

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

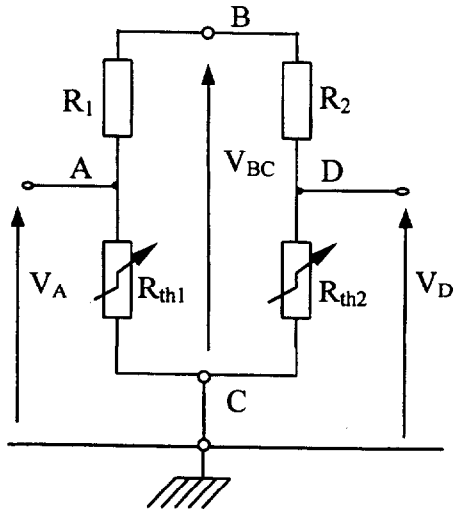


Figure 2

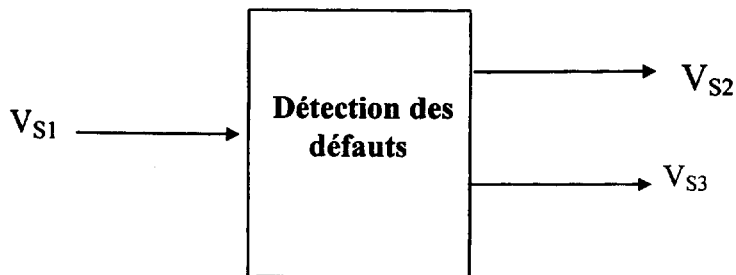
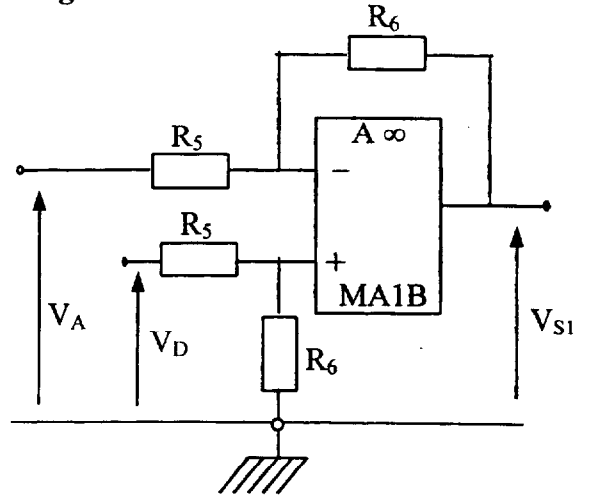


Figure 3

Les diodes D_1 et D_2 sont supposées parfaites

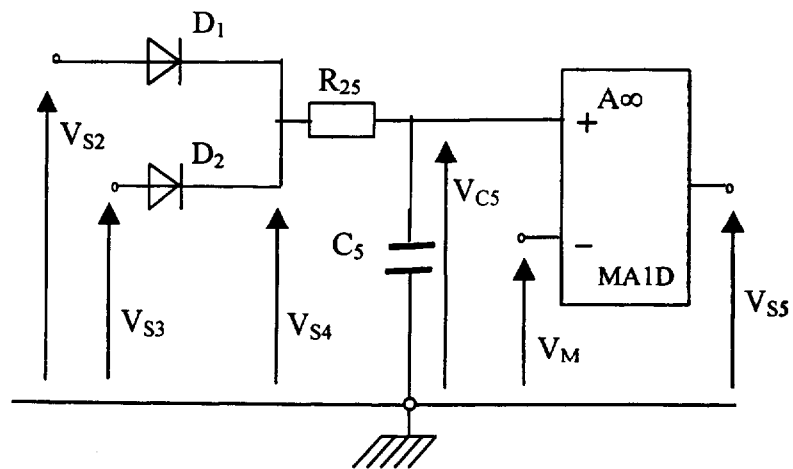


Figure 4

DANS CE CADRE

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)

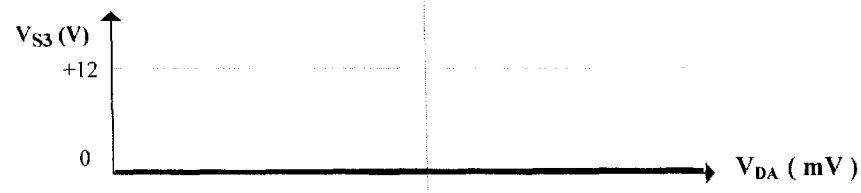
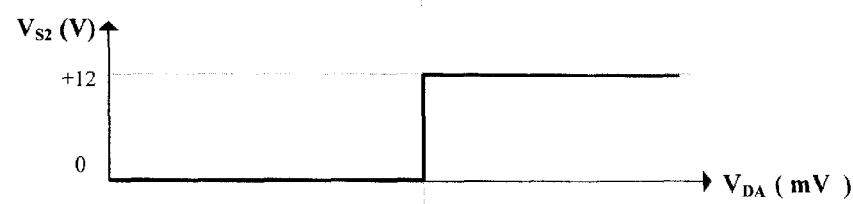
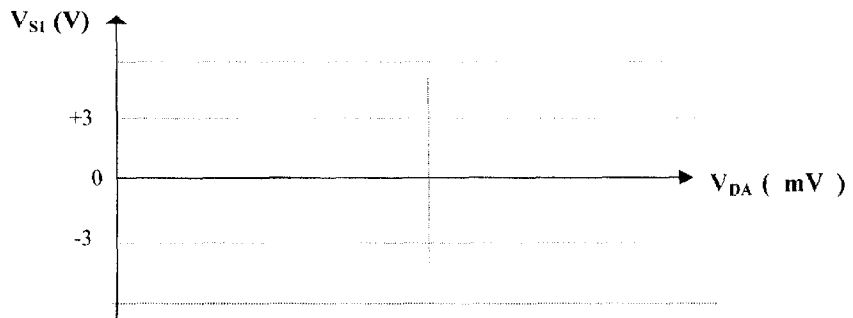
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : MEE5TAA/EL Session : 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

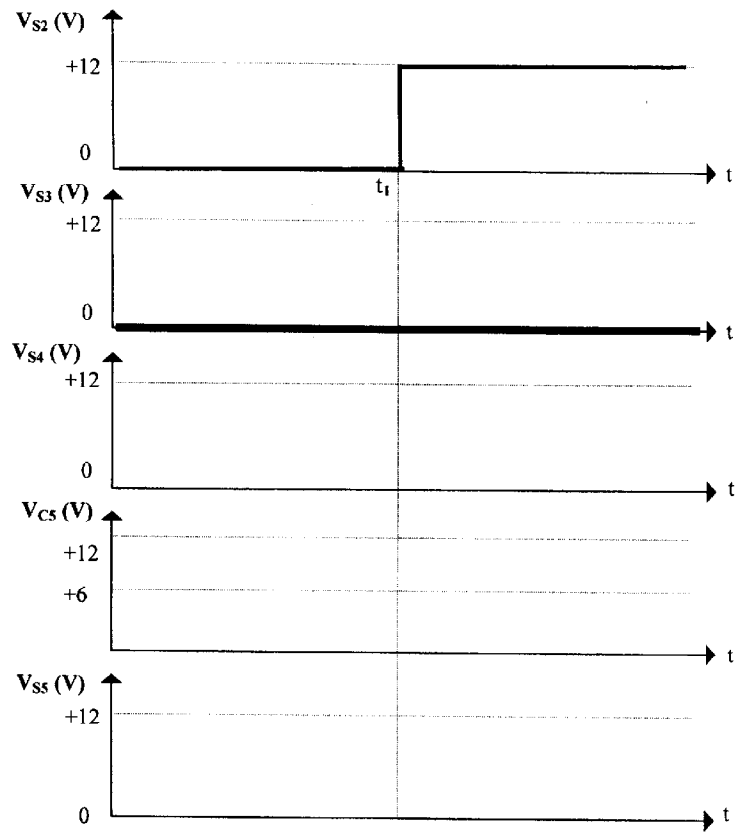
NE RIEN ÉCRIRE

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

Repère : MEE5TAA/EL Session : 2001
 Coefficient : 1 EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES 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 ?

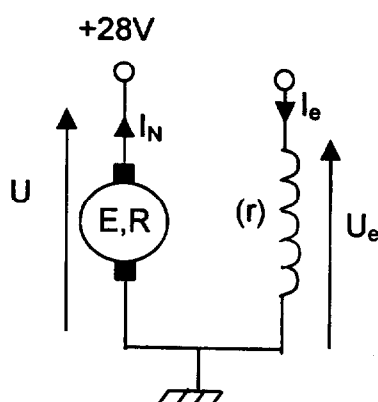


Figure 1

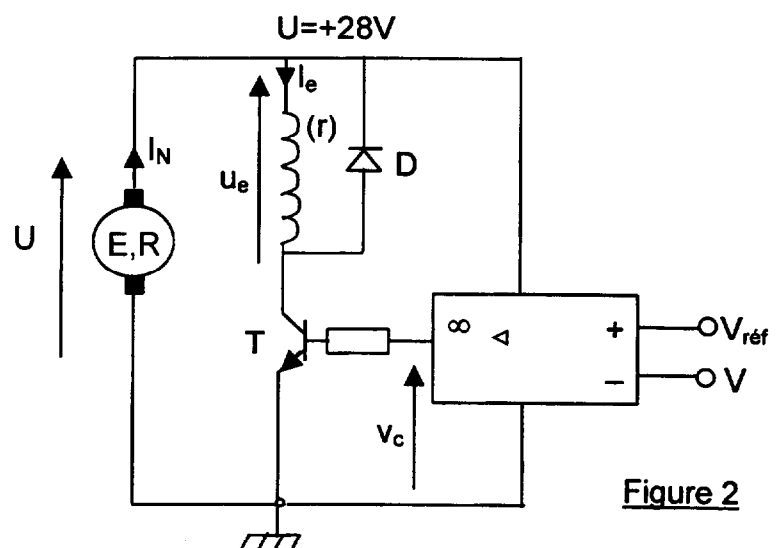


Figure 2

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.

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Repère : MEE5TAA/EL

Coefficient : 1

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Session : 2001

Durée : 2 H

DOCUMENT- REponse 3 (à rendre avec la copie)

