Technologie électrotechnique, électronique, logique appliquée

PROBLEME N° 1 : Amplification de puissance

L'amplificateur opérationnel considéré est supposé idéal et fonctionnant en régime linéaire. Il est alimenté sous des tensions continues symétriques (± 15 V) qui ne figurent pas sur les schémas.
Les différentes parties du problème sont indépendantes.

I) Source de courant (Figure 1)

1) Exprimer la tension V_{AM} en fonction de V_1, V, R_1 et R_2.

2) Donner l'expression de V_{BM} en fonction de V_2, R_1 et R_4.

3) En déduire que V peut se mettre sous la forme $V = \alpha V_2 - \frac{R_2}{R_1} V_1$. Préciser la valeur de α en fonction de R_1, R_2, R_4.

4) Exprimer l'intensité du courant i_3 en fonction de V, V_2 et R_3, puis celle de i_4 en fonction de V_2, R_4 et R_1.
Montrer que i_0 peut s'écrire : $i_0 = \frac{V}{R_3} - V_2 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_1+R_4}\right)$.

5) En déduire l'expression de i_0 en fonction de V_1, V_2 et des résistances R_1, R_2, R_3, R_4.

6) A quelle condition sur les résistances R_2, R_3, R_4 le courant i_0 prend-il la forme :

$$i_0 = -\frac{R_2}{R_1 R_3} V_1 \ ?$$

Application numérique : On donne $V_1 = V_1\sqrt{2}\sin\omega t$, avec $V_1 = 0{,}2$ V ; $f = 1$ kHz ; $R_1 = 10$ KΩ , $R_2 = R_3 = 2$ kΩ.
Dans ces conditions, $i_0(t) = I_0\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$.
Préciser les valeurs de I_0, ω et φ.

II) Amplificateur de puissance (Figure 2)

On intercale entre la sortie de la source de courant et la charge résistive R_u, un étage amplificateur (transistor T_1).
On pose : $V_{CC} = 10$ V ; $V_{B1E} = 0{,}6$ V ; $V_{C1E(SAT)} = 0$

1) Etablir la relation entre V_s, V_2 et V_{B1E}.

2) Lorsque T_1 est saturé, exprimer V_s en fonction de V_{CC}.
Pour quelle valeur minimale de V_2 obtient-on ce résultat ?
Effectuer l'application numérique.

3) Pour V_2 compris entre −12 V et −12 V, indiquer pour quelles valeurs de V_2 le transistor T_1 est bloqué, ou en fonctionnement normal, ou saturé.

4) En déduire la courbe de transfert en tension, V_s en fonction de V_2 (échelle : 10 V → 5 cm). Si V_2 est une fonction sinusoïdale du temps, en sera-t-il de même pour V_s quelle que soit l'amplitude de V_2 ? Justifier qualitativement.

III) Montage PUSH-PULL (Figures 3 et 4)

On remplace le transistor unique T1 par un dispositif à 2 transistors complémentaires T1 et T2 (Figure 3).
On donne : $V_{BE} = -0,6$ V ; $V_{CE_{(SAT)}} = 0$.

1) Exprimer V_s en fonction de V_2. T2 peut-il conduire en même temps que T1 ? Si T1 est saturé, que vaut V_s ? Même question pour T2.

2) Tracer l'allure de la courbe de transfert. Quel défaut remarque-t-on ?

3) On ajoute 2 diodes D1 et D2 identiques (Figure 4), telles que $V_{D1} = V_{D2} = 0,6$ V. Montrer que le défaut précédent est supprimé pour les 2 alternances de V_2. (mailles BB_1EM et BB_2EM).

4) Déterminer R (Figure 4) pour qu'au repos, le courant de polarisation des diodes soit égal à 1 mA.

PROBLEME N° 2 : MOTEUR DERIVATION

On trouve sur la plaque signalétique d'un moteur les renseignements suivants : $n = 1440$ tr.min^{-1} ; $U = 250$ V.

$$I_{totale} = 21 \text{ A} \; ; \; R_{(résistance\ d'induit)} = 0,5\ \Omega.$$

r (résistance du circuit inducteur) = 250 Ω
EXCITATION SHUNT

1) Calculer i, intensité traversant le circuit inducteur. En déduire l'intensité I du courant dans l'induit.

2) Calculer E', f.e.m. du moteur, ainsi que le produit ($N\Phi$), constante de f.e.m. (N est le nombre de conducteurs dans l'induit, Φ le flux sous un pôle).

3) On pose : T_e [moment du couple électromagnétique] = KI.
Montrer que K, appelée constante de couple, est numériquement égal à 1,59. Préciser les unités.

4) Trouver la relation entre n, fréquence de rotation , et I courant dans l'induit. Tracer la caractéristique n fonction de I, pour I variant de 0 à 20 A. (Echelle : 10 tr.s^{-1} → 2 cm ; 10 A → 4 cm). Toutes les valeurs de I provoquent-elles une rotation du moteur ?

5) Le moment du couple de pertes Tp est égal à 7,5 N.m. Donner la relation entre Tu, moment du couple utile, et I (faire l'application numérique).
En déduire la valeur minimale de I pour que le moteur puisse tourner. Quelle est la fréquence de rotation correspondante en tr.min^{-1} ?

6) Quelle valeur du moment du couple résistant donne une fréquence de rotation de 1440 tr.min^{-1} ?

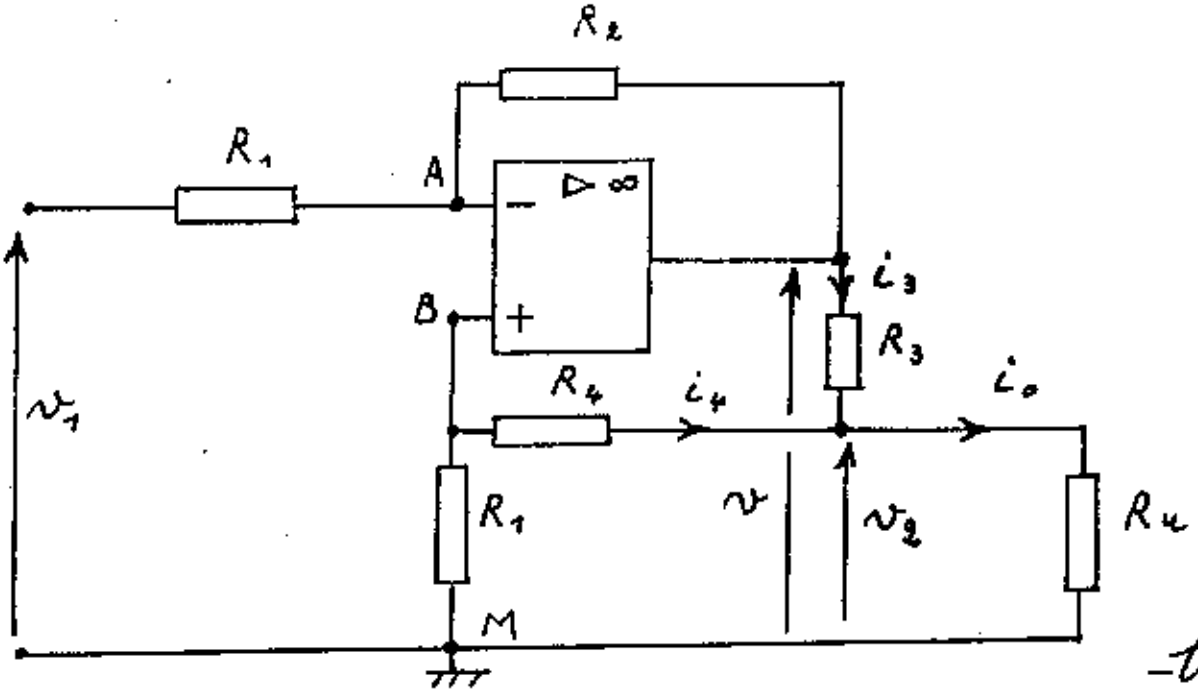

figure 1

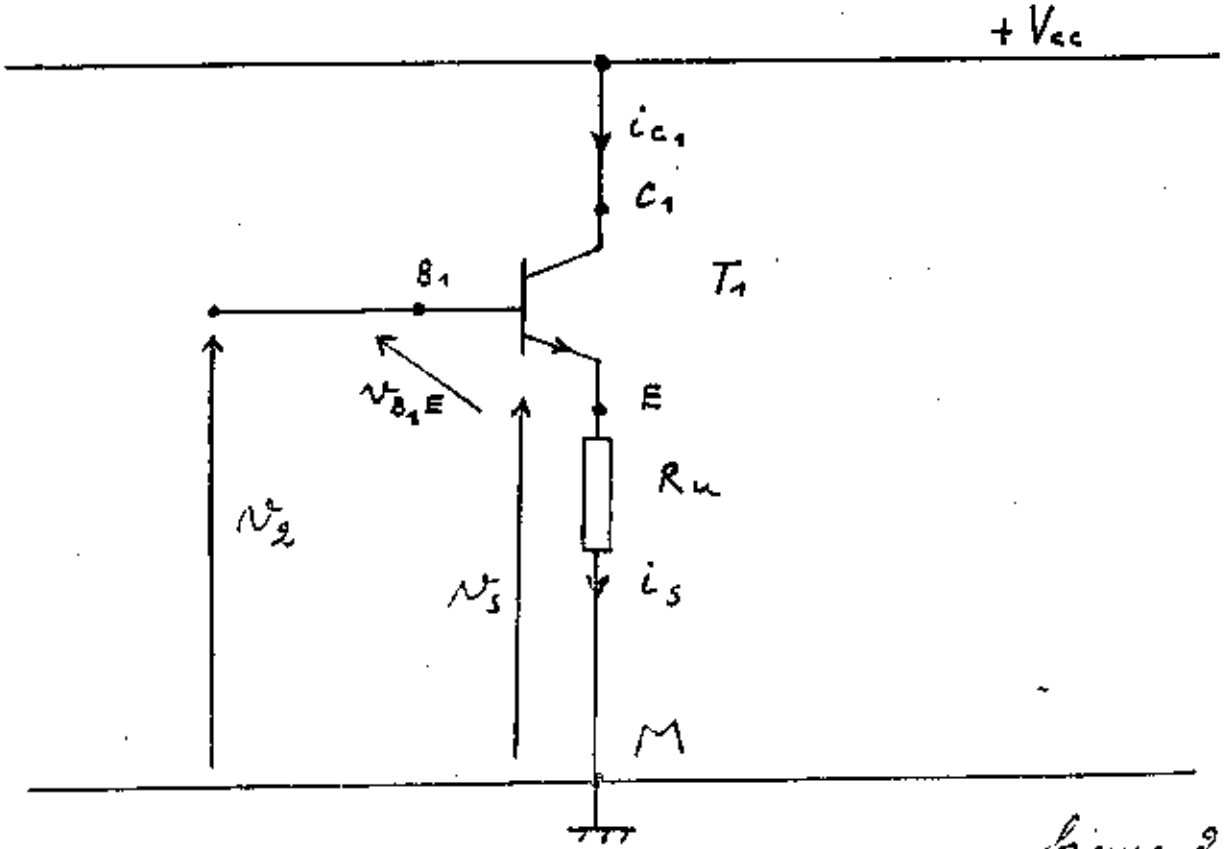

figure 2

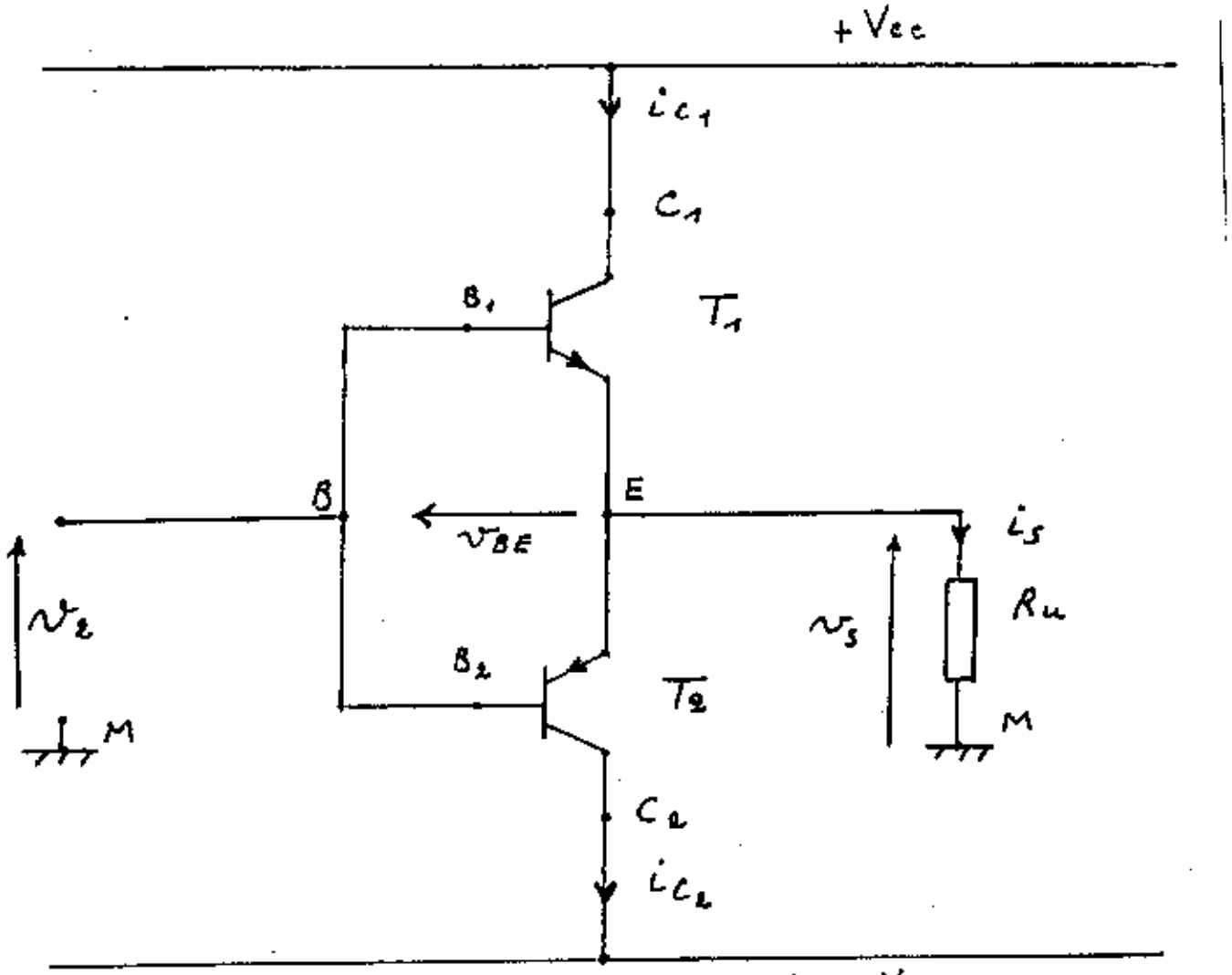

figure 3

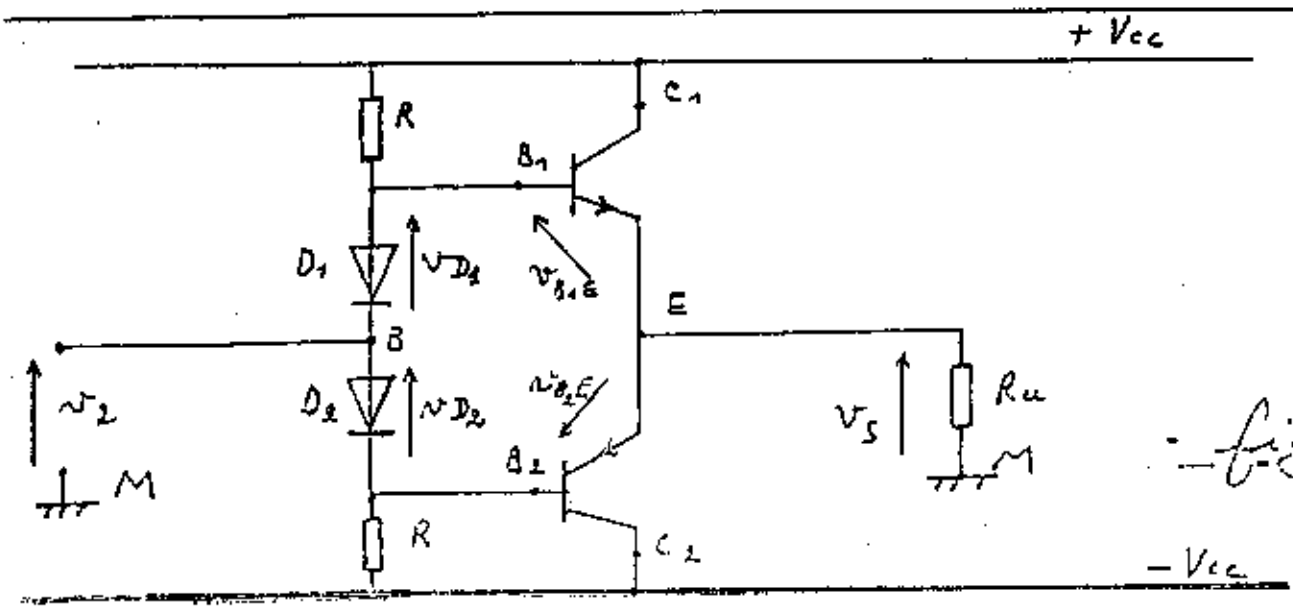

figure 4