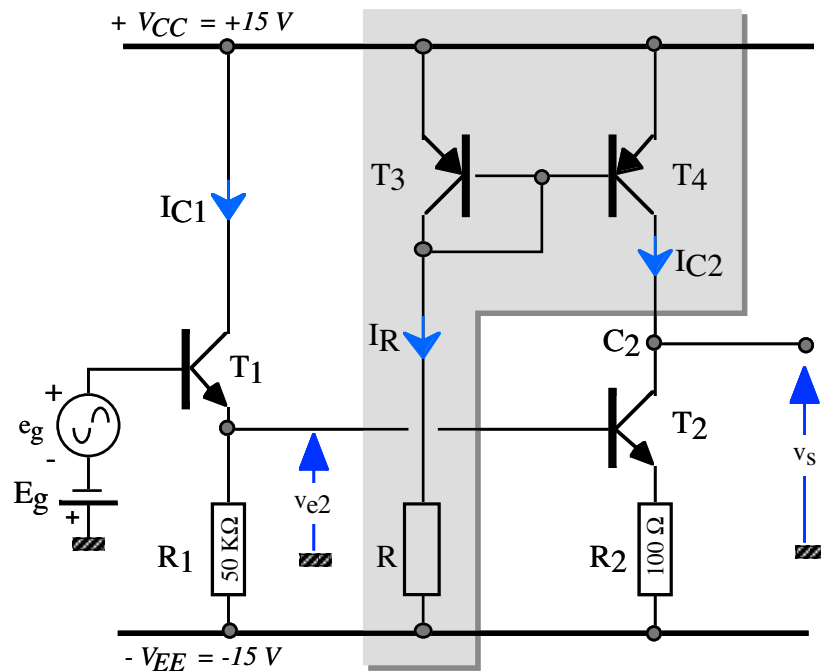


DEUXIEME ETAGE DE L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL 741

On considère le montage suivant qui constitue le deuxième étage de l'amplificateur opérationnel 741.



Les transistors PNP identiques T_3 et T_4 ($\beta_p = 100$, $V_{AP} = 50 \text{ V}$) montés en miroir de courant simple, constituent la " charge active " du transistor NPN T_2 .

Les transistors NPN T_1 et T_2 sont identiques ($\beta_n = 250$, r_{ce} élevée est **négligeable**).

Le générateur d'excitation comporte :

- Un générateur de tension continu E_G dont la valeur permet de polariser correctement T_1 .
- Une tension sinusoïdale e_g d'amplitude faible

On donne de plus : $V_{CC} = V_{EE} = 15 \text{ V}$ et $T = 25 \text{ °C}$

- 1) Sachant que le courant de repos I_{C2} de T_2 est égal à $550 \mu\text{A}$, déterminer la valeur à donner à la résistance R fixant le courant I_R du miroir (T_3 T_4). On admettra que $I_R = I_{C2}$.
- 2) On donne le courant de repos de T_1 : $I_{C1} = 16 \mu\text{A}$. Déterminer la valeur de la tension continue E_G qui permet de polariser convenablement le transistor T_1 .
- 3) Dessiner **uniquement** le schéma équivalent aux petites variations et aux fréquences moyennes du miroir de courant constitué par T_3 , T_4 et R (partie encadrée du schéma).
- 4) En utilisant la méthode de l'ohmmètre, montrer que la résistance interne R_i du miroir de courant **vue par le transistor T_2 entre son collecteur C_2 et la masse** est égale à la résistance r_{ce4} de T_4 . Faire l'application numérique.
- 5) En **exploitant** le résultat de la question 4, déterminer :
 - a) La résistance d'entrée R_{e2} de l'étage T_2 . Faire l'A.N.
 - b) le gain en tension $A_2 = v_s / v_{e2}$. Faire l'A.N.

6) Déterminer ensuite pour l'étage T_1 :

a) Sa résistance d'entrée R_{e1} . Faire l'A.N.

b) Son gain en tension $A_1 = v_{e2}/e_g$ et le gain en tension A du montage complet. Faire l'A.N.

RESULTATS

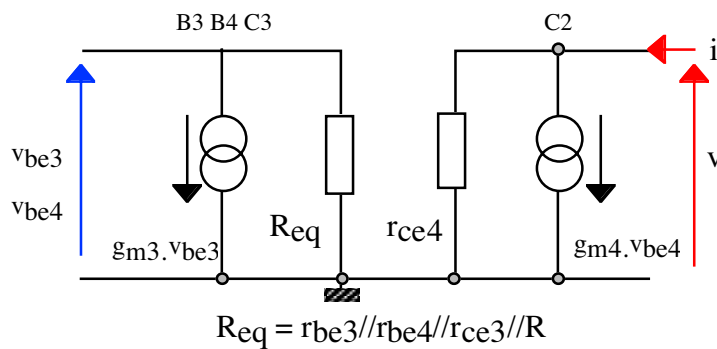
Q1 : Relation entre I_{C2} et I_R : $I_{C2} = I_R \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta_p}}$ avec $\beta_p = 100$, $I_R = I_{C2}$ soit $R = 53,4 \text{ k}\Omega$.

Q2 : Ne pas oublier qu'en mode continu, il faut annuler le générateur de tension sinusoïdale e_g .

$$-E_g = V_{BE1} + V_{BE2} + R_2 \cdot I_{C2} - V_{EE}$$

Soit $E_g = 13,75 \text{ V}$

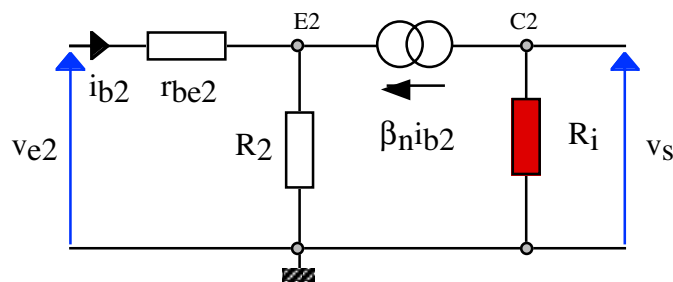
Q3 : schéma équivalent aux petites variations et aux fréquences moyennes du miroir de courant constitué par T_3 , T_4 et R (partie encadrée du schéma).



Q4 : La résistance interne R_i du miroir de courant est égale à l'expression du rapport v/i du schéma précédent (méthode dite de l'ohmmètre).

Si on écrit l'équation au nœud B_3 , alors on montre que $v_{be3} = v_{be4} = 0$ donc $R_i = r_{ce4} = 90,9 \text{ k}\Omega$.

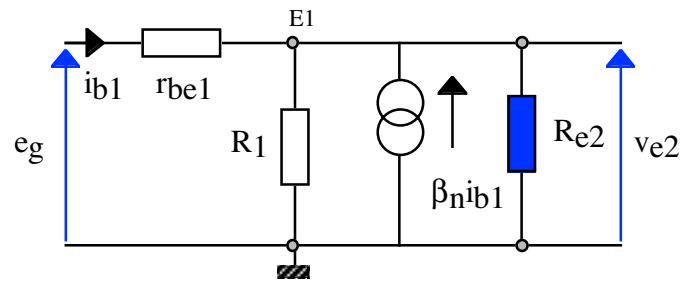
Q5a : schéma équivalent du 2^o étage :



$$R_{e2} = r_{be2} + (\beta_n + 1)R_2 \text{ soit : } 36,5 \text{ k}\Omega.$$

$$Q5b : A_2 = -\frac{\beta_n R_i}{R_{e2}} \text{ soit } -623$$

Q6a : schéma équivalent du 1° étage du type collecteur commun :



$$R_{e1} = r_{be1} + (\beta_n + 1)(R_{e2} // R_1) \text{ soit } 5,6 \text{ M}\Omega.$$

Q6b : gain du 1° étage :

$$A_1 = -\frac{(\beta_n + 1)(R_1 // R_{e2})}{R_{e1}} \text{ soit } 0,934$$

Gain du montage complet :

$$A = A_1 \cdot A_2$$