

ÉPREUVE E3

MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

Session 2000

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.

ÉTUDE D'UN SERVOMOTEUR UTILISÉ EN MODÉLISME

Schéma de principe : voir figure 1 en ANNEXE

En modélisme on utilise des servomoteurs afin de fixer la position des arbres de direction , des gouvernails, des ailerons

Ils sont conçus autour d'un moteur à courant continu qui entraîne l'axe de sortie jusqu'à obtenir la position désirée .

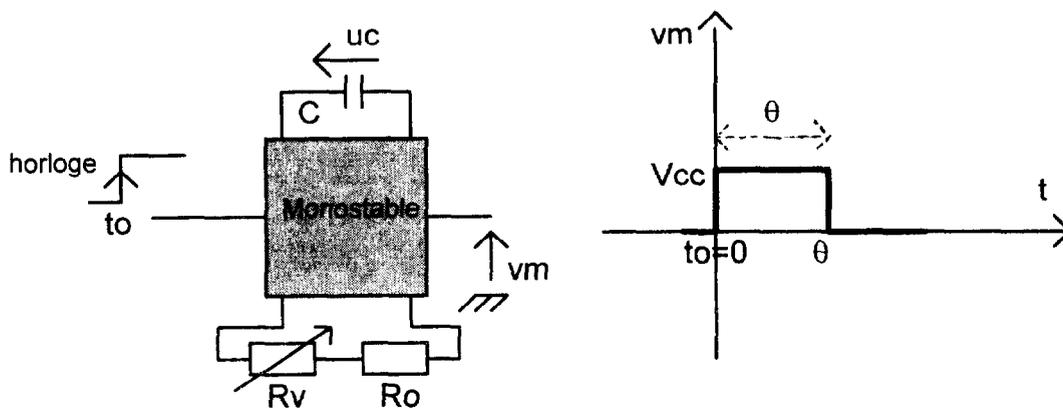
La consigne de position est envoyée par un émetteur radio sous la forme d'une impulsion de durée plus ou moins importante.

Le sujet étudie ce dispositif , module par module.

$V_{cc} = 6V$ dans tout le problème

I) Etude du générateur d'impulsions (5 points)

Le générateur d'impulsions est fabriqué autour d'un monostable déclenché par le front montant d'une horloge . Il génère une impulsion v_m dont la durée θ est le temps mis par le condensateur (C) pour atteindre la tension $2 \times V_{cc}/3$.

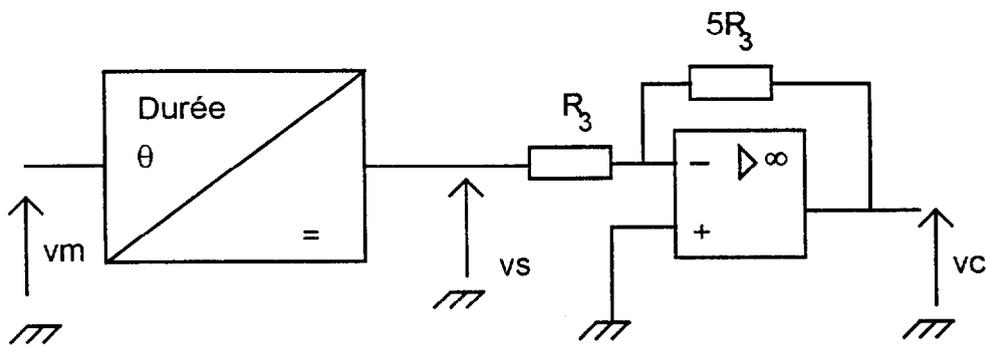


La tension aux bornes de ce condensateur $u_c(t)$ a pour équation : $u_c(t) = V_{cc} (1 - e^{-t/RC})$ si on prend comme origine des temps l'instant t_0 ($t_0 = 0$) et $R = R_v + R_o$.

- Donner la représentation graphique de $u_c(t)$ en marquant le point particulier d'abscisse θ et d'ordonnée $2V_{cc}/3$.
- Exprimer la durée θ en fonction de R_v , R_o et C .
- AN : Calculer les deux valeurs extrêmes de θ pour $R_o = 1,2 \text{ k}\Omega$ et $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$, R_v variant de 0 à 600Ω .

II) Étude du convertisseur durée-tension (4 points)

Le convertisseur permet d'obtenir, à partir de l'impulsion délivrée par le premier montage, une tension continue que l'on pourra comparer à la tension de retour fournie par le capteur de position résistif.



On admettra que l'amplificateur opérationnel est parfait et qu'il fonctionne en régime linéaire.

- Démontrer que $v_c = -5 \cdot v_s$.
- La tension v_s fournie par le convertisseur s'exprime en fonction de la durée θ de l'impulsion de la manière suivante :

$$v_s = -2 \cdot 10^{+3} \theta + 2,4$$

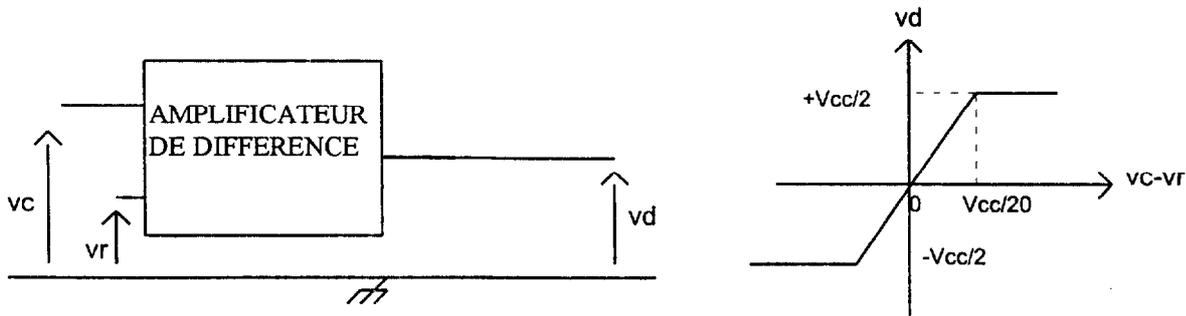
Exprimer v_c en fonction de θ .

AN : $\theta = 1,6 \text{ ms}$ Calculer v_c .

III) Étude de l'amplificateur de différence (2 points)

Le montage réalise la comparaison entre la tension de consigne provenant du convertisseur durée-tension et la tension de retour fournie par le capteur résistif.

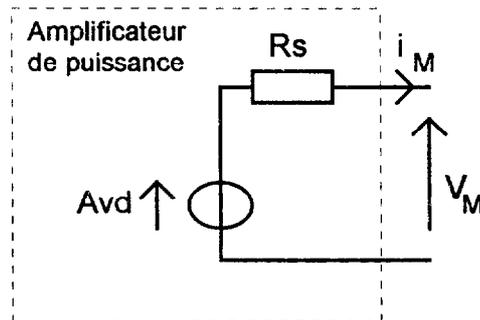
On donne $v_d = A_1(v_c - v_r)$ avec $A_1 = 10$ dans son domaine de fonctionnement linéaire et $v_d = +V_{cc}/2$ ou $-V_{cc}/2$ lorsqu'il y a saturation :



Pour $v_c = 3V$ et v_r successivement égale à $3V$; $2,8V$; $2V$, calculer les valeurs prises par v_d

IV) Étude de l'association : Amplificateur de puissance - Moteur (4 points)

L'amplificateur de puissance a un facteur d'amplification en tension $A = 1$ et une résistance de sortie $R_s = 2 \Omega$. Son schéma équivalent est :



Le moteur, de f.é.m E et de résistance d'induit $R_M = 1 \Omega$, est à aimant permanent .

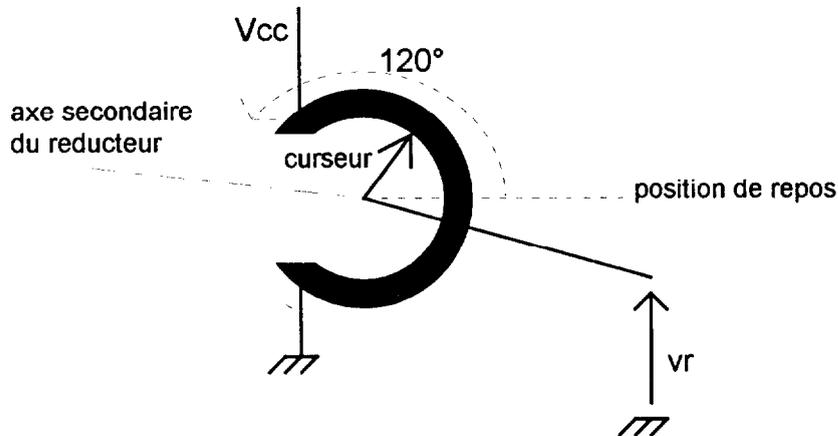
- Donner le schéma équivalent de l'association : amplificateur de puissance et moteur.
- En déduire la f.é.m (encore appelée "force-contre-électromotrice") E du moteur si celui-ci consomme un courant I_M de 200 mA et si $v_d = 2V$.
- Calculer la puissance électrique P_e reçue par le moteur dans ces conditions et le couple T_e électromagnétique lorsque le moteur tourne à 300 tr/min.
- Que se passe t-il si v_r est maintenant égale à $3,2V$, la tension v_c étant maintenue à $3V$?

V) Étude du capteur résistif (4 points)

(Exprimer les angles en degré)

Le capteur de position est un capteur résistif linéaire polarisé avec la tension V_{cc} .

Le curseur lié à l'axe secondaire du réducteur peut tourner de 120° dans les deux sens par rapport à sa position de repos (celle où il divise la résistance totale en deux parties égales) :

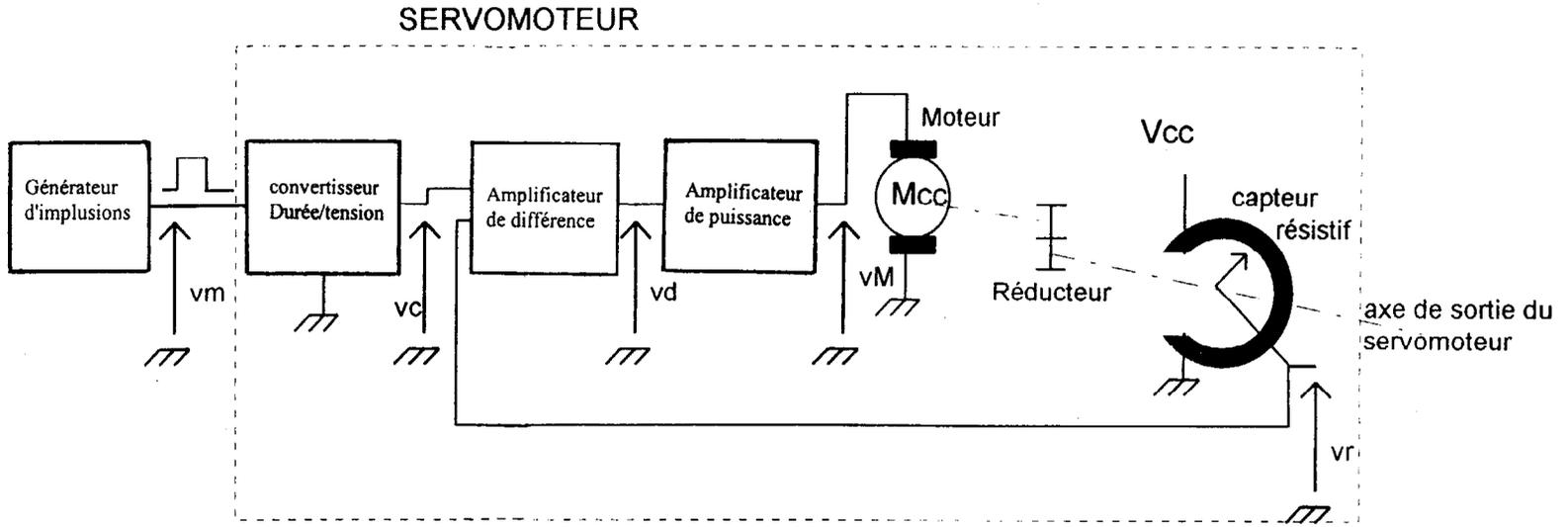


La résistance totale du capteur est 240Ω . Le coefficient du réducteur est $1/20$.

- Calculer les valeurs successives de la tension v_r :
 - si le curseur est à sa position de repos.
 - si le moteur fait ensuite 3 tours dans le sens trigonométrique.
- Calculer la durée θ de l'impulsion à envoyer sur le servomoteur si l'on veut que l'axe de sortie du servomoteur tourne de 54° dans le sens trigonométrique à partir de sa position de repos, puis s'arrête.

VI) Étude de l'ensemble (1 point)

Expliquer le fonctionnement de l'ensemble en vous appuyant sur les exemples numériques rencontrés dans votre étude.



ANNEXE : Figure 1