

SESSION 2002

# B.T.S. GÉNIE OPTIQUE

Épreuve U41 : électronique - informatique industrielle

Durée : 1h30

Ce sujet comporte 5 parties indépendantes.

Répartition du temps :

Il est conseillé de répartir votre temps de la manière suivante :

- Lecture du sujet : 10 min
- Partie 1 : 20 min
- Partie 2 : 20 min
- Partie 3 : 20 min
- Partie 4 : 10 min
- Partie 5 : 10 min

Documents :

- Texte du sujet : pages 2/7 à 5/7
- Feuille réponse : page 6/7
- Annexe : page 7/7

**Calculatrice autorisée  
Aucun document autorisé**

# Transmission optique d'une mesure de température

**Remarque :** Dans tout le problème, les amplificateurs opérationnels sont considérés comme idéaux. Ils sont alimentés en  $\pm V_{CC} = \pm 15 \text{ V}$ .

**Présentation :**

## *Principe de la chaîne de mesure de température et transmission par fibre optique*

On étudie le procédé de mesure de température d'une étuve. Elle est de l'ordre de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  en fonctionnement normal mais peut varier de  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  à  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ . Elle est ensuite traitée par un système informatique en vue d'une analyse statistique dans une pièce située à une centaine de mètres. En raison de fortes perturbations électromagnétiques la liaison est assurée par une fibre optique plastique.

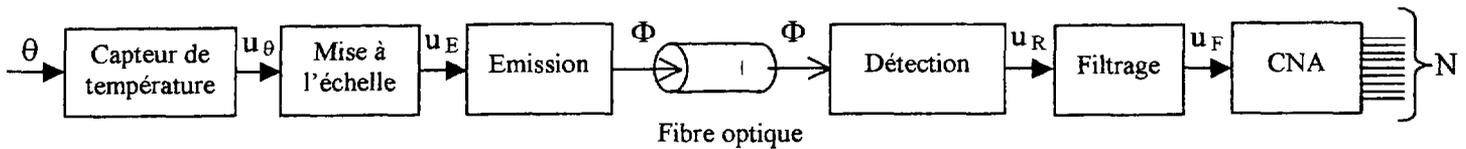


Figure 1

Les 5 parties du sujet sont indépendantes. La feuille 6 est à rendre par le candidat.

## 1 Capteur de température

Le capteur est un ruban de platine dont la résistance  $R_\theta$  varie en fonction de la température  $\theta$  en  $^\circ\text{C}$  selon la loi approchée :

$$R_\theta = R_0(1 + a \cdot \theta) \quad \text{avec } R_0 = 100 \Omega \quad \text{et } a = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}.$$

Il doit être parcouru par un courant continu  $I$  indépendant de la température. La source idéale de courant est obtenue à l'aide du montage de la figure 2 dans lequel l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

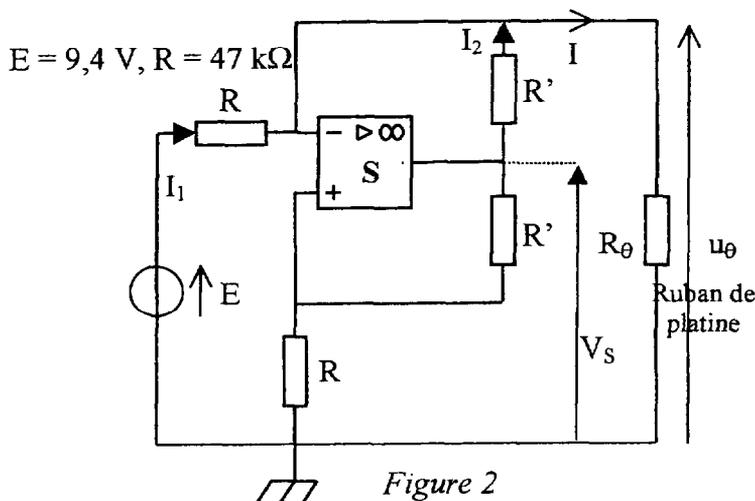


Figure 2

**1.1** Exprimer :

**a)**  $V^-$  en fonction de  $E, R', R, I$  et  $V_s$   
(avec  $I = I_1 + I_2$ ).

**b)**  $V^+$  en fonction de  $V_s, R$  et  $R'$ .

Compte tenu du fonctionnement de l'amplificateur opérationnel, en déduire une relation entre  $E, R$  et  $I$ .

**1.2**

**a)** Exprimer  $u_\theta$  en fonction de  $R_\theta$  et  $I$ , puis en fonction de  $I, R_0, a$  et  $\theta$ .

**b)** En déduire que  $u_\theta = U_0(1 + a \cdot \theta)$ .

**c) Application numérique :** calculer la valeur de  $u_\theta$  pour  $\theta = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## 2 Mise à l'échelle

Le montage étudié est celui de la *figure 3*. On donne  $u_\theta = U_0(1 + a\theta)$  avec  $U_0 = 20 \text{ mV}$ .

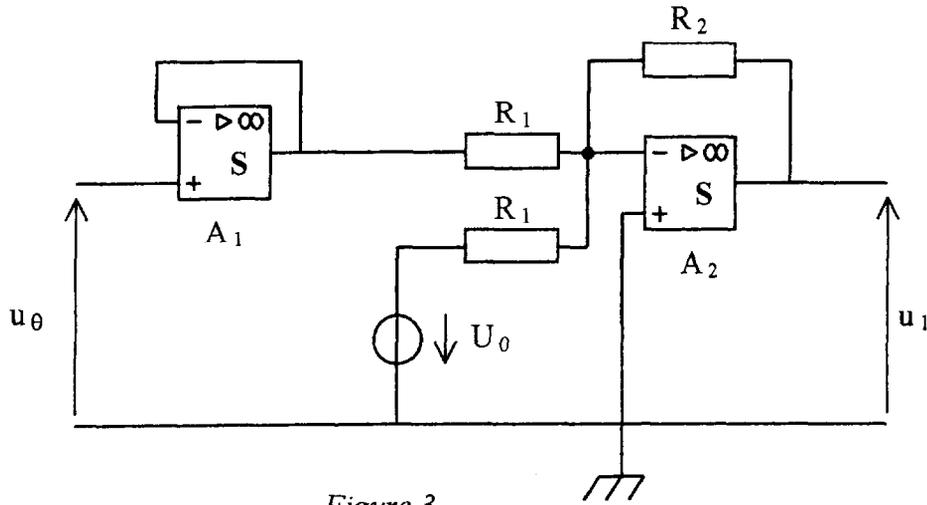


Figure 3

- 2.1 Quel est le rôle de l'amplificateur opérationnel  $A_1$  ?
- 2.2 Montrer que  $u_1 = -b\theta$ . Exprimer  $b$  en fonction de  $a$ ,  $U_0$ ,  $R_2$  et  $R_1$ .
- 2.3 On souhaite obtenir une tension  $u_E = -u_1$ . Proposer un montage à amplificateur opérationnel assurant cette fonction.

## 3 Émission - Détection

### 3.1 Émission

On admet que  $u_E = b\theta$  avec  $b = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ V}\cdot\text{C}^{-1}$ . Le montage étudié est celui de la *figure 4*.

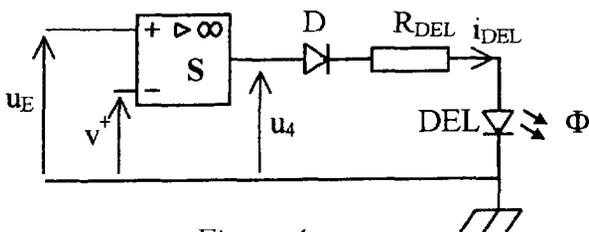


Figure 4

La diode  $D$  est supposée parfaite. La diode électroluminescente DEL est définie par sa caractéristique donnée à la *figure 5*.

La tension  $v^+$  est en dents de scie d'équation  $v^+(t) = \frac{+V_{CC1}}{T}t$  dans l'intervalle  $[0, T]$ , elle est représentée à la *figure 6*.

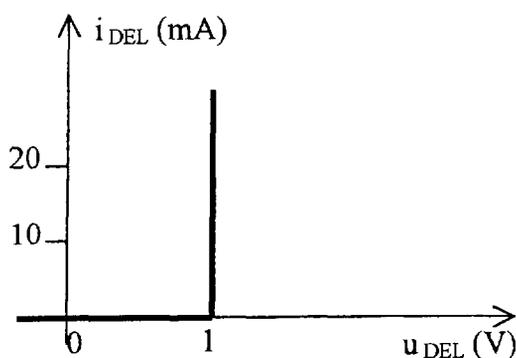


Figure 5

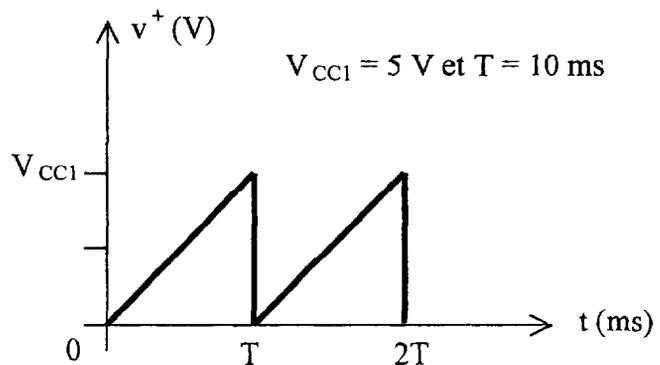


Figure 6

- a) Pour  $\theta = 50^\circ\text{C}$ , tracer sur le document réponse  $u_E$  puis  $u_4$  en indiquant les états successifs de la diode  $D$  et de la DEL.
- b) Dans l'intervalle  $[0, T]$ , déterminer la durée  $\Delta t$  pendant laquelle  $u_4 = +V_{CC}$  en fonction de  $u_E$ ,  $T$  et  $V_{CC}$ . Montrer que  $\Delta t = k \cdot \theta$ .
- c) Calculer  $k$  puis  $\Delta t$  pour  $\theta = 50^\circ\text{C}$ .

### 3.2) Détection

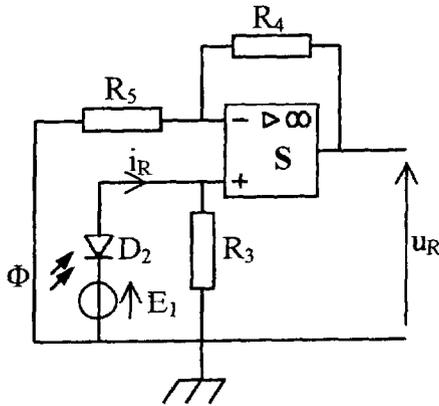


Figure 7

On néglige l'atténuation subie par la lumière dans la fibre optique : le flux lumineux sortant est égal au flux lumineux entrant.

Étant donné la forme du signal  $u_4$ , la transmission optique est de type tout ou rien c'est-à-dire que  $\Phi$  prend deux valeurs 0 ou  $\Phi_m$ .

Lorsque  $\Phi = \Phi_m$  le courant inverse  $i_R$  de la photodiode  $D_2$  est tel que  $i_R = I_R = 80 \mu\text{A}$  avec  $u_R = U_R = 5 \text{ V}$ . Lorsque  $\Phi = 0$ , ce courant est négligeable et  $u_R = 0$ .

- a) Quel est le rôle de la source de tension  $E_1$  ?
- b) Sur le document réponse, représenter  $u_R$ .

### 4 Filtrage

La tension  $u_R$  est représentée à la figure 8.

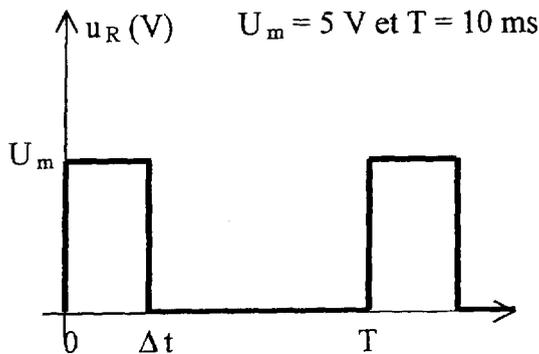


Figure 8

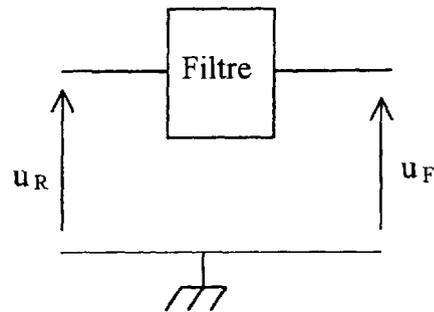


Figure 9

- 4.1 Sachant que  $\Delta t = k \cdot \theta$  avec  $k = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ s} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ , exprimer la valeur moyenne de  $u_R$  notée  $\langle u_R \rangle$  en fonction de  $\Delta t$ ,  $T$  et  $U_m$ . Faire l'application numérique pour  $\theta = 50^\circ\text{C}$ .
- 4.2 Le filtre actif de la figure 9 a pour rôle de ne laisser passer que la composante continue de  $u_R$ . Il permet donc de ne conserver que l'image de la température  $\theta$ . Indiquer la nature du filtre et l'ordre de grandeur de sa fréquence de coupure.

## 5 CAN

La tension à convertir  $u_F$  (figure 11) est proportionnelle à la température  $\theta$ . Elle vaut 10 V lorsque  $\theta = 80\text{ }^\circ\text{C}$ . La fiche technique du CAN est donnée en annexe. Ce convertisseur admet une tension pleine échelle de 10 V.

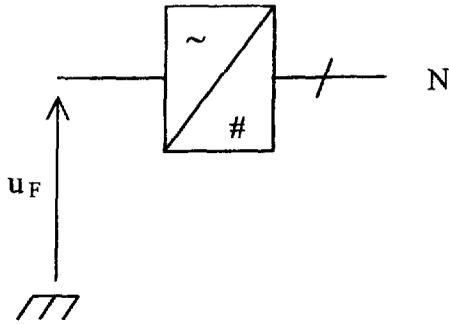
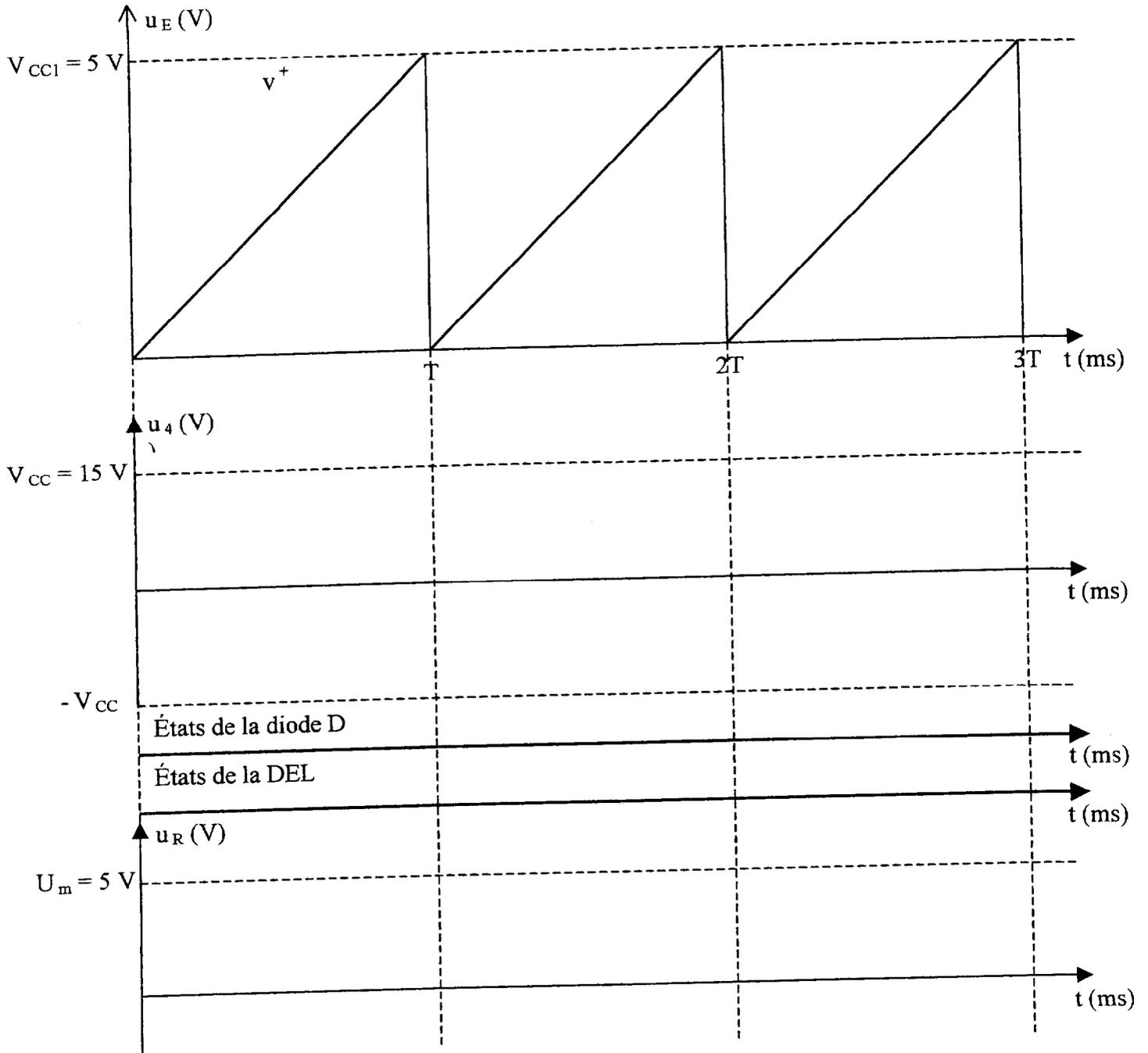


Figure 11

**5.1** Sur combien d'éléments binaires (bit) est codé la sortie numérique N du convertisseur ?

**5.2** Compléter le tableau du document réponse.

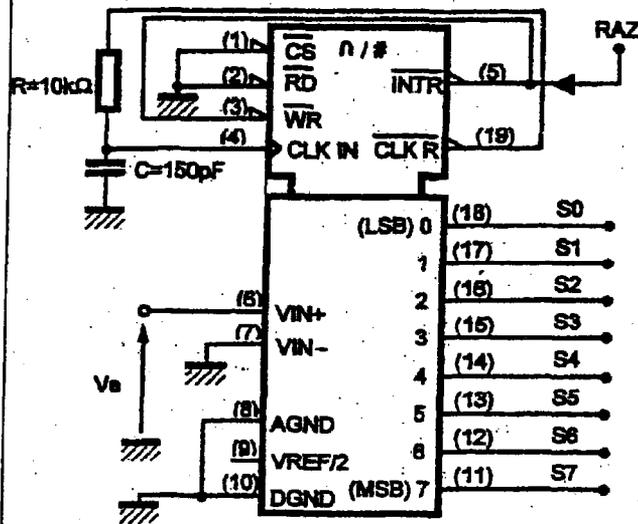
# Document réponse



$\theta$	$u_F$	N en décimal
0		
50		
80		

## Annexe

### Convertisseur analogique/numérique ADC0801



Application typique : conversion pleine échelle  
De 0V à  $V_{eMAX} \Rightarrow S00$  à  $SFF$

Relations en entrée :

- Tension à pleine échelle :  $V_e = V_{eMAX}$ .
- Quantum (Evolution minimum nécessaire en entrée pour obtenir l'évolution d'un pas en sortie) :  $q = \frac{V_{eMAX}}{2^n}$ .
- Nombre binaire converti :  $S0, \dots, S7$ .

Relations en sortie :

- Nombre de bit du convertisseur :  $n$ ,
- Résolution en sortie :  $R = 1 / (2^n - 1)$
- Valeur numérique décimale de la grandeur convertie :  $N = V_e / q$