

# BTS MICROTECHNIQUES

## E3 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

Session 2002

### UNITÉ 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  $V_C$  (notées  $V_{CH}$  et  $V_{CB}$ ).

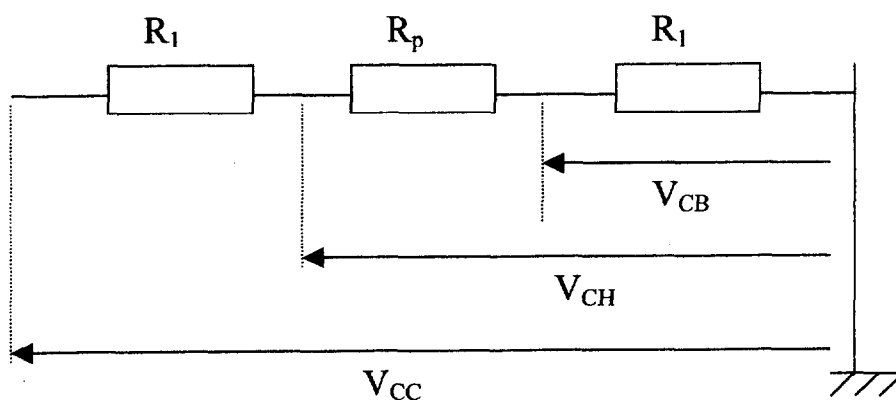


Figure 1

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

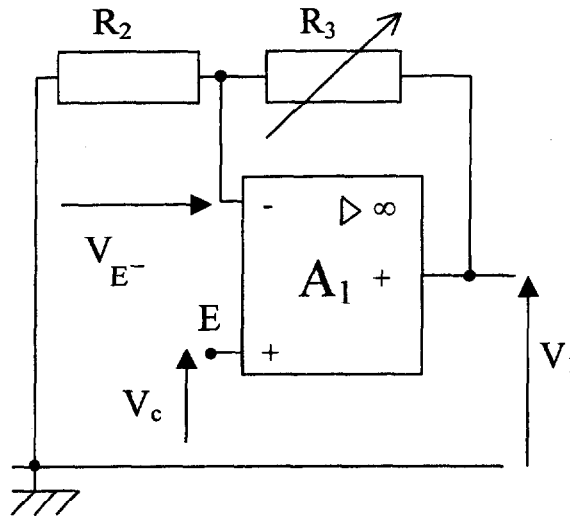
1.2 Applications numériques :  $V_{CC} = 12 \text{ V}$  ;  $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$  ;  $R_p = 10 \text{ k}\Omega$ .

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 l'intensité du 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 de  $V_1$  et des résistances  $R_2$  et  $R_3$ .

2.4 Montrer 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 :  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $V_{C\text{MAX}} = 10,17 \text{ V}$ .

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

## 3 Amplification en courant (3 points)

Pour alimenter le moteur avec un courant d'intensité convenable, on utilise un transistor Darlington constitué de deux transistors  $T_1$  et  $T_2$  d'amplifications en courant respectives  $\beta_1$  et  $\beta_2$ .

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

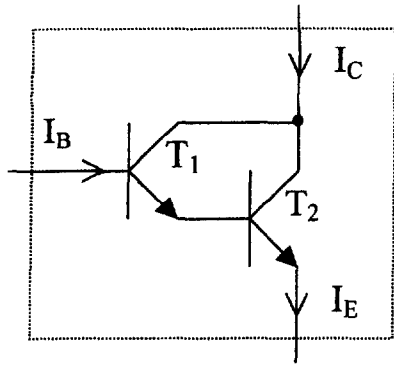


Figure 3a

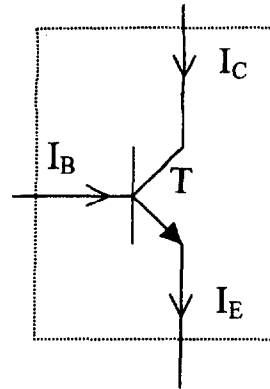


Figure 3b

On prendra les relations suivantes pour un transistor :

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

3.1 Déterminer  $I_E$  en fonction de  $I_B$ ,  $\beta_1$  et  $\beta_2$ .

3.2 En déduire l'amplification en courant  $\beta$  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.

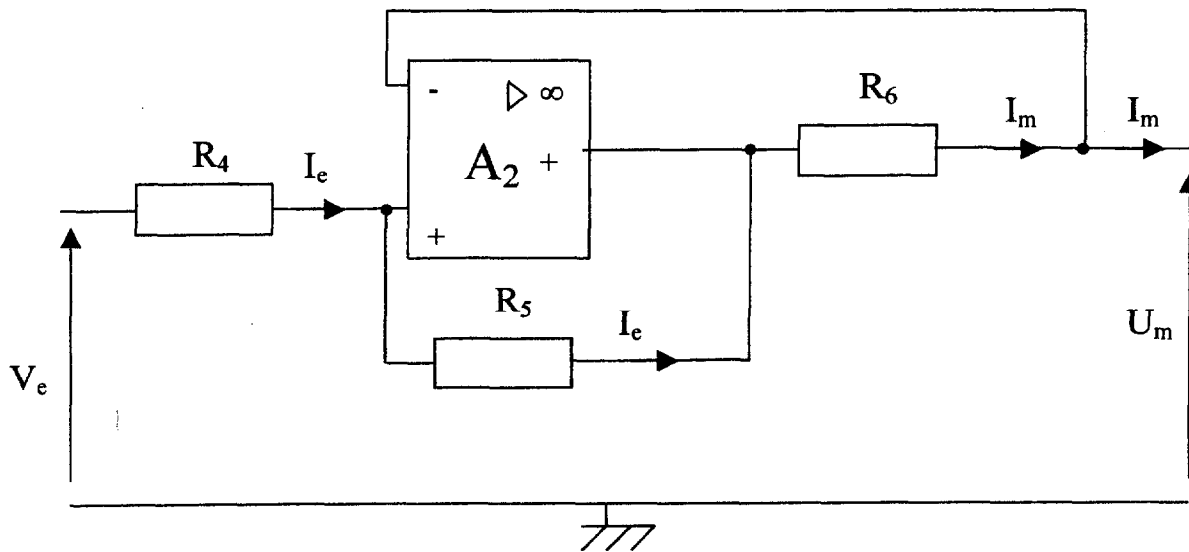


Figure 4

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  $\Omega$  du moteur, tracer l'allure de la caractéristique  $\Omega$  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.

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 ( $\Omega$ )	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  $\Omega$  ( $E_m = K \cdot \Omega$ ).

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 moment du couple de pertes 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

