

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.*

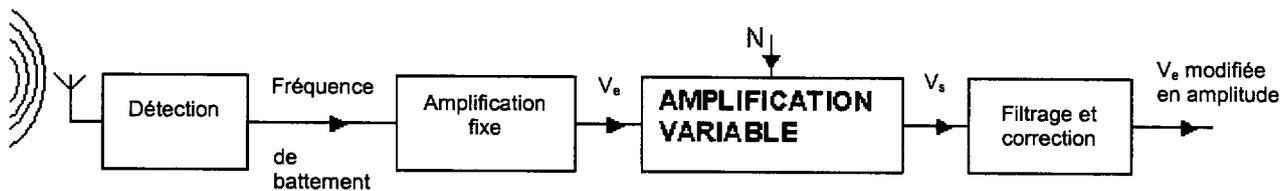
PROBLEME 1 - LE RADIOALTIMETRE

Les 3 premières parties peuvent être traitées indépendamment.

Présentation :

Lors de la phase d'atterrissage, l'utilisation de radars est systématique. Le radioaltimètre est un de ceux là. Il indique l'altitude de l'appareil par rapport au sol dans les phases d'approche et d'atterrissage. Le manque de visibilité en fait un partenaire privilégié du pilote automatique et du pilote.

Le schéma fonctionnel de l'étude proposée est le suivant :



L'amplitude du signal reçu varie avec l'altitude et les conditions de propagation. Pour conserver le niveau de tension constant à l'entrée du discriminateur non représenté dans l'étude, le constructeur a introduit la fonction « Amplification variable », objet de notre étude.

Données :

v_e : signal triangulaire de fréquence 25 kHz.

N : nombre décimal formé par les 8 bits g_7 à g_0 , g_0 étant le poids faible.

Dans les schémas, les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et sont alimentés entre $+V_{CC}$ et $-V_{CC}$, avec $V_{CC} = 12\text{ V}$. Les tensions de saturation sont $+V_{SAT} = +12\text{ V}$ et $-V_{SAT} = -12\text{ V}$. 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).

Le schéma structurel, de la partie amplification variable, est fourni en **annexe 1 page 5/11**.

1 - ETUDE DU CNA

1.1 - A l'aide des documents du constructeur fournis en **annexe2 page 6/11**, remplir les chronogrammes liés au circuit U_1 (40175) sur le **document réponse 1 page 7/11**.

1.2 - A l'aide du schéma structurel (**annexe 1 page 5/11**) et des documents constructeur fournis en **annexe 2 page 6/11**, déterminer le mode de fonctionnement (unipolaire ou bipolaire) du CNA U_3 (AD7524).

1.3 - Déterminer la valeur décimale de N , sachant que $N = 10000001$ en binaire.

1.4 - En déduire, pour cette valeur de N , que : $v_{s1} = -v_e \left(\frac{129}{256} \right)$.

1.5 - Justifier que la tension v_{s1} est en opposition de phase par rapport à la tension v_e .

Soit v_e , un signal triangulaire bidirectionnel de fréquence 25 kHz et d'amplitude crête 10 volts, représenté sur le **document réponse 2 page 8/11**.

1.6 - Compléter les chronogrammes de v_{s1} en concordance de temps avec v_e sur le **document réponse 2 page 8/11**, pour $N = 0$ puis pour $N = 128$ et pour $N = 255$.

2 - ETUDE DU FILTRE

Une cellule (C2-R2) filtre le signal v_{s1} , voir schéma structurel en **annexe 1 page 5/11**.

On se propose de faire l'étude de ce filtre en régime sinusoïdal et d'utiliser la notation complexe.

2.1 - Etablir la fonction de transfert complexe de cette cellule $\underline{T} = \frac{V_{S2}}{V_{S1}}$.

2.2 - Mettre \underline{T} sous la forme $\underline{T} = \frac{j\frac{\omega}{\omega_c}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$.

2.3 - Exprimer la fréquence particulière f_c de ce filtre en fonction de R2 et C2.

2.4 - Calculer la fréquence de coupure f_c , on rappelle que R2 = 10 kΩ et C2 = 10 nF.

2.5 - Tracer les diagrammes asymptotiques de gain et de phase (diagramme de BODE) sur le **document réponse 3 page 9/11**.

En réalité, la tension de sortie v_{s1} contient une composante continue (appelée tension d'offset) due à l'imperfection de l'amplificateur U4.

2.6 - Justifier que la structure de la cellule (C2-R2) supprime cette composante continue.

3 - ETUDE DU CORRECTEUR A AVANCE DE PHASE

Afin d'améliorer la stabilité du système, le constructeur préconise l'utilisation d'un correcteur à avance de phase. Voir **figure 1 de l'annexe 3 page 10/11**.

3.1 - Montrer que la fonction de transfert de ce filtre peut s'écrire sous la forme : $\frac{V_s}{V_{S2}} = \frac{1 + j\frac{\omega}{\omega_1}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_2}}$.

3.2 - Exprimer les grandeurs ω_1 et ω_2 en fonction des éléments du montage.

3.3 - Montrer, en faisant l'application numérique, que $f_1 \approx 15$ Hz et $f_2 \approx 30$ Hz. On rappelle que R3 = 51 kΩ, R4 = 51 kΩ et C3 = 100 nF.

3.4 - Tracer les diagrammes asymptotiques (BODE) de ce correcteur, sur le **document réponse 4 page 11/11**.

4 - ETUDE DU ROLE DU TRANSISTOR T1

Le constructeur propose une structure, qui en fonction de l'état du transistor T1 (bloqué ou saturé), assure une amplification suffisante. Voir **figure 2 de l'annexe 3 page 10/11**.

Afin d'assurer une stabilité satisfaisante du système, le constructeur préconise que pour une amplification d'environ 50, il faut s'assurer que l'avance de phase doit-être supérieure à 30°.

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

On suppose que le transistor T1 est saturé.

4.1 - Déterminer l'état logique de g_s qui permet la saturation du transistor T1.

4.2 - Montrer que la résistance R4 de la **figure 1** est équivalente à la l'association des résistances R41 et R42 en parallèle de la **figure 2**.

- 4.3 - Exprimer, alors les fréquences f_1 et f_2 , en fonction des éléments du montage de la **figure 2**.
- 4.4 - Montrer, en faisant l'application numérique, que $f_1 \approx 30$ Hz et $f_2 \approx 1960$ Hz. On rappelle que $R_3 = 51$ k Ω , $R_4 = 51$ k Ω et $C_3 = 100$ nF.
- 4.5 - Calculer l'amplification de la structure, pour une fréquence de v_{s2} égale à 25 kHz.
- 4.6 - Calculer la phase de la structure pour cette fréquence.
- 4.7 - En déduire que le système est stable.

On suppose que le transistor T1 est bloqué.

- 4.8 - Déterminer l'état logique de g_8 qui permet le blocage du transistor T1.
- 4.9 - En déduire que la résistance R_4 de la **figure 1** est équivalente à la résistance R_{41} de la **figure 2**.
- 4.10 - Exprimer, alors les fréquences f_1 et f_2 , en fonction des éléments du montage de la **figure 2**.
- 4.11 - Calculer les fréquences f_1 et f_2 . On rappelle que $R_3 = 51$ k Ω , $R_{41} = 51$ k Ω , $R_{42} = 825$ Ω et $C_3 = 100$ nF.
- 4.12 - Calculer l'amplification de la structure, pour une fréquence de v_{s2} égale à 25 kHz.
- 4.13 - Calculer la phase de la structure pour cette fréquence.

PROBLEME 2 - ETUDE D'UNE MACHINE SYNCHROME A POLES LISSES

Un alternateur triphasé couplé en étoile possède la plaque signalétique suivante :

100 kVA, 400 Hz, 115 V / 200 V

Notations utilisées :

- V : valeur efficace de la tension simple.
- V_0 : valeur efficace de la tension simple, à vide.
- V_n : valeur efficace de la tension simple, au point de fonctionnement nominal.
- U : valeur efficace de la tension composée.
- U_0 : valeur efficace de la tension composée, à vide.
- U_n : valeur efficace de la tension composée, au point de fonctionnement nominal.
- E : valeur efficace de la fem.
- E_0 : valeur efficace de la fem, à vide.
- E_n : valeur efficace de la fem, au point de fonctionnement nominal.
- I : valeur efficace du courant dans une phase.
- I_n : valeur efficace du courant dans une phase, au point de fonctionnement nominal.
- i_{ex} : valeur efficace du courant d'excitation.
- i_{exn} : valeur efficace du courant d'excitation, au point de fonctionnement nominal.

La résistance statorique est supposée négligeable.

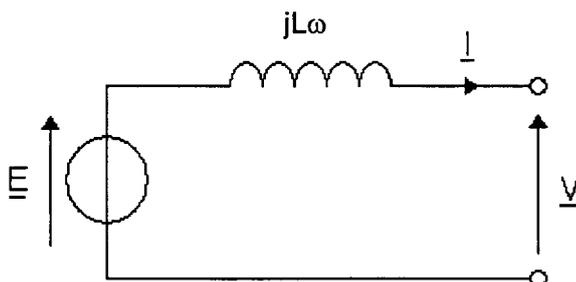
La caractéristique à vide, linéaire, passe par l'origine et le point ($U_0 = 191$ V, $i_{ex} = 40$ A).

La caractéristique de court-circuit passe par le point ($I_{cc} = 250$ A, $i_{ex} = 30$ A).

Ces deux caractéristiques ont été relevées à la vitesse nominale $N_n = 12000$ tr.min⁻¹.

- 1 - Quel est le nombre p de paire de pôles ?
- 2 - Quelle relation lie U à V ?
- 3 - Déterminer la valeur de la réactance synchrone $L\omega$.

Le schéma monophasé équivalent, ramené à une phase, est le suivant, en convention générateur :

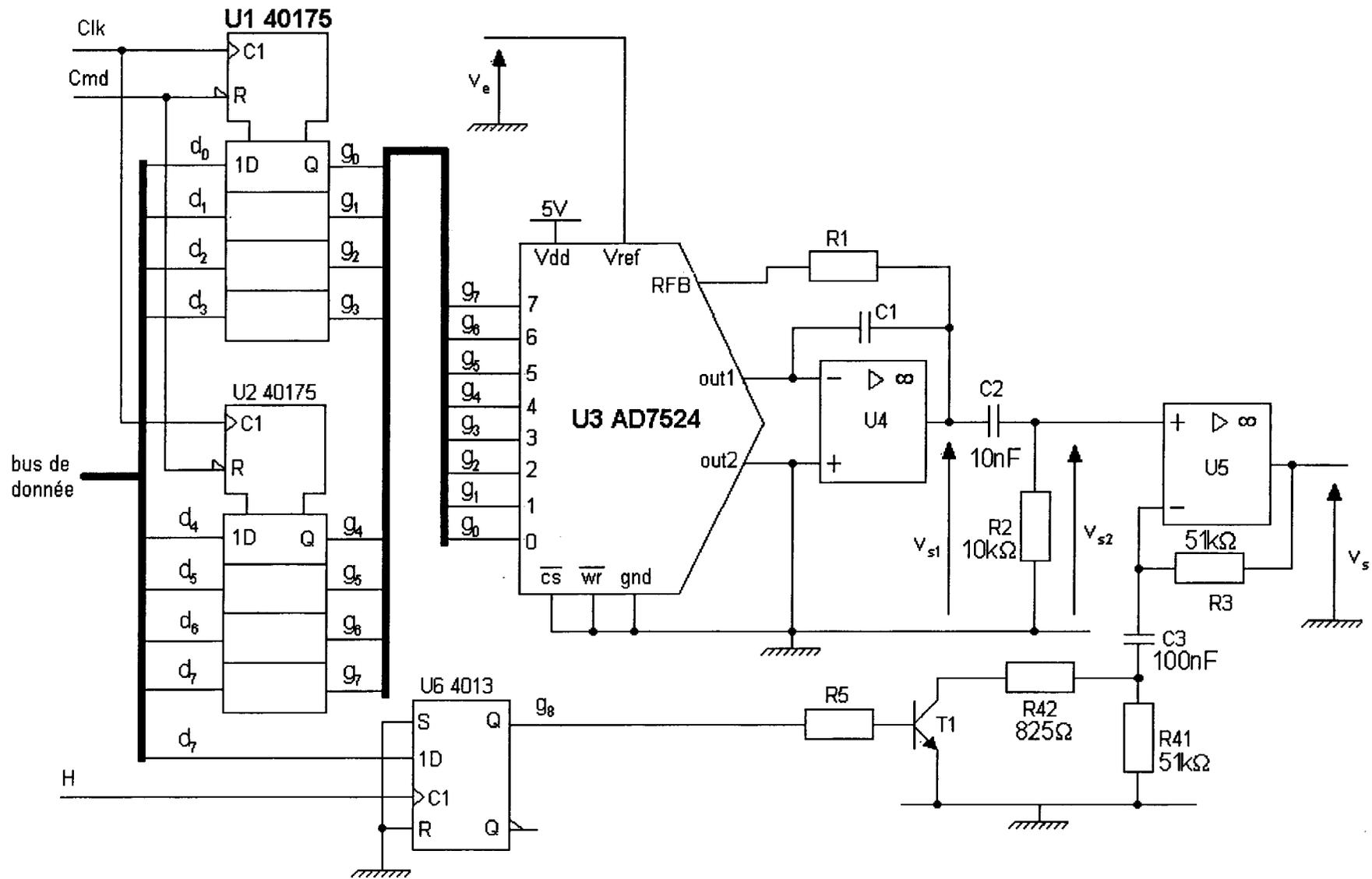


Pour la suite de l'exercice, on prendra $L\omega = 0,30 \Omega$.

- 4 - On suppose que l'alternateur alimente une charge purement résistive, esquisser le diagramme de Fresnel, en prenant la tension $v(t)$ comme référence.
- 5 - En déduire la relation mathématique, qui lie les valeurs efficaces V, E et $L\omega$.
- 6 - On désire déterminer la valeur du courant d'excitation i_{ex} pour son fonctionnement nominal.
 - 6.1 - Calculer la valeur efficace du courant nominal I_n .
 - 6.2 - En déduire la valeur de la f.e.m de l'alternateur E_n , pour ce fonctionnement.
 - 6.3 - En déduire la valeur du courant d'excitation i_{exn} .

ANNEXE 1

Schéma structurel de l'amplification variable



ANNEXE 2

Extrait des documents constructeurs du 40175 et AD7524

Le 40175 contient 4 bascules D synchrones identiques, à Reset prioritaire.

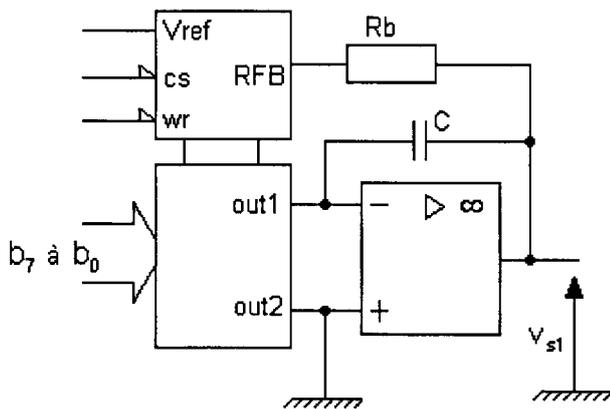
Voici la table de fonctionnement de l'une d'entre elle.

'0' : état bas
 '1' : état haut
 'x' entrée inactive
 '↑' : front montant

\bar{R}	C1	1D	Q
0	X	X	0
1	↑	0	0
1	↑	1	1

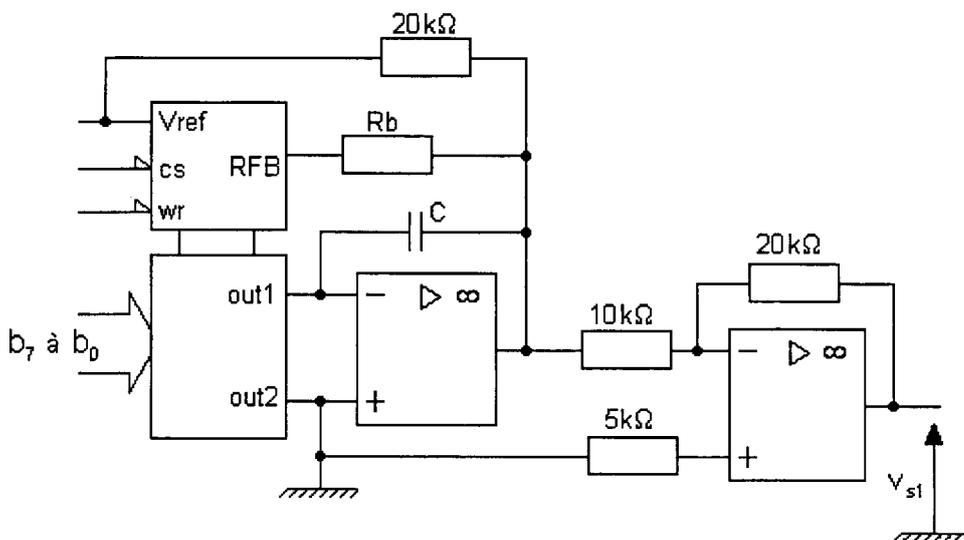
Le circuit AD7524 est un convertisseur numérique/analogique. Il permet la conversion d'une donnée numérique dans un de 2 modes analogiques suivant :

Figure1 : mode unipolaire



Code b_7 à b_0	Sortie v_{s1}
11111111	-vref (255/256)
10000001	-vref (129/256)
10000000	-vref/2
01111111	-vref (127/256)
00000001	-vref (1/256)
00000000	0

Figure 2 : mode bipolaire



Code b_7 à b_0	Sortie v_{s1}
11111111	vref (127/128)
10000001	vref (1/128)
10000000	0
1111111	-vref (1/128)
00000001	-vref (127/128)
00000000	-vref

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

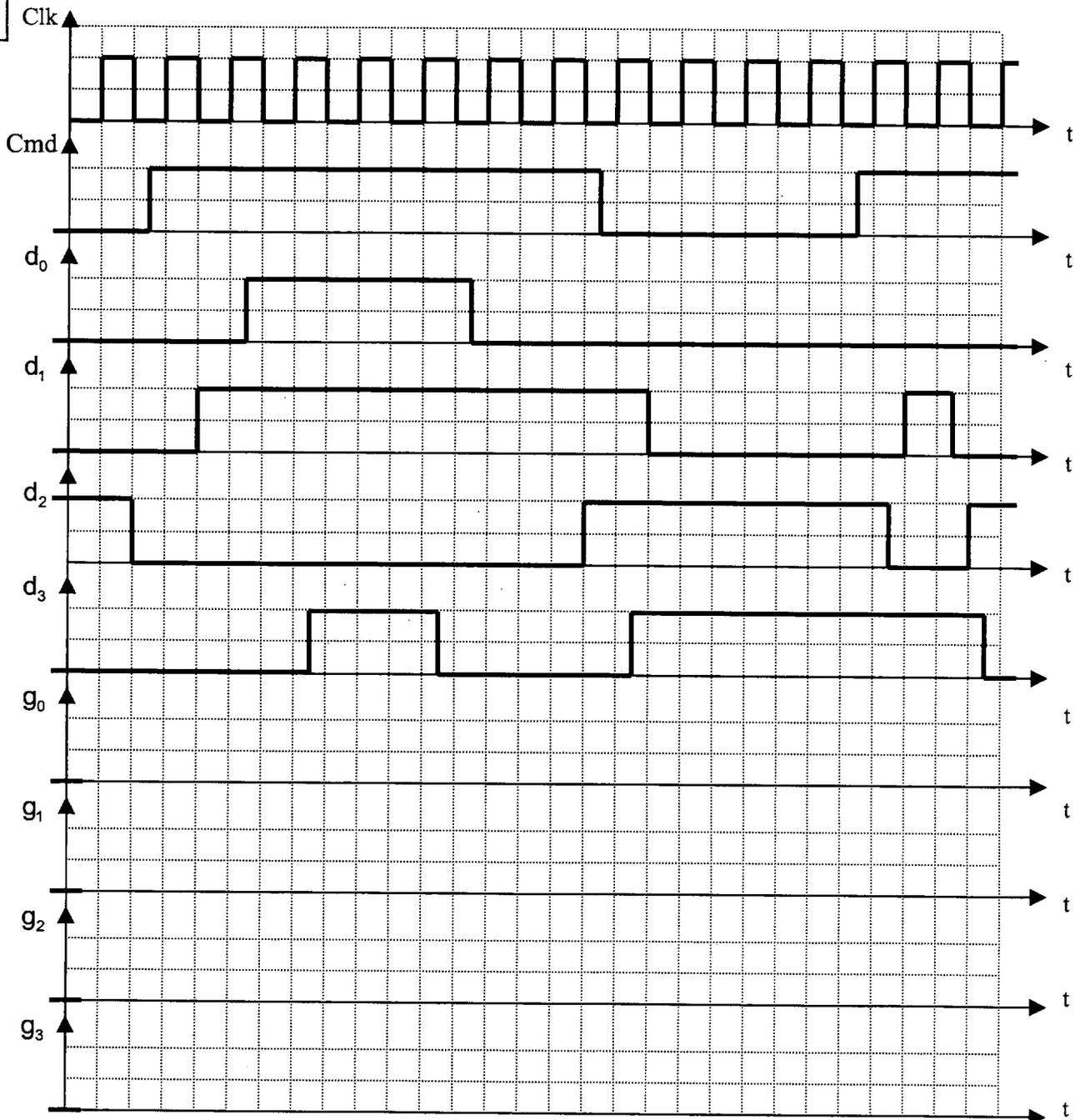
Académie : _____ Session : _____
Examen ou Concours _____ Série* : _____
Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____
Épreuve/sous-épreuve : _____
NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
Prénoms : _____ N° du candidat
Né(e) le : _____
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

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

Repère MEE5TAA/EL Session : 2005
Page : 7/11

Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 1
A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE



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 : 2005

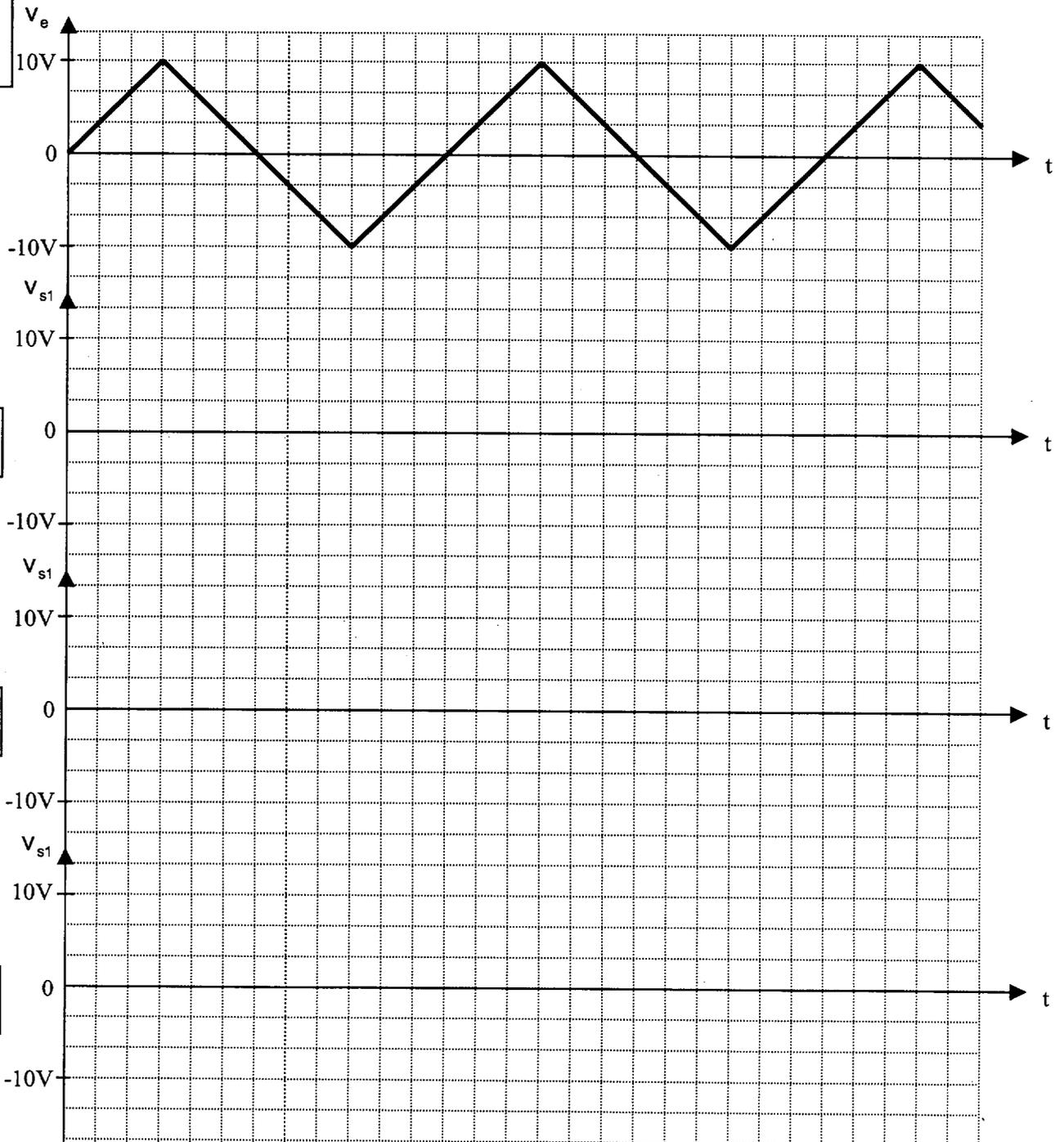
Page : 8/11

Durée : 2 H

Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 2

A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE



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.

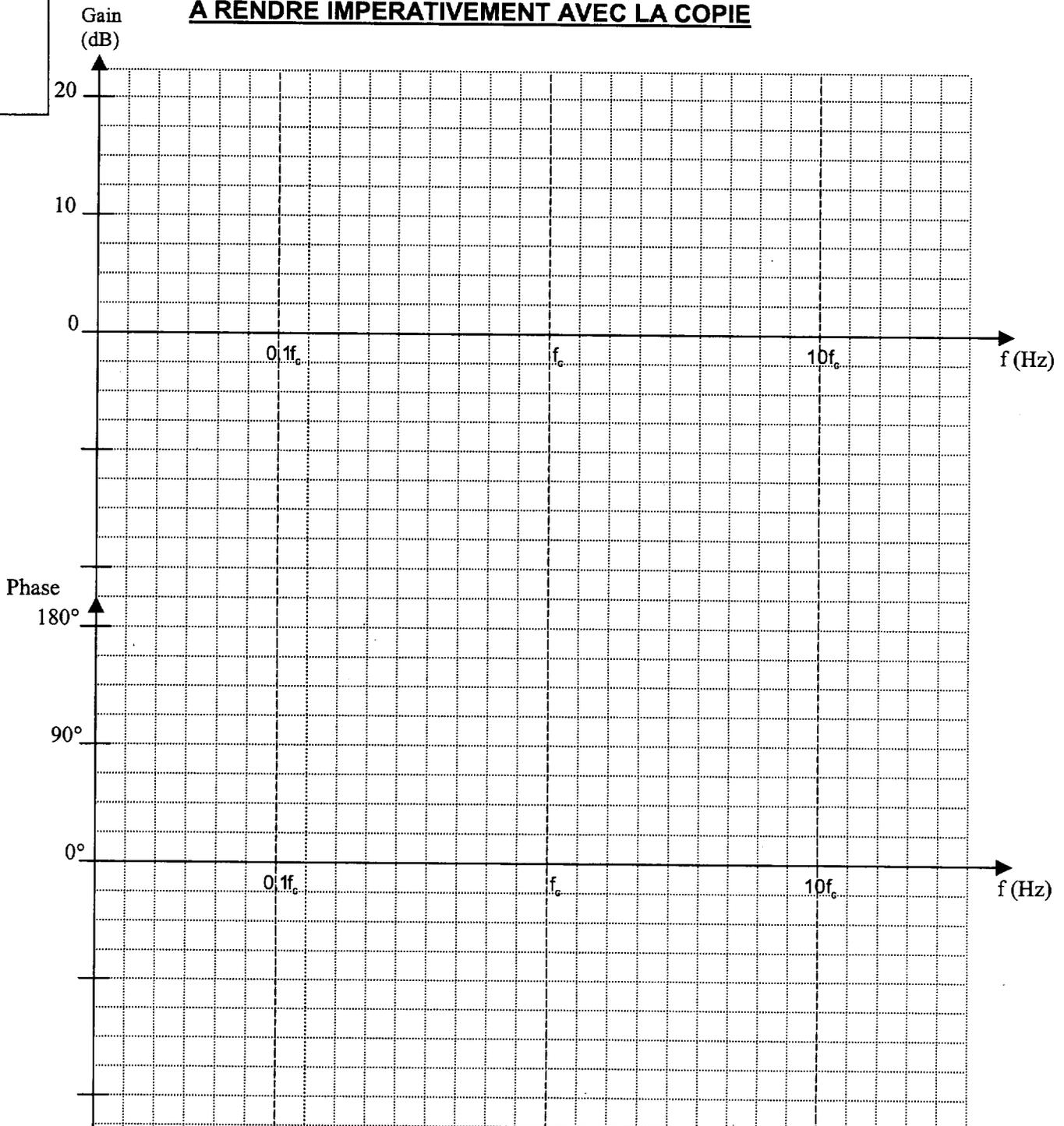
NE RIEN ÉCRIRE

Repère MEE5TAA/EL Session : 2005
Page : 9/11

Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 3

A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE



ANNEXE 3

Schémas du correcteur à avance de phase

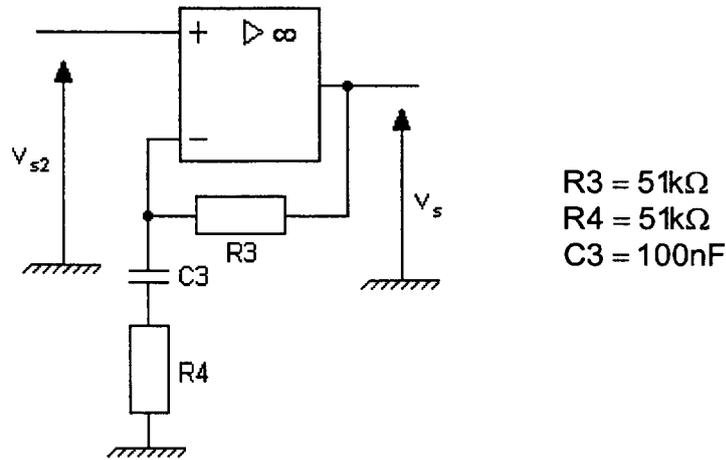


Figure 1

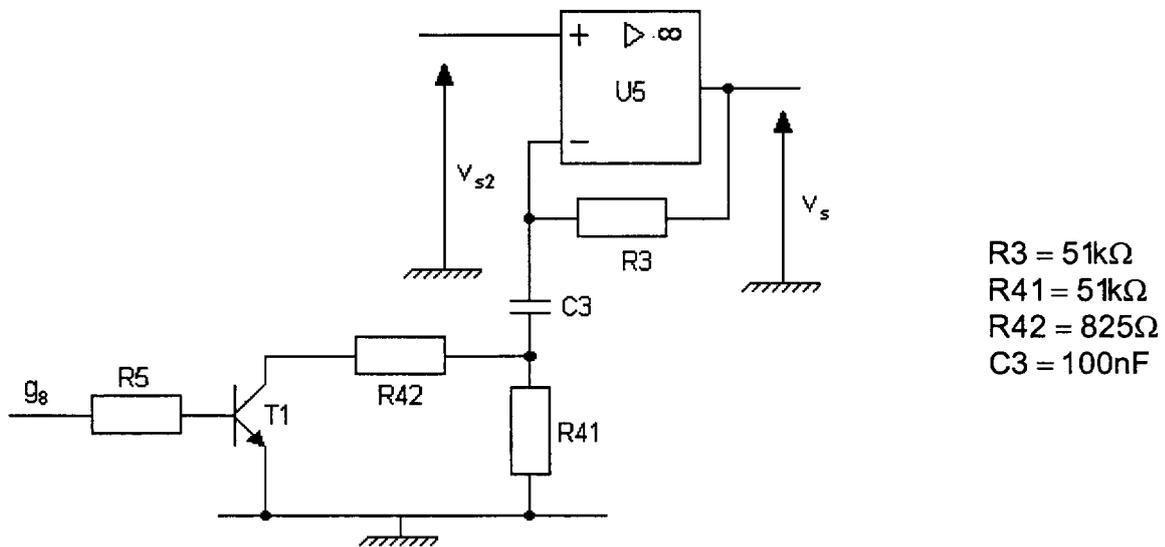


Figure 2

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.

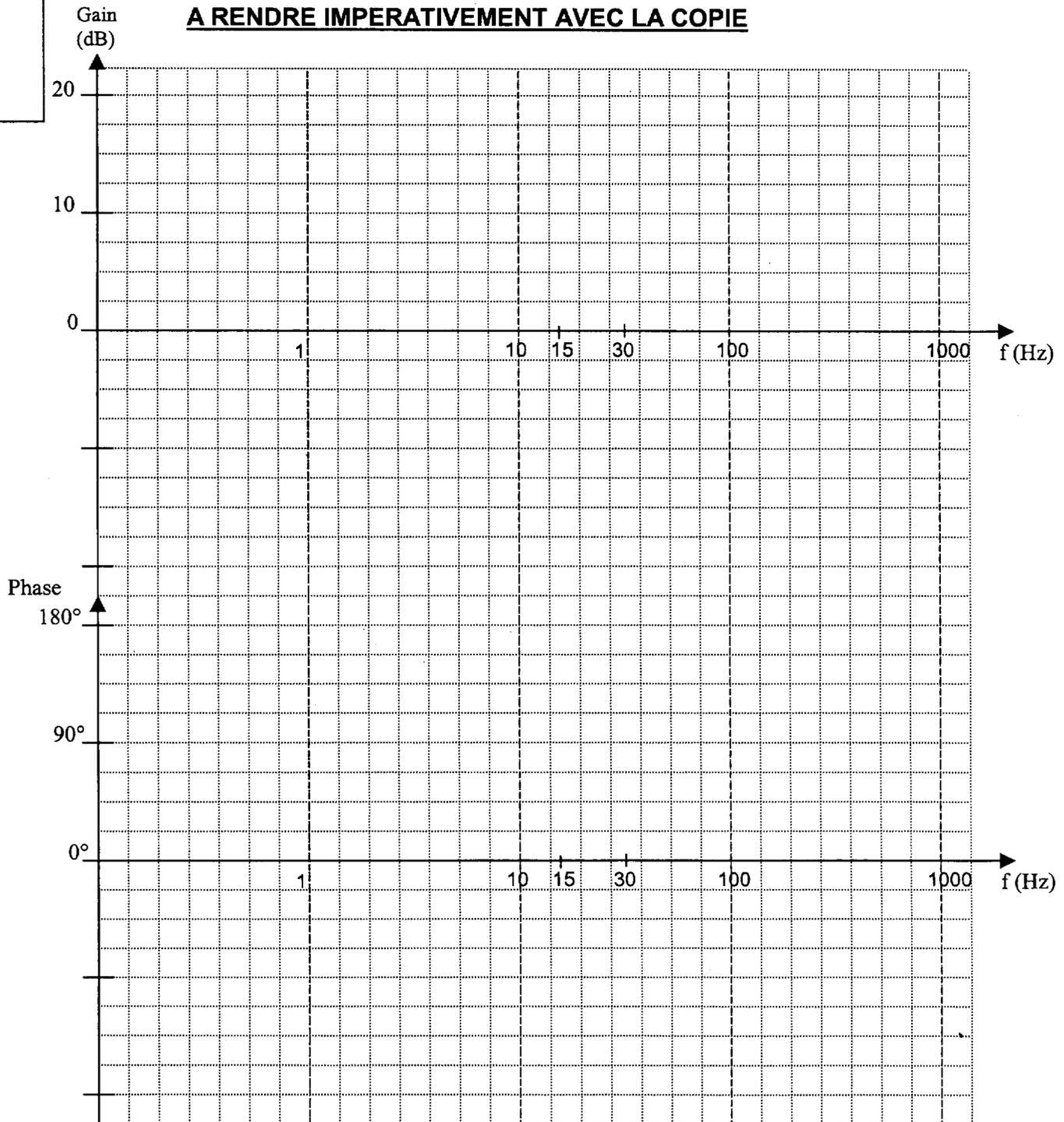
NE RIEN ÉCRIRE

Repère MEE5TAA/EL Session : 2005
Page : 11/11

Durée : 2 H
Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE 4

A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

SESSION JUIN 2005

SOUS EPREUVE U 51

SERVO MECANISMES – INSTRUMENTS DE BORD RADIO NAVIGATION

Coefficient : 1

Durée : 2 heures

Ce sujet comprend 4 pages dont 1 annexe.

Documents interdits ; Calculatrices interdites

1 – Circuit anémométrique de principe. (8 points)

Le schéma en annexe représente un circuit anémométrique équipant un aéronef doté de centrales aérodynamiques modulaires analogiques (A.D.C. : Air Data Computer).

- a) - Réaliser, sur cette annexe, les différentes liaisons entre capteurs, calculateurs et instruments secours en respectant les instructions définies en bas de la page annexe. (4 points)**
- b) - Définir la nature du paramètre T.A.T. et expliquer la manière dont il est exploité dans la centrale A.D.C. (2 points)**
- c) - Ces centrales sont dotées d'une came de correction dite « d'erreur de statique » ou « d'erreur d'installation. Citer les paramètres définissant cette erreur ainsi que les informations nécessitant cette correction. (2 points)**

2 - Altimètre secours. (5 points)

Dans cette installation, un altimètre secours est utilisé en cas de panne de l'instrumentation asservie. A quelles conditions doit répondre le mécanisme de cet appareil pour ce qui concerne :

- a) - La loi utilisée ; (1 point)**
- b) - Les possibilités d'affichage ; (2 points)**
- c) - Les diverses influences pouvant perturber son indication ? (2 points)**

Justifier les réponses en citant les différents dispositifs permettant d'améliorer la précision de l'appareil.

3 - SONDE BASSE ALTITUDE (7 pts)

- a) – Donner le but de cet équipement et la plage de fréquences de fonctionnement ? (1 point)
- b) - Quel est le type de modulation utilisé ? Pourquoi cette modulation n'est pas semblable à celle du radar ? (1 point)
- c) - Montrer par une relation mathématique, le rapport entre la fréquence et la hauteur. (2 points)
- d) - Les paramètres de fonctionnement d'une radio sonde basse altitude sont les suivants :
- * Fréquence maximale = 4370 MHz
 - * Fréquence minimale = 4250 MHz
 - * Période de la dent de scie du battement = 1/100 de seconde.

On mesure une différence entre la fréquence émise et la fréquence reçue de 60 KHz ;

Quelle sera la hauteur affichée sur l'indicateur ? (2 points)

- e) - A quel moment et avec quelle précision l'indicateur affichera 0 ? Quelle est la plage d'utilisation de cet équipement ? (1 point)

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.

ANNEXE

MEE5TAA / SV

Document réponse à rendre avec la copie

Circuit anémométrique de principe

