

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 1 h 30

Coefficient : 1

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 6 pages

Dans le cas où un candidat croit détecter une erreur dans l'énoncé, il le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction, et poursuit en conséquence sa composition. Il prend bien entendu l'entière responsabilité de la correction proposée.

Le candidat rendra la feuille de papier millimétré après sa composition. Il lui est rappelé qu'il ne disposera que d'un seul exemplaire.

NOTE IMPORTANTE :

Dès que le sujet de l'épreuve vous est remis, assurez-vous qu'il est complet en vérifiant le nombre de pages en votre possession.

Si le sujet est incomplet, demandez-en immédiatement un nouvel exemplaire aux surveillants.

Ce sujet comporte deux parties indépendantes :

PREMIÈRE PARTIE : CHIMIE

DEUXIÈME PARTIE : ÉLECTRONIQUE

PREMIÈRE PARTIE : CHIMIE ; 8 POINTS

Une bouteille de butane contient 13 kg de cet hydrocarbure de formule C_4H_{10} conditionné à l'état liquide. Elle est utilisée pour alimenter un brûleur de puissance $P = 2,0$ kW.

Dans les conditions de la combustion, le volume molaire des gaz a pour valeur :

$$V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

- 1) Ecrire l'équation chimique équilibrée de la combustion complète du butane dans le dioxygène.
- 2) Quel est le nombre de moles de butane que contient la bouteille ?
- 3) Quel est le volume d'air nécessaire à la combustion du contenu de la bouteille ?
On négligera la quantité de gaz résiduel qui ne sort pas de la bouteille.
On rappelle que l'air contient en volume 20 % de dioxygène.
- 4) La combustion d'une mole de butane fournit une énergie thermique (chaleur) :

$$Q = 2,63 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Quelle est, en heures, la durée de fonctionnement du brûleur ainsi alimenté, en considérant que sa puissance P est constante ?

On donne les masses atomiques molaires :

$$C = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad ; \quad H = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad ; \quad O = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

DEUXIÈME PARTIE : ÉLECTRONIQUE ; 12 POINTS

On se propose d'étudier une partie d'un circuit électronique embarqué sur une dessileuse-distributrice-pailleuse.

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et leurs tensions de saturation sont

$$V_{\text{sat}+} = 12 \text{ V} \quad \text{et} \quad V_{\text{sat}-} = 0 \text{ V}.$$

A) Le capteur de vitesse de la turbine :

La turbine de cette machine permet la distribution du produit : ensilage, paille, ...

Elle est actionnée en direct par la prise de puissance du tracteur.

Une roue dentée possédant $n = 60$ dents est fixée sur l'arbre de la turbine.

Le capteur est de type inductif à réluctance variable. Il est représenté sur la figure 1.

A chaque passage d'une dent devant la pièce polaire, la tension u_1 a la forme d'une impulsion comme indiqué sur la figure 2.

1) On note :

f_r la fréquence de rotation de la roue dentée exprimée en tours par seconde et

f_u la fréquence de la tension u_1 ; f_u est exprimée en hertz (Hz).

Ecrire la relation liant f_r , f_u et n .

2) Calculer f_u quand l'arbre de la prise de puissance effectue 540 tours par minute (à vide).

B) Amplification du signal du capteur :

Le montage est indiqué sur la figure 3.

1) Exprimer u_{E1+} en fonction de u_1 .

2) Exprimer u_{E1-} en fonction de R_1 , R_2 et de la tension de sortie u_2 .

3) Si on suppose que l'amplificateur fonctionne en régime linéaire, trouver la relation liant u_2 , u_1 , R_1 et R_2 . Quelle est alors la valeur du coefficient d'amplification du montage ?

4) Représenter approximativement, sur la figure 2, u_2 en fonction du temps.

C) Mise en forme du signal :

Le montage est donné sur la figure 4.

- 1) Exprimer u_{E2-} en fonction de u_2 .
- 2) Montrer que :

$$u_{E2+} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} u_3 + \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_{ref}$$

- 3) Sachant que l'AO fonctionne en régime de commutation (basculements d'un régime de saturation à l'autre), calculer les valeurs possibles de u_{E2+} .
- 4) Sachant que $u_3 = 12 \text{ V}$ quand $u_2 = 0$, déterminer u_h et u_b , tensions de seuil de basculement de la tension u_2 .
- 5) On augmente progressivement u_2 de 0 V à 12 V (sens indiqué par \longrightarrow) puis on diminue u_2 de 12 V à 0 V (\longleftarrow).
Justifier la figure 5 obtenue.

D) Convertisseur fréquence tension :

Le circuit ne sera pas étudié. Il suffit de savoir qu'il permet d'obtenir :

la tension $u_4 = 8,7 \text{ V}$ lorsque $f_u = 480 \text{ Hz}$ et

la tension $u_4 = 9,7 \text{ V}$ lorsque $f_u = 540 \text{ Hz}$,

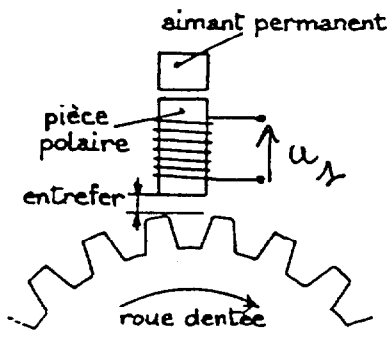
soit une diminution de tension de 1 V pour une diminution de fréquence de 60 Hz.

E) Le circuit " anti-bourrage " :

Le montage est donné figure 6.

Si la fréquence de rotation de la turbine (de valeur nominale 540 tours par minute) devient inférieure à 480 tours par minute, le risque de bourrage devient important et il est nécessaire d'en avertir le conducteur.

- 1) Décrire le fonctionnement de l'AO3.
- 2) Calculer la valeur de la résistance R_6 pour que la LED s'allume en cas de bourrage.



Principe du tachymètre à réluctance variable.

Figure 1

$R_1 = 1\text{ k}\Omega$
 $R_2 = 100\text{ k}\Omega$

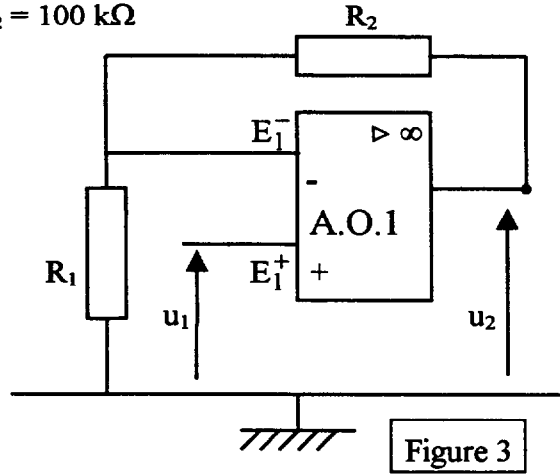
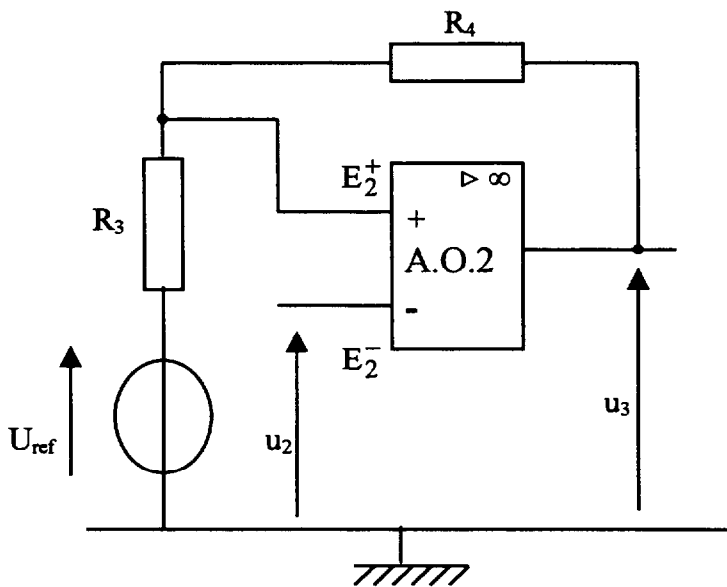
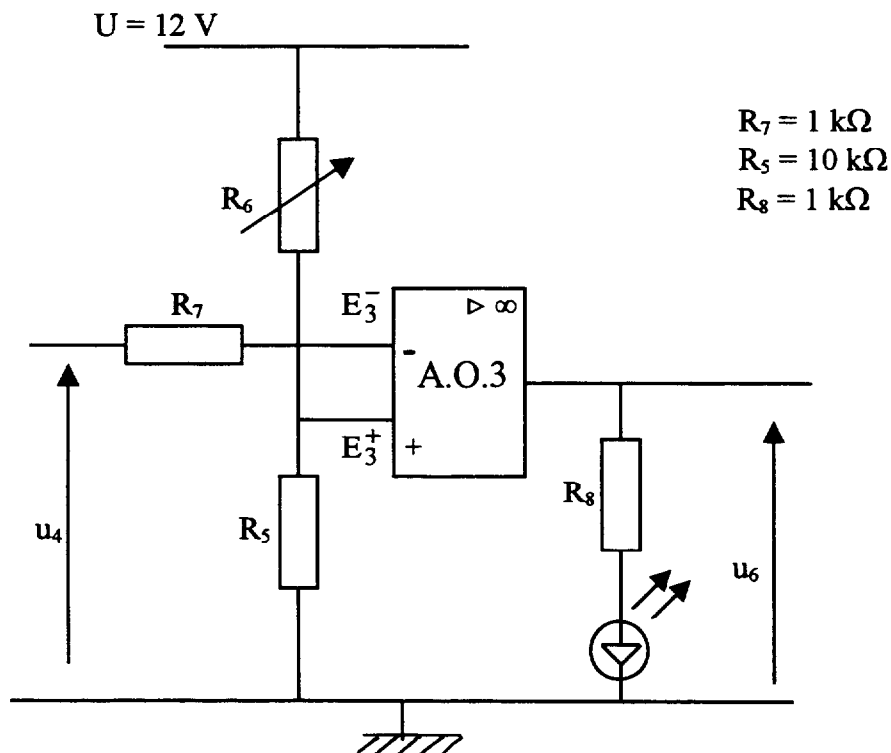


Figure 3



$R_3 = 10\text{ k}\Omega$
 $R_4 = 100\text{ k}\Omega$
 $U_{\text{ref}} = 6\text{ V}$

Figure 4



$U = 12\text{ V}$
 $R_7 = 1\text{ k}\Omega$
 $R_5 = 10\text{ k}\Omega$
 $R_8 = 1\text{ k}\Omega$

Figure 6

μ_1 : $1\text{cm} / 0,06\text{V}$
 μ_2 : $1\text{cm} / 2\text{V}$

Figure 2

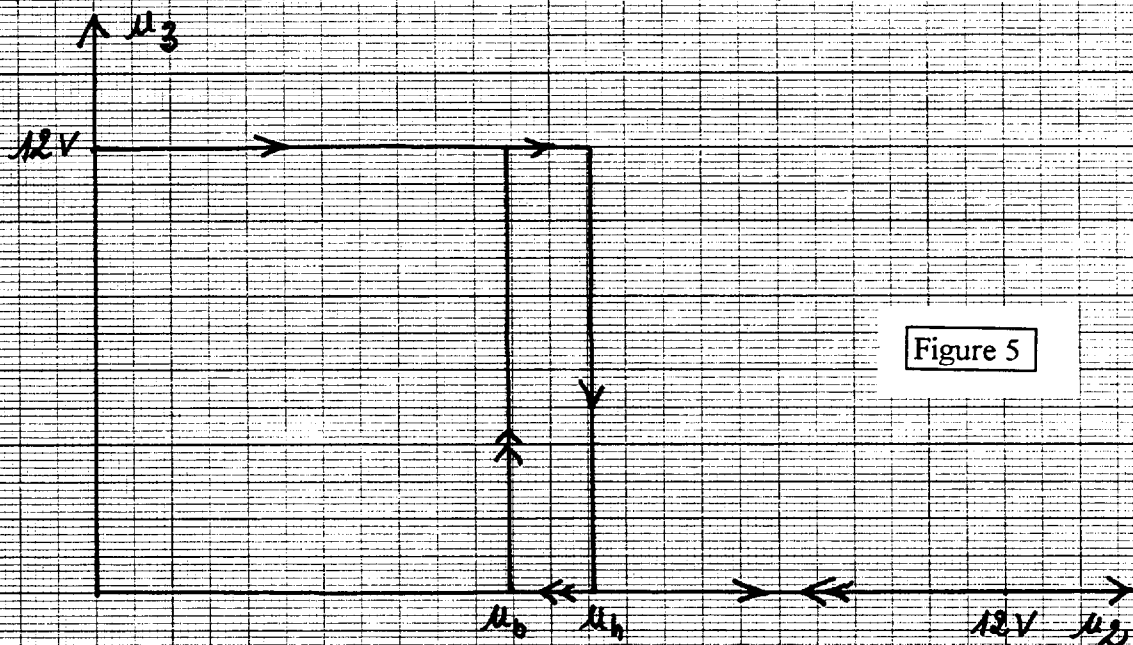
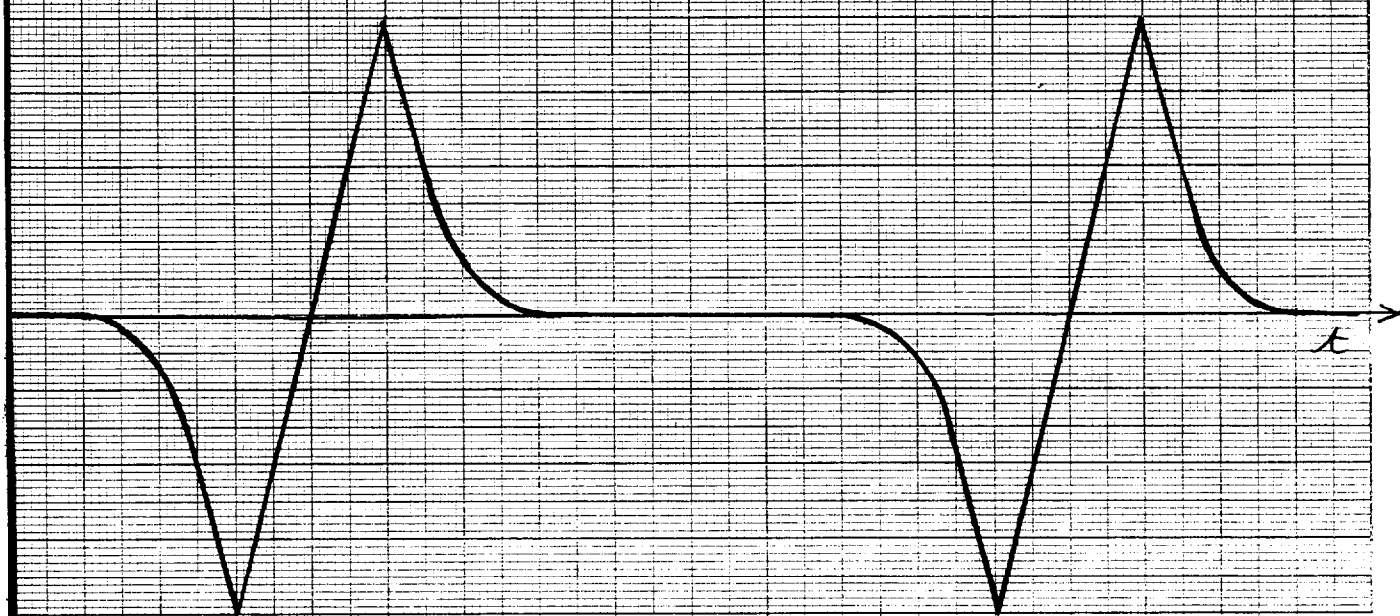


Figure 5