

# ELECTRONIQUE

## DS n°5

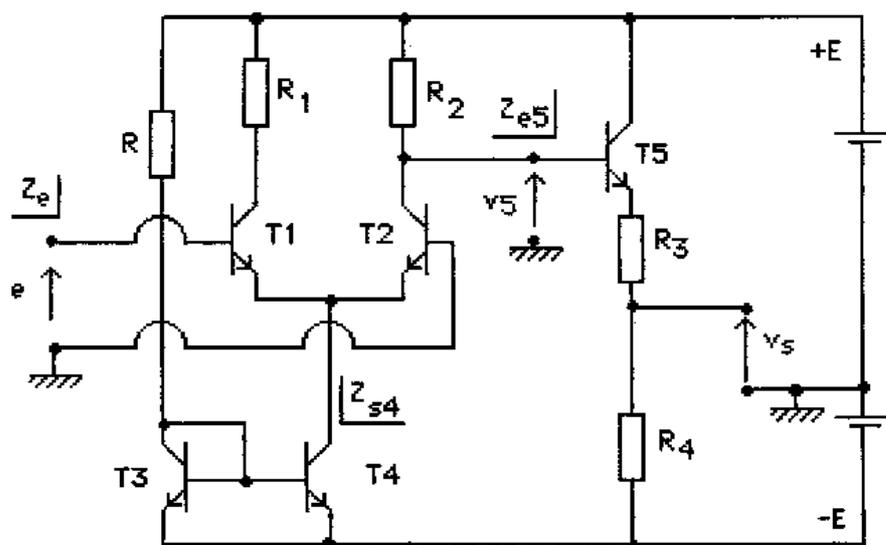
Durée : 2 heures ( sans documents)

Calculatrice "Enib" autorisée

Les deux exercices sont indépendants et de "poids" équivalents.

-1-

Soit le montage :



Le montage est alimenté par des tensions continues E avec :  
E = 10 volts

R = 97 kΩ  
R<sub>1</sub> = R<sub>2</sub> = 50 kΩ  
R<sub>3</sub> = 4,4 kΩ  
R<sub>4</sub> = 10 kΩ

### 1-Polarisation ( e = 0 ).

Les transistors bipolaires ont des caractéristiques identiques:  $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$ ,  $I_C = \beta I_B$ . On admettra que les courants base sont négligeables devant les courants collecteurs ( $\beta = 250 \gg 1$ ).

1-a- Donner l'expression littérale du courant collecteur de T<sub>3</sub>. Exprimer les courants collecteurs de T<sub>4</sub>, T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> en fonction du courant collecteur de T<sub>3</sub>. Donner les valeurs numériques de tous ces courants.

1-b- Déterminer les potentiels par rapport à la masse des émetteurs et des collecteurs de T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub>. Donner les valeurs numériques des tensions collecteur-émetteur de T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>.

1-c- Donner l'expression littérale du courant collecteur de T<sub>5</sub> en fonction du potentiel de sa base par rapport à la masse. En déduire la valeur numérique de ce courant.

1-d- Quelle est la valeur de la tension  $v_5$  ?

1-e- Calculer les transconductances  $s_1, s_2, s_3, s_4, s_5$  et les résistances dynamiques d'entrée  $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5$  des 5 transistors à température normale ( $v_T = 25 \text{ mV}$ ).

2- On suppose que le montage fonctionne en petits signaux et on suppose que les résistances dynamiques de sortie ( $\rho$ ) des transistors sont infinies.

2-a- Dessiner le schéma équivalent du montage en petit signal ( on rappelle que, par hypothèse, la résistance de sortie  $Z_{s4}$  de l'ensemble  $T_3, T_4$  est infinie ).

2-b- Donner l'expression littérale de l'impédance d'entrée  $Z_{e5}$  du transistor  $T_5$ . Donner l'expression littérale de l'amplification  $A_5 = v_5/v_5$ . Calculer les valeurs numériques  $Z_{e5}$  et  $A_5$ .

2-c- Quelle relation existe en petit signal entre les tensions base-émetteur  $v_{be1}$  et  $v_{be2}$  des transistors  $T_1$  et  $T_2$  ? Donner l'expression littérale de l'impédance d'entrée  $Z_e$ .

2-d- Exprimer l'amplification  $A_2 = v_5/e$ . Donner sa valeur numérique ainsi que celle de  $A = v_5/e$ .

3- On suppose que le montage fonctionne en petits signaux et on veut évaluer l'influence des résistances dynamiques de sortie ( $\rho$ ) des transistors  $T_3$  et  $T_4$ .

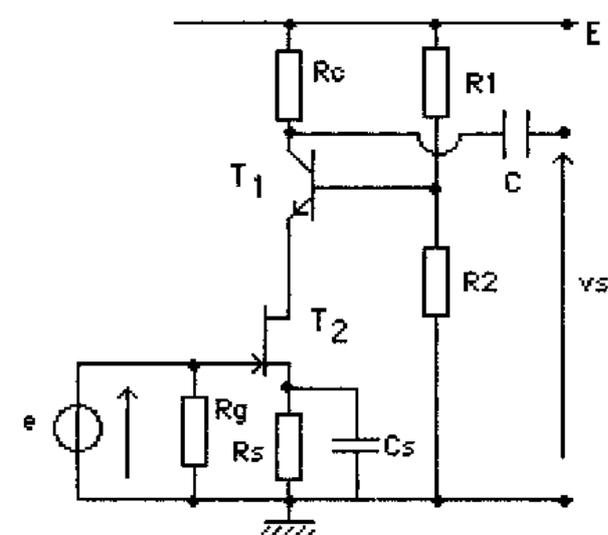
3-a- Redessiner le schéma équivalent à l'ensemble  $T_3-T_4$ ; déterminer la résistance de sortie  $Z_{s4}$ .

3-b- Redessiner le schéma équivalent à l'ensemble  $T_1-T_2$  en y introduisant  $Z_{s4}$ .

3-c- Quelle relation littérale existe entre les tensions base-émetteur  $v_{be1}$  et  $v_{be2}$  des transistors  $T_1$  et  $T_2$  en fonction des paramètres dynamiques des transistors et de  $Z_{s4}$ ?

3-d- Quelle valeur minimum doit présenter  $Z_{s4}$  pour que l'on retrouve à 1 % près la relation du 2-c ?

Le montage suivant, alimenté par une tension continue  $E$ , comporte un transistor bipolaire et un transistor à effet de champ :



$$E = 20 \text{ volts}$$

En grand signal :

• pour le transistor bipolaire :  $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$ ,  
 $I_C = \beta I_B$  avec  $\beta = 200 \gg 1$

• pour le transistor à effet de champ :

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

avec :

$$I_{DSS} = 12 \text{ mA} \quad V_P = -3 \text{ volts}$$

$$R_C = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_G = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = R_2 = 50 \text{ k}\Omega$$

1-Polarisation (  $e = 0$  ).

1-a- Quelle valeur faut-il donner à  $R_s$  pour que le courant drain de  $T_2$  soit de 3 mA ?

1-b- Déterminer numériquement les potentiels de l'émetteur et du collecteur de T1 par rapport à la masse.

1-c- Calculer les paramètres dynamiques  $s_1$  et  $r_1$  de T1 et  $s_2$  de T2.

**2- On suppose que le montage fonctionne en petits signaux et on suppose que les résistances dynamiques de sortie ( $\rho$ ) des transistors sont infinies.**

2-a- Dessiner le schéma équivalent du montage en petit signal en tenant compte de la capacité  $C_s$ .

2-b- Exprimer le rapport  $v_{be}/v_{gs}$ .

2-c- En supposant nulle l'impédance du condensateur  $C_s$ , en déduire l'expression de l'amplification  $A = v_s/e$ . Donner sa valeur numérique.

2-d- En régime sinusoïdal de pulsation  $\omega$ , et en tenant compte de  $C_s$ , écrire la fonction de transfert  $\overline{v_{gs}} / \overline{e}$ . En déduire la fonction de transfert :  $\overline{A} = \overline{v_s} / \overline{e}$  (la sortie du montage n'étant pas chargée).

2-e- Dessiner, dans la représentation de Bode, les diagrammes asymptotiques de gain (ou d'amplitude) et de phase de  $\overline{A}$ . On portera sur les graphes les valeurs littérales : des pulsations des points de cassure, des niveaux d'amplification obtenus, des déphasages.

2-f- Application : sachant que l'on doit transmettre des signaux de fréquence supérieure à 800 Hz, quelle valeur faut-il donner à  $C_s$  ? Justifier votre choix.

2-g. On charge le montage avec une résistance  $R_L$  de 1 k $\Omega$  placée à la sortie. Quelle valeur faut-il donner au condensateur  $C$  sachant que l'on doit transmettre des signaux de fréquence supérieure à 800 Hz ? Justifier votre choix.