

**PARTIE ÉLECTRICITÉ (durée conseillée 1 h 15)**

## ÉTUDE D'UN VÉLOCIMÈTRE

Cet exercice est constitué de cinq parties indépendantes.

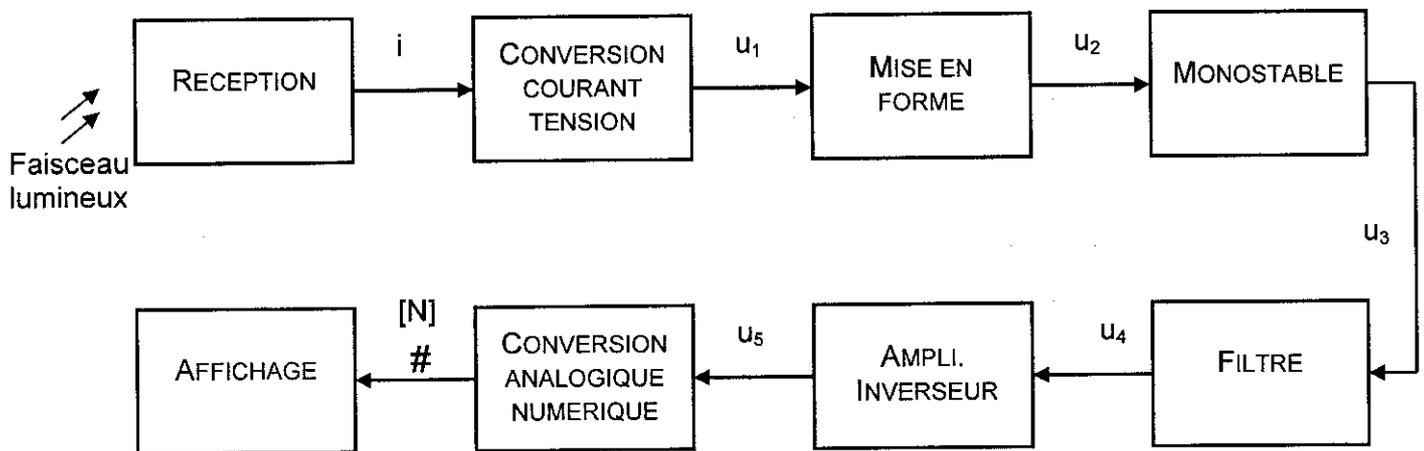
Il est cependant conseillé au candidat de les traiter dans l'ordre.

Le document-réponse (même vierge) doit être joint impérativement  
à la copie de la partie électricité.

Le système optique d'un vélocimètre laser permet la génération d'un signal lumineux dont la fréquence  $f$ , comprise entre 50 Hz et 12 kHz, est proportionnelle à la vitesse d'écoulement.

L'étude porte sur la réception du faisceau lumineux par la photodiode et la mise en forme du signal afin d'afficher la vitesse d'écoulement du fluide.

Le synoptique du montage est donné ci-dessous :



### AVERTISSEMENT :

Les amplificateurs opérationnels (A.O.) sont considérés comme idéaux :

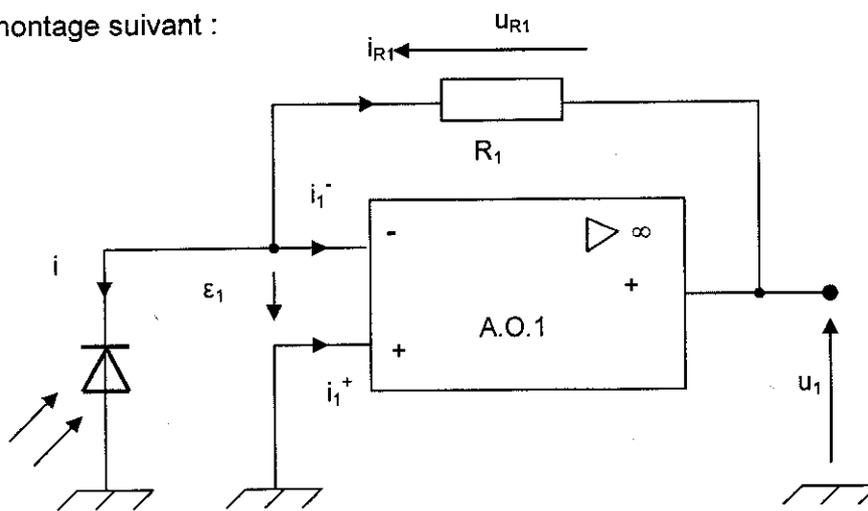
- les courants d'entrées  $i^+$  et  $i^-$  sont nuls,
- en régime linéaire, la tension différentielle  $\varepsilon$  est nulle.

Les amplificateurs opérationnels sont alimentés par une tension symétrique  $\pm V_{cc} = \pm 15$  V.

Les diodes sont également considérées comme idéales (tension de seuil nulle).

### Partie 1 : Conversion Courant Tension

On considère le montage suivant :



1.1 - Exprimer la tension  $u_1$  en fonction de  $\varepsilon_1$ ,  $i_{R1}$  et  $R_1$ .

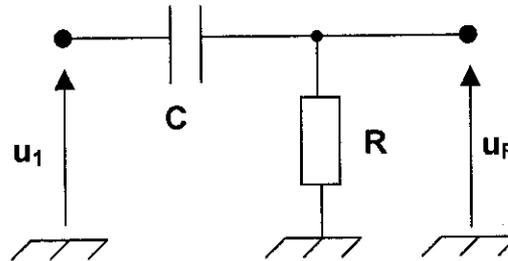
1.2 - En déduire l'expression de  $u_1$  en fonction de  $i$  et  $R_1$ .

Le **graphe 1** du **document-réponse** représente l'allure du courant  $i$  traversant la photodiode.

1.3 - Sachant que  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ , représenter sur le **graphe 2** du **document-réponse** la tension  $u_1$  en précisant sur le **document-réponse** la valeur de la tension  $u_1$  qui correspond à une intensité  $i$  égale à  $150 \mu\text{A}$ .

## Partie 2 : Mise en forme

Afin de mettre en forme le signal  $u_1$ , on utilise le montage dérivateur ci-dessous :



La constante de temps  $\tau = RC$  du circuit est telle que  $\tau \ll T/2$ .

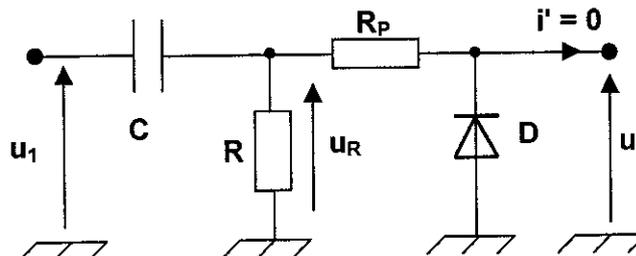
La tension  $u_R$  est représentée sur le **graphe 3** du **document-réponse**.

2.1 - On fixe  $C$  à  $10 \text{ nF}$ . Quelle valeur approximative peut-on donner au maximum à  $R$  pour avoir un fonctionnement correct du montage ?

On rappelle que la fréquence  $f$  évolue entre  $50 \text{ Hz}$  et  $12 \text{ kHz}$ .

2.2 - On complète le montage précédent selon le schéma ci-dessous.

On suppose que la diode  $D$  est idéale, ainsi la tension  $u_2$  est nulle lorsque  $D$  est passante.



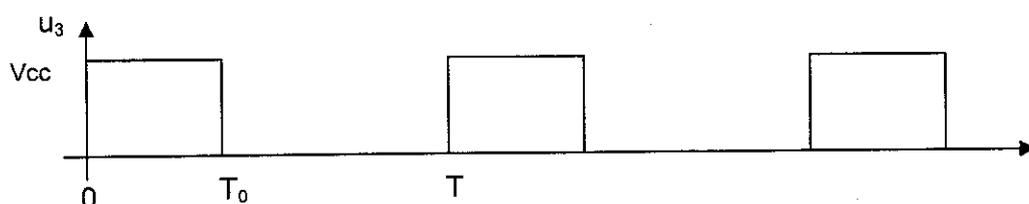
2.2.1 - Quel est l'état de  $D$  lorsque la tension  $u_R$  est positive ? Que vaut la tension  $u_2$  ?

2.2.2 - Quel est l'état de  $D$  lorsque la tension  $u_R$  est négative ?

2.2.3 - Représenter l'allure de la tension  $u_2$  en fonction du temps sur le **graphe 4** du **document-réponse**.

## Partie 3 : Monostable

Le signal  $u_2$  est utilisé pour déclencher un montage monostable. L'allure de la tension  $u_3$ , de période  $T$ , est donnée ci-dessous :

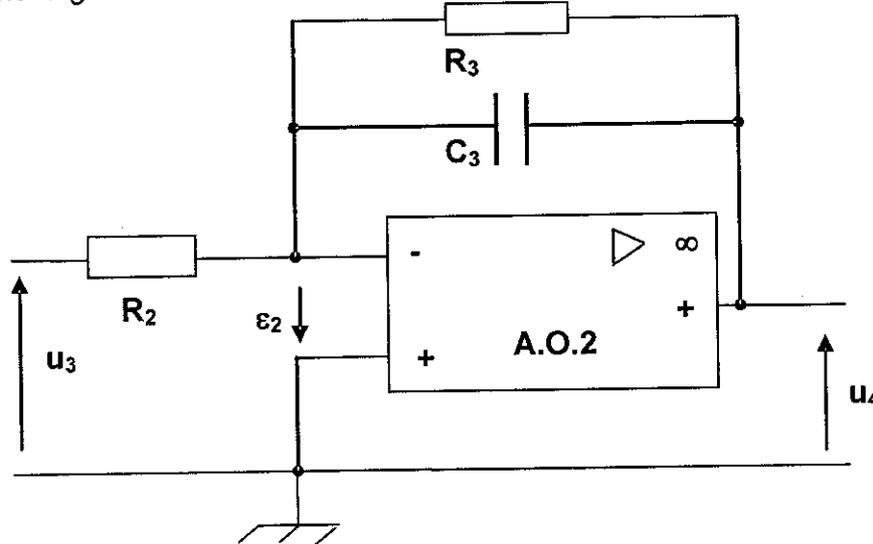


On précise que la durée propre du monostable est  $T_0 = 33,3 \mu\text{s}$ .

- 3.1 - Déterminer l'expression de la valeur moyenne  $\langle u_3 \rangle$  de la tension  $u_3$  en fonction de  $T$ ,  $T_0$  et  $V_{CC}$ .
- 3.2 - Montrer que  $\langle u_3 \rangle = k.f$  où  $f$  est la fréquence de  $u_3$ .
- 3.3 - Sachant que  $V_{CC}$  vaut 15 V, calculer numériquement  $k$  et préciser son unité.

### Partie 4 : Filtrage

On considère le montage suivant :



L'étude de cette partie se fera en régime sinusoïdal à la pulsation  $\omega = 2\pi f$ .

4.1 - Établir, en écriture complexe, la fonction de transfert  $\underline{A}_v = \frac{U_4}{U_3}$  en fonction de  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $\omega$  et  $C_3$ , puis

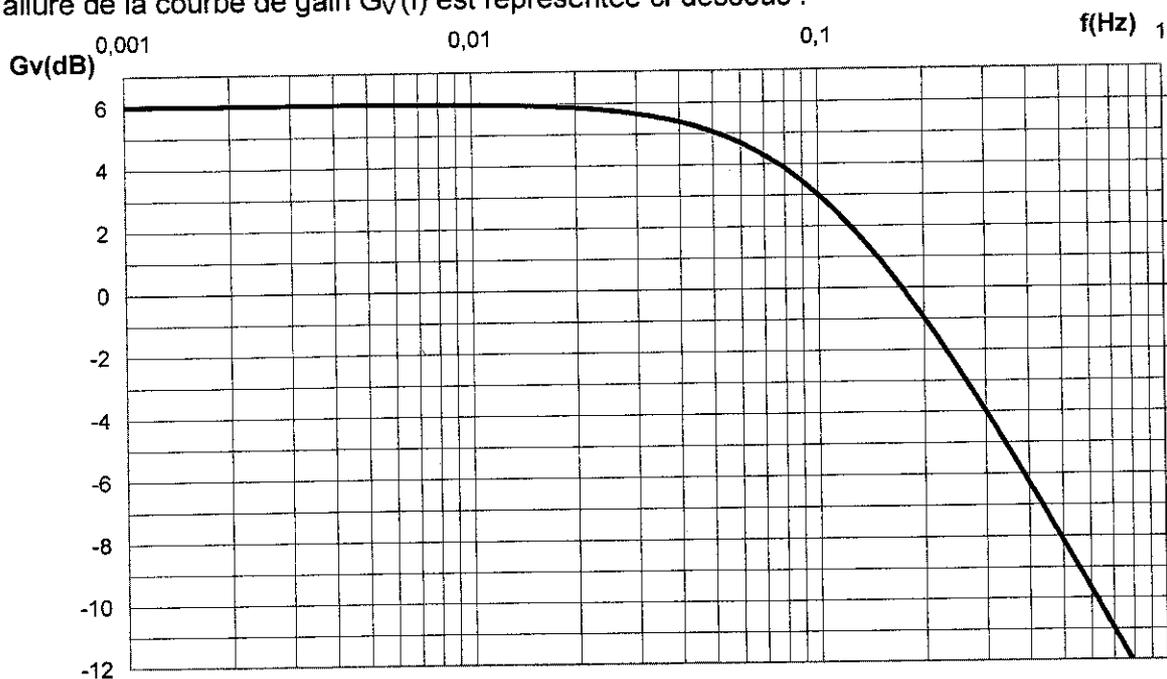
la mettre sous la forme :  $\underline{A}_v = \frac{-A_{v\max}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$  en explicitant  $A_{v\max}$  et  $\omega_c$ .

4.2 - Que devient l'expression de  $\underline{A}_v$  en régime continu ( $\omega = 0$ ) ?

4.3 - On donne  $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$  et  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ .

Calculer les valeurs numériques de  $A_{V\text{MAX}}$  et du gain en tension  $G_{V\text{MAX}}$  correspondant.

L'allure de la courbe de gain  $G_V(f)$  est représentée ci-dessous :



- 4.4 - Quel type de filtre est réalisé par ce montage ? Quel est son ordre ?
- 4.5 - Déterminer graphiquement la fréquence de coupure à - 3 dB. En déduire la valeur de la pulsation de coupure  $\omega_c$  correspondante.
- 4.6 - La tension de sortie  $u_3$  est maintenant appliquée à l'entrée du filtre :  
On appelle  $u_4$  la tension de sortie du filtre actif étudié ci-dessus.  
La décomposition harmonique de  $u_3(t)$  peut s'écrire :
- $$u_3(t) = U_0 + \hat{U}_1 \cdot \sin(\omega t + \phi_1) + \hat{U}_2 \cdot \sin(2\omega t + \phi_2) + \hat{U}_3 \cdot \sin(3\omega t + \phi_3) + \dots$$
- Quelle relation existe-t-il entre  $U_0$  et  $\langle u_3 \rangle$  ?
- 4.7 - Sachant que  $\omega \gg \omega_c$  dans le domaine des pulsations envisagées, indiquer la composante de la décomposition précédente de  $u_3(t)$  qui subsistera en sortie du filtre.
- 4.8 - En tenant compte des résultats des questions 3.2. et 4.2., donner l'expression de  $u_4$  en fonction de  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $k$  et  $f$ .
- 4.9 - Déterminer la plage de variation de  $u_4$ .  
On rappelle que la fréquence  $f$  du signal est comprise entre 50 Hz et 12 kHz.

### Partie 5 : Convertisseur Analogique Numérique

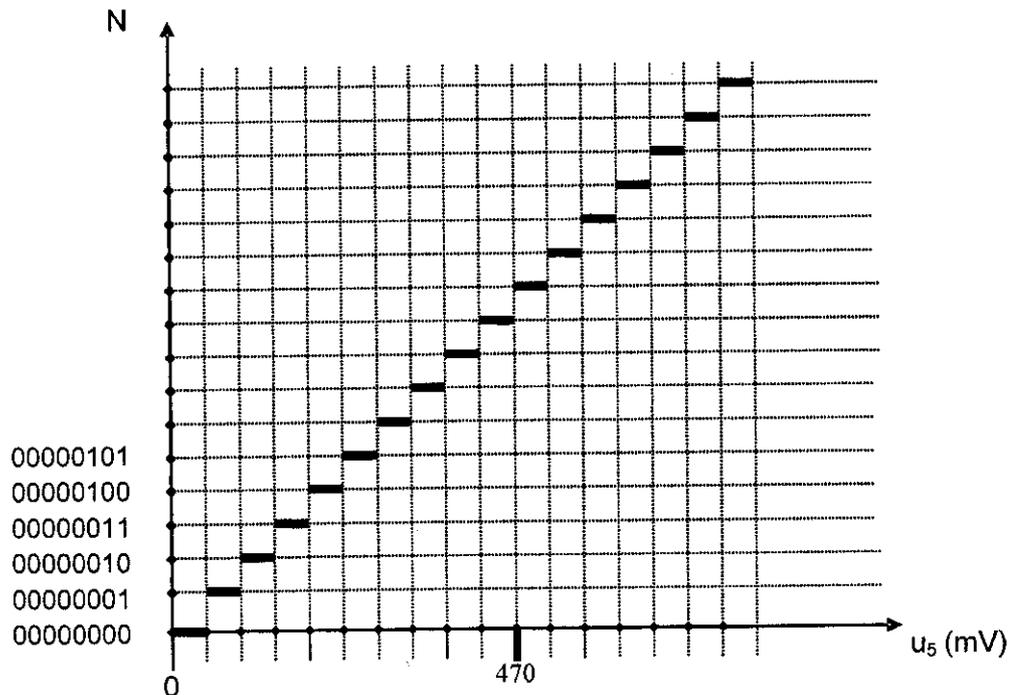
Afin d'obtenir une tension analogique positive, la tension  $u_4$  est appliquée à l'entrée d'un amplificateur inverseur d'amplification en tension égale à -1. Par conséquent  $u_5 = -u_4$ .

Pour afficher la vitesse d'écoulement, il est nécessaire de numériser la tension  $u_5$ .

La partie affichage ne sera pas étudiée.

La tension  $u_5$  est appliquée à l'entrée d'un convertisseur analogique-numérique (C.A.N.) à 8 bits.

Une partie de la caractéristique de transfert de ce convertisseur est donnée ci-dessous :



- 5.1 - Quel est le nombre de valeurs distinctes pouvant être prises par la sortie  $N$  de ce convertisseur ?
- 5.2 - Donner la définition du quantum (pas)  $q$  et déterminer graphiquement sa valeur.
- 5.3 - Quel intervalle de tension  $u_5$  correspond au mot binaire 00101000 ?

DANS CE CADRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

Né(e) le : \_\_\_\_\_ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

Uniquement s'il s'agit d'

Repère : TPSP

Session : 2008

Durée : 4 H

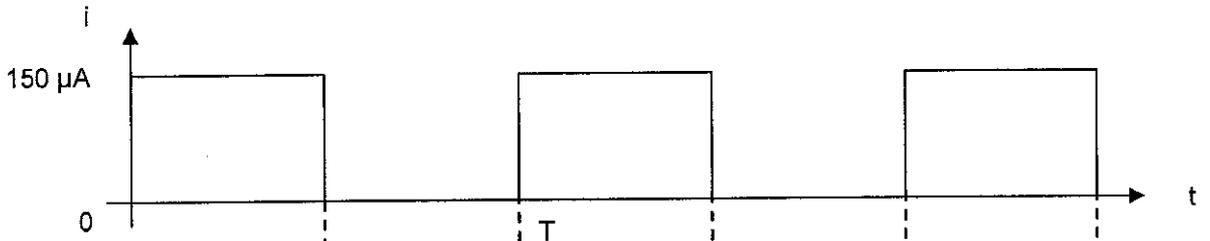
Page : 5/12

Coefficient : 4

## DOCUMENT RÉPONSE

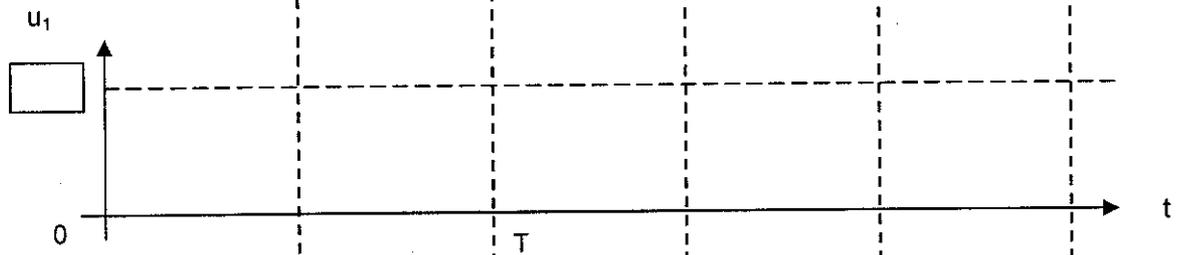
(à rendre obligatoirement avec la copie)

GRAPHE 1

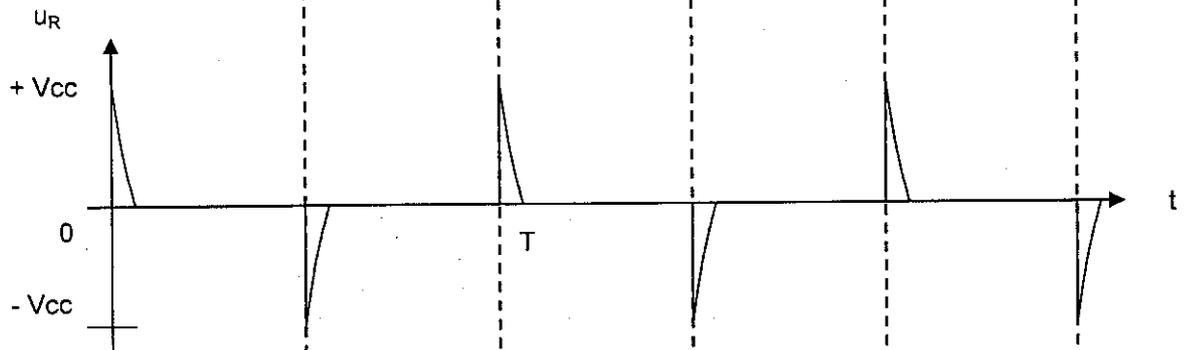


GRAPHE 2

A COMPLETER



GRAPHE 3



GRAPHE 4

A COMPLETER

