

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

ELECTROTECHNIQUE – ELECTRONIQUE – LOGIQUE APPLIQUEE

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.*

Le sujet comporte deux parties indépendantes.

PROBLEME 1 – ELECTRONIQUE (durée conseillée : 1 heure)

INTRODUCTION

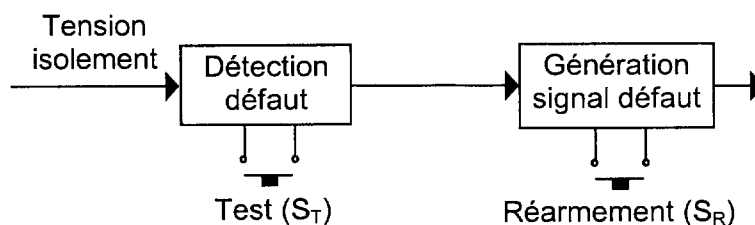
Le système étudié a pour but de vérifier l'isolement entre le bac batterie et la structure d'un avion.

Si une tension V_{def} supérieure à 1 V entre le bac et la structure est détectée, un signal de défaut est généré.

Un poussoir de réarmement S_R permet de supprimer ce signal lorsque la cause du défaut a été corrigée.

Un poussoir de test S_T permet de simuler le défaut.

SCHEMA FONCTIONNEL



INDICATIONS

Dans les schémas, les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et sont alimentés entre $+V_{CC}$ et la masse (0 V) avec $V_{CC} = 12\text{ V}$; les tensions de saturation sont $+V_{SAT} = 12\text{ V}$ et $-V_{SAT} = 0\text{ V}$. On notera V_+ le potentiel de l'entrée non inverseuse et V_- celui de l'entrée inverseuse.

Tous les potentiels sont référencés à la masse, borne C.

Le transistor Q1 est supposé parfait.

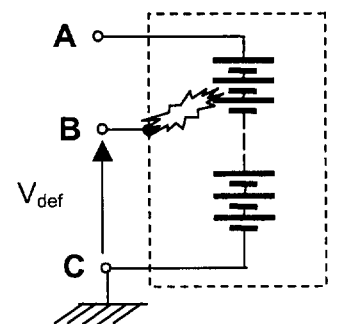
1 - ETUDE DE LA DETECTION DE DEFAUT

Les raccordements au reste du système sont les suivants :

A : Alimentation : + 28 V continu

B : Entrée mesure bac batterie

C : Borne - de la batterie, masse structure avion



Bac batterie isolé

On s'intéresse au **schéma 1** : (détection de défaut) sur lequel on repère les raccordements A, B et C ainsi que le point D (sortie défaut vers le module « génération alarme »).

On rappelle le modèle équivalent idéal de la diode Zener :

- Elle est équivalente à un interrupteur ouvert lorsqu'elle ne conduit pas.
- Elle est équivalente à une source de tension égale à la tension Zener lorsqu'elle conduit en inverse.

1.1 - D_{Z1} est une diode Zener 12 V. Donner la valeur du potentiel V_{ref1} au point P du **schéma 1**.

1.2 - On veut $I_7 = 20\text{mA}$; calculer R_7 .

On donne les valeurs suivantes :

- $V_{\text{ref2}} = 4,7\text{ V}$
- $R_2 = 47\text{ k}\Omega$; $R_3 = 5,1\text{ k}\Omega$; $R_4 = 10\text{ k}\Omega$; $P_1 = 22\text{ k}\Omega$.

Le transistor Q_1 fonctionne en commutation : bloqué ou saturé.

On note p'_1 et p''_1 les valeurs de résistance entre le curseur et chacune des extrémités du potentiomètre P_1 . On a donc $p'_1 + p''_1 = P_1$.

1.3 - On suppose Q_1 bloqué.

1.3.1 - Exprimer V_- (potentiel de l'entrée inverseuse de Aop_1) en fonction de V_{ref2} , R_2 , P_1 , R_3 , R_4 , p'_1 .

1.3.2 - On règle le potentiomètre pour avoir $p'_1 = 2,8\text{ k}\Omega$. Calculer la valeur de V_- .

1.4 - On suppose Q_1 saturé avec la même valeur de p'_1 .

1.4.1 - Donner la nouvelle expression de V_- .

1.4.2 - Calculer la nouvelle valeur de V_- .

D_{23} est une diode Zener 3,3V.

On considère qu'il y a un défaut d'isolement. Dans ce cas, la tension V_{BC} passe de 0 à 2 V.

On a réglé p'_1 pour obtenir $V_- = 1\text{V}$ lorsque Q_1 est bloqué.

1.5 - Porter les valeurs de V_+ en fonction de l'état de la diode D_{23} et de l'état du contact S_T dans le tableau 1 du **document réponse 1**.

1.6 -

1.6.1 - Quel est le mode de fonctionnement de l' Aop_1 ?

1.6.2 - Indiquez les deux valeurs possibles de la tension au point D suivant les valeurs de V_+ .

1.6.3 - Dans quel état se trouve le transistor Q_1 lorsque $V_+ = 0\text{V}$, puis lorsque $V_+ = 3,3\text{ V}$?

1.6.4 - Après avoir rappelé la valeur de V_- lorsque Q_1 est saturé, compléter le **tableau 1** du **document réponse 1** à l'aide des résultats précédents.

1.7 - Justifiez l'état de Q_1 en cas de défaut d'isolement.

2 - ETUDE DE LA GENERATION D'ALARME

On s'intéresse maintenant au **schéma 2**.

Un multivibrateur astable est commandé par la sortie Q de la bascule RS comme indiqué sur le **schéma**.

2.1 - Compléter le **tableau 2** du **document réponse 1**, la valeur de R étant définie par S_R .

2.2 - Sur le **document réponse 1 (suite)**, on donne les chronogrammes de D,R, V_{c3} .

En déduire les chronogrammes de Q et S_0 .

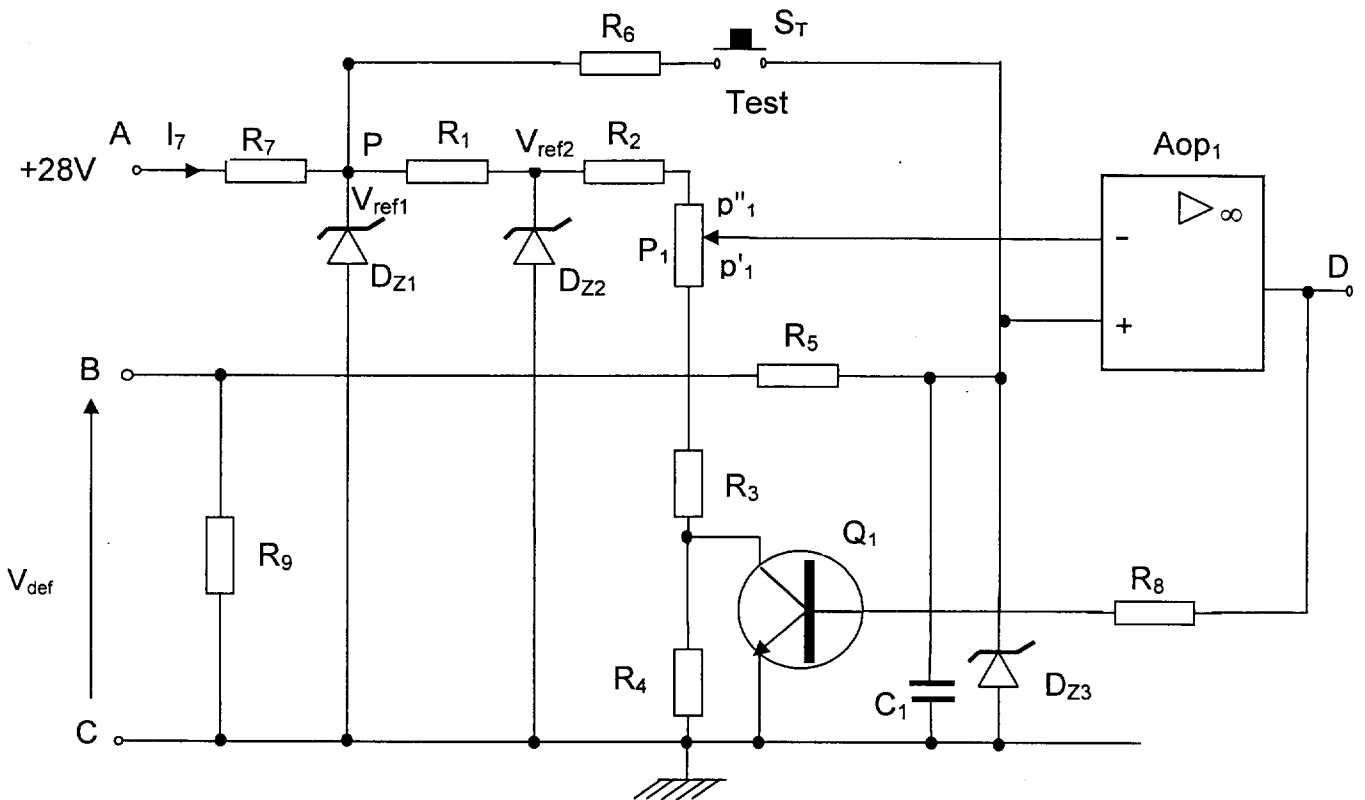


Schéma 1 : détection de défauts

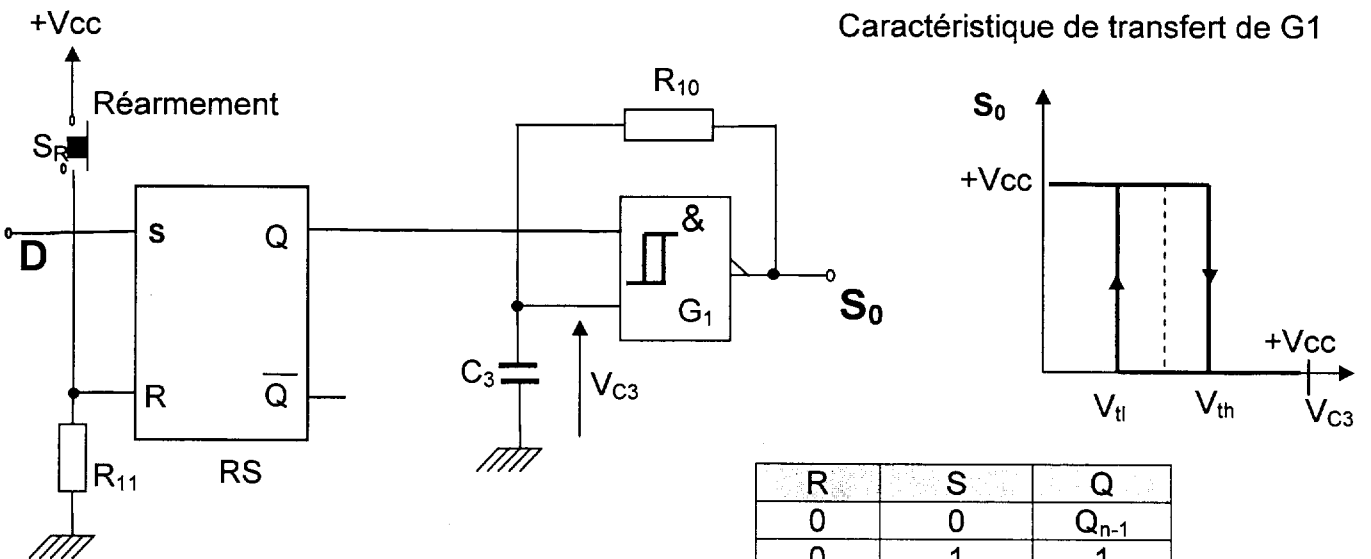


Schéma 2 : génération de l'alarme

R	S	Q
0	0	Q_{n-1}
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Table de vérité de D1
 Q_{n-1} = état précédent de Q

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.

Repère MEE5TAA/EL SESSION 2007
Page : 4/11

Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT REPONSE 1

A RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE (MEME VIERGE)

Tableau 1 (questions 1.5, 1.6.4)

V_{BC}	0	2	0
S_T	Ouvert	Ouvert	Fermé
Etat de Dz_3	Non conducteur	Non conducteur	Conducteur
v^+ (V)			
v^- (V)	1		
v_D (V)			
Q_1			

Pour Q_1 on précisera Bloqué ou Saturé.

Tableau 2 (question 2.1)

S_R	Ouvert	Ouvert	Fermé
D	0	1	1
R			
Q	0		

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)*

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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

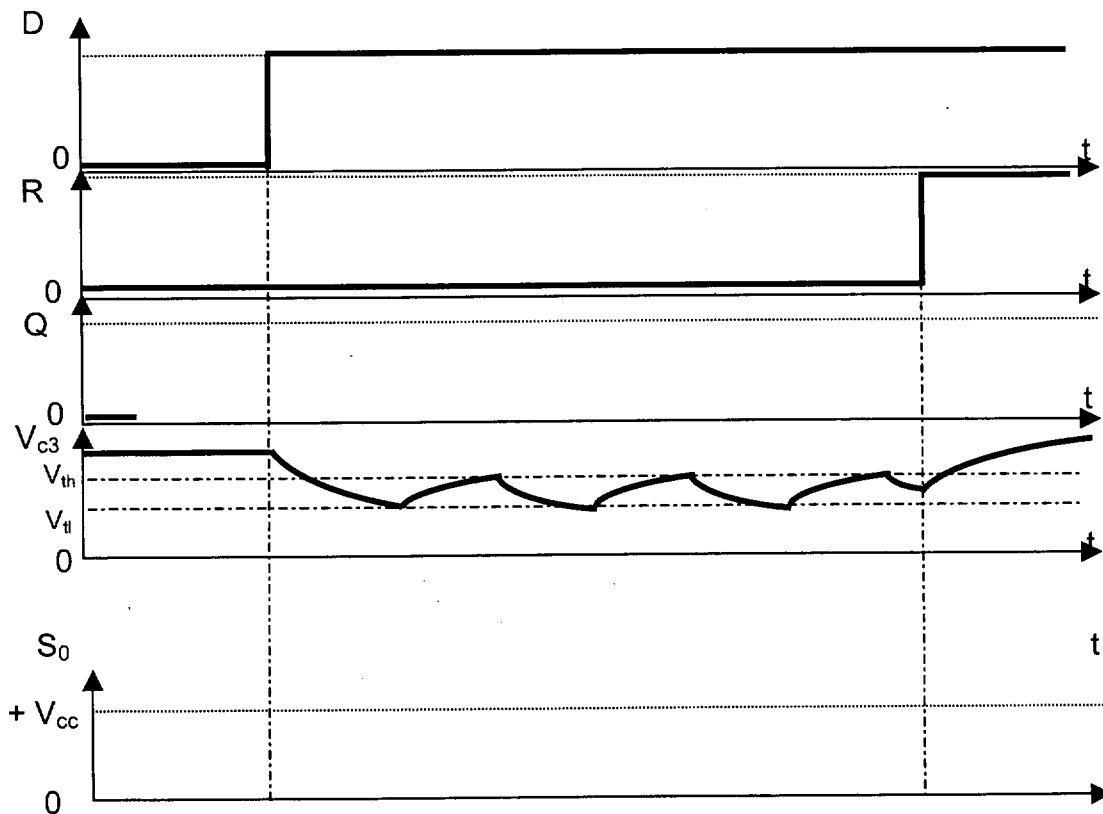
Repère MEE5TAA/EL SESSION 2007
Page : 5/11

Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 1 (SUITE)

A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE (MEME VIERGE)

Chronogrammes (question 2.2)

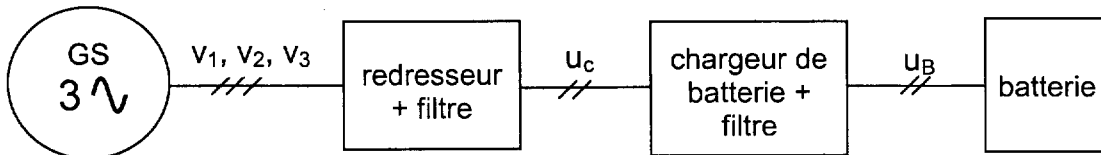


PROBLEME 2 – ELECTROTECHNIQUE (durée conseillée : 1 heure)

INTRODUCTION

A l'intérieur d'un avion, on envisage la chaîne suivante permettant la charge des batteries : alternateur triphasé, redresseur, chargeur de batterie, batterie.

Synoptique :



Caractéristiques des différents éléments :

Alternateur triphasé couplage étoile : 115 / 200 V, 40 kVA, 400 Hz, 12 000 tr.min⁻¹.

Redresseur : pont de Graetz triphasé à diodes.

Chargeur : convertisseur continu / continu.

Batterie : 43 Ah, 20 éléments Cd-Ni.

3 – ALTERNATEUR TRIPHASE

A l'aide des caractéristiques de l'alternateur :

3.1 - Calculer son nombre de pôles.

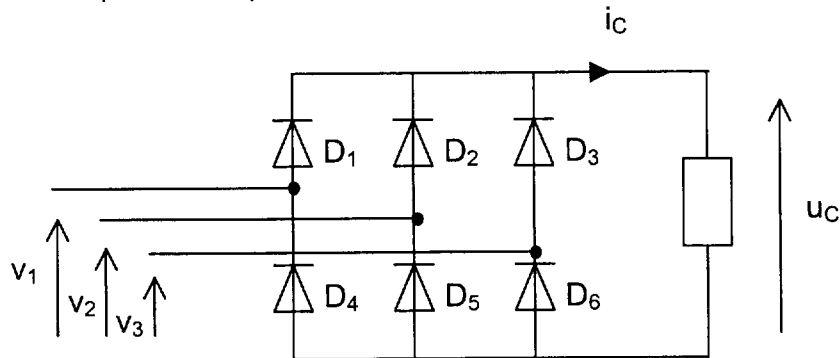
3.2 - Calculer l'intensité nominale I_n qu'il débite.

4 – REDRESSEUR TRIPHASE

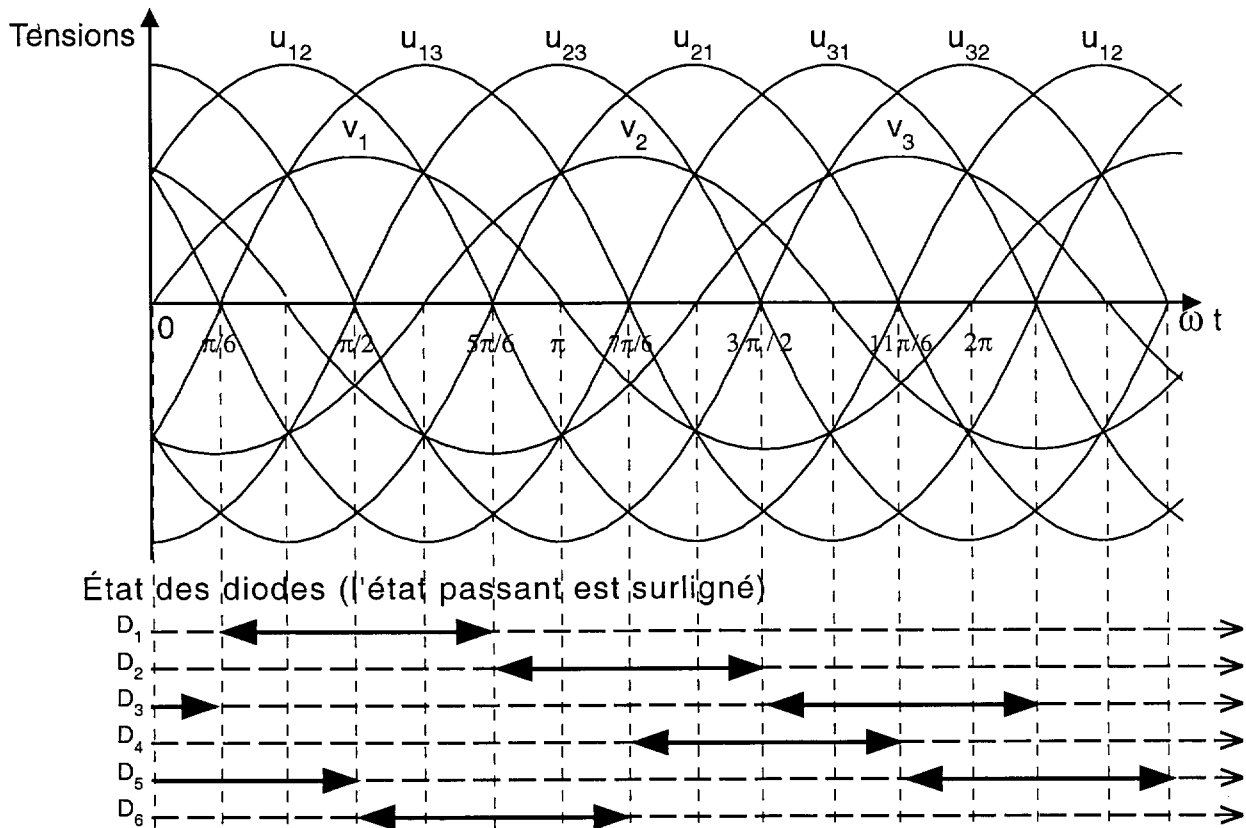
Il est alimenté par l'alternateur selon le schéma de principe suivant :

On suppose que les diodes sont parfaites. Leur modèle équivalent est :

- en mode passant : interrupteur fermé.
- en mode bloqué : interrupteur ouvert.



4.1 - On indique ci-dessous l'état passant des diodes.



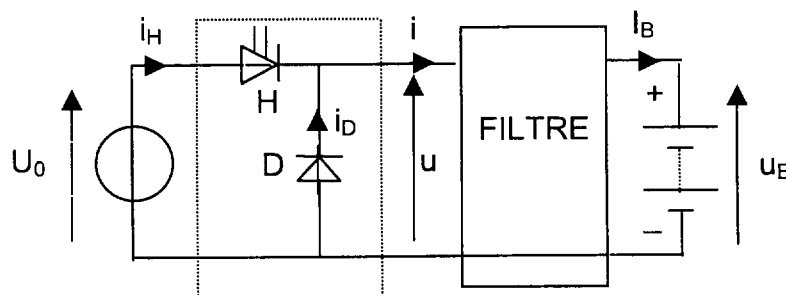
Compléter le **document-réponse 2** avec le modèle équivalent des diodes et donner l'expression de u_c pour chacun des intervalles envisagés.

4.2 - Tracer la tension u_c sur le **document réponse 3**.

4.3 - Sachant qu'après filtrage la tension continue disponible U_0 est égale à la valeur maximale de la tension redressée u_c , donner la valeur de U_0 .

5 – CHARGEUR DE BATTERIE

Il s'agit d'un convertisseur continu-continu pour lequel on adopte le schéma de principe suivant (la partie filtre ne sera pas étudiée) :



H est un interrupteur électronique commandé à la fermeture et à l'ouverture avec un rapport cyclique α . Les semi-conducteurs H et D sont supposés parfaits.

On rappelle la définition du rapport cyclique α : c'est le quotient $\frac{\text{durée de fermeture de H (t}_F\text{)}}{\text{période(T)}}$, soit $t_F = \alpha T$.

U_0 est une source de tension continue de valeur 280 V.

L'intensité du courant I_B est maintenue constante.

Le courant i est ininterrompu.

5.1 - Représenter sur le **document réponse 4** l'état des semi-conducteurs (passant ou bloqué) et l'allure de la tension u pendant une période pour $\alpha = 0,1$.

5.2 - On note $\langle u \rangle$, la valeur moyenne de u . Montrer que $\langle u \rangle = \alpha \cdot U_0$.

5.3 - Calculer $\langle u \rangle$.

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)

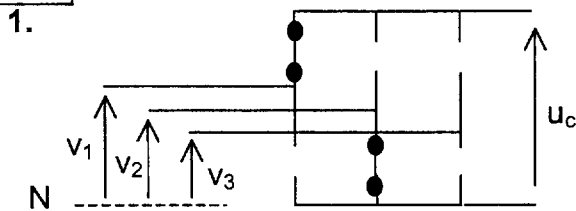
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère MEE5TAA/EL SESSION 2007
Page : 9/11

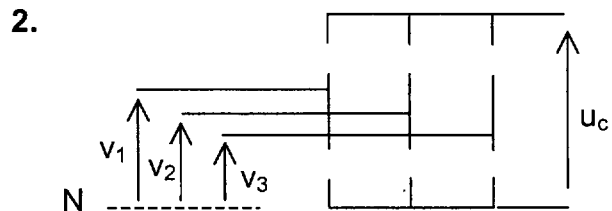
Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 2

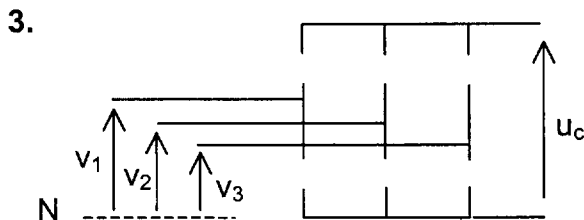
A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE (MEME VIERGE)



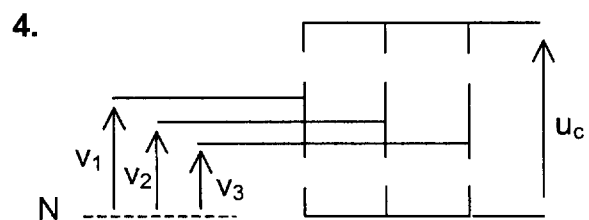
$$\frac{\pi}{6} < \theta < \frac{\pi}{2} : u_c = v_1 - v_2 = u_{12}$$



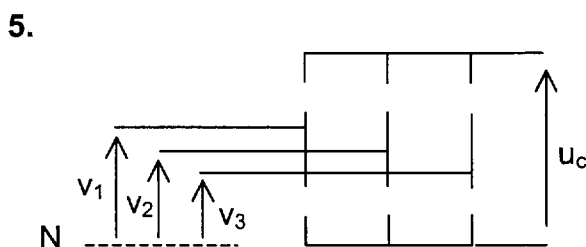
$$\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{5\pi}{6} : u_c =$$



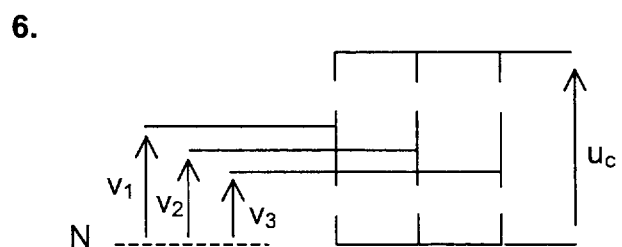
$$\frac{5\pi}{6} < \theta < \frac{7\pi}{6} : u_c =$$



$$\frac{7\pi}{6} < \theta < \frac{3\pi}{2} : u_c =$$



$$\frac{3\pi}{2} < \theta < \frac{11\pi}{6} : u_c =$$



$$\frac{11\pi}{6} < \theta < \frac{13\pi}{6} : u_c =$$

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)

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

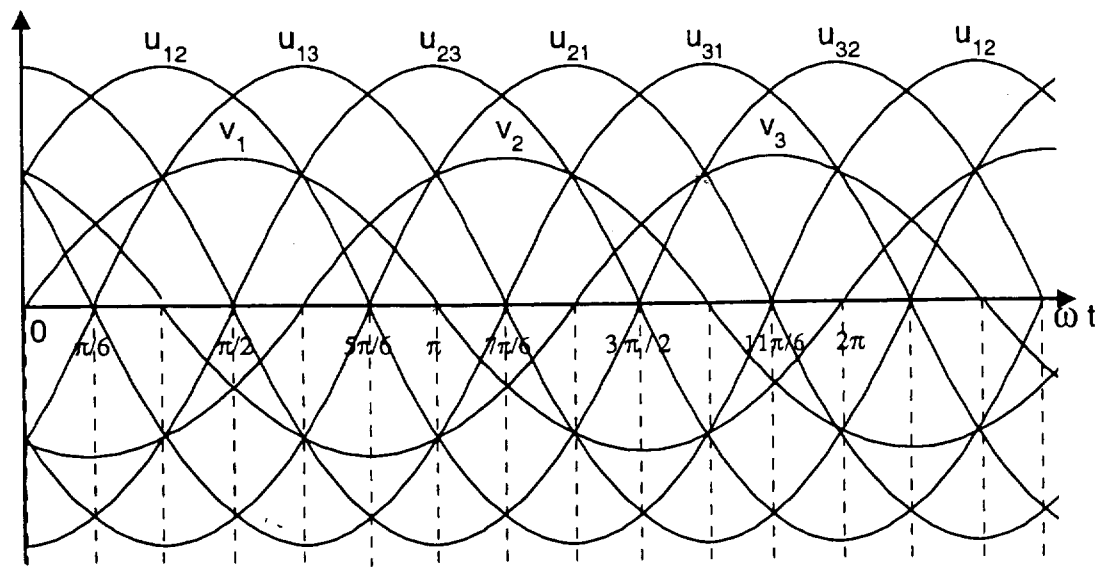
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère MEE5TAA/EL SESSION 2007
Page : 10/11

Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 3

A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE (MEME VIERGE)



DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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)

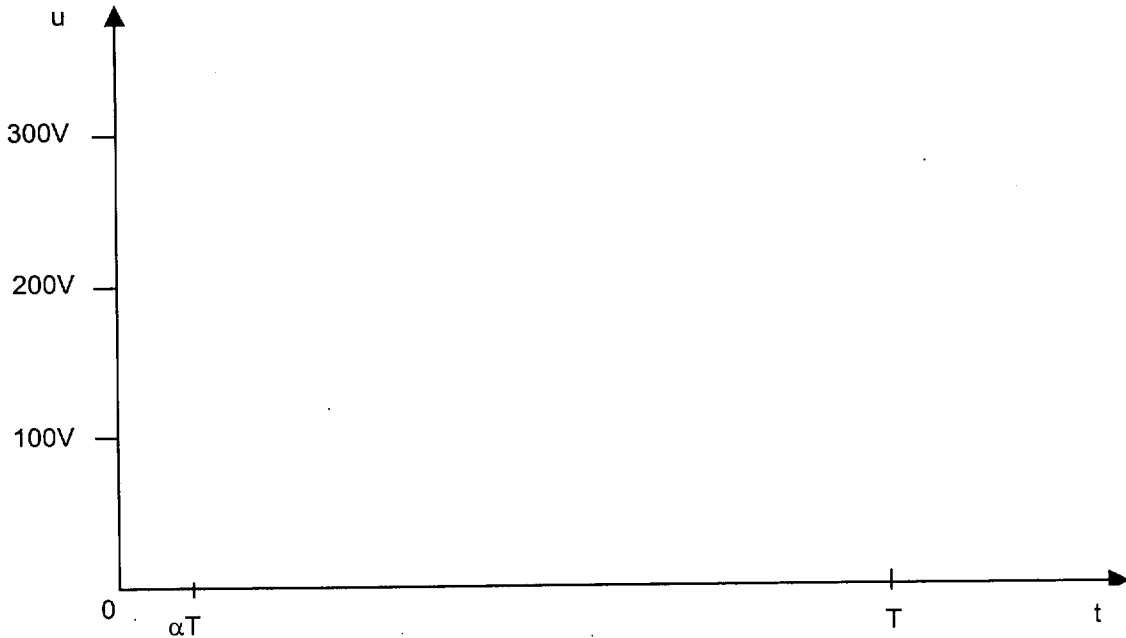
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère MEE5TAA/EL SESSION 2007
Page : 11/11

Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 4

A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE (MEME VIERGE)



Etat des semi-conducteurs

H				
D				