

SESSION 1997

GBL S1

SUJET

PHYSIQUE ET PHYSIQUE APPLIQUEE

Ce sujet comporte une annexe : document-réponse à rendre avec la copie.

Durée de l'épreuve : 2 heures

Coefficient : 2

SYSTEME ASSERVI REGULATION DE VITESSE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU A FLUX CONSTANT.

Principe de fonctionnement (fig.1)

Un moteur entraîne une machine à graver les circuits imprimés.

Les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits. Ils sont polarisés entre $U = +15\text{ V}$ et $-U = -15\text{ V}$.

Le régime transitoire ne sera pas étudié.

Un convertisseur fréquence - tension formé d'un capteur optoélectronique, d'un monostable et d'un filtre, convertit en tension la vitesse du moteur. Cette tension est soustraite à une tension de consigne. La différence amplifiée est comparée à une rampe, ce qui permet d'agir sur le rapport cyclique du hacheur qui règle la vitesse du moteur.

1. CAPTEUR OPTOELECTRONIQUE (fig. 2)

Les résistances de polarisation du capteur optoélectronique sont calculées pour que son phototransistor fonctionne en bloqué-saturé. A l'état saturé $v_1 = 0$.

Le disque troué de $p = 4$ trous tourne à la vitesse $n = 500$ tours par minute.

- 1.1. Expliquer le fonctionnement du capteur optoélectronique lorsque le phototransistor est éclairé et lorsque le phototransistor n'est pas éclairé.
- 1.2. Calculer la fréquence f et la période T de la tension v_1 .

2. FILTRE ET SUIVEUR (fig.3)

2.1. On étudie le montage représenté fig 3 en régime sinusoïdal.

2.1.1. Etablir la fonction de transfert du filtre. La mettre sous la forme :

$$\underline{A'} = \frac{v_5}{v_4} = \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_0}}$$

Donner l'expression de la fréquence de coupure f_0 (à -3 dB) et calculer sa valeur numérique pour $R_s = 1,0\text{ M}\Omega$ et $C_s = 1,0\text{ }\mu\text{F}$

2.1.2. Quel est le rôle du suiveur ? Exprimer $\underline{A} = \frac{v_6}{v_4}$

Exprimer le module A de $\underline{A}$

Calculer sa valeur pour $f = 0$ et pour $f = 33,3\text{ Hz}$.

En déduire la nature du filtre.

2.2. La tension $v_4(t)$ décomposée en série de Fourier peut s'écrire :

$$v_4(t) = U_0 + U_1 \sqrt{2} \sin(2\pi f t + \phi_1) + U_2 \sqrt{2} \sin(2\pi 2f t + \phi_2) + \dots$$

2.2.1. Que représente U_0 ?

2.2.2. Cette tension $v_4(t)$ est traitée par le filtre.

Quelle est l'action du filtre sur les composantes de la série de Fourier de $v_4(t)$?

2.2.3. Que peut-on en conclure pour la tension $v_6(t)$ sachant $v_{4\text{ moy}} = k p n$ où k est une constante ?

3. SOUSTRACTEUR ET AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR (fig. 4)

- 3.1. Démontrer que $v_8 = v_7 - v_6$
- 3.2. Démontrer la relation liant v_9 à v_8 .

4. LE COMPAREUR (fig.5)

v_9 est comparée à la rampe v_{10} (charge d'un condensateur à courant constant et remise à zéro quand v_{10} atteint $v_0 = 10 \text{ V}$)

Le rapport cyclique α est tel que $\alpha = \frac{v_9}{v_0}$

- 4.1. Préciser les valeurs de v_{11} suivant les valeurs de $v_9 - v_{10}$.
- 4.2. Compléter le document réponse par la représentation de la tension v_{11} en concordance de temps avec la tension v_{10} , pour un rapport cyclique $\alpha = \frac{1}{3}$.

5. HACHEUR (fig. 6)

- 5.1. Le hacheur est alimenté par la tension continue $U_{cc} = 12 \text{ V}$. Les diodes D_9 et D sont parfaites. Le transistor est soit bloqué, soit saturé.

Quand le transistor est saturé, $v_{BE \text{ sat}} = 0,8 \text{ V}$ et $v_{CE \text{ sat}} = 0 \text{ V}$

- 5.11 Préciser le rôle de la diode D_9 .
- 5.12 Compléter le document réponse en concordance des temps en représentant les tensions $v_{BE}(t)$, $v_{CE}(t)$, $u(t)$ pour un rapport cyclique $\alpha = \frac{1}{3}$ (on ne détaillera pas le fonctionnement).
- 5.2. En déduire la valeur moyenne U_{moy} de $u(t)$ en fonction de α et U_{cc} .
Montrer que cette valeur U_{moy} est égale à la valeur moyenne U_M aux bornes du moteur.
- 5.3. La fém du moteur à courant continu E_M est proportionnelle à la fréquence de rotation et on admet que : $U_M = E_M = k_M \cdot n$ pour un moteur à flux constant, en négligeant la chute de tension ($R_a \cdot i$) dans la résistance de l'induit du moteur.
En déduire la relation donnant la fréquence de rotation n en fonction de U_{moy} .

6. SCHEMA FONCTIONNEL (fig. 7)

- 6.1. Sur le schéma fonctionnel de la fig. 7 du document réponse, écrire les expressions littérales des différentes fonctions de transfert.
- 6.2. En déduire l'expression de la fonction de transfert littérale de la chaîne directe H et celle de la chaîne de retour K .

7. REGULATION DE VITESSE

- 7.1. En supposant que la vitesse diminue ($n \downarrow$) quel est le sens de variation de v_6 , v_8 , v_9 , α , U_{moy} et n .
- 7.2. Que peut-on conclure pour la vitesse ?

fig. 1 Principe de fonctionnement

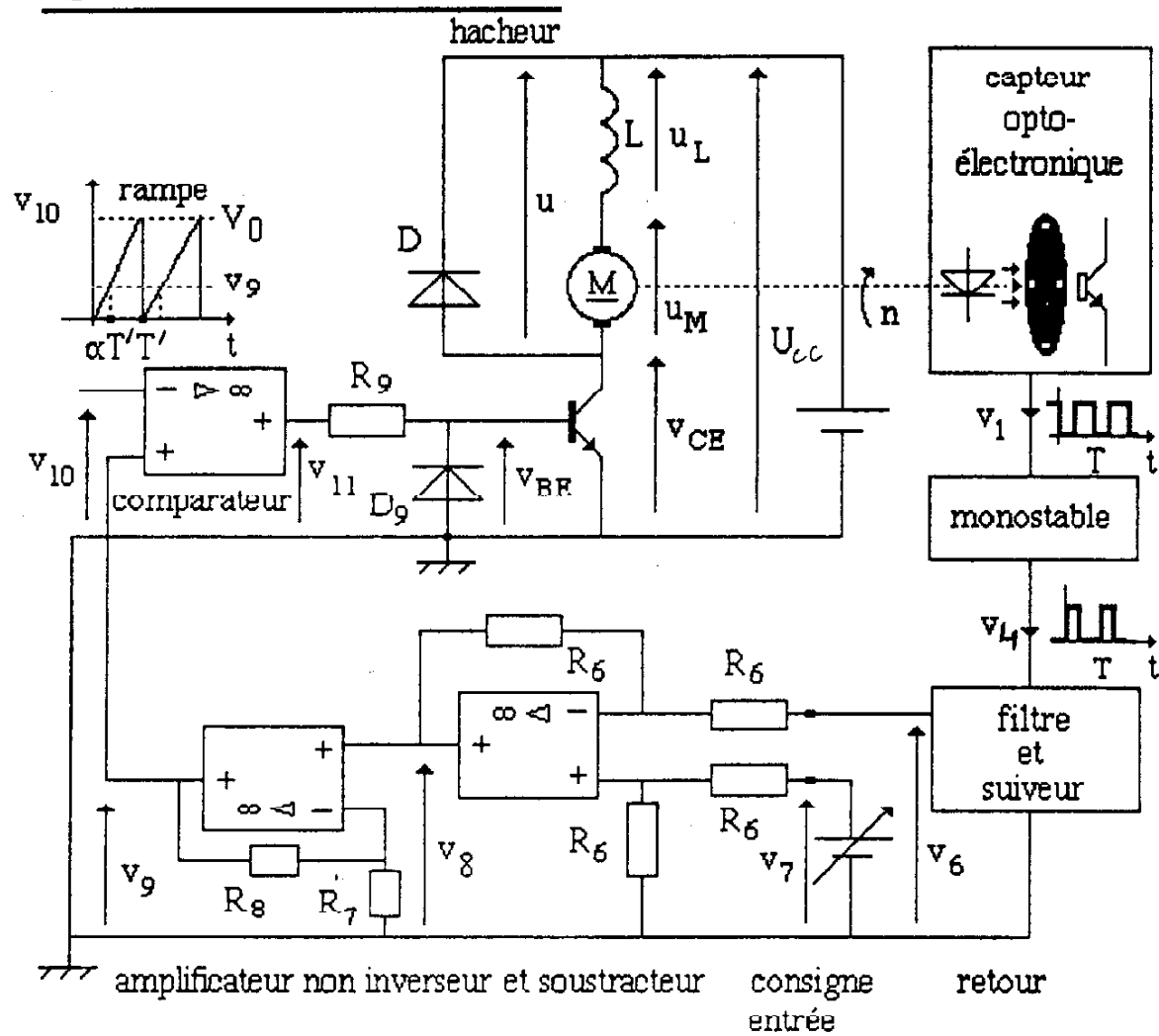


fig. 2 capteur optoélectronique

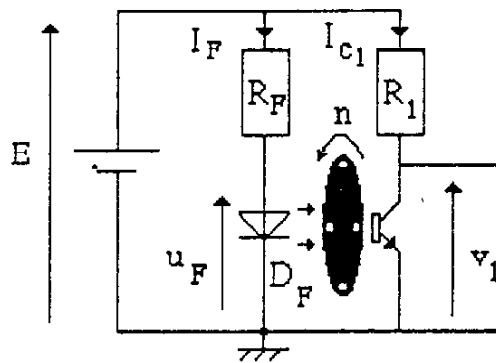


fig. 3 filtre et suiveur

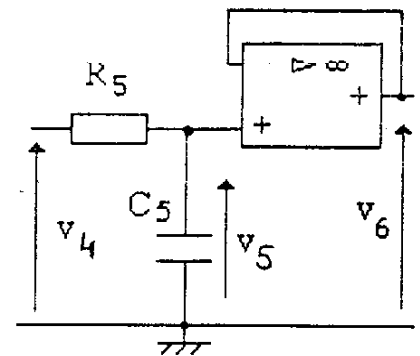


fig. 4 soustracteur et amplificateur non inverseur

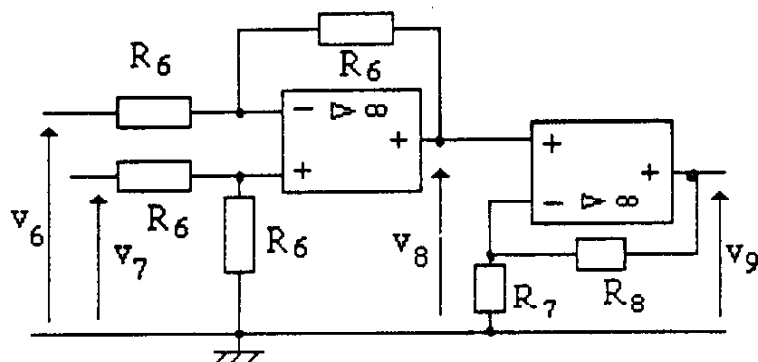
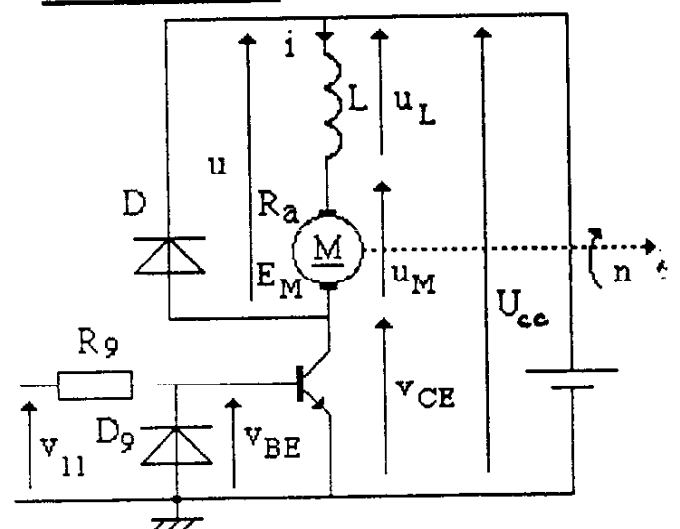
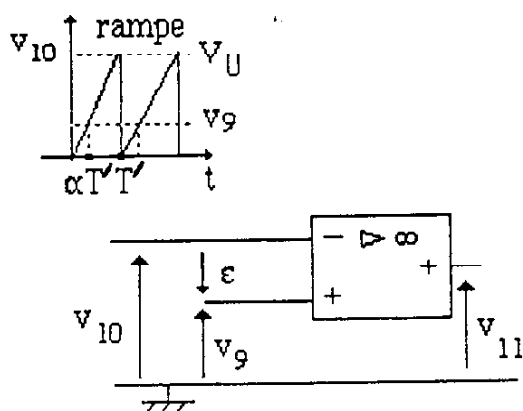
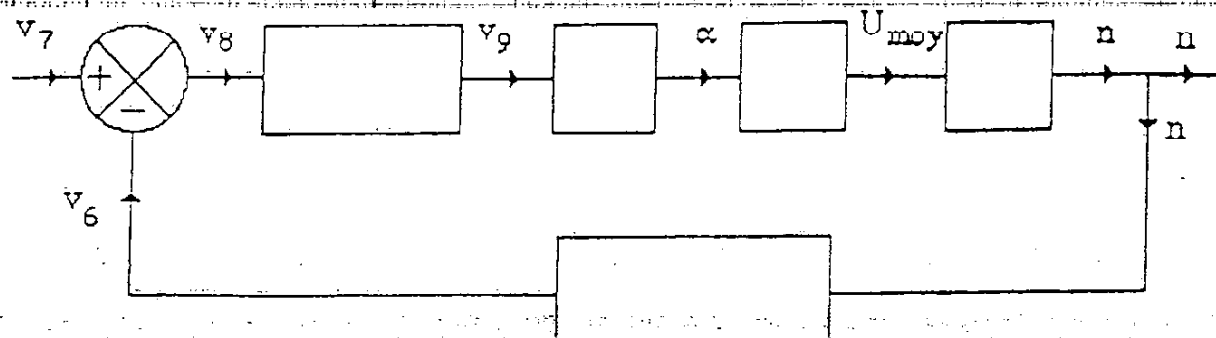
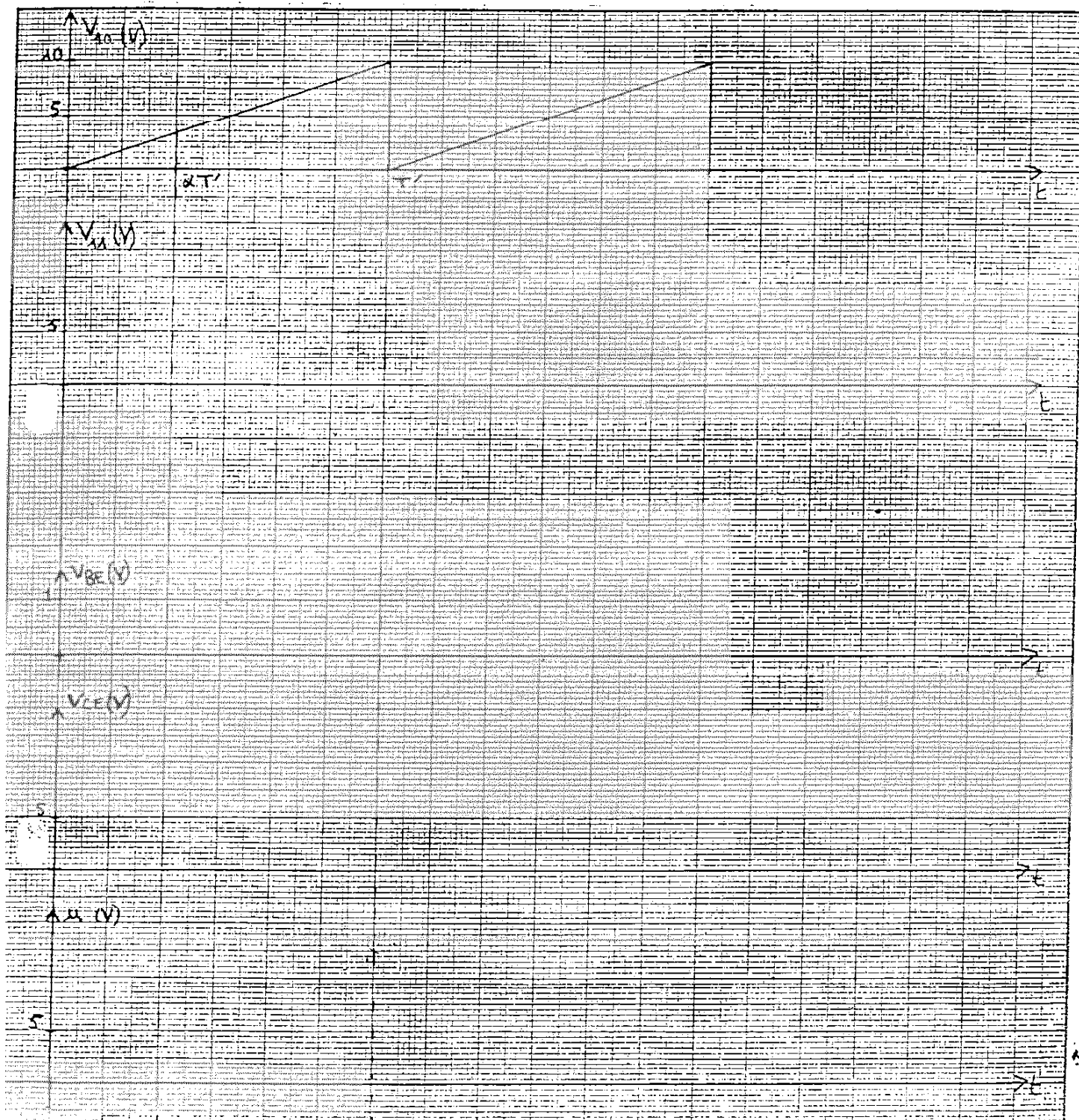


fig. 6 hacheur

fig. 5 comparateur



DOCUMENT-REPONSE à rendre avec la copie



(fig. 7)