

Session 199

# **BTS CONTROLE INDUSTRIEL ET REGULATION AUTOMATIQUE**

## **SCIENCES PHYSIQUES**

### **Physique-Appiquée - U-32**

**Durée : 2h00**

**Coefficient : 2,5**

**Calculatrice réglementaire autorisée.**

**Ce sujet comporte 7 pages**

***Les feuilles à rendre seront agrafées à la copie par le surveillant  
sans aucune identité du candidat***

## PHYSIQUE APPLIQUEE

**Deux exemplaires des chronogrammes sont fournis en annexe .  
L'un est destiné aux essais du candidat, l'autre est à rendre avec la copie.  
Les parties I, II du sujet sont indépendantes.**

On se propose d'étudier la commande d'un onduleur et son réglage  
Le schéma synoptique de la commande de l'onduleur est représenté figure 1.  
Le schéma de l'onduleur est représenté figure 2.

Dans tout le problème, on adoptera les conventions suivantes:

- Les amplificateurs opérationnels sont idéaux et polarisés sous les tensions  $+V_p$  et  $-V_p$ .
- Les tensions de saturation sont  $+V_p$  et  $-V_p$ . On donne  $V_p = 15\text{ V}$
- Les diodes sont idéales

### I. Etude du montage astable

Le schéma du montage est représenté figure 3. Les figures 4 et 5 sont des sous ensembles du montage  
x représente la fraction de  $P_1$  avec  $0,05 < x < 0,95$   
y représente la fraction de  $P_2$  avec  $0,1 < y < 0,9$

#### 1.1 Etude du montage représenté figure 4

- 1.1.1 Exprimer  $V_E$  en fonction de y et V.
- 1.1.2 Donner l'expression des tensions de basculement basse  $V_{Ab}$  et haute  $V_{Ah}$  du montage.
- 1.1.3 Déterminer V si  $V_A = -V_p$ .
- 1.1.4 Expliquer et tracer l'évolution de V quand  $V_A$  croît de  $-V_p$  à  $+V_p$ .
- 1.1.5 Expliquer et tracer sur le graphe précédent l'évolution de V quand  $V_A$  décroît de  $+V_p$  à  $-V_p$ .

#### 1.2 Etude du montage représenté figure 5

- 1.2.1 Premier cas: les conditions initiales à  $t = 0^+$  sont  $V = +V_p$  et  $V_A = -y \cdot V_p$ .
  - 1.2.1.1 Etablir l'équation différentielle donnant  $V_A(t)$  pour  $t > 0$ .
  - 1.2.1.2 Déterminer l'expression de  $V_A(t)$ .
  - 1.2.1.3 Calculer le temps  $t_1$  pour que  $V_A(t_1) = +y \cdot V_p$ .
- 1.2.2 Deuxième cas: à  $t = t_1$ ,  $V_A(t_1) = +y \cdot V_p$  et  $V = -V_p$ .
  - 1.2.2.1 Etablir l'équation différentielle donnant  $V_A(t)$ .
  - 1.2.2.2 Déterminer l'expression de  $V_A(t)$ .
  - 1.2.2.3 Calculer l'intervalle de temps  $(t_2 - t_1)$  pour que  $V_A(t_2) = -y \cdot V_p$ .

#### 1.3 Etude du montage représenté figure 3.

- 1.3.1 A l'aide des résultats de la question 1.2 et du graphe obtenu en 1.1, tracer l'allure de  $V_A(t)$  ainsi que  $V(t)$ .
- 1.3.2 Montrer que la période de l'astable est:  $T_0 = P_1 \ln\left(\frac{1+y}{1-y}\right)$ .
- 1.3.3 On donne  $P_1 = 100\text{ k}\Omega$  et  $C = 0,1\ \mu\text{F}$ .  
Quelles sont les fréquences minimale  $f_i$  et maximale  $f_s$  possibles?

1.3.4 Donner l'expression du rapport cyclique  $\alpha = \frac{t_1}{T_c}$ .

Quelles sont ses valeurs limites?

**II. Génération des signaux de commande (figure 6)**

- 2.1 Déterminer la relation  $V_{s1} = f(V, V_1)$ . On donne  $R_1 = 2 R_2$ .
- 2.2 Soient  $V_1 = -V_p$  et le signal  $V(t)$  représenté en annexe.  
Tracer sur la feuille annexe (à rendre avec la copie) le chronogramme de  $V_{s1}(t)$ .
- 2.3 Soit le signal  $V(t)$  représenté en annexe.  
Tracer sur la feuille annexe le chronogramme de  $V'(t)$ .
- 2.4 Déterminer la relation  $V_{s2} = f(V', V_2)$ .
- 2.5 Tracer sur la feuille annexe le chronogramme de  $V_{s2}$  si  $V_2 = -V_p$ .

**II. Etude de l'onduleur (figure 2)**

Le bloc 3 représenté figure 1 permet d'obtenir à partir des signaux  $V_{s1}(t)$  et  $V_{s2}(t)$ , quatre signaux logiques de commande C1, C2, C3, C4 isolés galvaniquement des parties précédentes du montage. C1 et C2 changent d'état sur front descendant de  $V(t)$ . C3 et C4 changent d'état sur front montant de  $V(t)$ .

Un interrupteur électronique K est fermé quand sa commande C est à l'état logique 1. L'annexe fournit les chronogrammes des signaux de commande en concordance de temps avec  $V(t)$ .

**3.1 Etude du fonctionnement en tension de l'onduleur**

Le montage est alimenté par un générateur de f.e.m.  $E = 12 V$ .

- 3.1.1 Pour  $0 < t < t_A$ , déterminer  $U(t)$ .
- 3.1.2 Pour  $t_A < t < t_B$ , déterminer  $U(t)$ .
- 3.1.3 Pour  $t_B < t < t_C$ , déterminer  $U(t)$ .
- 3.1.4 Pour  $t_C < t < t_D$ , déterminer  $U(t)$ .
- 3.1.5 Pour  $t_D < t < t_E$ , déterminer  $U(t)$ .
- 3.1.6 Pour  $t_E < t < t_F$ , déterminer  $U(t)$ .
- 3.1.7 Tracer le chronogramme de  $U(t)$  sur la feuille annexe (à rendre avec la copie).
- 3.1.8 Exprimer la période  $T$  de  $U(t)$  en fonction de  $T_0$ .

**3.2 Etude du signal  $U(t)$  de période  $T$**

- 3.2.1 Déterminer l'expression de la valeur efficace  $U$  de  $U(t)$  en fonction de  $E$  et  $\alpha$  (rapport cyclique de  $V(t)$ ).
- 3.2.2 La décomposition en série de Fourier permet d'écrire:

$$U(t) = -\sum_{p=0}^{\infty} \frac{4E}{\pi} (-1)^p \frac{\cos\left(\frac{(2p+1)\alpha\pi}{2}\right)}{(2p+1)} \cos(2p+1)\omega t \quad \text{avec } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Pour quelle valeur de  $\alpha$  l'harmonique de rang 3 sera-t-il nul?

- 3.2.3 Sur quel élément de la commande de l'onduleur doit-on jouer pour satisfaire cette condition?

Schéma synoptique de la commande

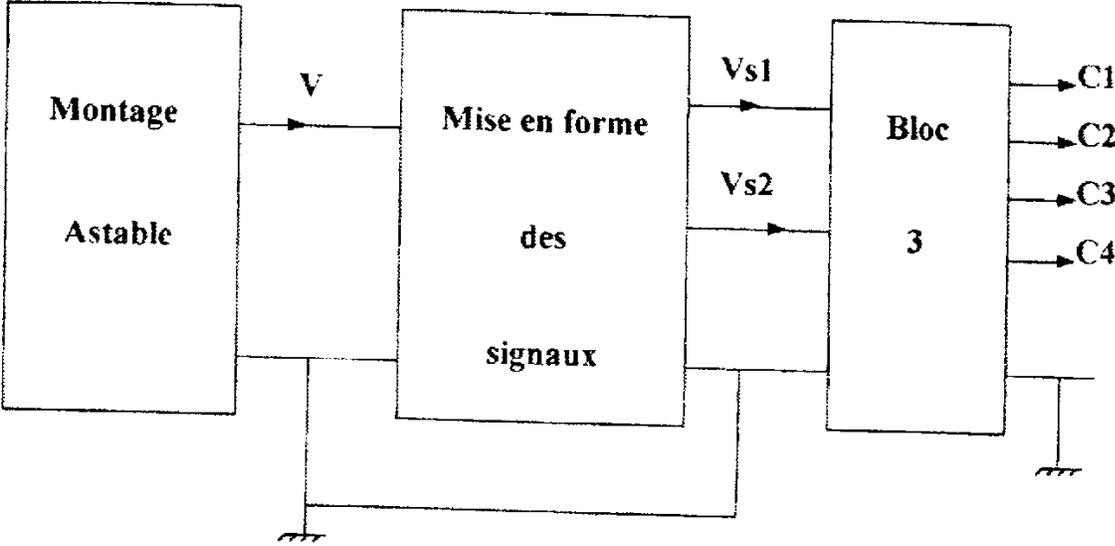


Figure 1

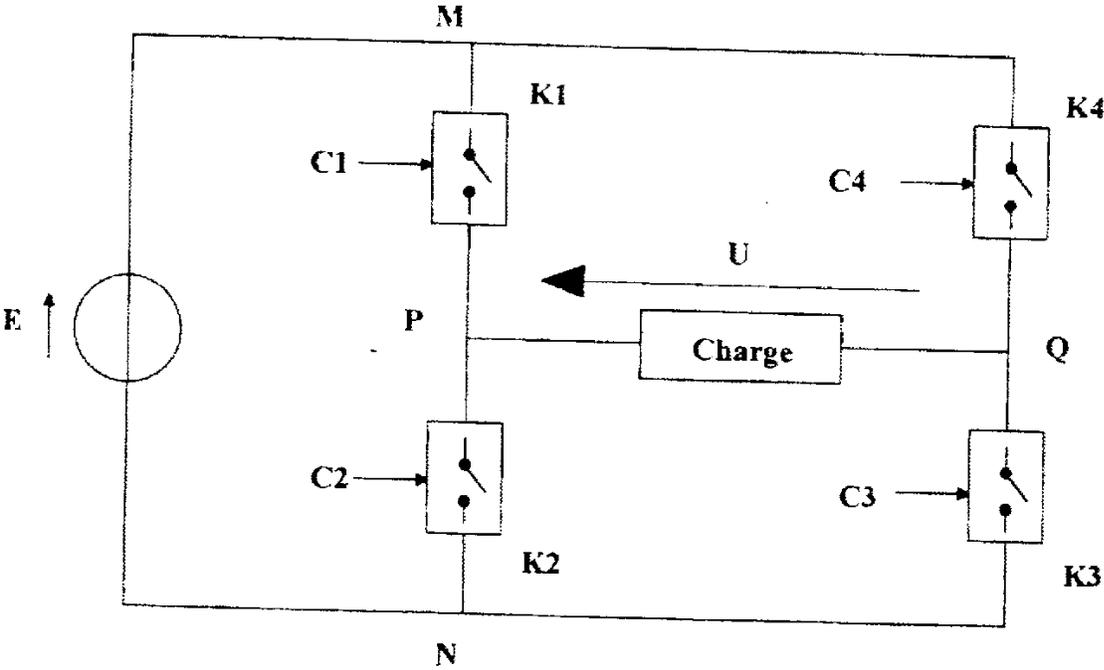


Figure 2

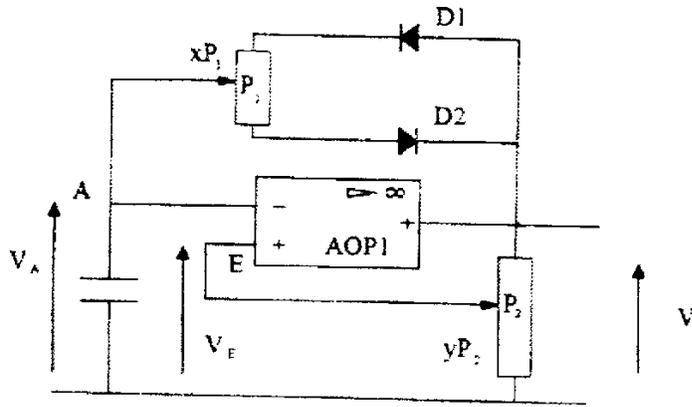


Figure 3

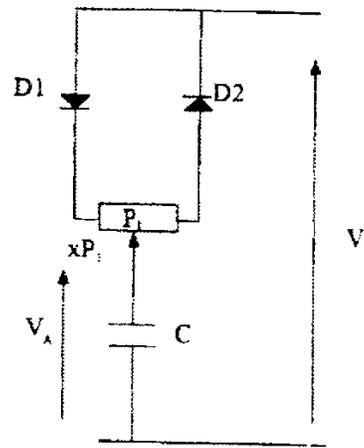


Figure 5

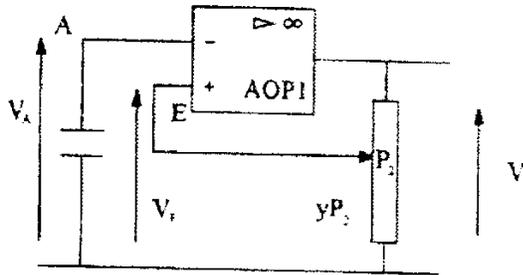


Figure 4

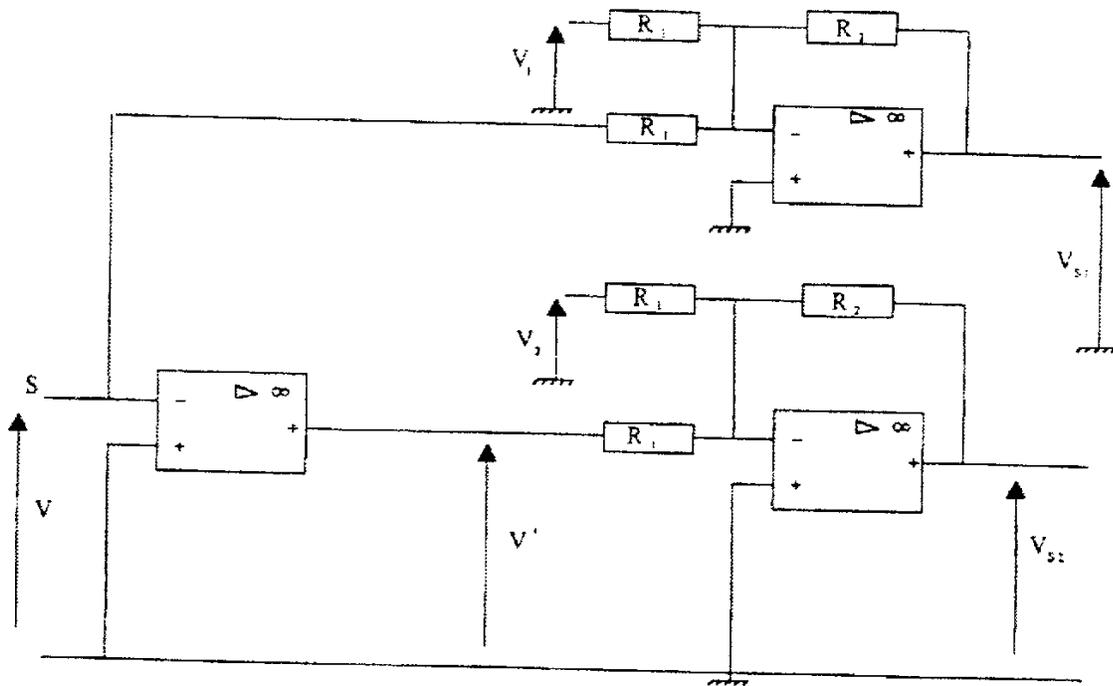


Figure 6

Annexe (A utiliser pour les essais)

