

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR**

**E 3. Epreuve de Mathématiques et Sciences Physiques**

**U 32 - Sous-épreuve : SCIENCES PHYSIQUES**

**Coefficient : 2**

**Durée : 2 heures**

**Document autorisé : Calculatrice (circulaire n°86-228 du 28 juillet 1986)  
et matériel usuel du dessinateur**

---

**Ce sujet comporte deux documents-réponse à rendre impérativement avec la  
copie**

## CONTROLE DU NIVEAU D'EAU DANS UN BASSIN

On étudie un système permettant de suivre l'évolution du niveau d'eau dans un bassin et de déclencher une alarme et un pompage en cas de dépassement du niveau d'eau maximal autorisé.

N.B. : Les parties I, II, III, IV sont indépendantes.

Dans les calculs, on se limitera à deux chiffres significatifs.

Le schéma de la structure générale du système est représenté sur la figure 1.

### I - ETUDE DU MOTEUR ASYNCHRONE. (3 points)

La pompe est entraînée par un moteur asynchrone monophasé alimenté par le réseau 230 V, 50 Hz.

On relève sur la plaque signalétique les valeurs ci-contre :

230 V ; 50 Hz
16 A
$\cos \varphi_N = 0,85$
2,5 kW
1440 tr/min

A l'aide de ces indications calculer :

- I<sub>1</sub>. Le nombre de paires de pôles du moteur.
- I<sub>2</sub>. Son glissement en charge.
- I<sub>3</sub>. Le moment du couple utile.

### II - CIRCUIT DE MISE A L'ECHELLE [0 ; V<sub>3MAX</sub>] (Figure 3) (4 points)

Le capteur de niveau permet d'obtenir une tension V<sub>1</sub> proportionnelle à la hauteur d'eau du bassin.

Le circuit de mise à l'échelle a pour but de transformer la tension V<sub>1</sub> variant dans l'intervalle [V<sub>1 mini</sub> ; V<sub>1 maxi</sub>] en une tension V<sub>3</sub> variant dans l'intervalle [0 ; V<sub>3MAX</sub>].

Les amplificateurs opérationnels AO<sub>1</sub> et AO<sub>2</sub> supposés parfaits fonctionnent en régime linéaire.

R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> sont des résistances réglables.

V<sub>0</sub> est une tension constante.

On donne : R = 10 kΩ ; V<sub>0</sub> = 0,10 V.

#### 2.1. Réglage du zéro : AO<sub>1</sub>

2.1.1. Exprimer V<sub>2</sub> en fonction de R<sub>1</sub>, R, V<sub>0</sub>, V<sub>1</sub>.

2.1.2. Application numérique :

On désire obtenir V<sub>2</sub> = 0 V lorsque V<sub>1</sub> = V<sub>1mini</sub> = 30 mV.

Calculer la valeur de R<sub>1</sub>.

#### 2.2 Réglage de l'échelle à 10 V : AO<sub>2</sub>

2.2.1. Exprimer V<sub>3</sub> en fonction de R, R<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>.

2.2.2. En déduire V<sub>3</sub> en fonction de R, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, V<sub>0</sub>, V<sub>1</sub>.

2.2.3. Application numérique :

Lorsque V<sub>1</sub> = V<sub>1maxi</sub> = 0,25 V. Calculer la valeur V<sub>3MAX</sub> de la tension V<sub>3</sub> pour R<sub>1</sub> = 1,8 kΩ et R<sub>2</sub> = 456 kΩ.

### III - COMMANDE DE L'ALARME ET DU POMPAGE (10 points)

Le schéma de la commande de l'alarme et du pompage est représenté sur la figure 2.

#### 3.1. Comparateur à deux seuils (Figure 4)

L'amplificateur opérationnel AO<sub>3</sub>, supposé parfait, fonctionne en régime non linéaire.

La tension de sortie  $V_4$  peut prendre deux valeurs  $V_4 = +V_{SAT}$  ou  $V_4 = -V_{SAT}$ .

3.1.1. Exprimer  $V_3^+$  en fonction de  $V_3$ ,  $V_4$ ,  $R_3$ ,  $R_4$

3.1.2. Rappeler la condition de basculement du comparateur et en déduire les seuils de basculement haut  $V_H$  et bas  $V_B$  en fonction de  $E_0$ ,  $V_{SAT}$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ .

3.1.3. Application numérique :

On donne :  $E_0 = 4,4 \text{ V}$  ;  $V_{SAT} = 15 \text{ V}$

$R_3 = 2,0 \text{ k}\Omega$  ;  $R_4 = 15 \text{ k}\Omega$

Calculer  $V_H$  et  $V_B$ .

3.1.4. Tracer sur le document réponse 1 la caractéristique de transfert donnant les valeurs prises par  $V_4$  lorsque  $V_3$  varie entre 0 et 10V.

On précisera, sur cette caractéristique, les sens de basculement de  $V_3$  pour chacun des deux seuils  $V_H$  et  $V_B$ .

#### 3.2. Adapteur à la logique TTL (figure 5)

La caractéristique de la diode Zener  $D_z$  est représentée sur la figure 6.

3.2.1. Donner les valeurs prises par  $V_5$  : quand  $V_4 = +V_{SAT} = +15\text{V}$ ,

quand  $V_4 = -V_{SAT} = -15\text{V}$ .

3.2.2. Tracer sur le document réponse 1 la caractéristique de transfert du bloc de surveillance donnant les valeurs prises par  $V_5$  lorsque  $V_3$  varie.

3.2.3. Calculer la valeur de la résistance  $R_5$  qui limite à 15 mA l'intensité du courant qui traverse la diode Zener  $D_z$  lorsque  $V_4 = +15\text{V}$ .

#### 3.3. La tension $V_3$ , image du niveau d'eau dans le bassin, est représentée sur le document réponse 2.

Lorsque  $V_5 = +5\text{V}$  : la pompe est en marche et l'alarme est déclenchée.

Lorsque  $V_5 = 0\text{V}$  : la pompe et l'alarme sont à l'arrêt.

Sur le document réponse 2, tracer les courbes  $V_4 = f(t)$  ;  $V_5 = f(t)$  et compléter le tableau donnant l'état de la pompe.

M = Marche

A = Arrêt.

#### IV - CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE : C.A.N. (3 points)

Afin d'être mémorisée et de subir un traitement statique, la tension analogique  $V_3$ , image du niveau d'eau dans le bassin, doit être traitée par un ordinateur. Un convertisseur analogique numérique convertit la tension  $V_3$  en un nombre binaire  $N$  de 4 bits.

La tension d'entrée du convertisseur varie dans la plage  $[0 - 10 \text{ V}]$ .



On rappelle que :  $N = \frac{1}{q} [V_3(t) - \varepsilon(t)]$

$q$  : en volts est le quantum ou résolution en entrée du C.A.N.

$\varepsilon(t)$  : en volts est l'erreur de quantification.

On considérera une erreur de quantification par défaut dans ce cas :  $0 \leq \varepsilon(t) < q$

- 4.1. Quelles sont les valeurs de  $N_{MAX}$  et  $q$  ?
- 4.2. Quelles sont les valeurs (décimales et binaires) de  $N$  pour :  $V_3 = 3,0 \text{ V}$  ;  $V_3 = 4,0 \text{ V}$ .

Donner également les valeurs de  $\varepsilon$  correspondant à ces deux valeurs de  $V_3$ .

## STRUCTURE GENERALE DU SYSTEME ( FIGURE 1 )

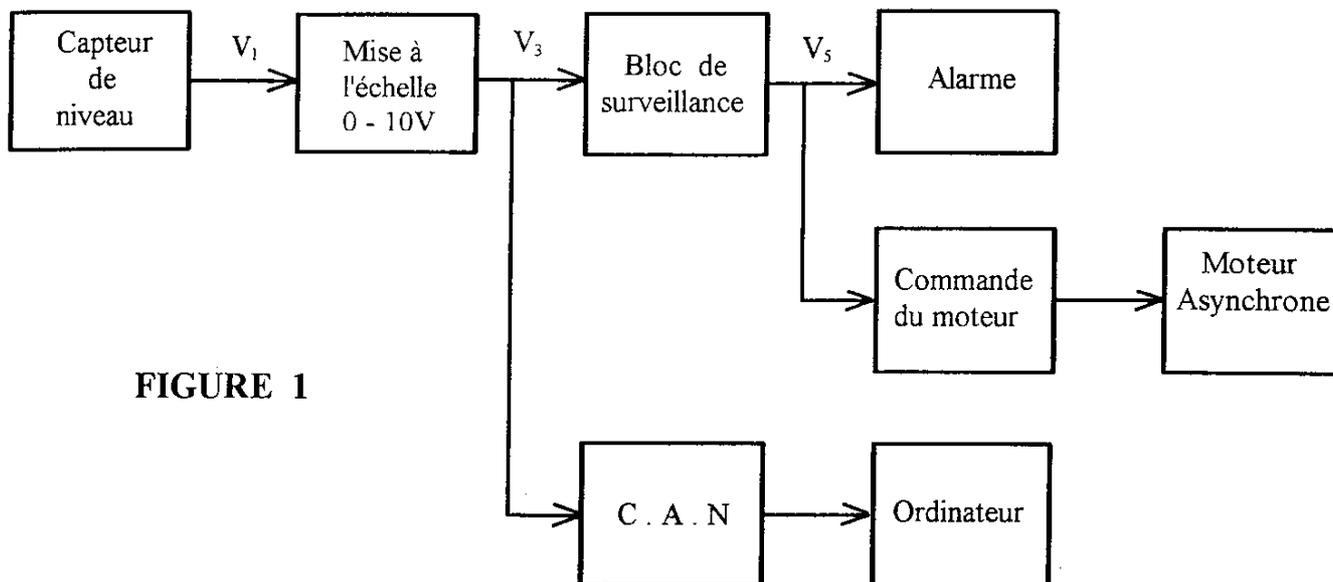


FIGURE 1

## COMMANDE DE L'ALARME ET DU POMPAGE ( FIGURE 2 )

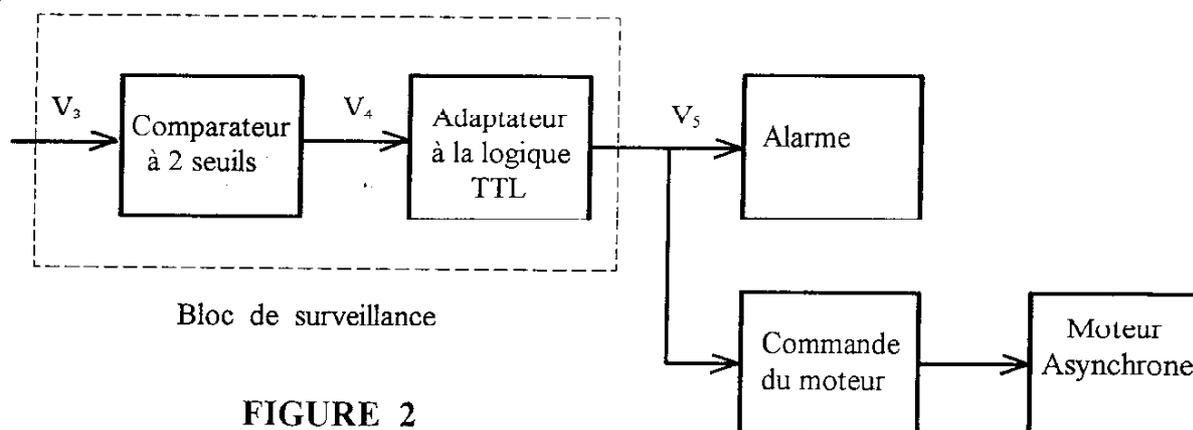


FIGURE 2

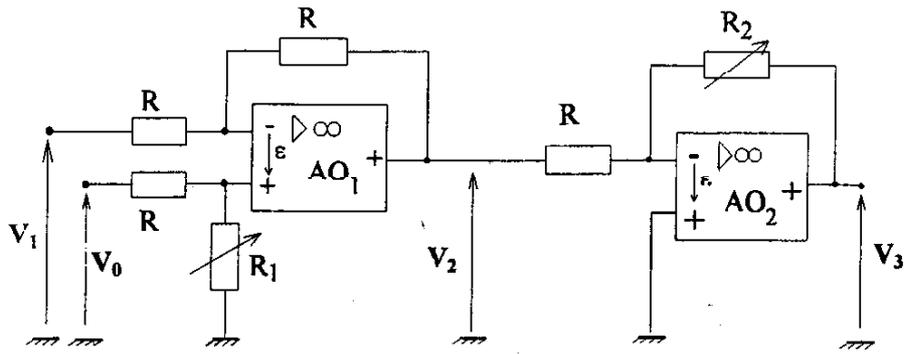


FIGURE 3

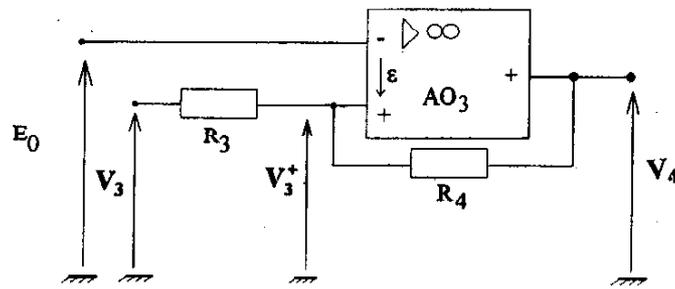


FIGURE 4

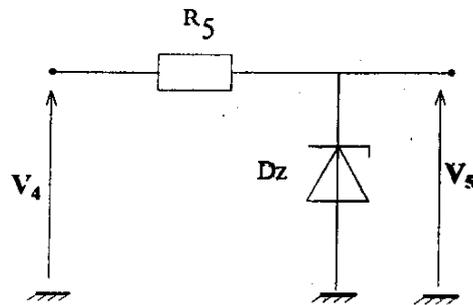


FIGURE 5

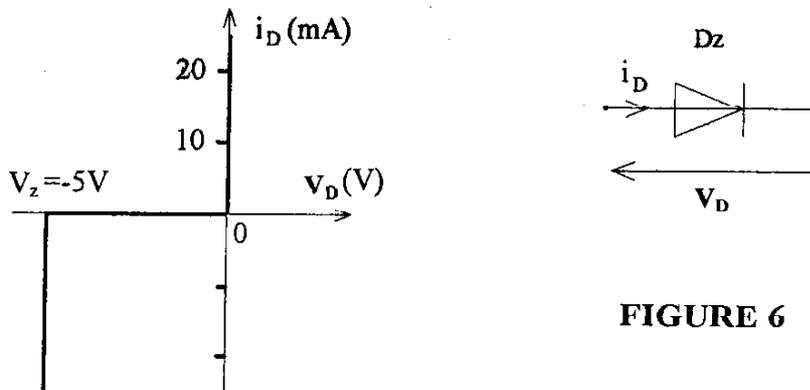
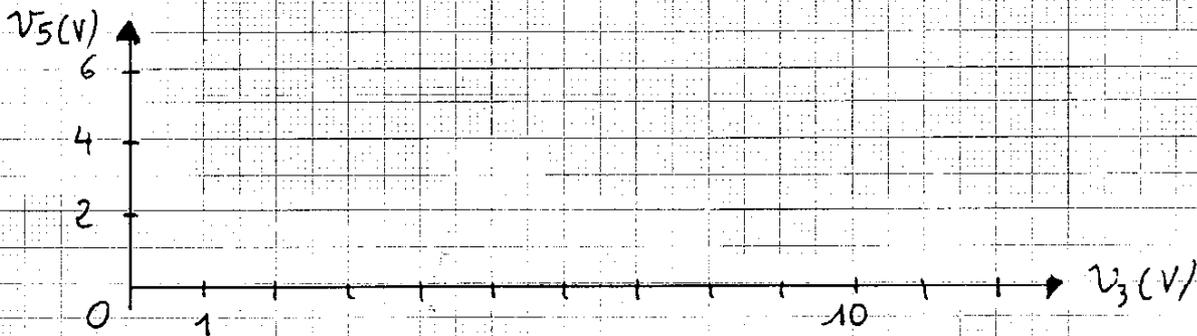
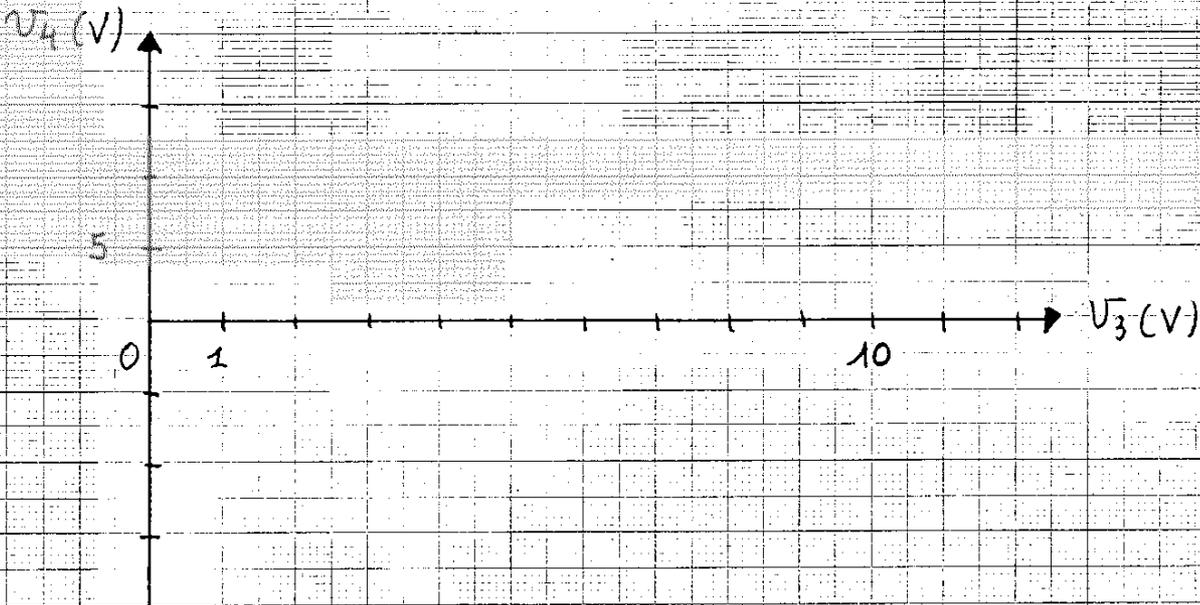


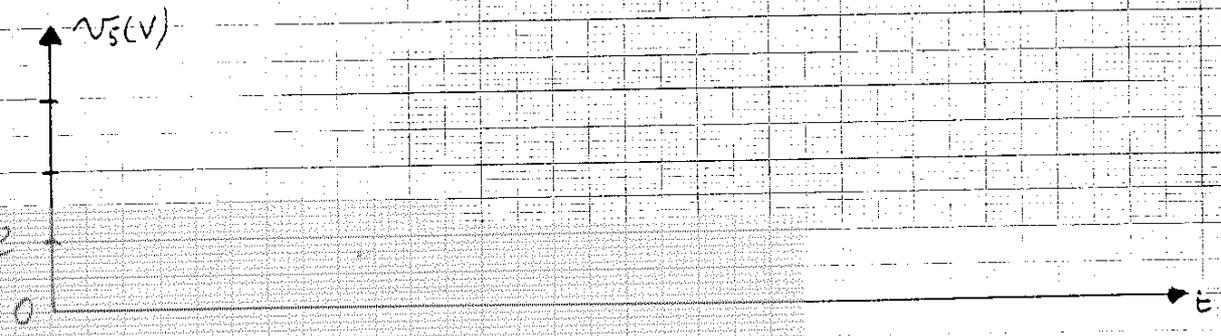
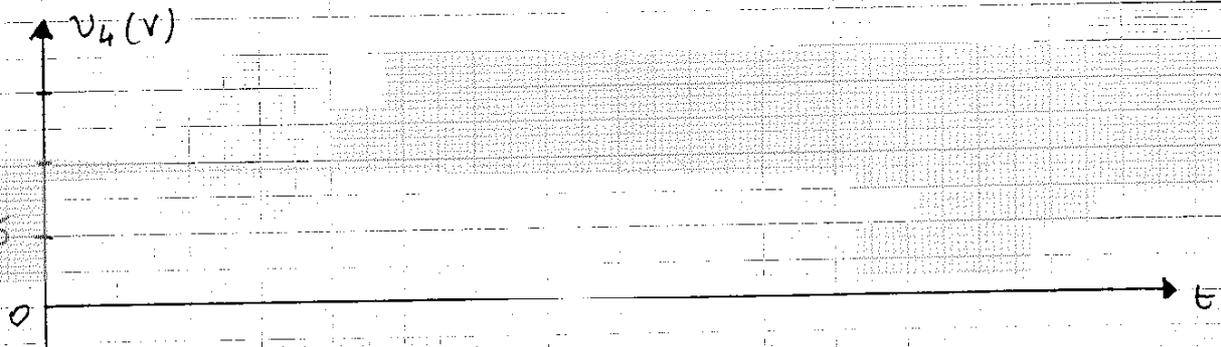
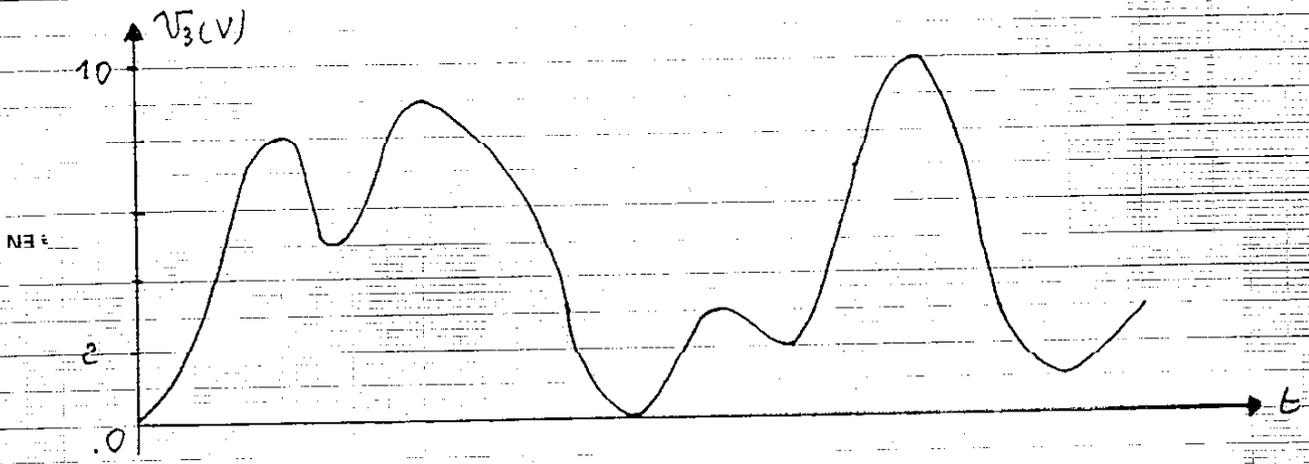
FIGURE 6

# DOCUMENT RÉPONSE 1

N°



# DOCUMENT RÉPONSE 2



[Empty rectangular box for notes]

ETAT DE LA POMPE

M : MARCHE

A : ARRET

N°  
7/7