

Session 1990

XHIG1SP90

BTS CONTROLE INDUSTRIEL ET REGULATION AUTOMATIQUE

SCIENCES PHYSIQUES

Durée totale : 4 heures

Coefficient : 5

Il est conseillé aux candidats de consacrer :

- 2 h à la Physique Appliquée.
- 1 h 15 min à la Physique.
- 45 min à la Chimie.

Physique Appliquée Coefficient : 2,5.

Physique Coefficient : 1,5.

Chimie Coefficient : 1.

Les compositions seront faites sur des feuilles séparées.

Ce sujet comporte 11 pages :

- Page de garde 1 page.
- Physique Appliquée 6 pages.
- Physique 3 pages.
- Chimie 1 page.

La feuille 7 à rendre sera agrafée à la copie par le surveillant sans aucune identité du candidat.

XHG1SP90

PHYSIQUE APPLIQUEE**Mesure de température**

Les 4 parties sont indépendantes. La feuille 7 est à rendre par le candidat.

Première partie : Capteur de température.

Le capteur est un ruban de platine dont la résistance R_θ varie en fonction de la température θ exprimée en degrés Celsius selon la loi approchée

$$R_\theta = R_0 (1 + a \theta) \quad R_0 = 100 \, \Omega \quad a = 3,6 \cdot 10^{-3} \, ^\circ\text{C}^{-1}$$

Il doit être parcouru par un courant continu I indépendant de la température ; la différence de potentiel à ses bornes V_θ est alors image de la température θ .

La source idéale de courant continu I est obtenue à l'aide du montage de la figure 2 dans lequel l'amplificateur opérationnel est supposé parfait et en fonctionnement linéaire, polarisé par les sources de tension V^- et V^+ .

1 - Montrer que $I_2 = I_3$

2 - Exprimer I en fonction de E et R .

3 - Application numérique : $R = 47 \, \text{k}\Omega$ $I = 200 \, \mu\text{A}$, calculer E .

4 - a - Exprimer V_θ en fonction de I , R_0 , a et θ .

b - En déduire que V_θ est une fonction linéaire de θ : $V_\theta = A\theta + B$.

Calculer A et B .

c - Calculer les valeurs V_θ et V_{100} prises par V_θ pour $\theta = 0 \, ^\circ\text{C}$ et $100 \, ^\circ\text{C}$.

Deuxième partie : Mise à l'échelle de la mesure de température.

Le capteur R_θ alimenté en courant I fournit une tension V_θ fonction linéaire de la température variant de 20 mV pour $\theta = 0 \, ^\circ\text{C}$ à 27,2 mV pour $\theta = 100 \, ^\circ\text{C}$.

On désire une tension V_2 proportionnelle à la température θ telle que $V_2 = 0\text{V}$ pour $\theta = 0 \, ^\circ\text{C}$ et $V_2 = 5 \text{V}$ pour $\theta = 100 \, ^\circ\text{C}$.

Pour cela, on réalise le montage de la figure 3. Les 2 amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et en fonctionnement linéaire.

XHG1SP90

1 - Quelle relation y a-t-il entre V_1 et V_θ ? Quel est le rôle de cet amplificateur opérationnel ?

2 - Exprimer V_2 en fonction de V_θ, E', R_1, R_2 . Méthode proposée : passer par l'expression de e^+ en fonction de V_1, R_1, R_2 et l'expression de e^- en fonction de E', V_2, R_1, R_2 .

3 - Calculer E' et l'amplification $\frac{R_2}{R_1}$.

4 - Mise au point expérimentale :

Cette amplification est en réalité réalisée à l'aide de deux amplificateurs montés en série. Pour quelle raison ?

Troisième partie : Emission-réception de la mesure ; isolement.

1 - Emission.

Un montage, non étudié ici, permet de générer la tension en rampes $v_3(t)$ définie sur la feuille 7. On rappelle que $V_2 = K \theta$ avec $V_2 = 5 \text{ V}$ pour $\theta = 100^\circ \text{ C}$.

On utilise le montage de la figure 4. L'amplificateur opérationnel est supposé parfait avec des tensions de saturation -15 V et $+15 \text{ V}$. La diode D est supposée parfaite (chute de tension nulle lorsqu'elle est passante). La diode électroluminescente est définie par sa caractéristique (figure 5). La résistance R_4 a été choisie pour limiter i_d à 20 mA . Les tracés demandés ci-dessous seront effectués sur la feuille 7.

a - Pour $\theta = 30^\circ \text{ C}$, tracer $v_2(t)$ sur le diagramme représentant $v_3(t)$ puis tracer $v_4(t)$

b - Indiquer les états successifs de la diode D .

c - Calculer R_4 pour limiter i_d à 20 mA .

d - Tracer $i_d(t)$.

2 - Réception (figure 6) :

La transmission de l'information à distance se fait sous forme lumineuse grâce à une fibre optique non étudiée ici. La réception est assurée par le phototransistor dont les caractéristiques sont données figure 7.

XHG1SP90

On admettra que, lorsque la diode électroluminescente est parcourue par 20 mA, le phototransistor reçoit 800 lux. On veut que le phototransistor fonctionne en bloqué-saturé et on suppose que $v_5 = 0V$ lorsque le phototransistor est saturé.

- a - Calculer R_5
- b - Sur la feuille 7, indiquer les états successifs du phototransistor et tracer $v_5(t)$.
- c - Soit $\overline{V_5}$ la valeur moyenne de $v_5(t)$ au cours du temps ; que valent $v_2(t)$, $v_5(t)$ et $\overline{V_5}$ quand $\theta = 0^\circ C$? quand $\theta = 100^\circ C$?
- d - En admettant que $\overline{V_5}$ est proportionnelle à V_2 donc à θ , en déduire $\overline{V_5}$ en fonction de θ .
- e - Avec quel appareil ou quelle méthode peut-on mesurer la valeur moyenne d'une tension périodique ?

Quatrième partie : Filtrage et conversion analogique-numérique - Figure 8.

1 - La tension $V_5(t)$ est en créneaux de période de 2,5 ms et de valeur moyenne $\overline{V_5}$

a - Quelle est la fréquence f_1 du fondamental ou harmonique de rang 1 de $V_5(t)$?

b - Quelle est la fréquence de l'harmonique suivant ? (seuls les harmoniques de rangs impairs sont non nuls).

2 - Le filtre a pour fonction de transfert complexe

$$\underline{E} = \frac{V_G}{V_5} = \frac{1}{1 + j 3 \frac{f}{f_0} - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2} \quad \text{avec } f_0 = 10 \text{ Hz}$$

a - Calculer le module de \underline{E} pour les fréquences 0 Hz, 400 Hz.

b - En déduire qu'on peut identifier v_6 avec la valeur moyenne de $v_5(t)$ notée $\overline{V_5}$.

3 - Le convertisseur analogique numérique admet en entrée pleine échelle $V_{6 \max} = 10 V$. Il a un bus de sortie parallèle de 10 éléments binaires.

a - Calculer sa résolution en volts.

b - La tension V_6 est proportionnelle à la température θ avec $V_6 = 10 V$ lorsque $\theta = 100^\circ C$. Calculer la résolution en degrés Celsius du système de mesure de température.

XHG1SP90

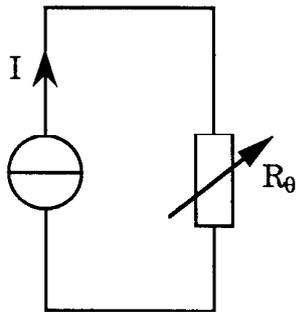


Figure 1

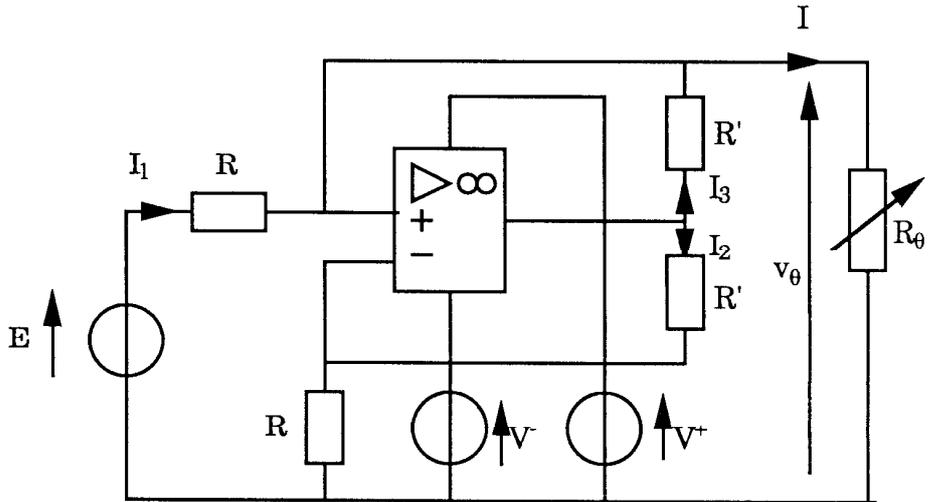


Figure 2

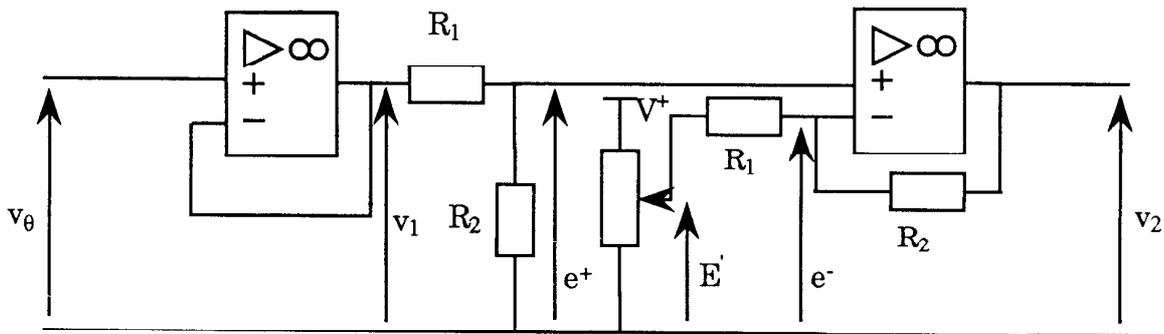


Figure 3

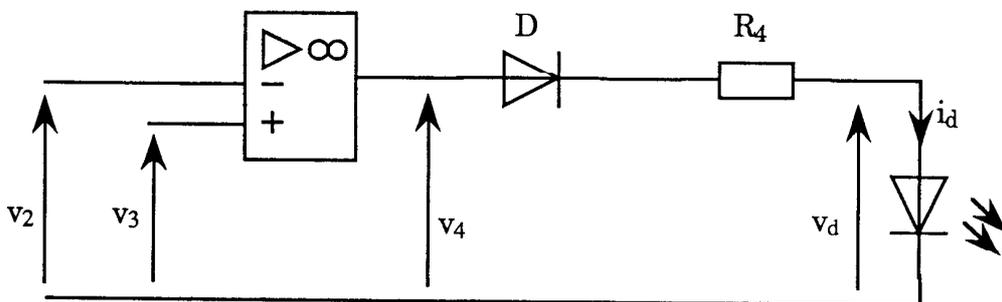


Figure 4

XHG1SP90

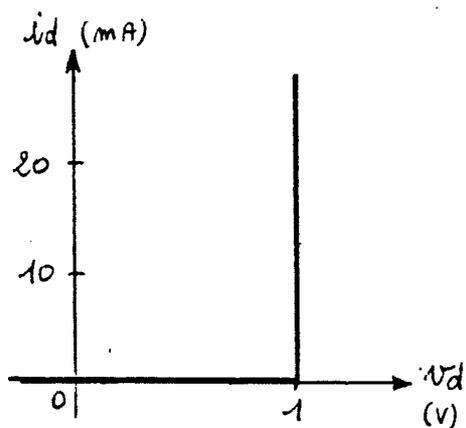


figure 5

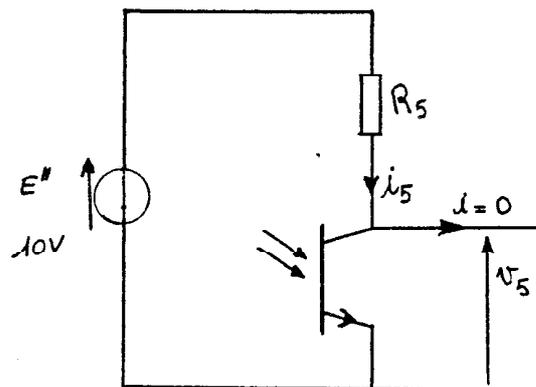


figure 6

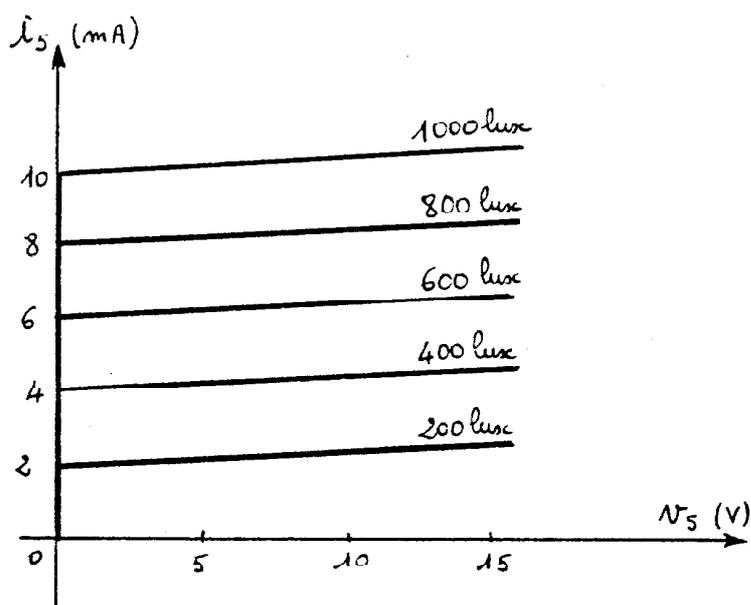


figure 7

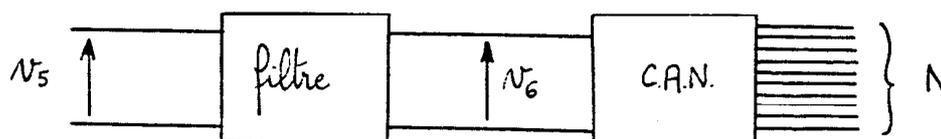
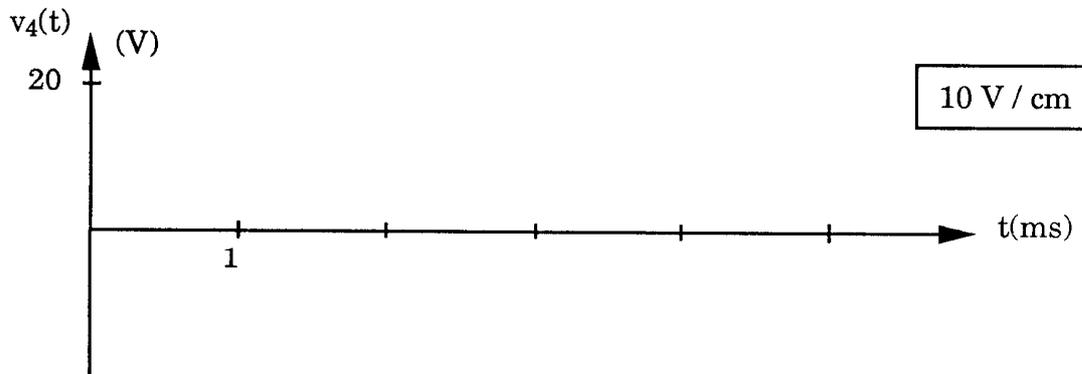
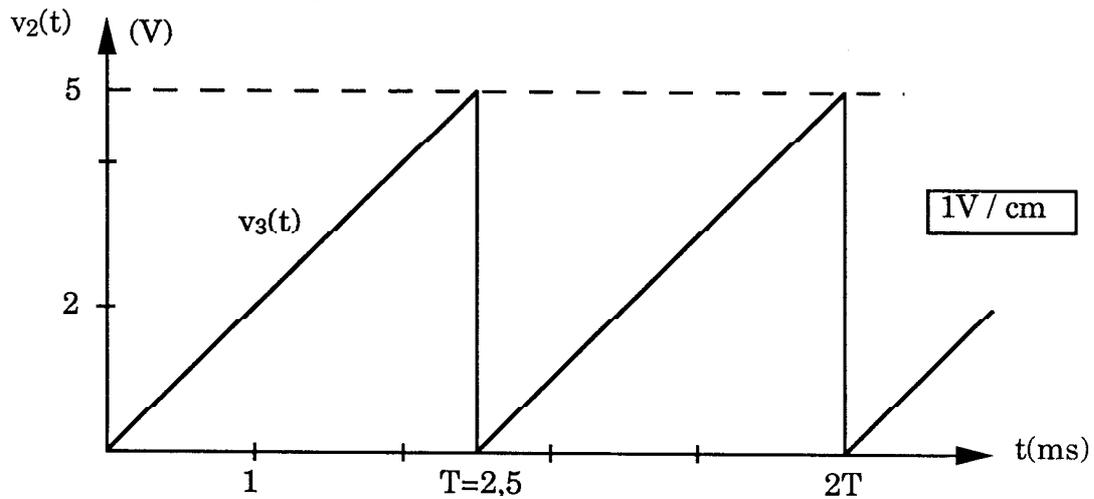


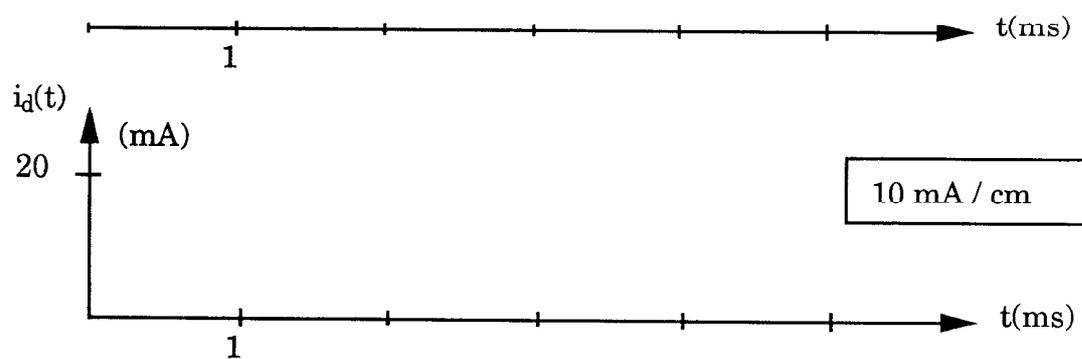
figure 8

XHG1SP90

Feuille à rendre par le candidat.



Etats de la diode D



Etats du phototransistor

