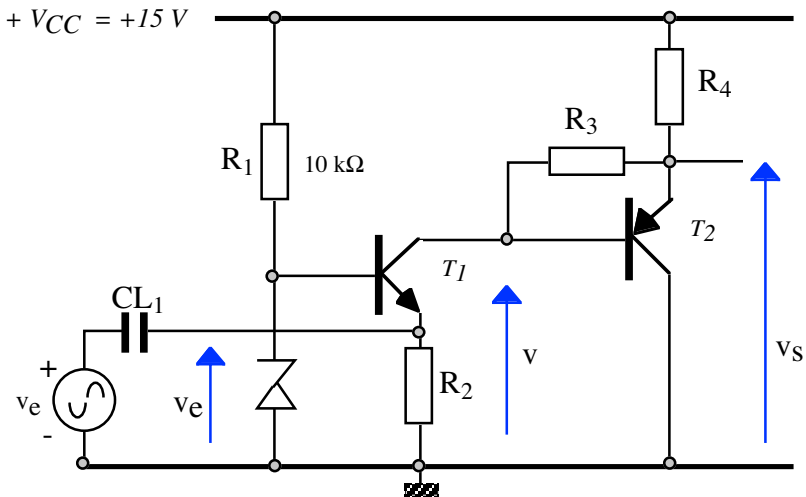


## 1<sup>1</sup>AMPLIFICATEUR GRAND GAIN A DEUX ETAGES

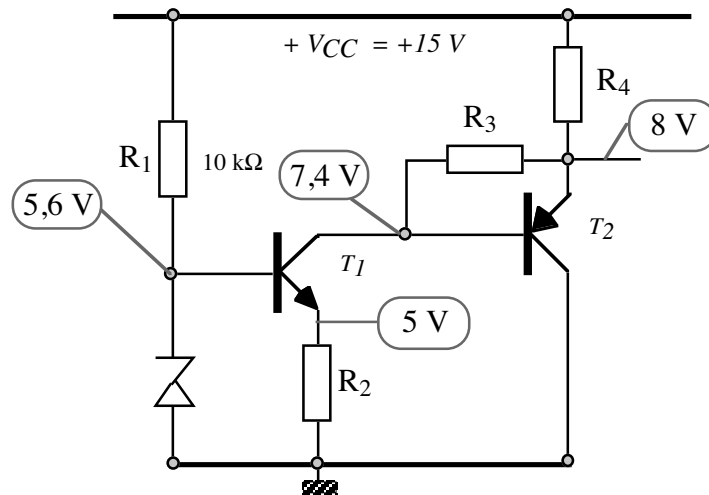
Le montage amplificateur suivant utilise deux transistors complémentaires tels que :  $|V_{BE}| = 0,6 \text{ V}$  ,  $\beta = 100$ , résistances internes  $r_{ce}$  très grandes. La diode Zener est idéale et la température est fixée à  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .



1. On donne  $V_{C2E2} = -8 \text{ V}$  et  $V_{C1E1} = 2,4 \text{ V}$ . Calculer et indiquer sur le schéma les tensions de tous les nœuds par rapport à la masse. En déduire la tension de Zener de la diode.
2. Sachant que les courants de collecteur des deux transistors ont la même valeur :  $I_{C1} = I_{C2} = 5 \text{ mA}$ , calculer la valeur des résistances  $R_2$ ,  $R_3$  et  $R_4$ .
3. Déterminer le gain en tension du 2<sup>o</sup> étage :  $A_{V2} = \frac{v_s}{v}$ . Faire l'A.N.
4. Déterminer l'expression de la résistance d'entrée  $R_{e2}$  du 2<sup>o</sup> étage vue par le transistor  $T_1$  entre son collecteur et la masse. Faire l'A.N.
5. Déterminer le gain en tension du 1<sup>o</sup> étage :  $A_{V1} = \frac{v}{v_e}$ . Faire l'A.N.  
*On supposera que la résistance dynamique de la diode Zener est nulle.*  
 En déduire le gain en tension du montage complet.
6. Calculer la résistance de sortie  $R_s$  du montage complet.

## CORRECTION

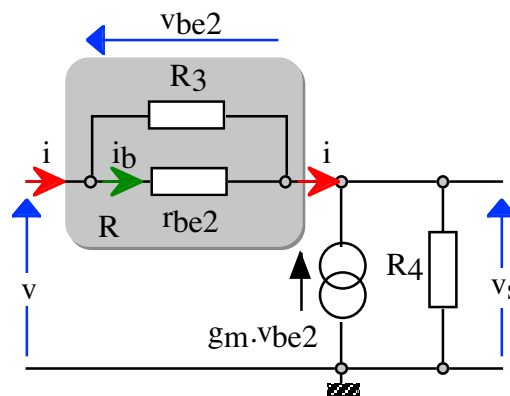
1. Potentiels par rapport à la masse :



2. Le courant de base de chaque transistor est égal à  $50 \mu\text{A}$ . Courant dans  $R_4$  :  $10 \text{ mA}$ . Courant dans  $R_3$  :  $0,5 \text{ mA}$ .

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega \quad R_3 = 120 \Omega \quad R_4 = 700 \Omega$$

3. Schéma aux variations du 2<sup>o</sup> étage :



Le transistor  $T_2$  est monté en collecteur commun.

On a choisi le schéma en «  $g_m \cdot v_{be2}$  » sachant que le courant  $i_b$  traverse uniquement la résistance  $r_{be2}$ . On pose donc  $R = R_3 // r_{be2}$ .

- $v_s = R_4 \left( g_m \cdot v_{be2} + \frac{v_{be2}}{R} \right)$
- $v = v_{be2} + v_s$

$$\text{On en déduit : } A_{v2} = \frac{v_s}{v} = \frac{R_4 \left( g_m + \frac{1}{R} \right)}{1 + R_4 \left( g_m + \frac{1}{R} \right)} = 0,99$$

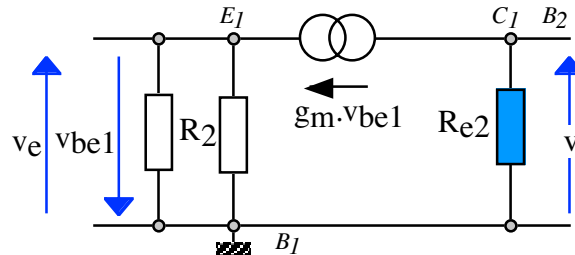
$$r_{be2} = 500 \Omega \quad R = 96,77 \Omega \quad g_m = 40 I_{C2} = 0,2 \text{ S}$$

4. Expression de la résistance d'entrée  $R_{e2}$  du 2° étage vue par le transistor  $T_1$  :  $R_{e2} = \frac{v}{i}$

$$v = Ri + R_4 \cdot v_{be2} \left( g_m + \frac{1}{R} \right) \quad \text{avec : } v_{be2} = R \cdot i$$

$$\text{soit : } R_{e2} = R + R_4 (g_m R + 1) = 14,34 \text{ k}\Omega$$

5. Le premier étage est monté en base commune. En tenant compte de la résistance d'entrée du 2° étage, son schéma équivalent est le suivant :



$$A_{v1} = \frac{v}{v_e} = \frac{-R_{e2} g_m v_{be1}}{-v_{be1}} = g_m R_{e2} = 2869$$

Le gain en tension du premier étage est grand car il est proportionnel à la résistance d'entrée du deuxième étage.

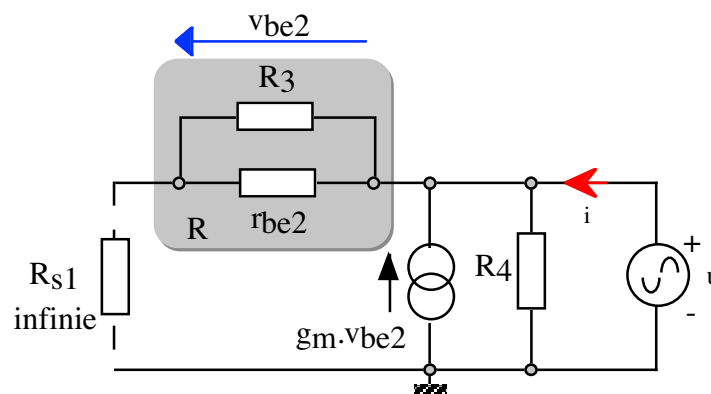
Gain du montage complet :  $A_v = A_{v1} \cdot A_{v2} = 2869$ .

6. Pour déterminer la résistance de sortie, on applique la méthode « de l'ohmmètre » qui comprend :

- La mise en court de l'entrée  $v_e$
- La mise en sortie d'un générateur  $u$  qui débite un courant  $i$

$$\text{Alors : } R_s = \frac{u}{i}$$

Si  $v_e$  est nulle alors le générateur dépendant  $g_m \cdot v_{be1}$  est nul. Ce qui revient à considérer la résistance de sortie  $R_{s1}$  du 1° étage comme infinie. Le schéma aux variations est donc le suivant :



La tension  $v_{be2}$  est donc nulle ainsi que le générateur dépendant  $g_m \cdot v_{be2}$ . Il reste donc :  
 $R_s = R_4 = 700 \Omega$ .