

## BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

### MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

#### SCIENCES PHYSIQUES

**L'usage de la calculatrice est autorisé.**

*Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.*

- Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*
- Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

## PROBLEME 1 – ETUDE D'UN DETECTEUR D'INCENDIE

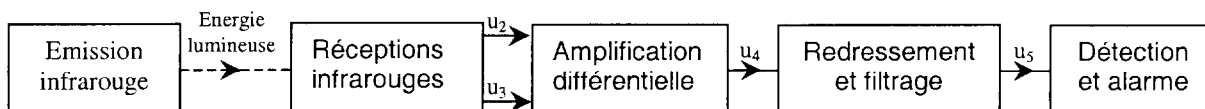
Les différentes parties peuvent être traitées indépendamment.

Ce système permet d'avertir d'un début d'incendie. Le principe mis en œuvre est de capter à l'aide de 2 récepteurs à photodiodes l'énergie lumineuse émise par un émetteur à diode infrarouge.

Lors d'un début d'incendie, l'énergie lumineuse captée par les 2 récepteurs est différente.

Cette différence sera traitée afin de déclencher une alarme sonore (buzzer).

Schéma fonctionnel du détecteur :



Le schéma structural du détecteur d'incendie est fourni en **annexe 1**.

Remarques :

Dans les schémas, les amplificateurs sont supposés parfaits et sont alimentés entre  $+V_{cc}$  et  $-V_{cc}$ , avec  $V_{cc} = 12V$  ; les tensions de saturation sont :  $+V_{sat} = 12V$  et  $-V_{sat} = -12V$ . On notera  $e^+$  le potentiel de l'entrée non inverseuse et  $e^-$  celui de l'entrée inverseuse.

Tous les potentiels sont référencés à la masse (0V).

### 1 - ETUDE DE L'EMETTEUR INFRAROUGE (voir la figure 1 - Annexe 2)

La diode infrarouge  $D_1$  est alimentée par un oscillateur, qui délivre une tension  $u_1$  représentée sur le **document réponse 1**.

La tension à l'état passant de la diode  $D_1$  est de 2,1V.

➤ **Lorsque la tension  $u_1 = 0V$  :**

1.1 - déterminer l'état de la diode  $D_1$ .

1.2 - exprimer l'intensité  $i_1$  en fonction de  $V_{cc}$ ,  $V_{D1}$ ,  $u_1$  et  $R_1$ .

1.3 - calculer l'intensité  $i_1$ .

➤ **Lorsque la tension  $u_1 = 12V$  :**

1.4 - déterminer l'état de la diode  $D_1$ .

1.5 - calculer l'intensité  $i_1$ .

1.6 - compléter le chronogramme de  $i_1$  sur le **document réponse 1** ; ce chronogramme doit être représenté à l'échelle.

### 2 - ETUDE DES RECEPTEURS INFRAROUGES (voir figures 2 et 3 - Annexe 2)

En l'absence d'incendie, les photodiodes  $D_2$  et  $D_3$  reçoivent la même énergie lumineuse et les courants  $i_2$  et  $i_3$  sont égaux. La caractéristique des photodiodes  $D_2$  et  $D_3$  (BPW41) est donnée en **annexe 3**.

On pose  $R_2 = R_3 = R = 1 M\Omega$ .

2.1 - Déterminer le mode de fonctionnement des amplificateurs A1 et A2. Justifier.

2.2 - Déterminer l'expression de la tension  $u_2$  en fonction de  $i_2$  et R.

2.3 - Déterminer l'expression de la tension  $u_3$  en fonction de  $i_3$  et R.

2.4 - Compléter le chronogramme de  $u_2$  sur le **document réponse 2**.

Lors d'un début d'incendie, les courants des photodiodes  $D_2$  et  $D_3$  sont différents.

On suppose que le courant  $i_3 = \alpha i_2$ , avec  $0 < \alpha < 1$ .

2.5 - Déterminer l'expression de la tension  $u_3$  en fonction de  $\alpha$ ,  $i_2$  et R.

2.6 - Compléter le chronogramme de  $u_3$  pour  $\alpha = \frac{1}{3}$  sur le **document réponse 2**.

### 3 - ETUDE DE L'AMPLIFICATEUR DIFFERENTIEL (voir figure 4 - Annexe 2)

3.1 - Déterminer l'expression de la tension  $e^+$ , disponible sur l'entrée non inverseuse, en fonction de  $R_4$ ,  $R_5$  et  $u_2$ .

3.2 - Déterminer l'expression de la tension  $e^-$ , disponible sur l'entrée inverseuse, en fonction de  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $u_3$  et  $u_4$ .

3.3 - Montrer que l'expression de la tension  $u_4$  est égale à  $u_4 = \frac{R_5}{R_4}(u_2 - u_3)$ .

3.4 - Justifier que  $u_4 = 0V$  en absence d'incendie.

3.5 - Exprimer  $u_4$  en fonction  $\alpha$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  et  $u_2$ , lors d'un début d'incendie.

3.6 - Compléter le chronogramme de  $u_4$  pour  $\alpha = \frac{1}{3}$  sur le **document réponse 2**.

### 4 - ETUDE DU SYSTEME D'ALARME (voir figure 5 - Annexe 2)

La tension  $u_4$  est redressée, puis filtrée afin d'obtenir la tension  $u_5$ .

4.1 - Déterminer le mode de fonctionnement du circuit intégré A4.

4.2 - Déterminer la tension  $u_{ref}$  en fonction de  $R_6$ ,  $R_7$  et  $V_{cc}$ .

4.3 - Représenter  $u_{ref}$  sur le chronogramme de  $u_5$  (voir **document réponse 1**).

4.4 - Exprimer la tension  $u_6$  selon la valeur de  $u_5$ .

4.5 - Compléter le chronogramme de  $u_6$  sur le **document réponse 1**.

Le transistor T1 fonctionne en commutation (bloqué ou saturé).

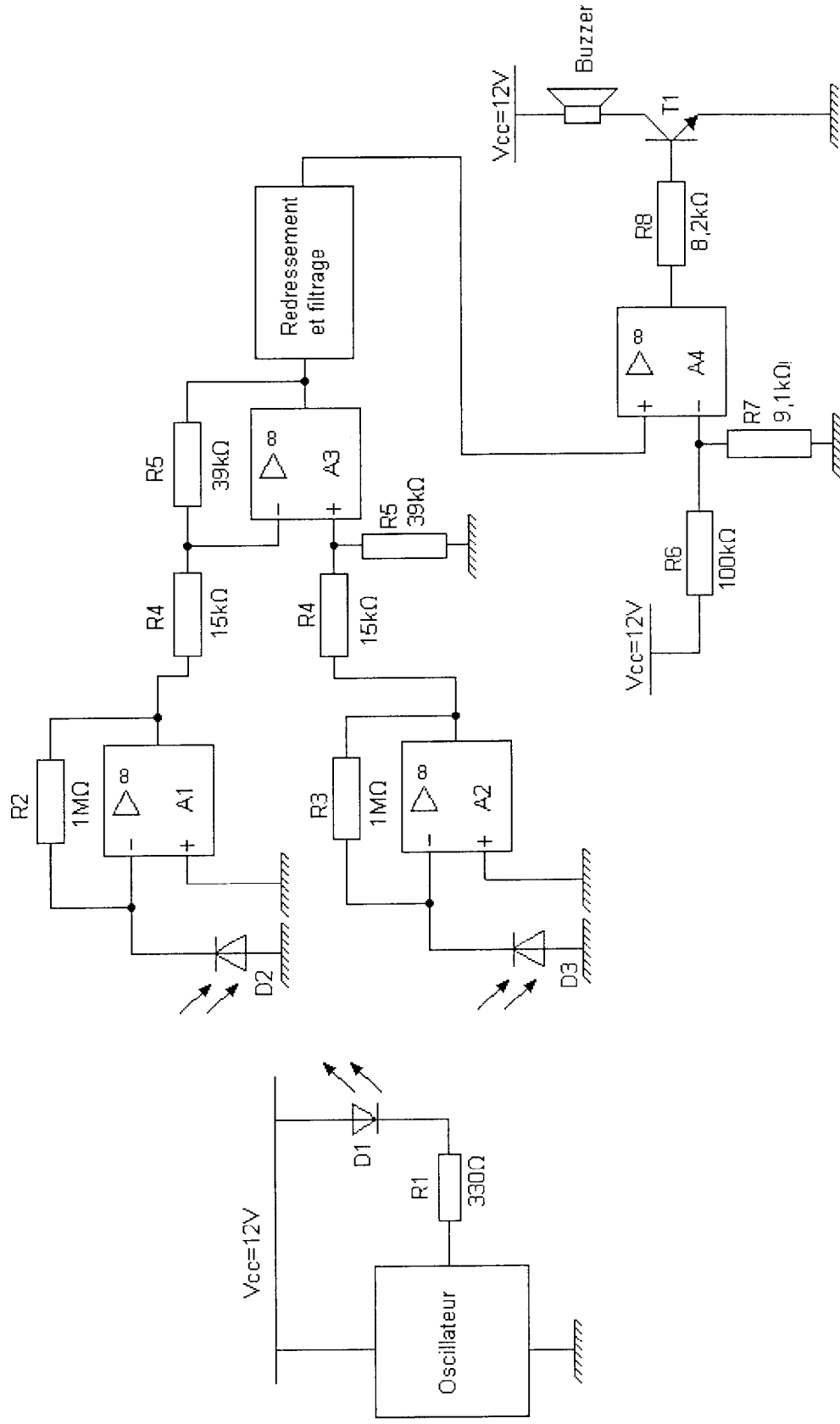
4.6 - Déterminer l'état de T1 pour  $u_6 = 12 V$  et  $u_6 = -12 V$ .

Quand le buzzer est actif, il consomme un courant de 75mA.

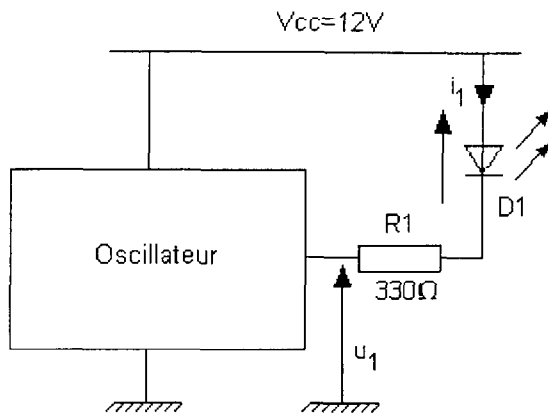
4.7 - Vérifier que la valeur de  $R_8$  assure la saturation de T1.

**ANNEXE 1**

**Schéma structurel du détecteur d'incendie**



**ANNEXE 2**



Tension de seuil de la diode D1  
 $V_{D1} = 2,1 \text{ V}$

Figure 1

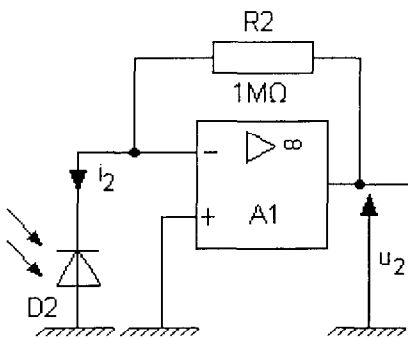


Figure 2

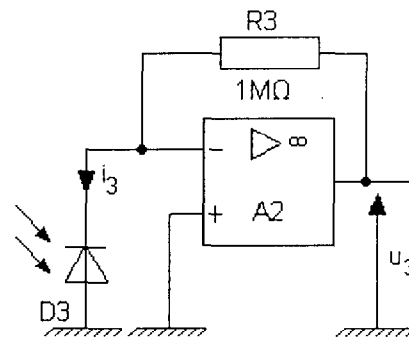
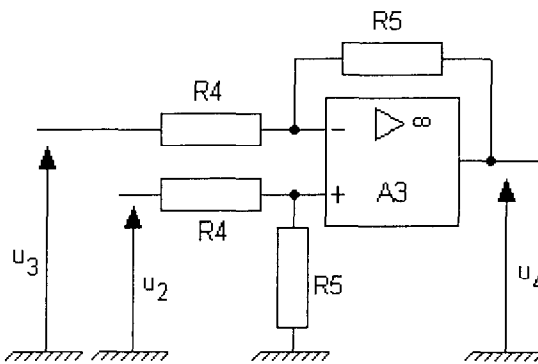
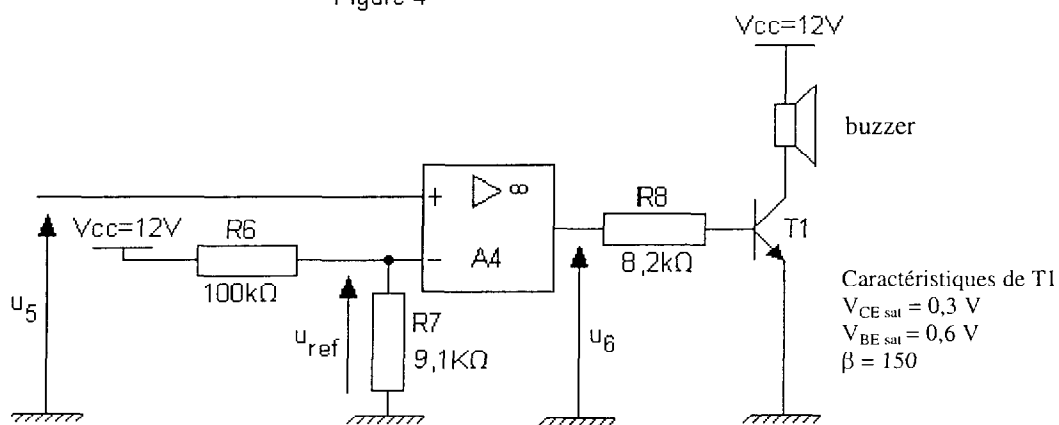


Figure 3



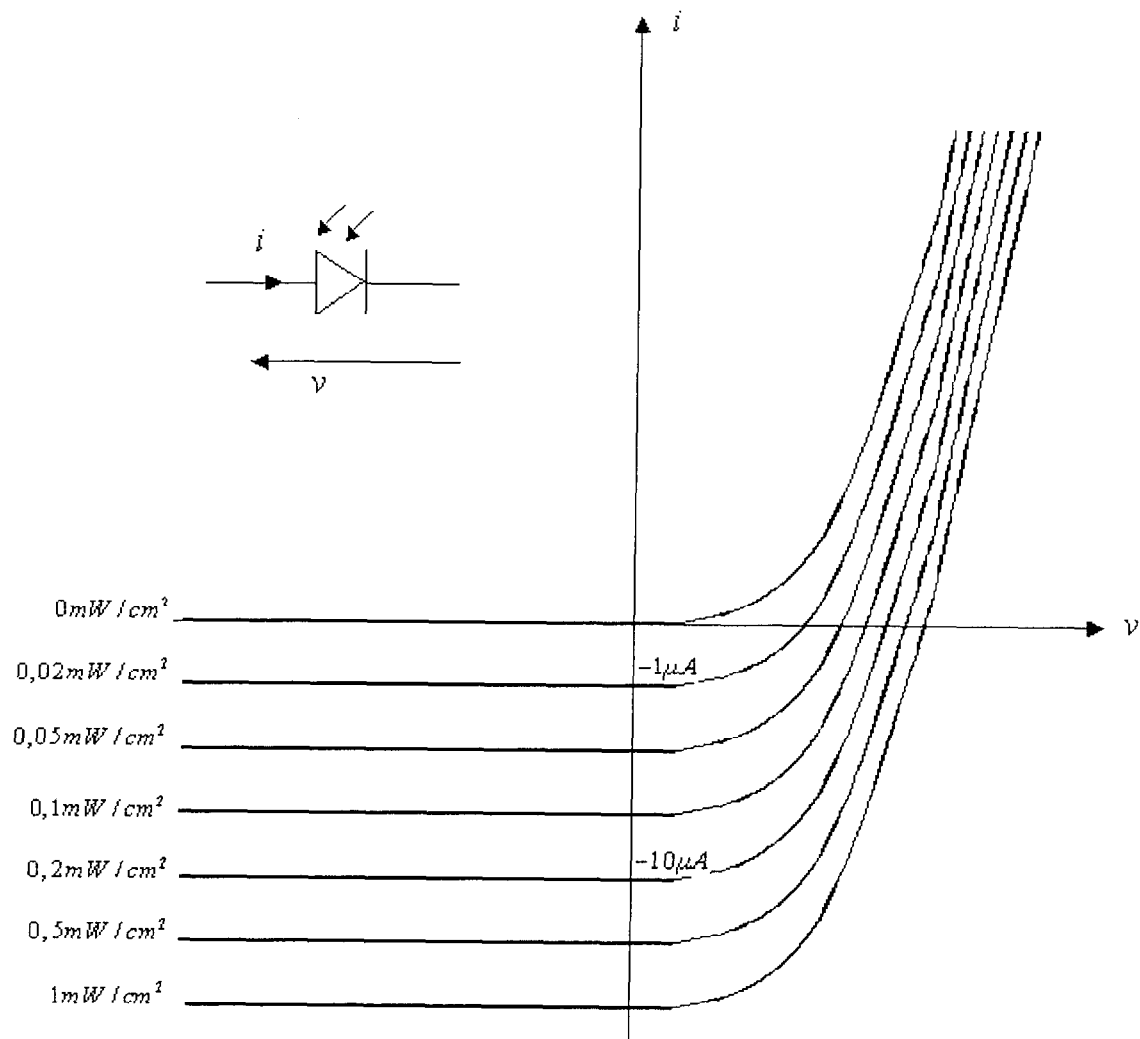
$R4 = 15 \text{ k}\Omega$   
 $R5 = 39 \text{ k}\Omega$

Figure 4



Caractéristiques de T1  
 $V_{CE \text{ sat}} = 0,3 \text{ V}$   
 $V_{BE \text{ sat}} = 0,6 \text{ V}$   
 $\beta = 150$

Figure 5

**ANNEXE 3****Caractéristique des photodiodes D2 et D3**

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

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Né(e) le :

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEE5TAA/EL

Repère :

Session : 2004

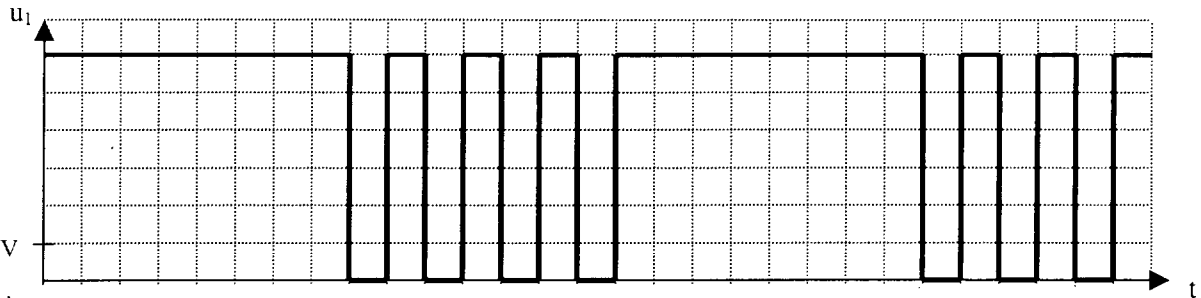
Durée : 2 H

Page : 6/8

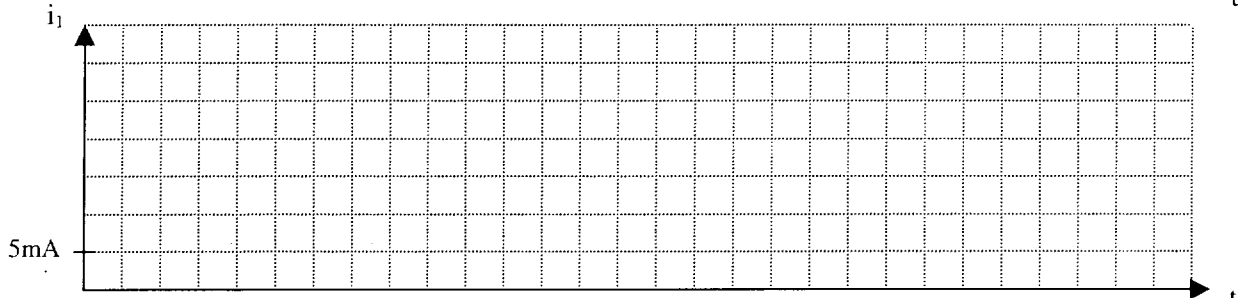
Coefficient : 1

**DOCUMENT-REPONSE 1**

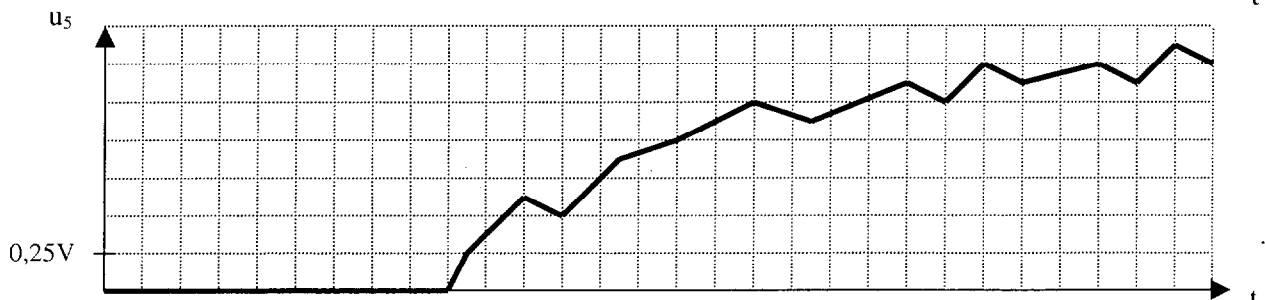
**A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE**



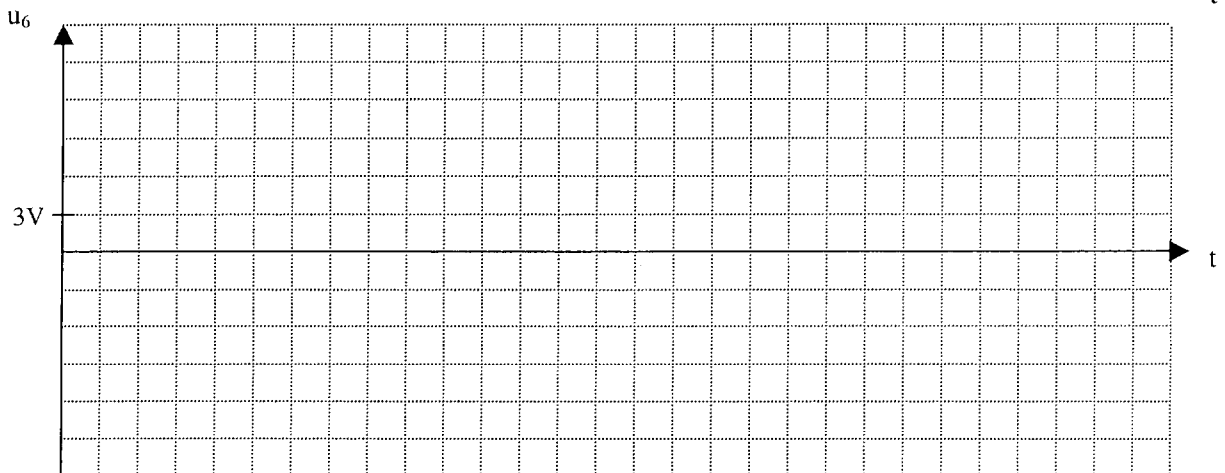
Question 1.6.



Question 4.3.



Question 4.5.



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)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEE5TAA/EL

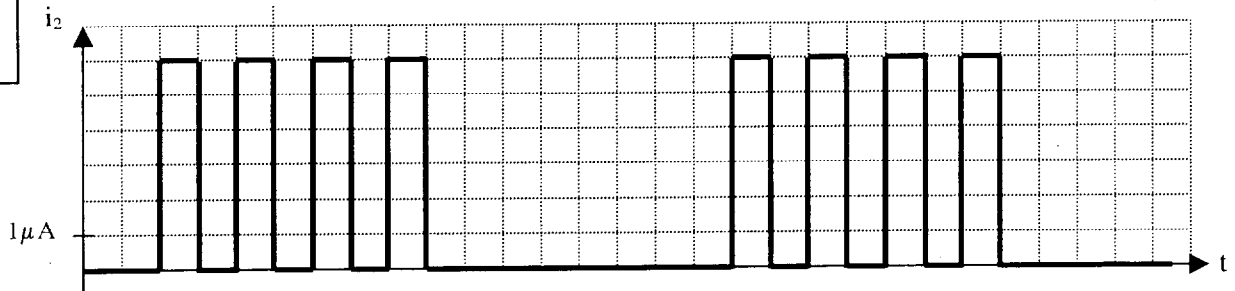
Repère :  
Page : 7/8

Session : 2004

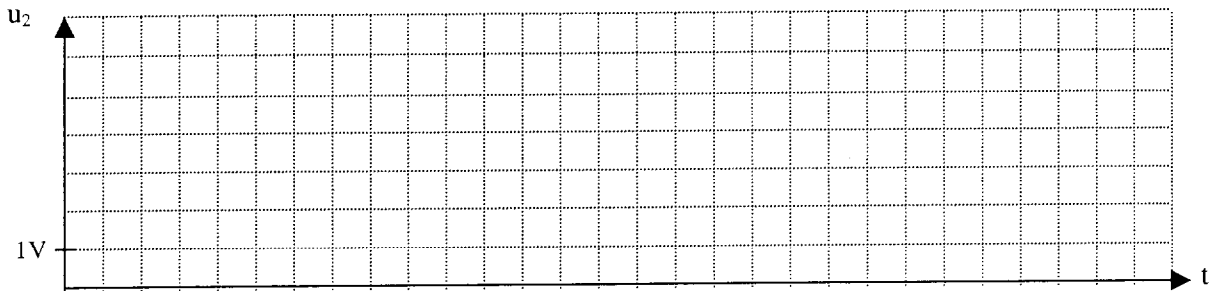
Durée : 2 H  
Coefficient : 1

**DOCUMENT-REPONSE 2**

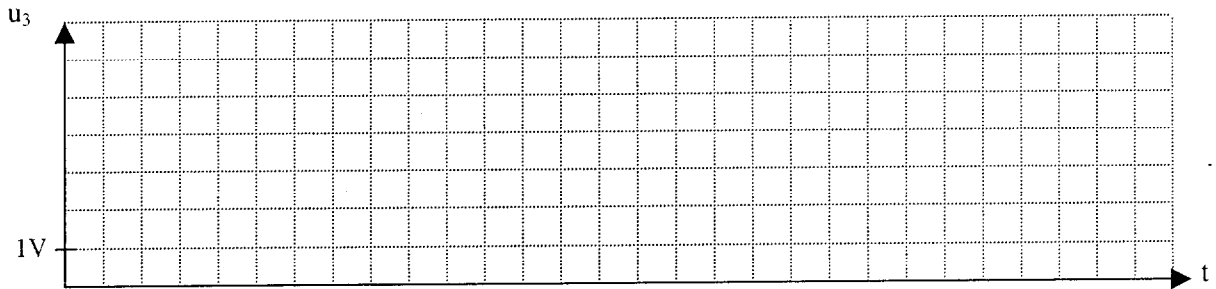
**A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE**



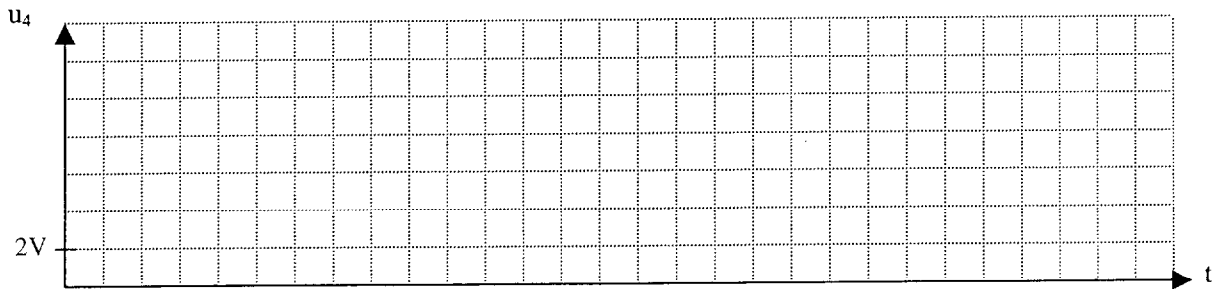
Question 2.4.



Question 2.6.



Question 3.6.





**PROBLEME 2 - VENTILATEUR DE CIRCULATION D'AIR****INTRODUCTION**

Le système de circulation d'air de l'avion permet son recyclage pendant le vol. L'air de la cabine est mélangé à de l'air extérieur grâce à deux ventilateurs actionnés chacun par un moteur asynchrone triphasé alimenté par le réseau électrique 115 V / 200 V 400 Hz.

Le constructeur du moteur fournit les valeurs obtenues par un essai sur banc de test alimenté par le réseau électrique 115 V / 200 V 400 Hz.

Les enroulements du stator sont câblés en étoile.

- Vitesse de rotation  $n = 22800 \text{ tr.min}^{-1}$ .
- Puissance électrique utile du moteur  $P_u = 1,77 \text{ kW}$ .
- Courant absorbé par phase  $I = 7,5 \text{ A}$ .
- Résistance mesurée entre 2 bornes du stator  $R = 1,20 \Omega$ .

**5 – ETUDE DU MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE**

5.1 - Justifier que la machine comporte 2 pôles.

5.2 – Exprimer, puis calculer le glissement  $g$  dans les conditions de l'essai.

5.3 - Exprimer puis calculer le moment  $C_u$  du couple utile du moteur.

5.4 - Le constructeur du moteur certifie un rendement  $\eta = 0,83$ .

Calculer la puissance  $P_a$  absorbée par le moteur.

5.5 - Calculer la valeur du facteur de puissance  $f_p = \cos \varphi$ .

5.6 - Exprimer  $P_u$  en fonction de  $P_a$  et de l'ensemble des pertes du moteur :

- pertes Joule stator  $P_{JS}$  ;
- pertes fer stator :  $P_{FS}$  ;
- pertes fer rotor :  $P_{FR}$  ;
- pertes mécaniques :  $P_m$  ;
- pertes Joule rotor  $P_{JR}$ .

5.7 - Calculer les pertes Joule stator  $P_{JS}$ .

5.8 - Exprimer puis calculer les pertes Joule rotor  $P_{JR}$ .

Pour cette question, on adoptera les hypothèses suivantes :  $P_{FS} = P_m = 82 \text{ W}$  et  $P_{FR} = 0$ .