

Officier électrotechnicien (externe)

E121 - Connaissance des systèmes électriques et électroniques et de commandes

Durée : 3 heures

Est autorisé l'usage des calculatrices non programmables sans mémoire alphanumérique et des calculatrices avec mémoire alphanumérique et/ou avec écran graphique qui disposent d'une fonctionnalité « mode examen » conforme.

1^{re} QUESTION (valeur = 3)

Soit le schéma simplifié d'une propulsion électrique de méthane en annexe support 1. Le convertisseur de fréquence utilisé pour contrôler les moteurs de propulsion est un synchroconvertisseur.

On admettra que le convertisseur de fréquence est le seul appareil électrique à produire des courants harmoniques dans l'installation.

1 (valeur = 0,25)

Indiquer ce que préconise la norme concernant le THD en tension à ne pas dépasser sur les barres principales d'un navire.

2 (valeur = 0,25)

Indiquer en justifiant votre réponse le type de moteur de propulsion utilisé sur ce navire.

3 (valeur = 0,5)

Faire un schéma du convertisseur de fréquence utilisé en indiquant les composants d'électronique de puissance utilisés.

Comité national de sélection des sujets 20242564 E121.docx

4 (valeur = 0,5)

Expliquer les 2 rôles du transformateur A et indiquer comment sont couplés les enroulements secondaires du transformateur.

5 (valeur = 0,5)

En déduire les rangs des courants harmoniques circulant sur le réseau principal du navire en justifiant votre réponse (jusqu'au rang 23).

6 (valeur = 0,25)

Indiquer en justifiant votre réponse les rangs des courants harmoniques circulant dans le stator des moteurs de propulsion (jusqu'au rang 23).

On mesure le courant d'entrée alimentant les moteurs électriques B et C ; on constate la présence de courants harmoniques :

7 (valeur = 0,25)

Expliquer l'origine de ces courants harmoniques en justifiant votre réponse.

8 (valeur = 0,25)

Indiquer les rangs des courants harmoniques (jusqu'au rang 23) dans les moteurs électriques B et C en justifiant votre réponse.

9 (valeur = 0,25)

Expliquer les conséquences des courants harmoniques sur le fonctionnement de ces moteurs.

2^e QUESTION (valeur = 1,5)

On donne pour un moteur asynchrone triphasé alimenté par un réseau triphasé de 50Hz le tableau ci-dessous :

n (tr.min ⁻¹)	250	500	750	1000	1250	1400	1500
T _u (N.m)	56	68	82	90	72	51	0

On accouple le moteur à une charge développant un couple résistant constant de moment $T_r = 40 \text{ N.m}$.

1 (Valeur = 0,25)

Tracer la caractéristique mécanique du moteur asynchrone.

2 (valeur = 0,25)

En déduire la vitesse de synchronisme du moteur asynchrone.

3 (valeur = 0,25)

Calculer le nombre de paires de pôles du moteur asynchrone.

4 (valeur = 0,25)

Déterminer graphiquement la vitesse du moteur asynchrone lorsqu'il est accouplé avec la charge.

5 (valeur = 0,25)

Calculer la puissance utile du moteur asynchrone lorsqu'il est accouplé avec la charge.

6 (valeur = 0,25)

Calculer le glissement lorsqu'il est accouplé avec la charge.

3^e QUESTION (valeur = 1)

1 (valeur = 0,25)

Nommer et expliquer le rôle de l'appareil intégré au tableau électrique d'un navire représenté en annexe support 2.

2 (valeur = 0,25)

En déduire le régime de neutre (ou Schéma de Liaison à la Terre), utilisé à bord de ce navire.

3 (valeur = 0,25)

L'appareil représenté en annexe support 2 n'est pas en service.

Lors de sa mise en service, préciser si l'aiguille de l'appareil devra indiquer une valeur élevée ou une valeur faible en ohm pour une installation électrique saine.

Justifier la réponse.

4 (valeur = 0,25)

L'alarme de l'appareil donné en annexe support 2 se déclenche.

Expliquer votre démarche pour revenir à une situation sans alarme.

4^e QUESTION (valeur = 1,5)

Vous disposez en annexe support 3 d'un schéma de l'excitatrice d'un alternateur.

1 (valeur = 0,5)

Expliquer le rôle du pont diode dans cette excitation.

2 (valeur = 0,5)

Une diode du pont redresseur ne fonctionne plus.

Expliquer les conséquences sur le fonctionnement de l'alternateur.

3 (valeur = 0,5)

Pour connaître la diode défectueuse, vous devez les tester.

Expliquer la démarche pour tester une diode afin de s'assurer du bon fonctionnement de celle-ci.

5^e QUESTION (valeur = 1,5)

Le schéma en annexe support 4 représente le montage d'un moteur asynchrone avec résistance rotorique.

1 (valeur = 0,5)

Nommer et préciser le rôle de l'équipement électrique repéré 1.

2 (valeur = 0,5)

Nommer et préciser le rôle de l'équipement électrique repéré 2.

3 (valeur = 0,5)

Nommer et préciser le rôle de l'équipement électrique repéré 3.

6^e QUESTION (valeur = 2,5)

On commande le composant 1 de l'installation hydraulique en annexe support 5 pour faire sortir la tige d'un vérin sous une charge de $F = 2500 \text{ daN}$.

En sécurité la charge est freinée par le composant n° 6.

Le vérin a les caractéristiques suivantes :

- diamètre du vérin coté fond 80 mm ;
- diamètre de tige 50 mm.

Le composant n° 2 est réglé à 200 bars.

1 (valeur = 1,5)

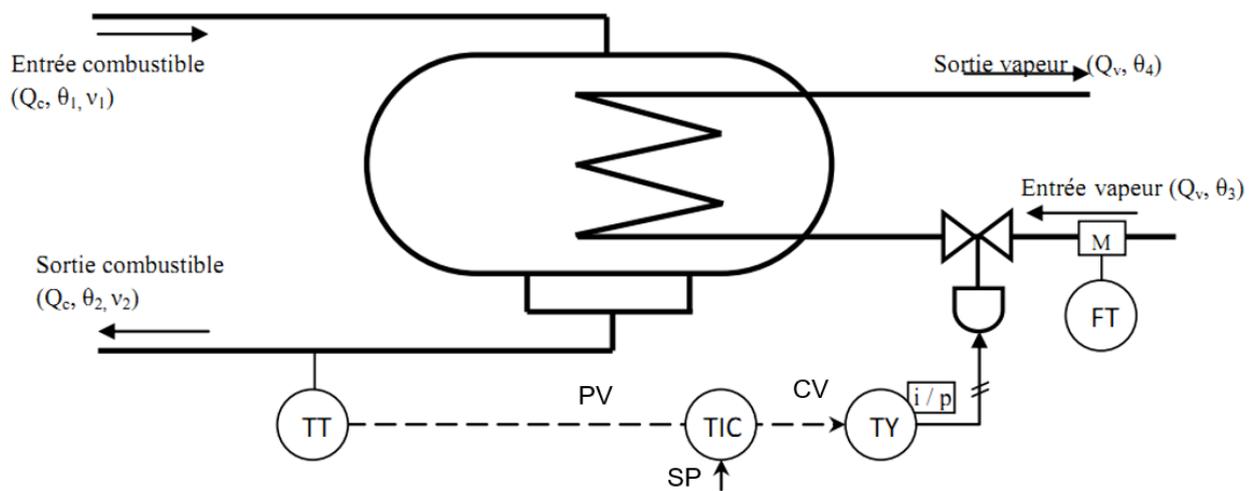
Nommer les composants notés de 1 à 6 représentés sur le schéma en annexe support 5.

2 (valeur = 1)

Calculer les pressions dans chacune des chambres du vérin au cours d'un aller et retour.

7^e QUESTION (valeur = 9)

Un réchauffeur à vapeur est utilisé pour régler la viscosité d'un combustible à la rampe d'injection d'un moteur Diesel. Le plan de tuyauterie et d'instrumentation est représenté ci-dessous. Q_c et Q_v désignent respectivement le débit de combustible et celui de vapeur. Les températures sont notées avec la lettre θ et les viscosités avec la lettre ν . L'installation est représentée ci-dessous.



1 (valeur = 0,5)

Décrire le rôle du convertisseur i/p.

2 (valeur = 0,5)

Déterminer la nature de l'élément noté TT sur le schéma de l'installation.

3 (valeur = 0,5)

Déterminer, en justifiant la réponse, si le fonctionnement est en asservissement ou en régulation de la boucle fermée.

4 (valeur = 3,5)

L'opérateur relève en mode *Manu* la réponse à un échelon de commande (CV) passant à l'instant $t = 0$ s de +32 % à +44 %. Il ne possède pas d'enregistreur et relève les points de mesure (PV) à intervalles réguliers qui sont reportés dans le tableau ci-dessous.

À $t = 180$ s la mesure est stabilisée à 131 °C.

Temps(s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
θ_2 (°C)	122	122	122	122.1	122.3	122.6	123.2	123.8	124.5	125.6	126.2	127.0

Identifier le processus en déterminant les paramètres K , T et T_r du modèle de Broïda.

Formulaire

$$\text{Modèle de Broïda : } \begin{cases} K = \Delta PV / \Delta CV \\ T = 5.5(T_{40\%} - T_{28\%}) \\ T_r = 2.8 T_{28\%} - 1.8 T_{40\%} \end{cases}$$

On veut paramétrer une loi de commande pour effectuer une régulation de la température de combustible θ_2 en sortie de réchauffeur. L'action proportionnelle avec centrage de bande est envisagée.

5 (valeur = 1)

Calculer la valeur de la bande proportionnelle P_b (*utiliser l'unité convenable et donner le résultat avec 2 chiffres significatifs*) à partir du tableau donné ci-dessous, sachant que la commande peut varier de 0 à 100 %.

P	PI_{série}	PID_{mixte}
$k_p = \frac{0.8 T}{K T_r}$	$k_p = \frac{0.8 T}{K T_r}$	$k_p = \frac{T + 0.4 T_r}{1.2 K T_r}$
$T_i \text{ max}$	$T_i = T$	$T_i = T + 0.4 T_r$
$T_d = 0$	$T_d = 0$	$T_d = \frac{T \cdot T_r}{T_r + 2.5 T}$

6 (valeur = 0,5)

Donner le rôle du centrage de bande.

7 (valeur = 1)

Expliquer la méthode de réglage du centrage de bande.

8 (valeur = 0,5)

Donner la procédure permettant de tester le réglage proposé.

9 (valeur = 1)

Donner l'avantage de mettre en œuvre une loi de commande PI par rapport à une loi de commande proportionnelle avec centrage de bande.

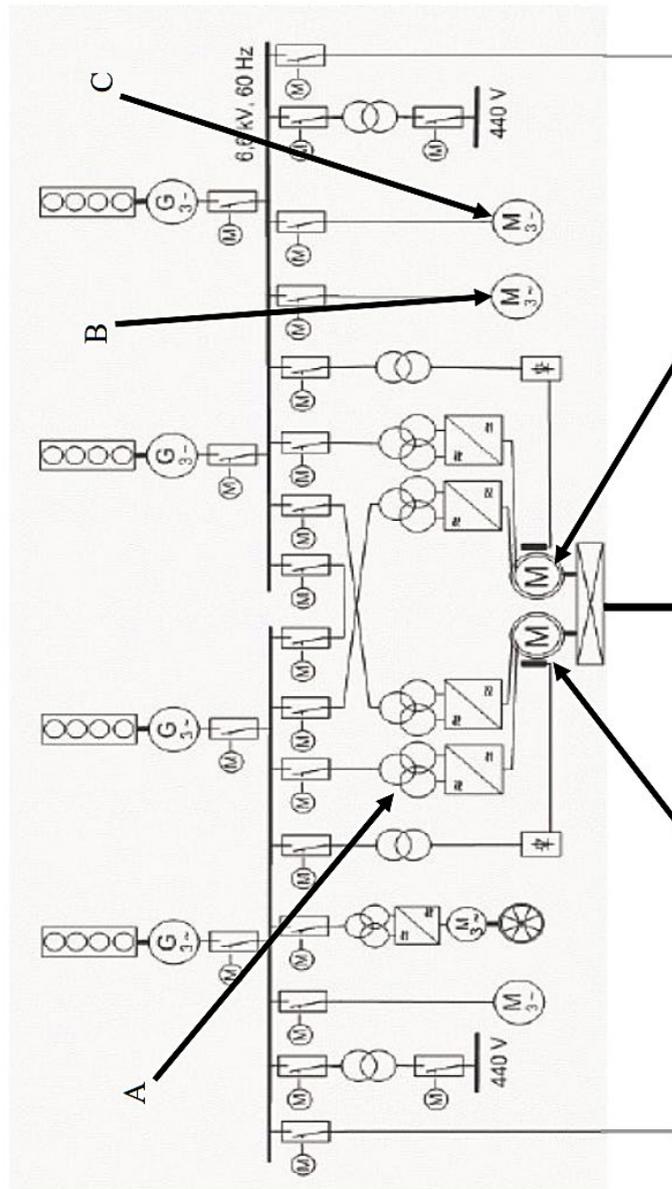
Nota :

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence. De même, si cela le (la) conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il (elle) doit la (ou les) mentionner explicitement.

La copie rendue ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, il convient de s'abstenir de signer ou d'identifier le document.

ANNEXE SUPPORT 1

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN



Vers le transformateur 2 6600V/440V

Moteur 2 de propulsion

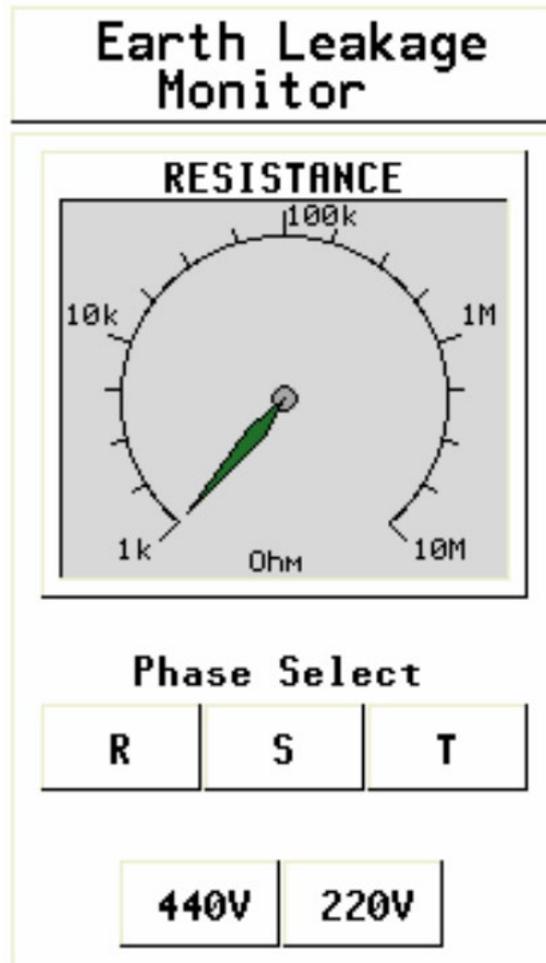
Ligne d'arbre hélice

Moteur 1 de propulsion

Vers le transformateur 1 6600V/440V

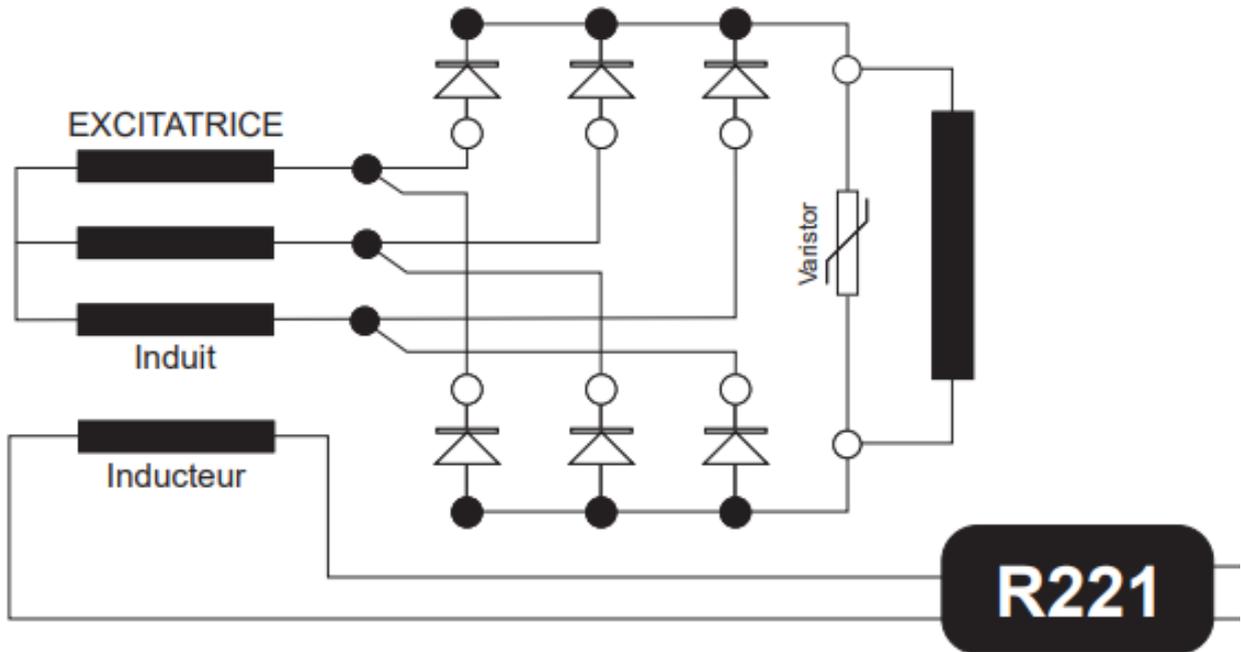
ANNEXE SUPPORT 2

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN



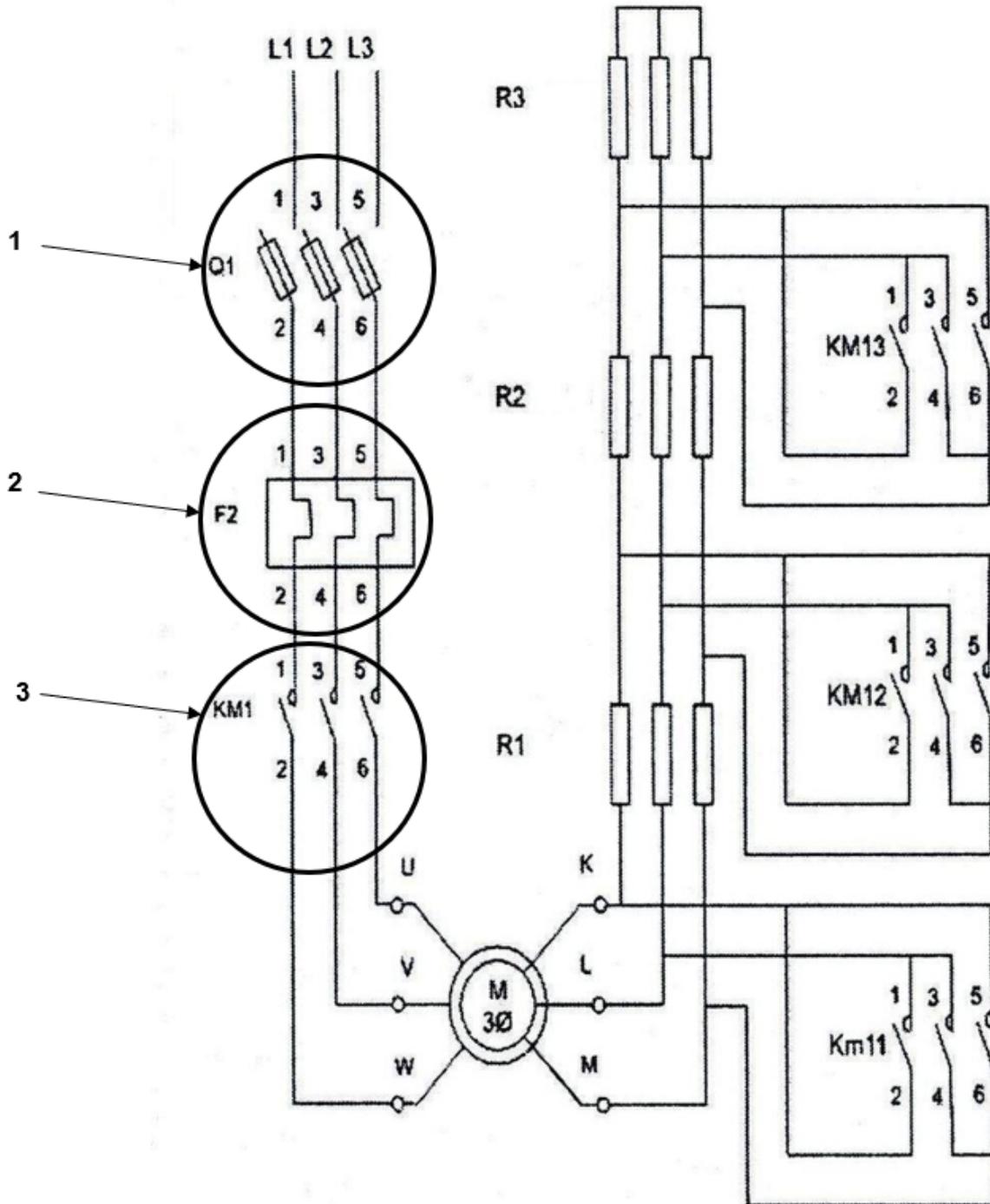
ANNEXE SUPPORT 3

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN



ANNEXE SUPPORT 4

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN



ANNEXE SUPPORT 5

NE DOIT PAS ÊTRE RENDUE AVEC LA COPIE D'EXAMEN

