

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**  
**ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR**

**E3. Epreuve de Mathématiques et Sciences Physiques**

**U32 – Sous épreuve : SCIENCES PHYSIQUES**

**Coefficient : 2**

**Durée : 2 heures**

**Document autorisé : Calculatrice (circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999)**

---

**Ce sujet comporte 4 pages dont 1 à rendre avec la copie**

Le sujet porte sur l'étude d'un système de positionnement automatique d'un outil sur un tour.  
Le schéma fonctionnel et le schéma structurel sont donnés figures 1 et 2.

Les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits. Ils sont alimentés en +15 volts et -15 volts.

Les transistors fonctionnent en régime de commutation et sont également considérés comme parfaits ( $V_{CEsat} = 0$ ).

**NB : Les parties 1, 2, 3 et 6 sont indépendantes. Le document réponse est à rendre avec la copie.**

1. Etude des potentiomètres de consigne ( $P_c$ ) et de recopie ( $P_r$ ) (2,5 points)

Le potentiomètre  $P_c$  est branché entre la masse et l'alimentation  $E_1$  : on appelle  $R_1$  la résistance comprise entre le curseur et la masse et  $R_2$  la résistance comprise entre le curseur et l'alimentation.

De même, le potentiomètre  $P_r$  est branché entre la masse et l'alimentation  $E_2$  :  $R_3$  est la résistance comprise entre le curseur et la masse et  $R_4$  la résistance comprise entre le curseur et l'alimentation (voir figure 2).

- 1.1 Quel est le type de montage des deux amplificateurs opérationnels AO1 et AO2 ? Justifier votre réponse. Expliquer leur rôle.
- 1.2 Exprimer  $v_{c2}$  en fonction de  $R_1, R_2, E_1$ .  
Exprimer  $v_{r2}$  en fonction de  $R_3, R_4, E_2$ .
- 1.3 Application numérique :  $R_1 = 8,0 \text{ k}\Omega$     $R_2 = 2,0 \text{ k}\Omega$   
 $R_3 = 6,0 \text{ k}\Omega$     $R_4 = 4,0 \text{ k}\Omega$

Calculer  $v_{c2}$  et  $v_{r2}$ .

2. Etude de l'amplificateur AO3 associé aux résistances R et R' (2,5 points)

L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire ; « v- » correspond à la ddp entre la borne d'entrée « - » de l'amplificateur opérationnel et la masse.

- 2.1 Démontrer que l'expression de  $v_A$  en fonction de  $v_{c2}$  et  $v_{r2}$  peut se mettre sous la forme  $v_A = K (v_{c2} + v_{r2})$ , et exprimer K en fonction de R et R'.
- 2.2 Calculer la valeur numérique de  $v_A$  pour  $R = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $R' = 30 \text{ k}\Omega$  ;  $v_{c2} = 8,0 \text{ V}$  ;  $v_{r2} = -6,0 \text{ V}$ .

3. Etude du générateur de tension triangulaire (AO5 et AO6) (4 points)

- 3.1 Quelle est la fonction réalisée par l'amplificateur AO5 associée à  $R_p$  et  $R_o$ . Justifier.
- 3.2 Sachant que l'amplificateur AO6 fonctionne en régime linéaire, démontrer la relation qui lie  $v_D$  à  $v_E$ , puis en déduire la relation entre  $v_E$  et  $v_D$ . En déduire la fonction du montage.
- 3.3 La tension  $v_E$  varie entre 2 valeurs limites : -10 V et +10 V. Sur la feuille réponse, tracer  $v_E$  (graphe n°2) en concordance de temps, avec  $v_D$ . Justifier.

#### 4. Etude du comparateur (AO4) (1 point)

On donne  $v_A = -6 \text{ V}$ .

Tracer  $v_B$  (graphe n°3) en concordance de temps avec les graphes précédents. Justifier.

#### 5. Etude du circuit de puissance (5 points)

- 5.1 Indiquer le type des transistors  $T_1$  et  $T_2$ .
- 5.2 En fonction du signe de  $v_B$  (graphe n°3), indiquer les intervalles de conduction des deux transistors  $T_1$  et  $T_2$  dans le tableau sous le graphe n°3.
- 5.3 Tracer le graphe de  $v_M$  en fonction du temps (graphe n°4). Justifier.
- 5.4 A partir de la représentation graphique de  $v_M$ , calculer la valeur moyenne  $V_{M \text{ moy}}$  de  $v_M$ .

#### 6. Etude du moteur à courant continu (3 points)

Le stator du moteur à courant continu est constitué d'un aimant permanent. L'induit est caractérisé par les grandeurs suivantes :

- $I$  : intensité du courant traversant l'induit
- $U_a$  : tension d'alimentation de l'induit
- $U_a = V_{M \text{ moy}}$
- $R_a$  : résistance des enroulements de l'induit
- $n$  : vitesse de rotation en tours par minute.

- 6.1 Représenter le schéma électrique équivalent de l'induit (flèches des tensions, intensité,...). On appellera  $E$  la fém de l'induit.  
Montrer que  $E = k.n$ .
- 6.2 On donne  $I = 1 \text{ A}$  ;  $U_a = 6 \text{ V}$  ;  $R_a = 0,5 \Omega$  ;  $n = 5000 \text{ tr/min}$ .  
Calculer numériquement  $E$ .
- 6.3 Calculer  $P_{em}$  la puissance électromagnétique et  $T_{em}$  le moment du couple électromagnétique.

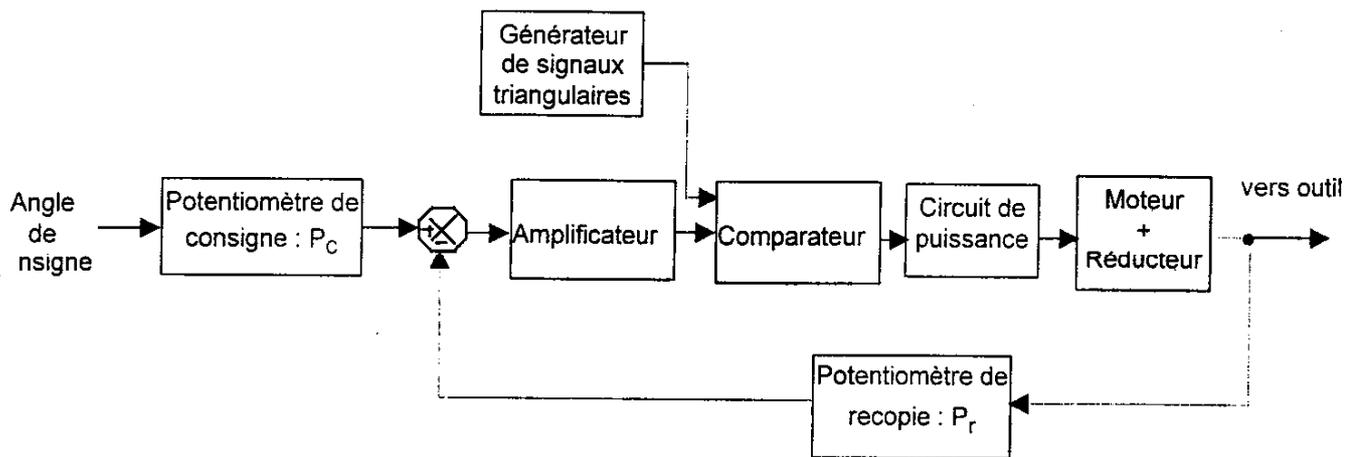
#### 7. Etude du sens de rotation du moteur (2 points)

On étudie la tension  $V_{M \text{ moy}}$  aux bornes du moteur (voir 5.4).

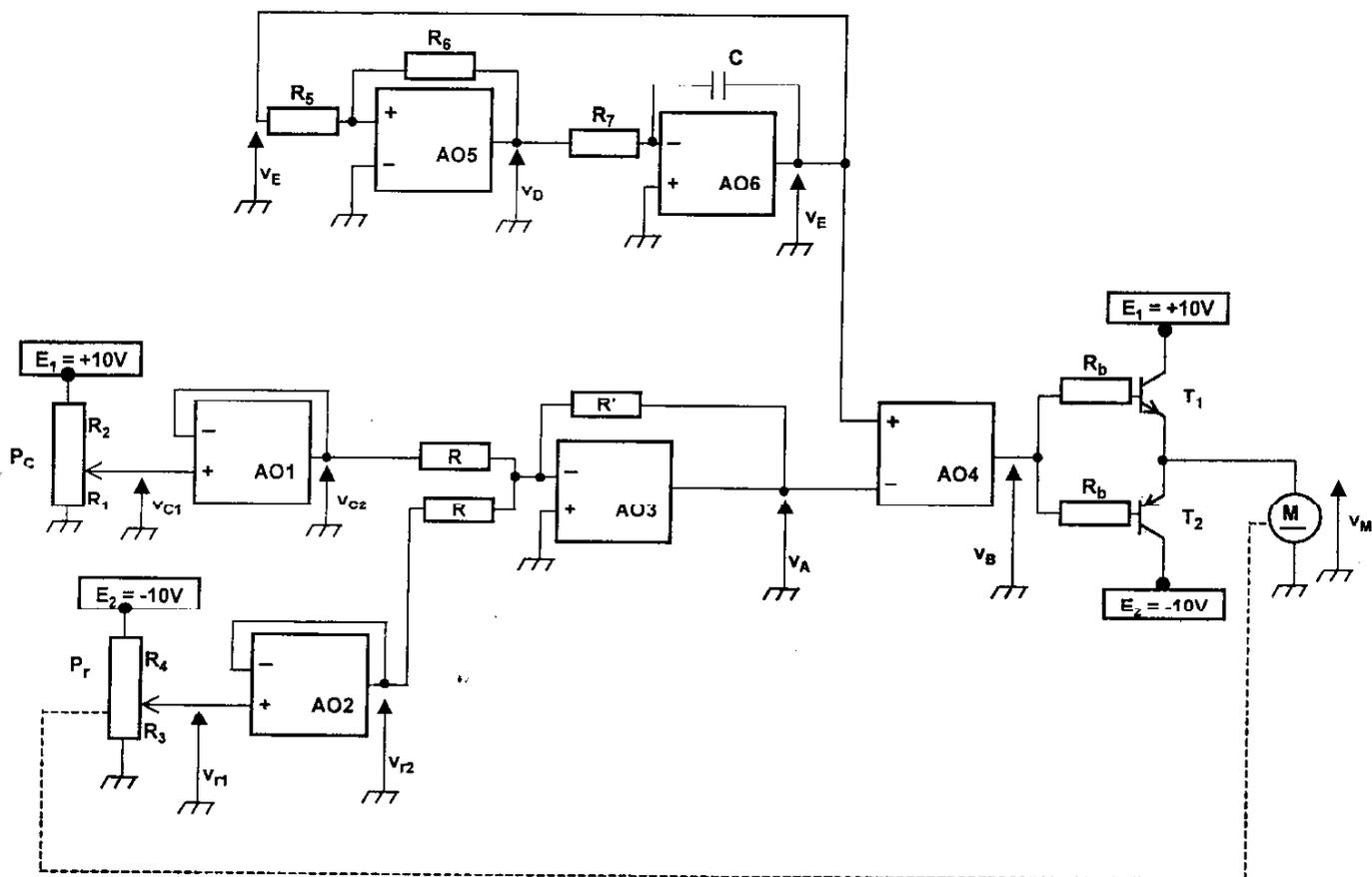
Si  $V_{M \text{ moy}} > 0$ , l'outil, solidaire du moteur se déplace dans le sens horaire.

Si  $V_{M \text{ moy}} < 0$ , l'outil se déplace dans le sens anti-horaire.

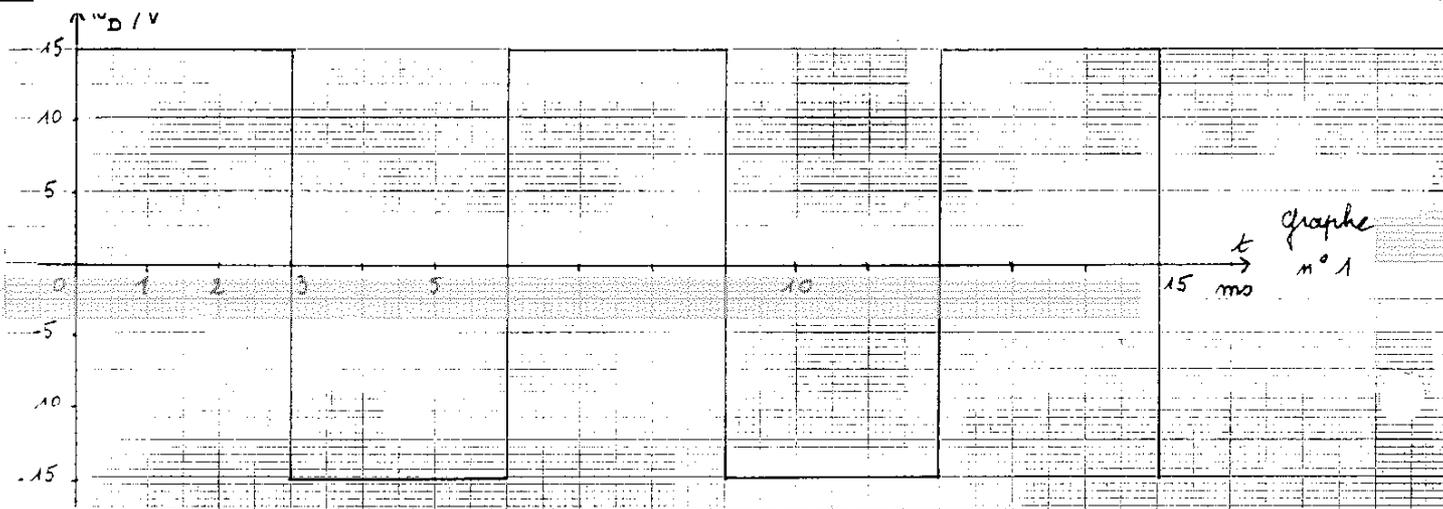
- 7.1 D'après le résultat du 5.4, quel est le sens de rotation du moteur ?
- 7.2 Si  $V_{M \text{ moy}} = 0$ , comment se comporte l'outil ?  
Quelle est alors la valeur de  $v_A$  ?  
En déduire la nouvelle valeur de  $R_1$  qui vérifie cette condition (sachant que toutes les autres valeurs sont inchangées).



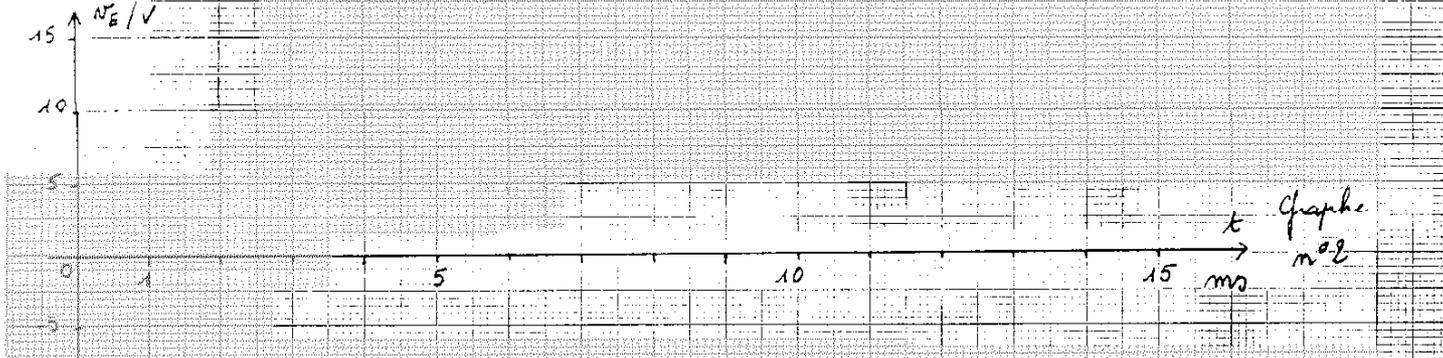
- Figure 1 -



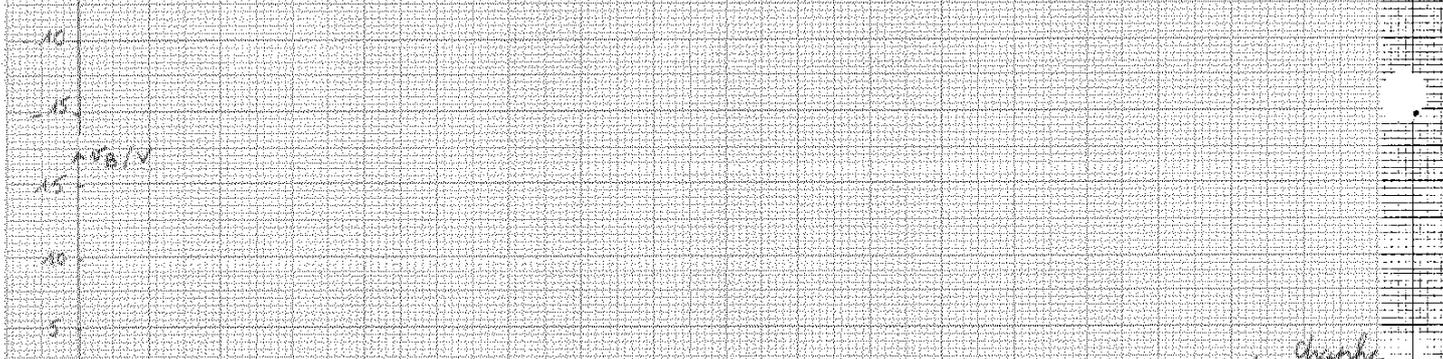
- Figure 2 -



Graph  
n°1



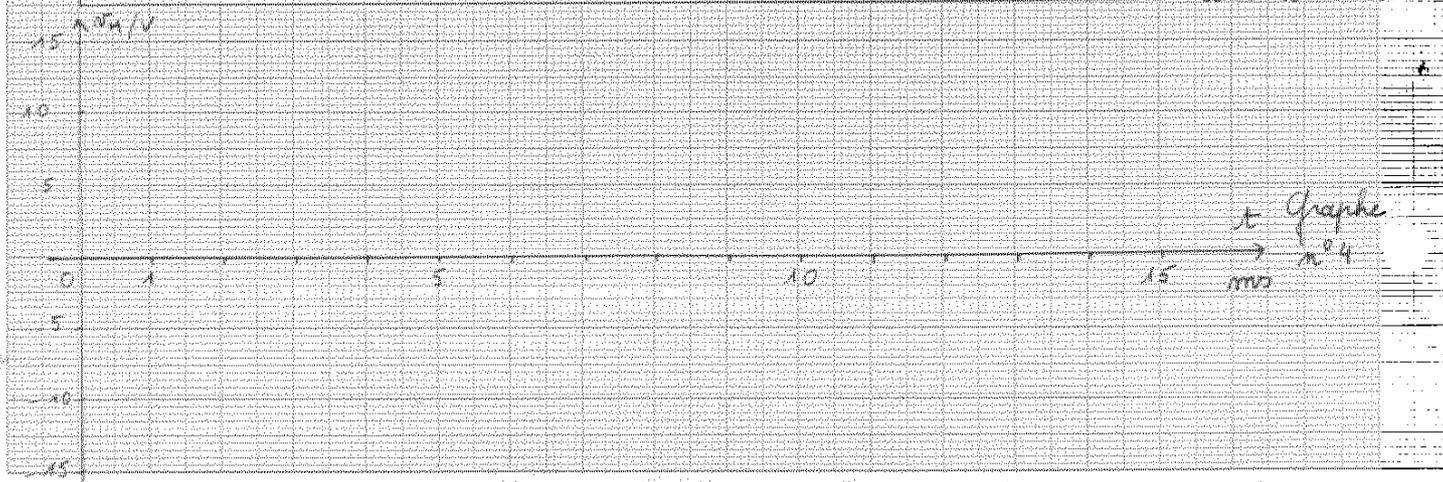
Graph  
n°2



Graph  
n°3



Tableau de  
conduction  
des transistors



Graph  
n°4