

ÉPREUVE E3

MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

Session 2002

UNITE U 32 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 1,5

L'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999. La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

JET DENTAIRE

Le système étudié, permet de se nettoyer les dents et de se masser les gencives grâce à un mini-jet d'eau propulsé par une pompe, elle-même entraînée par un moteur à vitesse variable. Le schéma électrique complet est donné en annexe.

Les 6 parties sont indépendantes les unes des autres. Les Amplificateurs opérationnels supposés **parfaits**, sont alimentés entre la **masse** et $V_{CC} = 12 \text{ V}$.

1 Élaboration de la consigne (3 points)

La figure 1 permet de déterminer, pour les deux positions extrêmes du curseur du potentiomètre R_p , les valeurs de la tension de consigne V_C (notée V_{CH} et V_{CB}).

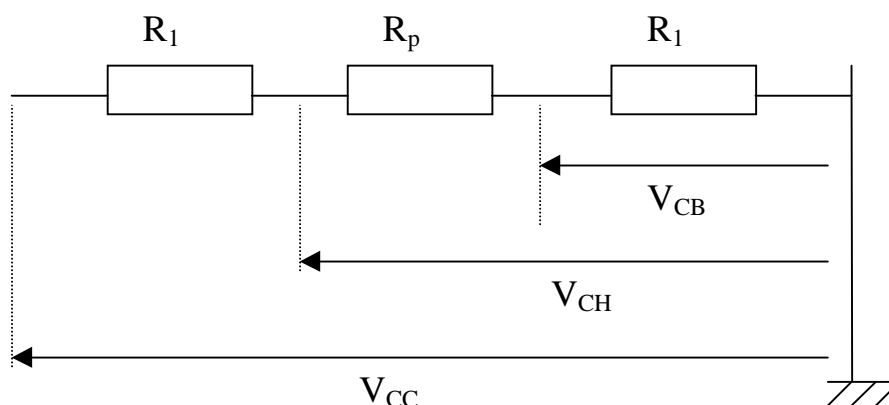


Figure 1

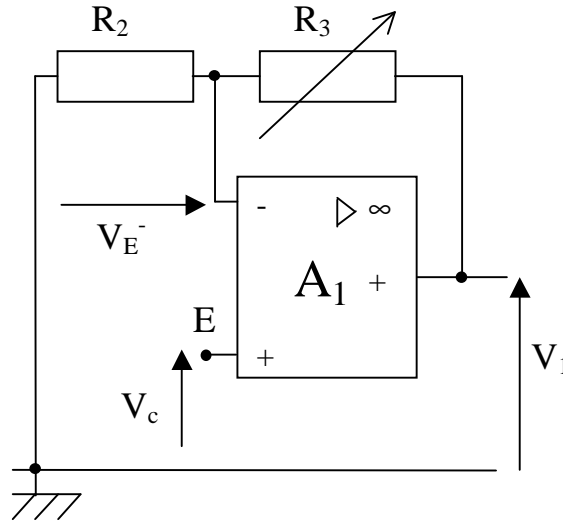
1.1 Déterminer les expressions de V_{CH} et V_{CB} en fonction de V_{CC} et des résistances.

1.2 Applications numériques : $V_{CC} = 12 \text{ V}$; $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$; $R_p = 10 \text{ k}\Omega$.
Calculer V_{CH} et V_{CB} .

2 Étude de l'amplificateur (4,5 points)

Dans le montage de la figure 2, l'amplificateur opérationnel fonctionne en mode linéaire et R_3 est une résistance à ajuster. On désire déterminer l'amplification en tension du montage.

Figure 2



On rappelle que la résistance d'entrée R_e d'un montage, est définie comme le rapport de la tension d'entrée sur le courant d'entrée.

2.1 Quelle est la résistance d'entrée vue entre le point E et la masse du montage ?
Quel est l'intérêt d'une telle valeur ?

2.2 Justifier le mode de fonctionnement linéaire de l'amplificateur opérationnel.

2.3 Donner l'expression de V_{E^-} en fonction uniquement de V_1 et des résistances R_2 et R_3 .

2.4 En déduire que l'amplification en tension du montage est égale à :

$$A_v = \frac{V_1}{V_C} = 1 + \frac{R_3}{R_2}$$

2.5 Application numérique : $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$; $V_{C_{MAX}} = 10,17 \text{ V}$.

Calculer la valeur de R_3 pour un fonctionnement à la limite de la saturation. (on prendra comme valeur de tension de saturation $V_{sat} = V_{cc} = 12 \text{ V}$)

3 Amplification en courant (3 points)

Pour alimenter le moteur avec une intensité convenable, on utilise un transistor Darlington constitué de deux transistors T_1 et T_2 d'amplifications en courant respectives β_1 et β_2 .

On veut montrer que l'ensemble des 2 transistors (figure 3a) constitue un transistor équivalent (figure 3b) d'amplification β .

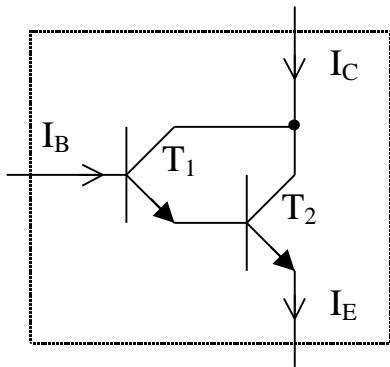


Figure 3a

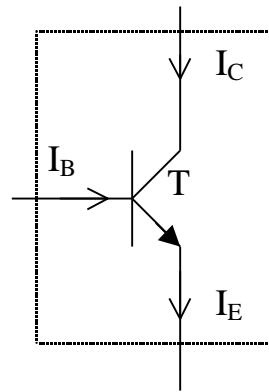


Figure 3b

On prendra les relations suivantes pour un transistor :

$$I_E = I_C = \beta \cdot I_B$$

3.1 Déterminer I_E en fonction de I_B , β_1 et β_2 .

3.2 En déduire l'amplification en courant β du transistor équivalent.

4 Compensation de résistance (4,5 points)

Le schéma simplifié du montage est donné figure 4 ; il permet de compenser la résistance du moteur.

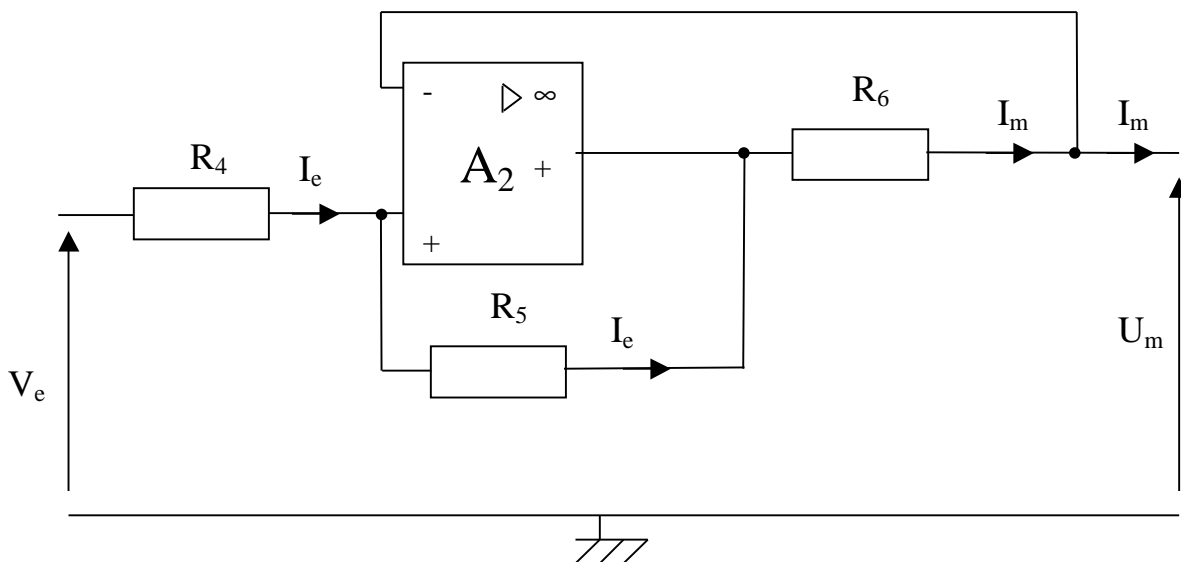


Figure 4

L'amplificateur opérationnel fonctionne en mode linéaire, on a donc pour ce schéma :

$$V_E^+ = V_E^- = U_m \text{ où } U_m \text{ est la tension aux bornes du moteur.}$$

4.1 Donner l'expression de V_e en fonction de R_4 , I_e et U_m .

4.2 Montrer que la relation entre les intensités des courants qui traversent les résistances R_5 et R_6 est :

$$I_e = -\frac{R_6}{R_5} \cdot I_m$$

4.3 En déduire que l'expression de V_e devient : $V_e = U_m - \frac{R_6}{R_5} \cdot R_4 \cdot I_m$

4.4 Sachant que $U_m = E_m + R_m \cdot I_m$, (E_m f.e.m. du moteur) déterminer la relation liant les résistances R_4 , R_5 , R_6 et R_m pour avoir V_e indépendant de I_m .

4.5 La relation précédente étant vérifiée et sachant que E_m est proportionnelle à la vitesse Ω du moteur, donner l'allure de la caractéristique Ω en fonction de V_e .

5 Étude du moteur (4 points)

Le moteur à courant continu utilisé est à aimants permanents. On désire compléter les données du constructeur ci-dessous.

Données du constructeur :

Tension nominale (V)	12
Vitesse de rotation à vide ($\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$)	5300
Intensité du courant à vide (mA)	22
Résistance de l'induit (Ω)	5,95

5.1 Dessiner le schéma électrique équivalent de l'induit en y portant les grandeurs U_m , E_m et I_m .

5.2 Justifier que la f.e.m. E_m est proportionnelle à la vitesse angulaire Ω ($E_m = K \cdot \Omega$).

5.3 En déduire la relation qui lie le moment du couple électromagnétique T_{em} à I_m .

5.4 Le moteur est alimenté sous tension nominale ; calculer sa f.e.m. à vide E_{m0} . En déduire la valeur de la constante K en précisant son unité.

5.5 Calculer le couple de perte à vide T_{p0} .

6 Modification de l'alimentation (1 point)

On désire utiliser un autre système permettant d'alimenter indirectement le moteur ci-dessus par une source de tension continue fixe tout en ayant également la possibilité de faire varier sa vitesse. Parmi les différentes propositions ci-dessous, donner le système qui peut convenir.

Redresseur ; transformateur ; hacheur ; onduleur.

Annexe : schéma électrique complet du système

