

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

~~~~~

**SESSION 2001**

~~~~~

TECHNOLOGIE APPLIQUEE A L'AERONEF ET MATHEMATIQUES
SERVO MECANISMES, INSTRUMENTS DE BORD ET RADIONAVIGATION

Durée : 2 h 00

Coefficient : 1

Académie :	Session :
Examen ou Concours	Série* :
Spécialité/option* :	Repère de l'épreuve :
Épreuve/sous-épreuve :	
NOM :	
<small>(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)</small>	
Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	<input type="text"/>

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

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

MEE5TAA/SV

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

~~~~~  
SESSION 2001  
~~~~~

TECHNOLOGIE APPLIQUEE A L'AERONEF ET MATHEMATIQUE S
SERVO MECANISMES, INSTRUMENTS DE BORD ET RADIONAVIGATION

Epreuve : **RADIONAVIGATION**

Durée conseillée : 1 h 00

Sujet de 8 pages

Les feuilles des pages 1/8 à 8/8 seront à rendre en fin d'épreuve

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

PROPAGATION DES ONDES (4 pts)

QUESTION N° 1 : (1 pt)

Cocher l'affirmation correcte adaptée à la gamme de fréquence VHF :

Réponse :

		Diffraction	Absorption	Longueur d'onde ou fréquence	Réflexion ionosphérique
A	<input type="checkbox"/>	Oui	Non	30 à 300 Mhz	Non
B	<input type="checkbox"/>	Non	Oui	1 à 10 m	Non
C	<input type="checkbox"/>	Oui	Non	10 à 100 km	Oui
D	<input type="checkbox"/>	Non	Oui	30 à 300 Mhz	Oui
E	<input type="checkbox"/>	Oui	Non	1 à 10 m	Non

QUESTION N° 2 : (3 pts)

Expliquer la dispersion :

Nota: Un croquis explicatif peut avantageusement illustrer l'explication.

Réponse :

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

MEE5TAA/SV

Réponse (suite) :

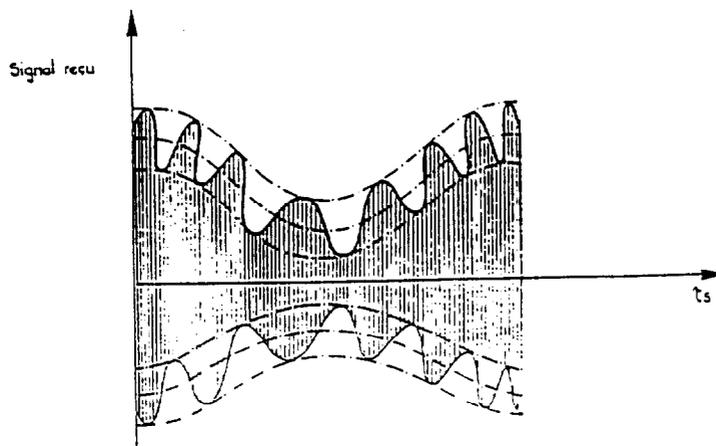
NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

RADIONAVIGATION (16 pts)

QUESTION N° 3 :

Le signal représenté ci-dessous provient d'une station de radionavigation:



1/ De quel type de station s'agit-il ? (1 pt)

Réponse :

2/ Dans quelle gamme de fréquence fonctionne t-elle ? (1 pt)

Réponse :

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

MEE5TAA/SV

3/ Expliquer précisément la nature des signaux qui composent le signal représenté. (3 pts)

Réponse :

4/ Dessiner un synoptique de base relatif à l'installation de bord qui exploite ce signal. (3 pts)

Réponse :

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

5/ Donner l'information de navigation qui résulte de la mesure de phase avant que cette dernière n'ai subi un déphasage de 180° ? (1pt)

Réponse :

QUESTION N° 4 :

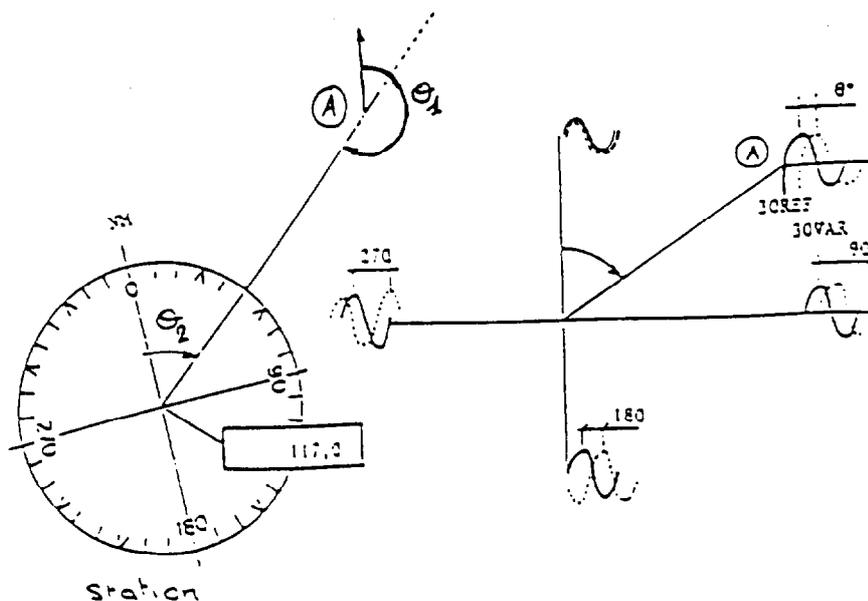
L'avion se trouve au point (A)

1/ Que lit-on sur le RMI ? (1 pt)

Réponse :

2/ Situer cette information sur le diagramme ci-dessous : (1 pt)

Réponse :



NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

MEE5TAA/SV

3/ Sur cette même figure, que représentent les angles notés θ_1 et θ_2 ?

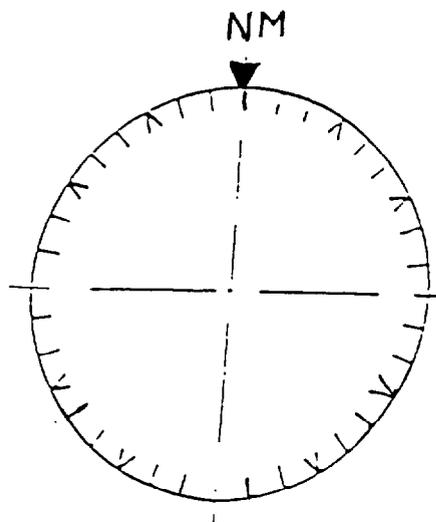
Puis donner une valeur à ces angles. (2 pts)

Réponse :

4/ En considérant la ligne de foi avion confondue avec la direction du nord magnétique .

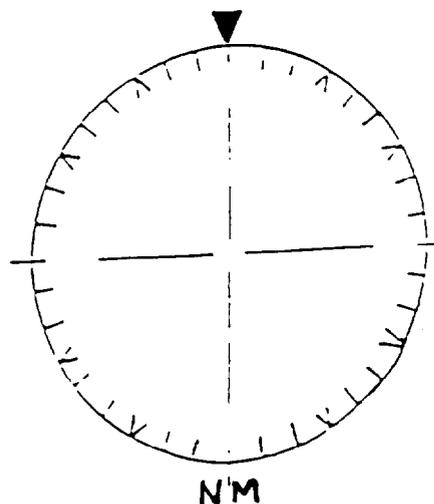
Représenter le RMI avec la rose des caps et l'aiguille VOR. Qu'indique l'aiguille VOR du RMI ? (1,5 pts)

Réponse :



5/ Même question qu'en 4/ si l'avion fait 180° . (1,5 pts)

Réponse :



Académie :	Session :
Examen ou Concours	Série* :
Spécialité/option* :	Repère de l'épreuve :
Épreuve/sous-épreuve :	
NOM :	
<small>(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)</small>	
Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	<input type="text"/>

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

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

MEE5TAA/SV

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

~~~~~

**SESSION 2001**

~~~~~

TECHNOLOGIE APPLIQUEE A L'AERONEF ET MATHEMATIQUES
SERVO MECANISMES, INSTRUMENTS DE BORD ET RADIONAVIGATION

Epreuve : **SERVO MECANISMES, INSTRUMENTS DE BORD**

Durée conseillée : 1 h 00

Sujet de 9 pages

Les feuilles des pages 1/9 à 9/9 seront à rendre en fin d'épreuve

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

QUESTION N° 1 (1 pt)

Alors que l'avion est en montée, le pilote automatique maintient une vitesse indiquée constante. Il y a givrage total de l'antenne Pitot. Cependant la prise statique n'est pas affectée et l'information fournie est correcte.

Si le pilote n'en est pas prévenu, dans un premier temps :

- A le variomètre va indiquer une valeur de plus en plus faible et l'assiette va diminuer,
- B les conséquences sont minimales puisque seul le Pitot est affecté ; l'anémomètre continue d'indiquer la vitesse qu'il indiquait au moment du givrage. Le givrage de la prise statique aurait eu des conséquences plus graves,
- C les indications du variomètre et de l'altimètre deviennent inutilisables,
- D le variomètre va indiquer une valeur de plus en plus forte et l'assiette va augmenter.

Cocher la ou les cases qui correspondent à la réponse correcte

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

MEE5TAA/SV

QUESTION N° 2 : (1,5 pts)

GYROSCOPE :

- 1) la vitesse de précession est d'autant plus forte que la vitesse de rotation du gyroscope est élevée,
- 2) la vitesse de précession est d'autant plus forte que la vitesse de rotation du gyroscope est plus faible,
- 3) la vitesse de précession est d'autant plus forte que le moment d'inertie est plus faible,
- 4) la vitesse de précession est d'autant plus forte que le moment d'inertie est plus élevé.

A : (1) et (2)	<input type="checkbox"/>	B : (1) et (4)	<input type="checkbox"/>	C : (2) et (4)	<input type="checkbox"/>	D : (2) et (3)	<input type="checkbox"/>
----------------	--------------------------	----------------	--------------------------	----------------	--------------------------	----------------	--------------------------

Cocher la ou les cases qui correspondent à la réponse correcte.

QUESTION N° 3 : (2,5 pts)

VANNE DE FLUX

Dans sa conception de base, une vanne de flux est composée d'une bobine de détection traversée par le champ magnétique terrestre et d'une bobine d'excitation.

Donner le principe de fonctionnement de la vanne de flux et le rôle de la bobine d'excitation.

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

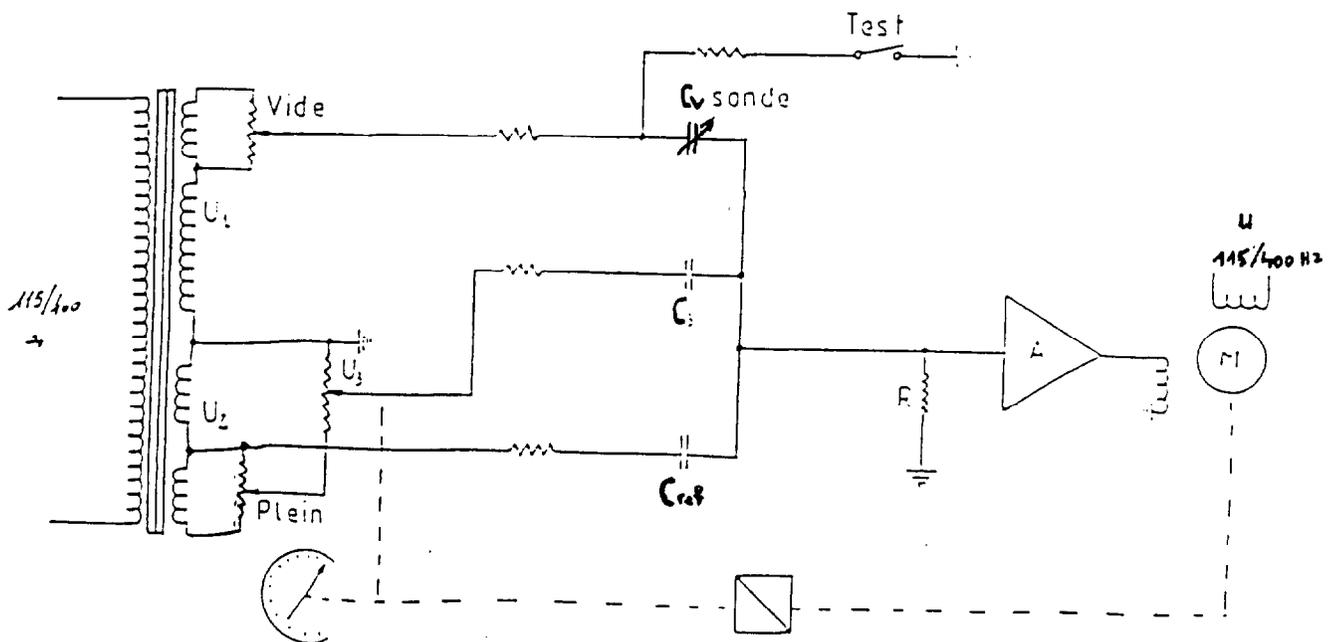
Réponse :

MEE5TAA/SV

INSTRUMENTS CONTROLE MOTEUR**QUESTION N° 1 : (5,5 pts)**

En vous servant de la figure suivante :

- Identifier cette installation (0,5 pt)
- Quel est le principe de l'élément C_v ? (1 pt)
- Quels sont les avantages de ce système et expliquer pourquoi (1,5 pts)
- La capacité de compensation n'est pas représentée. Placer cette capacité dans le circuit (0,5 pt)
- Expliquer le fonctionnement de cette chaîne si la quantité de carburant diminue. (2 pts)



NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

Réponse :

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

MEE5TAA/SV

PILOTE AUTOMATIQUE

QUESTION N° 1 : (1 pt)

En général, le pilote automatique s'effectue autour de trois axes, roulis, tangage, lacet. Une boucle d'asservissement permet d'embrayer le PA sans qu'aucun à-coup ne se produise. Indiquer le nom de la boucle permettant de réaliser ceci.

Réponse :

QUESTION N° 2 : (3 pts)

Pour chacune des chaînes du PA, la loi de pilotage est la relation entre l'ordre β élaboré par le calculateur et l'écart d'assiette (assiette désirée – assiette mesurée) à annuler.

De façon générale, le signal de sortie β est la somme de trois termes.

a - Citer les : (1,5 pts)

b – Quel est le rôle de chacun de ces termes .(1,5 pts)

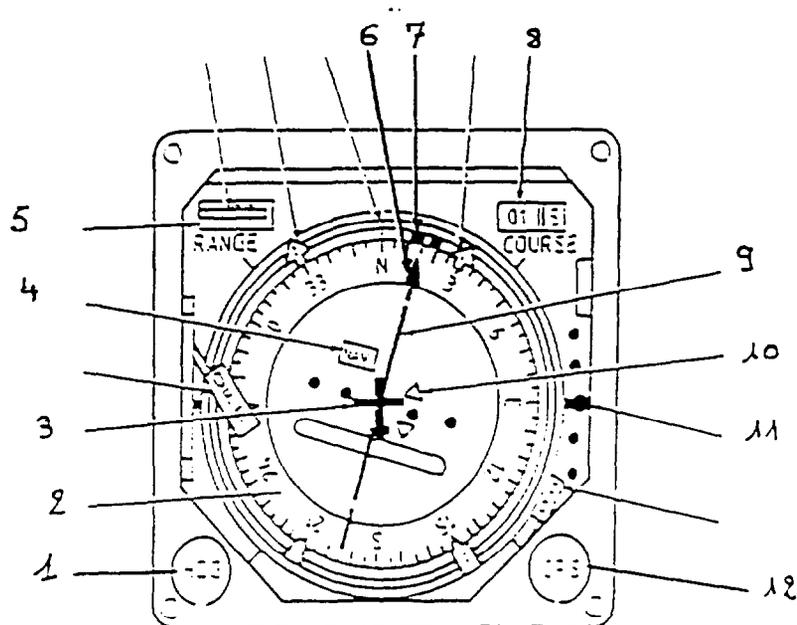
NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

DIRECTEUR DE VOL – INSTRUMENTS INTEGRES

QUESTION N° 1 : (3,5 pt)

a - Nommer l'instrument représenté ci- dessous (0,5 pt)



Réponse :

b – Les sélections et les informations fournies par cet équipement sont : (3 pts)

Réponse :

1 -

2 -

3 -

4 -

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

MEE5TAA/SV

5 -

6 -

7 -

8 -

9 -

10 -

11 -

12 -

QUESTION N° 2 : (2 pts)

On considère un instrument de type ADI (Attitude Director Indicator).

Citer les paramètres nécessaires à la chaîne de roulis permettant d'élaborer un signal destiné à la barre de commande verticale :

PROBLEME I : ELECTRONIQUE (durée conseillée : 1 heure)**Avertissement**

Dans les schémas les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits :

- Impédance d'entrée infinie (courant d'entrée nul).
- Impédance de sortie nulle
- Amplification différentielle infinie

et sont alimentés sous les tensions $+V_{CC}$ et $-V_{CC}$, avec $V_{CC} = 12V$
les tensions de saturation sont $\pm V_{SAT} = \pm 12V$

Dans les calculs, on notera $V+$ le potentiel de l'entrée non inverseuse et $V-$ celui de l'entrée inverseuse .

Bien qu'ayant un ordre lié au fonctionnement du système, les différentes parties peuvent être traitées séparément.

Introduction

Le système étudié est un détecteur de surchauffe (FODU) de câble d'alimentation (Overhead Detection Unit) de l'ATR :

Le système de câbles d'alimentation électrique à courant continu est constitué de deux conducteurs en aluminium nickelé montés en parallèle pour la voie de génération.

Le FODU est conçu pour fournir un signal d'alarme lorsque l'un des deux conducteurs s'ouvre.

Le FODU compare en permanence les signaux de température issus de deux sondes thermiques situées chacune sur un conducteur .

Une différence de température entre les deux sondes indique que les valeurs du courant traversant les conducteurs sont différentes.

Gamme de température de fonctionnement : $-15\text{ °C} < \theta < +70\text{ °C}$

Une alarme se déclenche s'il existe un écart de température de $+15\text{ °C}$ ou -15 °C entre les deux conducteurs.

Etude des capteurs de température

Les capteurs de températures utilisés sont des thermistances dont les caractéristiques sont les suivantes :

Température (°C)	-15	0	15	70
Résistance (Ω)	94,2	100,0	105,8	127,0

Si R_θ est la valeur de la résistance à θ °C et R_0 celle à 0 °C on a : $R_\theta = R_0 (1 + \alpha\theta)$

I.1 Préciser l'unité de α et calculer la valeur de α

I.2 Calculer la valeur R_{20} de R_θ à $\theta = + 20^\circ\text{C}$

Etude du pont de mesure (figure 1 page 4 / 9)

Le pont de mesure utilise les capteurs de température définis ci-dessus et notés R_{th1} et R_{th2} .

On donne : $V_{BC} = 12\text{ V}$ $R_1 = R_2 = 2,4\text{ k}\Omega$
 $\theta_1 =$ température de C
 $\theta_2 =$ température de R_{th2}

I.3 Exprimer V_A en fonction de R_1 , R_{th1} , V_{BC} ainsi que V_D en fonction de R_2 , R_{th2} , V_{BC} , puis en déduire l'expression de $V_{DA} = V_D - V_A$

Application Numérique : Remplir le tableau 1 de la feuille réponse 1 (page 5 / 9)

Amplificateur de différence (figure 2 page 4 / 9)

L'amplificateur opérationnel **MA1B** fonctionne en régime linéaire.

I.4.1 Montrer que l'expression de V_{S1} peut s'écrire : $V_{S1} = \frac{R_6}{R_5} (V_D - V_A)$

I.4.2 On donne $R_6 = 270\text{ k}\Omega$, calculer à partir de l'expression de V_{S1} , la valeur de R_5 permettant d'obtenir les valeurs de V_{S1} indiquées dans le tableau 1 page 5/9.

I.5 Compléter les **graphes** sur la feuille réponse 1 page 5/9, en traçant la tension V_{S1} en fonction de la tension V_{DA} et en précisant la valeur de V_{DA} qui donne l'apparition d'un défaut ($V_{S2} = 12\text{V}$). Quelle est la valeur limite maximale que peut présenter V_{S1} ?

Déclenchement de l'alarme (figure 4 page 4 / 9)

Le module " Détection des défauts" (figure 3) fournit deux tensions V_{S2} et V_{S3} telles que :

Si $|\theta_2 - \theta_1| < 15 \text{ }^\circ\text{C}$, alors $V_{S2} = 0\text{V}$, $V_{S3} = 0\text{V} \implies$ pas de défaut

Si $\theta_2 \geq \theta_1 + 15 \text{ }^\circ\text{C}$, alors $V_{S2} = 12\text{V}$, $V_{S3} = 0\text{V} \implies$ présence d'un défaut

Si $\theta_1 \geq \theta_2 + 15 \text{ }^\circ\text{C}$, alors $V_{S2} = 0\text{V}$, $V_{S3} = 12\text{V} \implies$ présence d'un défaut

Une alarme doit être activée lorsque la valeur absolue de la différence de température entre les deux conducteurs est supérieure ou égale à 15°C , donc lorsque la tension V_{S5} est égale à $+12\text{V}$.

On donne : $V_M = 6\text{V}$

$C_5 = 1\mu\text{F}$

$R_{25} = 470\text{ k}\Omega$

I.6 Quelle est la constante de temps du circuit constitué par R_{25} et C_5 ?

I.7 Compléter le **chronogramme 2** de la feuille réponse 2 page 6/9

I.8 Quel est le délai $\Delta t = t_2 - t_1$, entre l'instant t_1 de l'apparition d'un défaut ($V_{S2}=+12\text{V}$) et l'instant t_2 du déclenchement de l'alarme ($V_{S5} = +12\text{V}$) ?

Rappel :

La tension v_c aux bornes d'un condensateur initialement déchargé, en série avec une résistance soumis à une tension continue E , évolue en fonction du temps suivant la relation :

$$v_c = E (1 - e^{-t/RC})$$

Figure 1

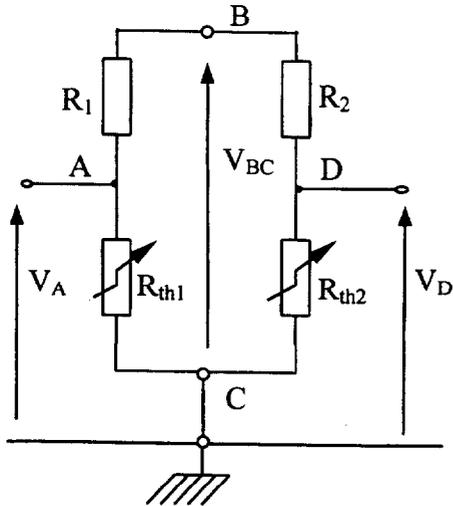


Figure 2

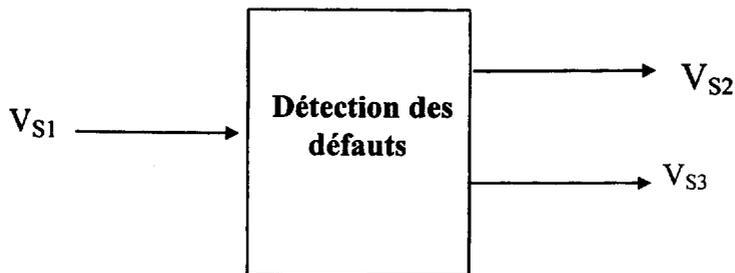
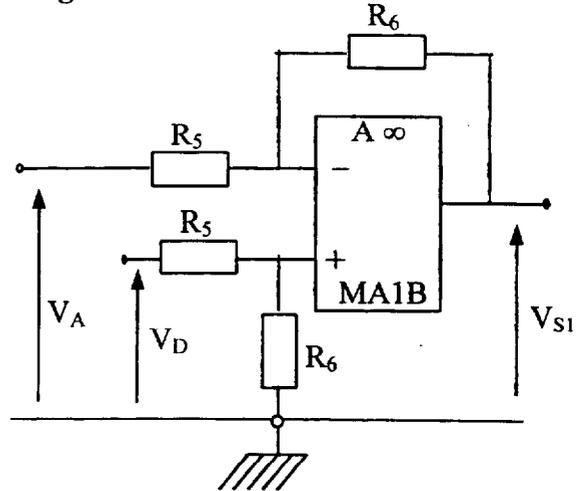


Figure 3

Les diodes D_1 et D_2 sont supposées parfaites

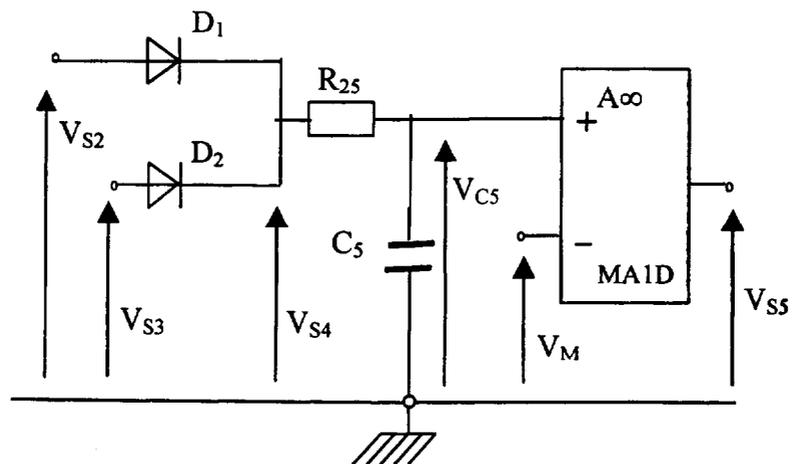


Figure 4

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)

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

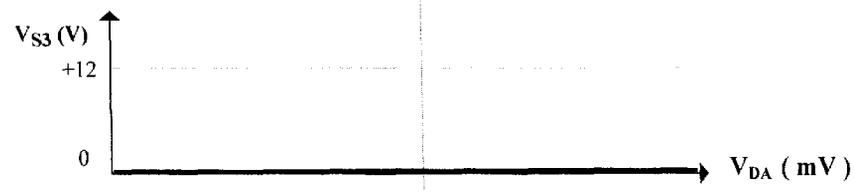
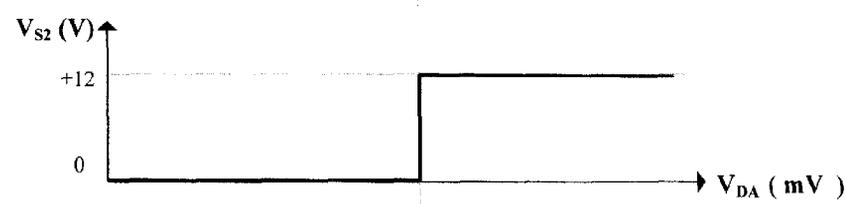
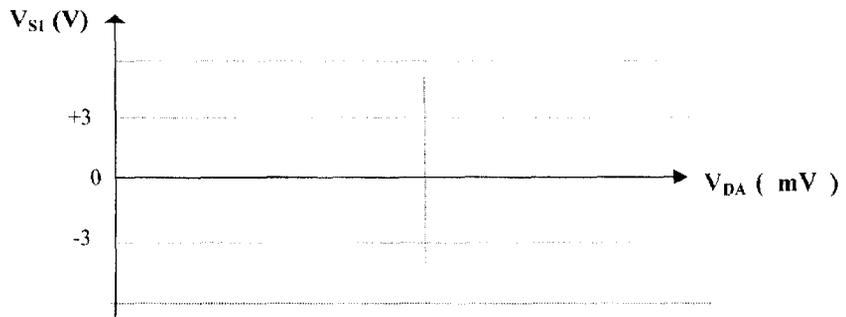
NE RIEN ÉCRIRE

Repère : MEE5TAA/EL Session : 2001
 Coefficient : 1 EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES Durée : 2 H

FEUILLE - REPONSE 1 (à rendre avec la copie)

TABLEAU 1 :

θ_1 (°C)	0	0	+15
θ_2 (°C)	0	+15	0
$\theta_2 - \theta_1$			
V_A (V)			
V_D (V)			
V_{DA} (V) = $V_D - V_A$			
V_{S1} (V)	0	3	-3



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.

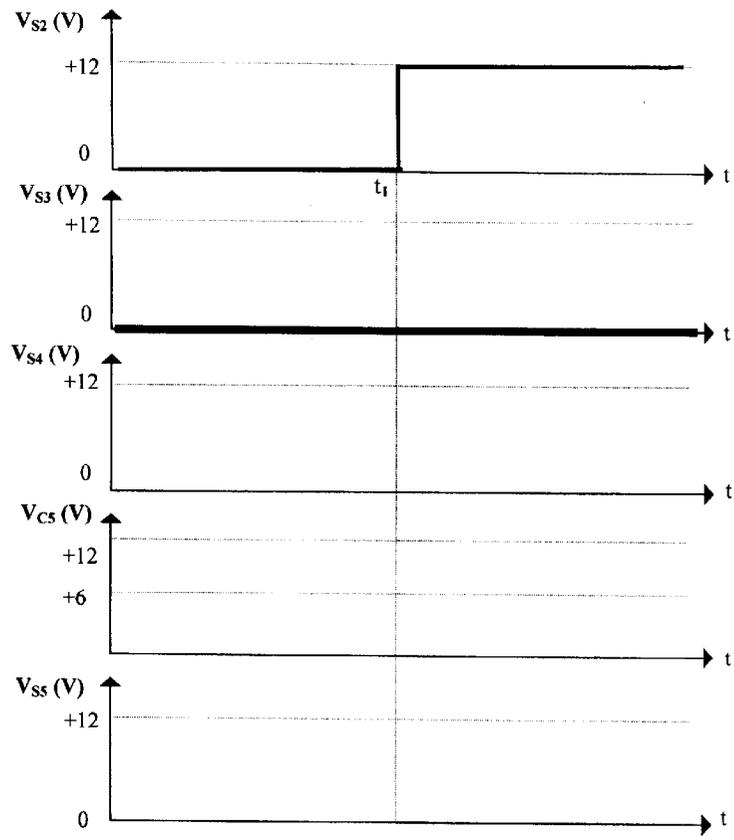
Repère : MEE5TAA/EL
 Coefficient : 1

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Session : 2001
 Durée : 2 H

FEUILLE REPONSE 2 (à rendre avec la copie)

Chronogramme 2 :



PROBLEME II : ELECTROTECHNIQUE (durée conseillée : 1 heure)

Dans certains avions (de type ATR par exemple), les moteurs thermiques sont accouplés à une machine à courant continu. Cette machine assure deux fonctions :

- la fonction de démarreur : la machine à courant continu entraîne le moteur pour le démarrer et lui fournit une aide jusqu'à ce qu'il ait atteint sa vitesse d'autonomie ;
- la fonction de générateur : le moteur de l'avion entraîne la machine à courant continu qui fonctionne en générateur, constituant ainsi une des sources du réseau continu de l'appareil.

On parle alors de générateur-démarrreur et on étudie quelques propriétés de la machine en fonctionnement générateur.

Sa plaque signalétique porte les indications suivantes:

$$U_N = 30V \quad I_N = 400A \quad P_N = 12kW$$

Des mesures ont permis de déterminer :

$$\text{Résistance de l'induit: } R = 0,01\Omega$$

$$\text{Résistance de l'inducteur: } r = 2\Omega$$

Préliminaire

La machine étant supposée non saturée, la force électromotrice E se met sous la forme:

$$E = k \cdot I_e \cdot n \quad \text{avec : } I_e = \text{intensité du courant d'excitation} \\ n = \text{fréquence de rotation en tr/min.}$$

Pour toute la suite on prendra: $k = 0,52 \cdot 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{min} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{A}^{-1}$.

II.1 Fonctionnement en générateur (figure 1)

Pour l'ensemble de ce paragraphe, la machine débite son intensité nominale $I_N = 400A$ sous une tension $U = 28V$

II.1.1 Calculer la f.é.m. E de la machine correspondant à ce fonctionnement.

II.1.2 Ce fonctionnement peut être obtenu avec les deux fréquences de rotation $n_1 = 7800 \text{ tr/min}$ et $n_2 = 12000 \text{ tr/min}$.

Calculer les valeurs correspondantes des intensités I_{e1} et I_{e2} du courant d'excitation, puis celles des tensions U_{e1} et U_{e2} aux bornes de l'inducteur.

II.2. Alimentation de l'inducteur (figure 2)

L'inducteur est alimenté par un convertisseur statique continu-continu qui permet de réguler la tension fournie par le générateur à la valeur $U = 28V$ en agissant sur la valeur de I_e lorsque la vitesse du moteur d'entraînement varie.

II.2.1. Compléter pour $V = V_1$ le document-réponse 3 (page 9/9) en représentant la tension $v_c(t)$ à la sortie du comparateur, l'état du transistor T et de la diode D sachant que le courant dans l'inducteur est continu, puis la tension $u_e(t)$ aux bornes de l'inducteur. Le transistor T et la diode D sont supposés idéaux.

II.2.2. Exprimer la valeur moyenne $\langle u_e \rangle$ de la tension $u_e(t)$ en fonction de U et du rapport cyclique α défini dans la figure 1 du document-réponse 3.

II.2.3. A cause de la valeur élevée de l'inductance du bobinage inducteur, l'intensité $i_e(t)$ du courant d'excitation peut être considérée comme constante et égale à sa valeur moyenne I_e .

Exprimer I_e en fonction de $\langle u_e \rangle$ et de r .

Calculer α pour $I_e = 7,9A$ et $U = 28V$.

II.2.4. Représenter sur le document-réponse 3 la tension aux bornes de l'inducteur $u_e(t)$ obtenue pour la valeur $V = V_2 > V_1$.

La tension V est une image de la fréquence de rotation n de la machine : comment évolue le rapport cyclique α lorsque n augmente ?

II.2.5. Expliquer alors qualitativement l'évolution des grandeurs suivantes lorsque la vitesse d'entraînement du générateur augmente: E , V , α , $\langle u_e \rangle$, I_e .

Quelle conséquence cette évolution de I_e a-t-elle sur celle de E ?

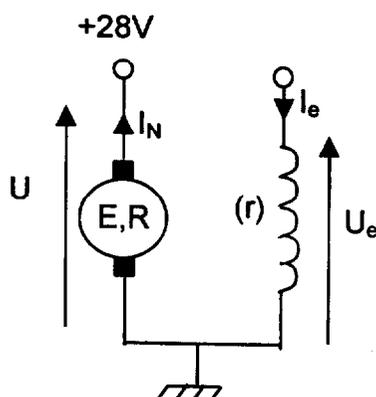


Figure 1

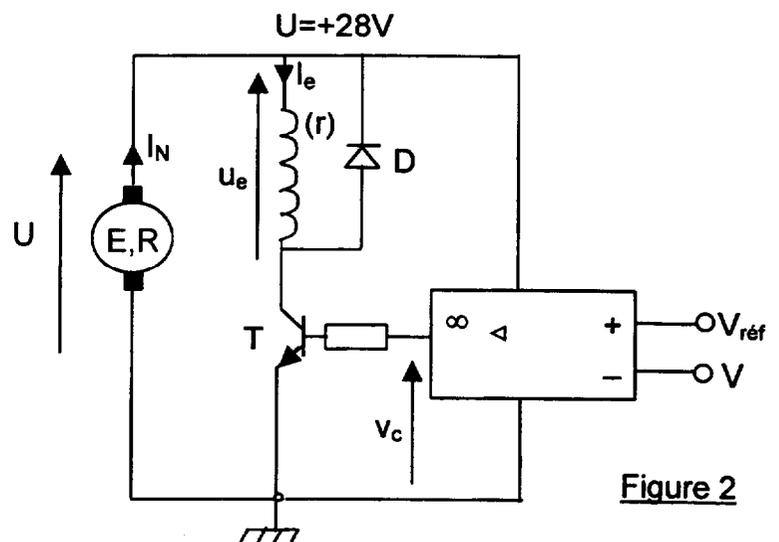


Figure 2

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

Coefficient : 1

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Session : 2001

Durée : 2 H

DOCUMENT- REponse 3 (à rendre avec la copie)

