

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES

EPREUVE U51 :

TECHNOLOGIE APPLIQUEE A L'AERONEF

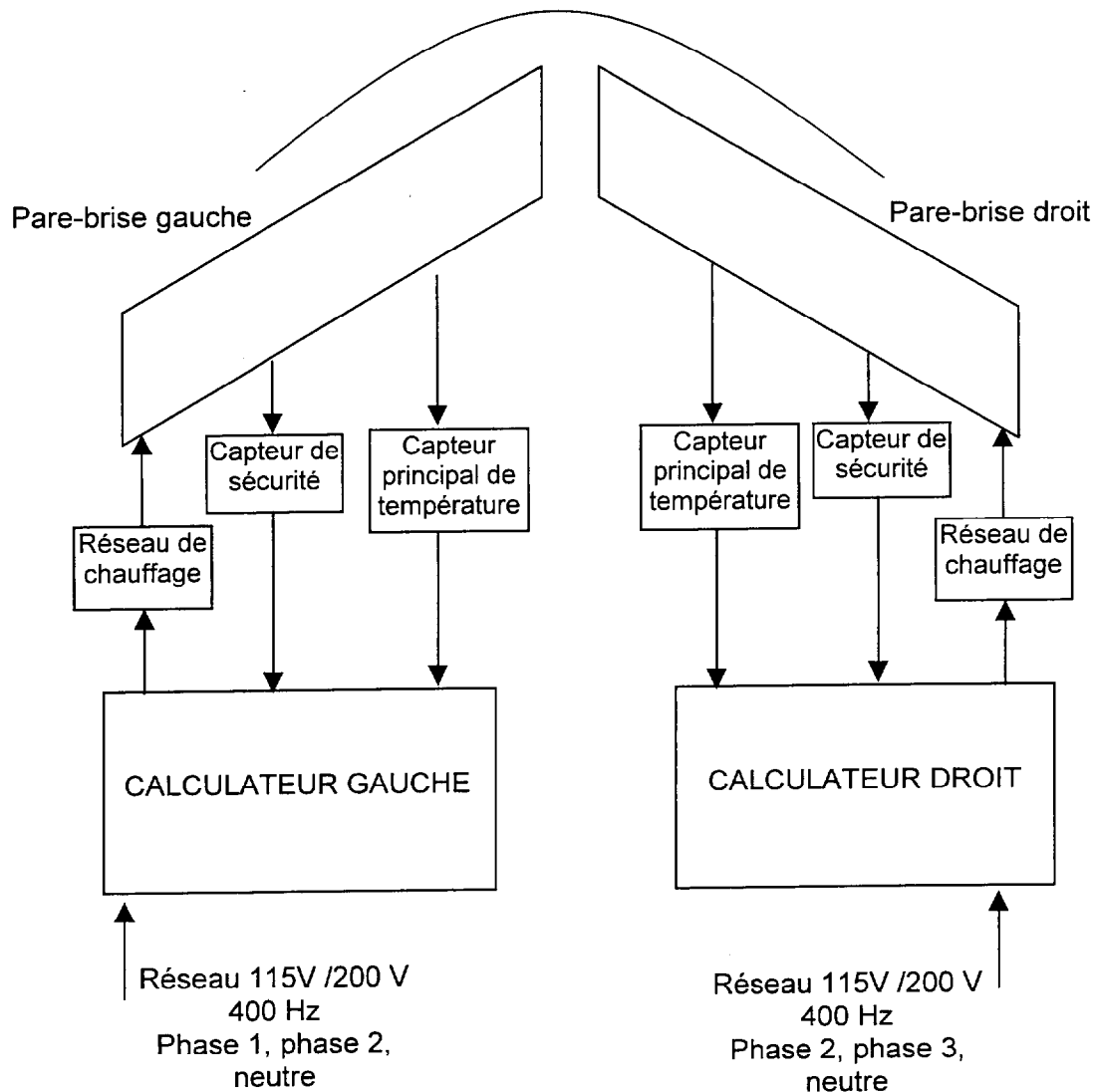
PARTIE :

ELECTROTECHNIQUE - ELECTRONIQUE - LOGIQUE APPLIQUEE

DEGIVRAGE DE PARE-BRISE

Le système étudié contrôle le dégivrage des deux pare-brise (pilote et co-pilote) d'un avion.

La température de chaque pare-brise, relevée grâce à deux capteurs, est analysée par un calculateur qui commande la commutation d'énergie vers la résistance de chauffage incluse dans le pare-brise.

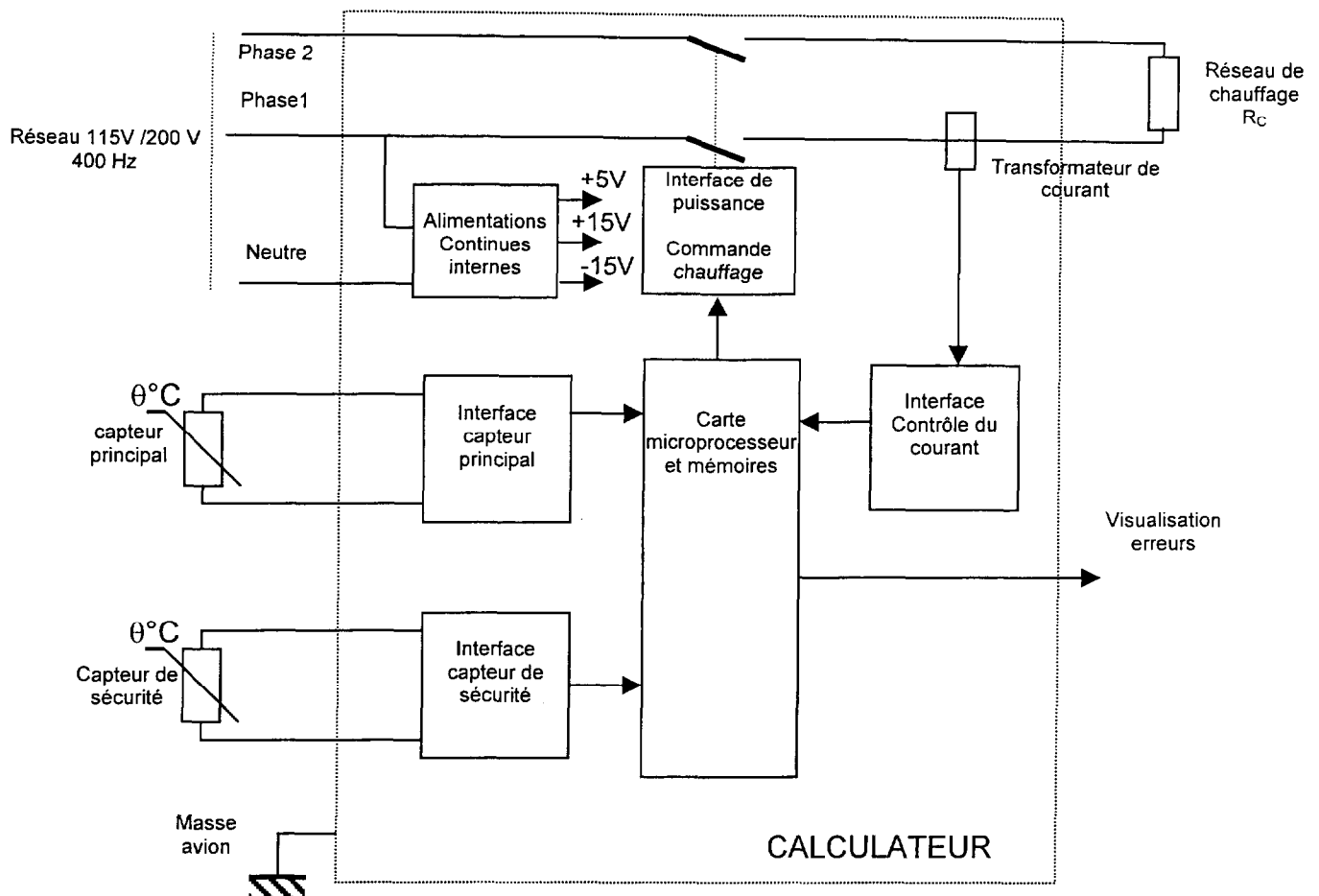


Chaque calculateur est alimenté par le réseau électrique de bord 115 V / 200 V 400 Hz :

- calculateur gauche : phases 1 et 2, neutre
- calculateur droit : phases 2 et 3, neutre

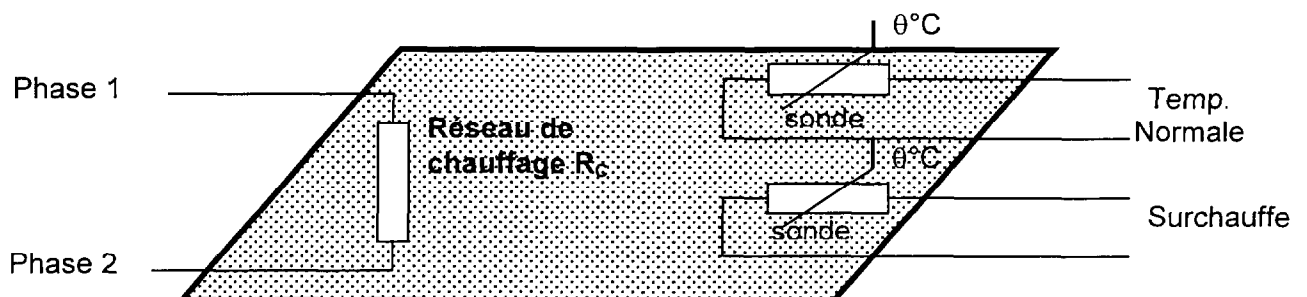
SCHEMA SYNOPTIQUE DU CALCULATEUR GAUCHE

(Identique pour le calculateur droit excepté les phases d'alimentation)



Dans chaque pare-brise, sont intégrés :

- un réseau de chauffage, de résistance équivalente R_c , réparti sur l'ensemble de la surface
- un capteur principal de température constitué d'une sonde à résistance platine
- un capteur secondaire de sécurité, pour la détection d'une température anormale, constitué également d'une sonde à résistance platine.



1 - ETUDE DES ELEMENTS D'UN PARE-BRISE

On fournit les caractéristiques des éléments d'un pare-brise :

- surface $33,65 \text{ dm}^2$
 - densité surfacique maximale de puissance : 7000 W/m^2
 - résistance des sondes à 20°C : $R_{20} = 310 \Omega$
 - coefficient de variation de la résistance de la sonde en fonction de la température
- $$\frac{\Delta R}{\Delta \theta} = 1,4 \Omega \cdot (^\circ\text{C})^{-1}.$$

Le réseau de chauffage et les capteurs sont alimentés suivant le schéma synoptique de la page 2.

1.1 - Calculer la puissance maximale dissipable par le pare-brise.

1.2 - En déduire R_c , la valeur de la résistance du réseau de chauffage dans ce cas.

1.3 - Le calculateur gère le chauffage du pare-brise de la façon suivante :

$\theta < \theta_{\min} \Rightarrow$ enclenchement du chauffage

$\theta > \theta_{\max} \Rightarrow$ arrêt du chauffage

avec $\theta_{\min} = 38^\circ\text{C}$ et $\theta_{\max} = 40^\circ\text{C}$.

1.3.1 - Calculer la valeur de la résistance $R_{\theta_{\max}}$ de la sonde pour la température θ_{\max} .

1.3.2 - Calculer la variation ΔR_θ de la résistance quand la température passe de θ_{\max} à θ_{\min} .
En déduire $R_{\theta_{\min}}$, la valeur de la résistance à 38°C .

1.4 - Détection d'une température anormale du pare-brise.

La limite de sécurité pour le pare-brise est atteinte lorsque la résistance de la sonde vaut $R_{\theta_{\lim}} = 364 \Omega$.

Montrer que la température correspondante du pare-brise, θ_{\lim} vaut : $\theta_{\lim} = 58^\circ\text{C}$.

2 - CALCULATEUR

Dans le calculateur, le pont de mesure (figure 1) et l'amplificateur de différence (figure 2) sont étudiés séparément.

2.1 - Interface de mesure de température.

La sonde de mesure fait partie d'un pont de Wheatstone (voir figure 1).

2.1.1 - Exprimer V en fonction de E , R_1 , R_2 , R_3 et R_θ .

2.1.2 - Calculer V pour : $R_\theta = 336 \Omega$, puis $R_\theta = 339 \Omega$.

Les valeurs des résistances R_1 , R_2 et R_3 sont celles de la figure 1.

2.2 - Amplificateur de différence.

La tension V est appliquée à l'entrée du montage de la figure 2.

On suppose que la présence du montage amplificateur n'influence pas les résultats obtenus précédemment pour la tension V .

2.2.1 - Exprimer V_s , en fonction de V_1 , V_2 , R_5 et R_6 .

2.2.2 - Exprimer V_s sous la forme : $V_s = k.V$.

Exprimer puis calculer k .

2.2.3 - Calculer V_s pour $V = 0,5 \text{ V}$. Comment varie V_s quand la température augmente ?

2.3 - Conversion analogique numérique.

La tension V_s est appliquée à l'entrée d'un convertisseur analogique-numérique 8 bits unipolaire de tension pleine échelle 5V.

2.3.1 - Calculer la résolution q du convertisseur. Exprimer le résultat en millivolts.

2.3.2 - Déterminer le nombre N , en sortie du convertisseur, pour une tension à l'entrée de 3,4 V. Exprimer ce nombre en décimal, en binaire et en hexadécimal.

2.4 - Mémorisation du programme.

Le programme du microprocesseur du calculateur est stocké dans une mémoire de type EPROM.

Cette mémoire possède 15 bits d'adresse et 8 bits de données.

2.4.1 - Cette mémoire perd-elle ses informations en cas de coupure de l'alimentation ?

2.4.2 - Calculer la capacité de cette mémoire en octets puis en kilo-octets.

3 - CONTROLE DU COURANT DE CHAUFFAGE

La carte microprocesseur du calculateur de gauche mesure le courant circulant dans la résistance de chauffage grâce à un transformateur de courant placé sur la phase 1. Voir figure 3.

3.1 - Pour un courant efficace au primaire $I_p = 10$ A, on mesure un courant efficace au secondaire $I_s = 10$ mA.

3.1.1 - Calculer la valeur efficace U_2 , puis la valeur crête \hat{U}_2 de la tension $u_2(t)$.

3.1.2 - Calculer le rapport de transformation du transformateur $n = \frac{N_2}{N_1}$.

3.1.3 - Calculer la valeur du courant I_s lorsque $I_p = 2$ A.

4 - CHAUFFAGE DES DEUX PARE-BRISE

On étudie le schéma de l'alimentation des résistances de chauffage pour les deux pare-brise (Figure 4).

4.1 - Rappeler la valeur efficace U , commune aux tensions entre phases $u_{12}(t)$, $u_{23}(t)$ et $u_{31}(t)$.

En déduire les valeurs efficaces I_1 et I_3 des courants $i_1(t)$ et $i_3(t)$.

4.2 - Quelle est la relation qui lie $i_1(t)$, $i_2(t)$ et $i_3(t)$?

4.3 - On veut déterminer les caractéristiques du courant $i_2(t)$. On peut résoudre la question en utilisant soit la représentation de Fresnel (vectorielle), soit la notation complexe.

Le module du vecteur correspond à la valeur efficace de la grandeur physique.

On vous donne $\underline{U}_{12} = U e^{j0} = [U ; 0]$, $\underline{U}_{23} = U e^{-j2\pi/3} = \left[U ; -\frac{2\pi}{3} \right]$, $\underline{U}_{31} = U e^{-j4\pi/3} = \left[U ; -\frac{4\pi}{3} \right]$.

Sur le document réponse, figurent les représentations vectorielles des 3 tensions $u_{12}(t)$, $u_{23}(t)$ et $u_{31}(t)$.

4.3.1 - Représenter, à l'échelle, les courants $i_1(t)$ et $i_3(t)$ ou exprimer les courants I_1 et I_3 .

4.3.2 - Représenter le courant $i_2(t)$ ou exprimer I_2 .

4.3.3 - Déterminer sa valeur efficace et son déphasage par rapport à $u_{12}(t)$.

4.4 - Calculer la puissance électrique fournie à l'ensemble des deux pare-brise.

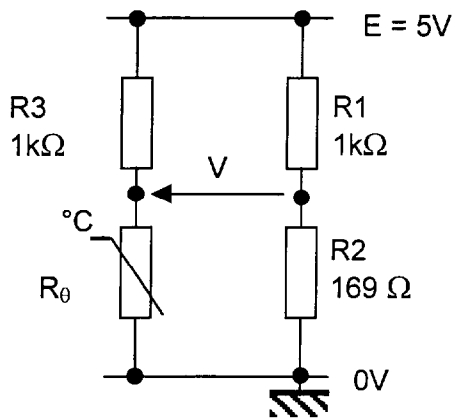


FIGURE 1

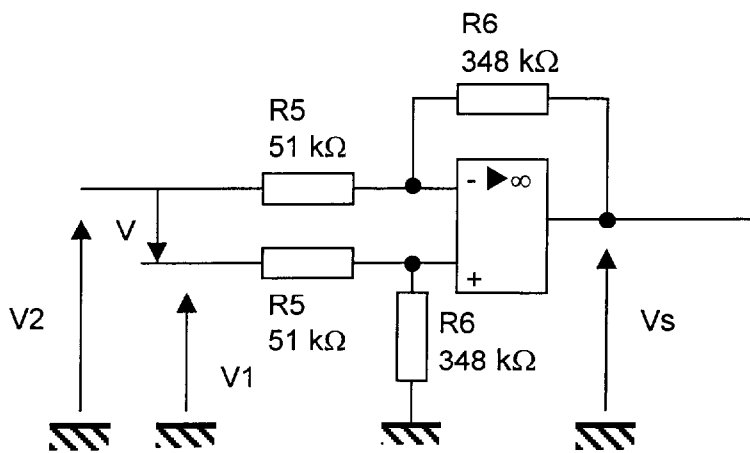


FIGURE 2

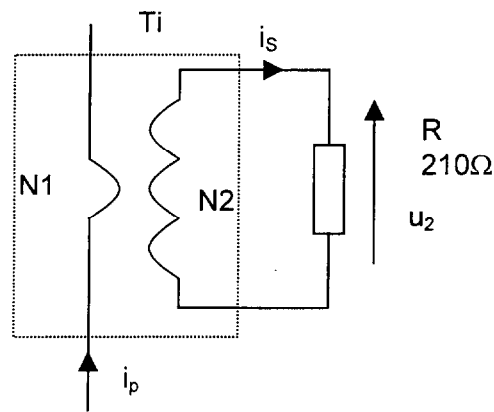


FIGURE 3

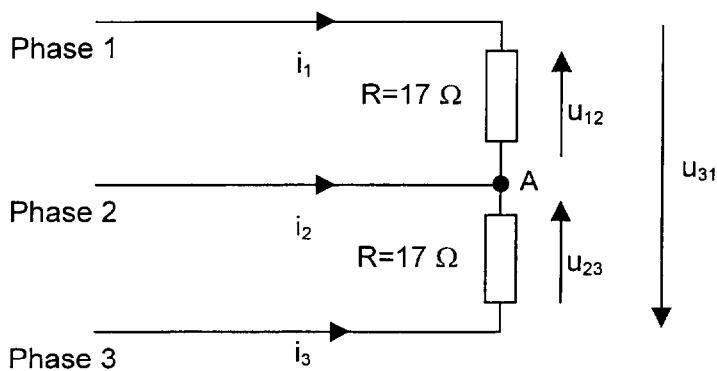


FIGURE 4

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.

MEE5TAA/EL

Repère : Session : 2003

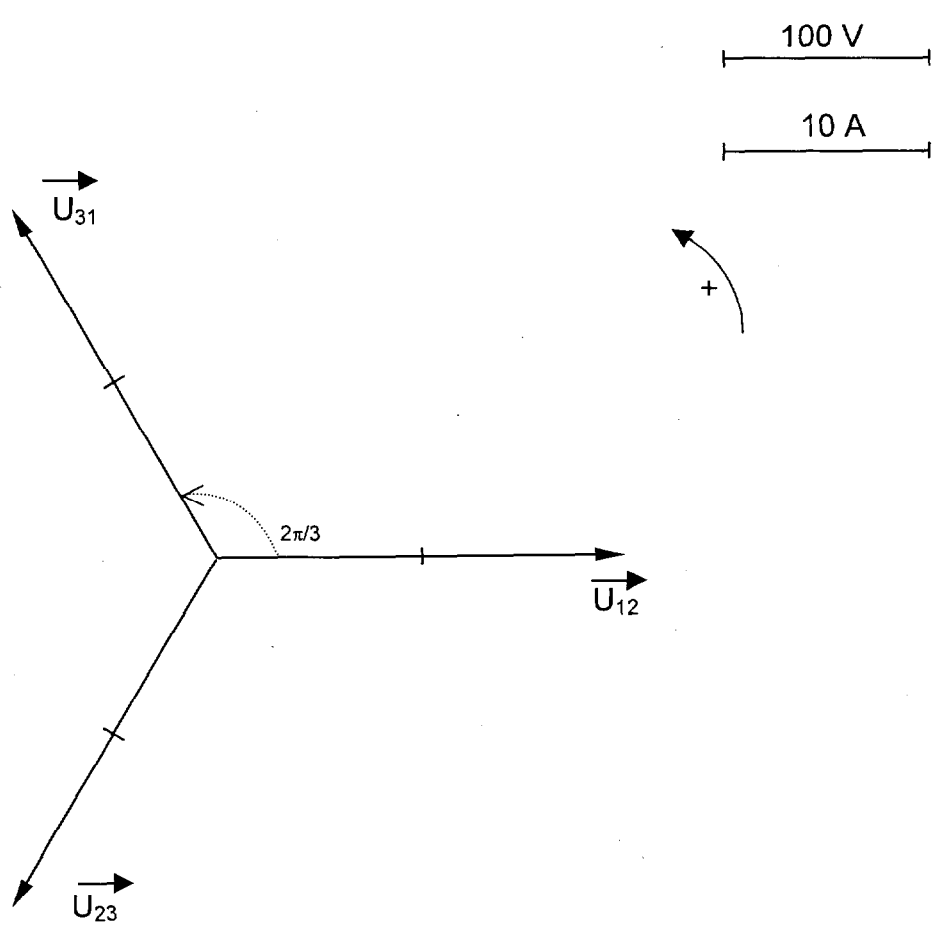
Durée : 2 H

Page : 6/6

Coefficient : 1

DOCUMENT-REPONSE

A RENDRE IMPERATIVEMENT AVEC LA COPIE MEME S'IL N'A PAS ETE UTILISE



**BREVET TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION 2003

**TECHNOLOGIE APPLIQUEE A L'AERONEF ET MATHEMATIQUES
SERVOMECHANISMES ET INSTRUMENTS DE BORD - RADIONAVIGATION**

Durée :2H00 Coefficient :1

CALCULATRICE ET DOCUMENTS INTERDITS

**1^{ère} PARTIE : INSTRUMENTS DE BORD
Durée conseillée :1H00**

**1 – 1. Les instruments aérodynamiques (4 points)
(voir annexe A)**

La centrale aérodynamique :

- ➔ Sur le schéma), effectuer le branchement pneumatique de l'**A.D.C** (**A**ir **D**ata **C**omputer) et des instruments. Etablir, en précisant les paramètres d'entrée et de sortie de l'**A.D.C** (modulaire), les liaisons électriques avec les différents instruments.
- ➔ Une panne de la centrale aérodynamique a une conséquence sur la centrale inertielle. Laquelle? Justifier votre réponse.

**1 - 2. Les instruments gyroscopiques (6points)
(voir annexe B)**

a) La centrale gyrométrique

Sur le schéma, nous avons une centrale équipée de trois gyroscopes à 1 degré de liberté (gyromètres), de trois synchro-transmetteurs et de trois « ressorts ».

- ➔ Rappeler les propriétés fondamentales du gyroscope à 1 degré de liberté.
- ➔ Préciser sur le schéma (*annexe B*) le nom des différents gyromètres qui constituent cette centrale gyrométrique de principe.
- ➔ Après avoir donné un sens de rotation aux toupies, mettre en place les différents vecteurs représentant un VIRAGE à GAUCHE, CABRE (« nommer » chaque vecteur pour l'ensemble des toupies et donner la définition des vecteurs pour une toupie).

b) Le gyroscope directionnel

(voir annexe C)

L'annexe C correspond au schéma incomplet d'un gyroscope directionnel

- ➔ Représenter les différents vecteurs inhérents à la précession gyroscopique.
- ➔ Placer le moteur couple sur ce schéma.
- ➔ Représenter les différents branchements électriques nécessaires au nivellement du cadre interne (perpendicularité des cadres) en tenant compte du sens de rotation de la « toupie » et du sens de fonctionnement du moteur couple.

2^{ème} PARTIE : RADIONAVIGATION
Durée conseillée : 1H00

2 – 1. ILS (Instrument Landing System) (3,75 points)

- a) Quels sont les équipements qui constituent ce système ?
- b) Pour chacun d'entre eux donner le but et les fréquences d'utilisation.
- c) L'axe de radio alignement de piste (QFU) étant au 090 ,en approche normale, l'avion s'écarte de $2,5^\circ$ sur la droite de l'axe avec une pente $0,25^\circ$ au-dessus du plan de descente et un cap au 045:

Le pilote a affiché le QFU au sélecteur de route (CRS) sur le HSI.

Que devez vous lire sur les indicateurs CDI (Course Direction Indicator) et HSI (Horizontal Situation Indicator)? Dessiner les indicateurs.

2 – 2. DME (Distance measuring Equipment) (3,75 points)

Le DME/P est maintenant utilisé en approche ILS.

- a) Quel équipement remplace t'il? Quel est son but?
- b) Comment est sélectionné le canal DME?
- c) Décrire le principe de fonctionnement de cet équipement en précisant les fréquences d'utilisation. Donner la relation mathématique permettant de calculer l'information (illustrer par un dessin)
- 4) Si la balise sol est saturée quel sera son critère de sélection?

2 – 3. Contrôle de la circulation aérienne. (2,5 points)

Lors de l'approche, le contrôleur sol peut identifier les avions.

- a) Quels sont les équipements, sol et bord, permettant de réaliser cette fonction?

Avec ces équipements il est également possible au contrôleur de connaître l'altitude de l'avion.

- b) Sur quel mode? Sur quelle référence pression est toujours calé l'alti-codeur,

Le GARBLING peut perturber le fonctionnement de ces équipements.

- c) qu'est ce que le GARBLING?
- d) comment supprimer cette source d'erreur dans les équipements modernes (sol et bord)?

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 : _____

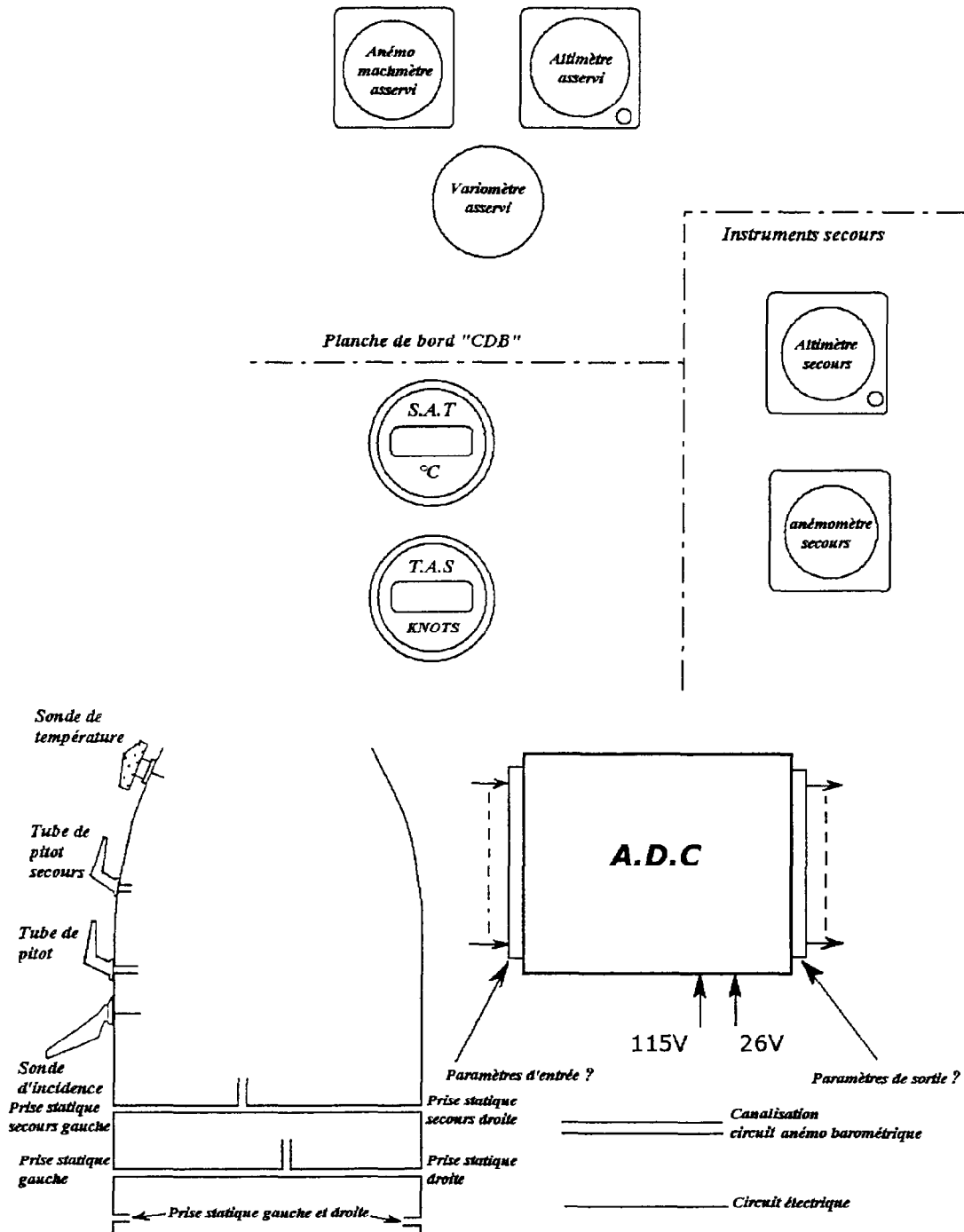
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

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

MEE5TAA/SV

DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE A



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)

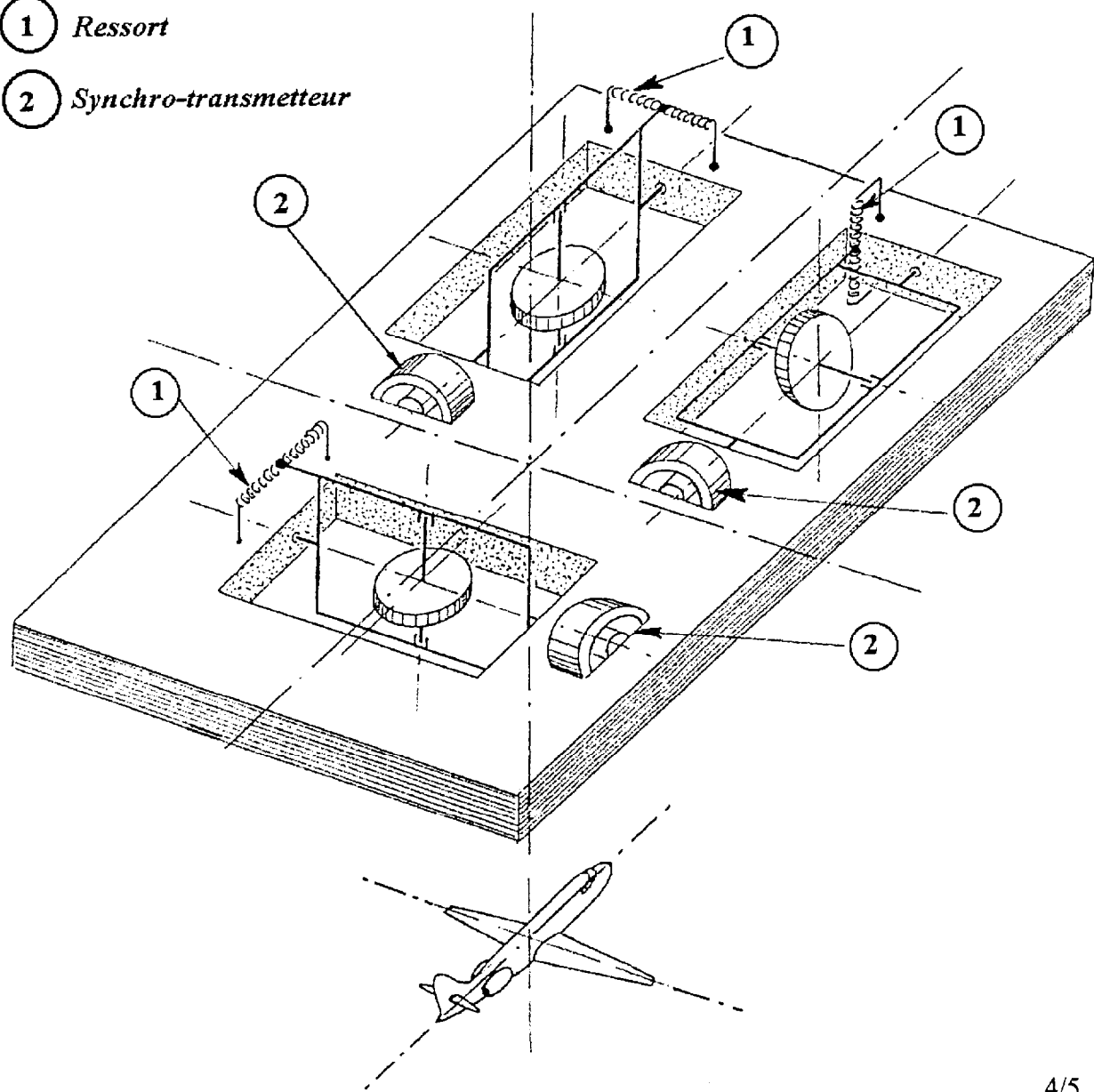
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEE5TAA/SV

DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE B

- ① Ressort
- ② Synchro-transmetteur



DANS CE CADRE

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 :	

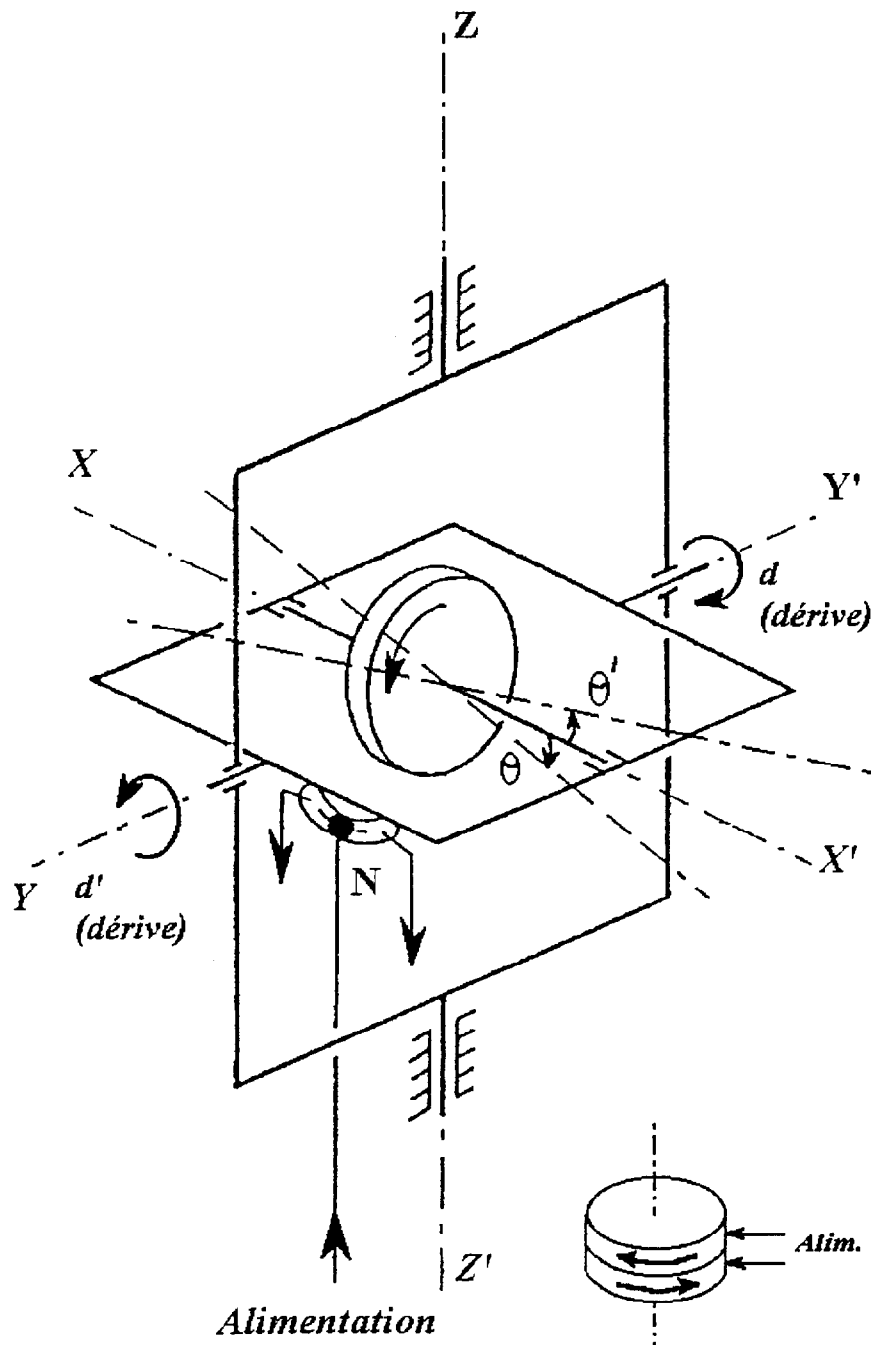
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

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

MEE5TAA/SV

DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE C



Exemple de moteur couple, les flèches désignent le sens de rotation