

**CONCOURS DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS
DE LYCEE PROFESSIONNEL AGRICOLE
Enseignement Maritime**

SESSION 2006

CONCOURS : INTERNE

Section : Electrotechnique et électronique maritime

EPREUVE N°2

ETUDE D'UN SYSTEME TECHNIQUE

(durée : 3 heures ; coefficient 2)

Aucun document n'est autorisé.

Matériel autorisé : calculatrice scientifique

Rappel : Au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calculs, ou bien élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet. Tout autre usage est interdit

Problème N°1 : Etude d'un alternateur attelé et d'un convertisseur de fréquence pour un réseau de bord et propulsion de secours d'un navire.

De longue date, on a songé à obtenir sur les navires, l'énergie électrique nécessaire pour alimenter le réseau de bord, à partir d'un alternateur entraîné directement par la machine de propulsion, appelé couramment « alternateur attelé ».

Mais cet alternateur étant entraîné à des vitesses variant selon les allures du navire ou de l'état de la mer, il était indispensable de s'affranchir automatiquement et en permanence des variations de fréquence et de tension qui en résultent, surtout dans le cas d'hélices à pales fixes.

Grâce à un équipement de conversion statique de la fréquence, disposé entre l'alternateur et le réseau de bord, le problème est enfin résolu de façon économique.

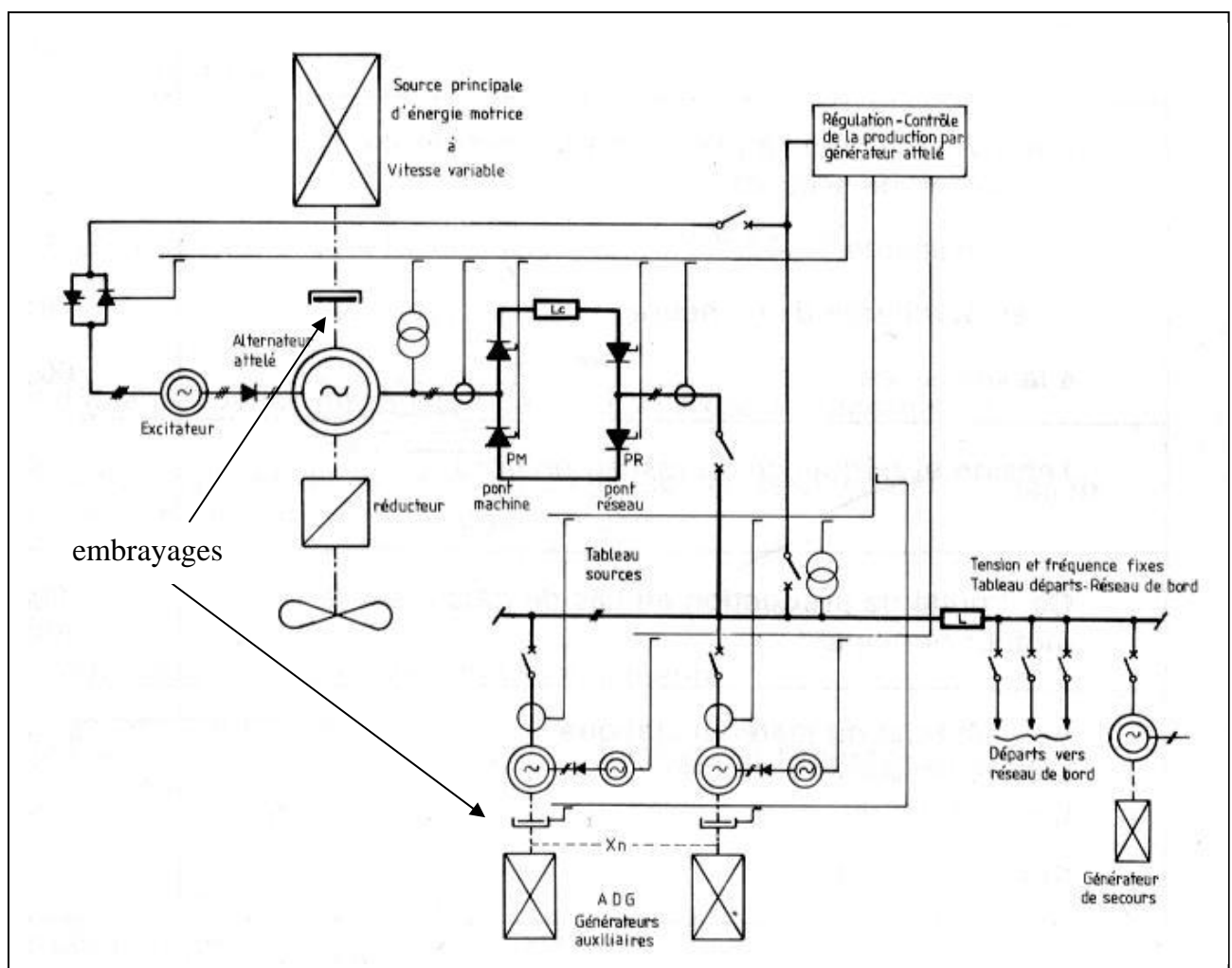


Figure 1 : synoptique de l'installation complète

A) Etude d'un moteur synchrone autopiloté (6 points)

Nous pouvons également utiliser cette installation (c.f. figure 1) en propulsion de secours.

Pour cela, les alternateurs entraînés par les générateurs auxiliaires (ADG) plus couramment nommés « DA » alimentent le réseau du bord.

L'alternateur attelé est alors alimenté via les ponts réseau et machine pour fonctionner en moteur synchrone. On parle alors selon les terminologies employées, d'onduleur autosynchrone alimentant un moteur synchrone ou moteur synchrone autopiloté.

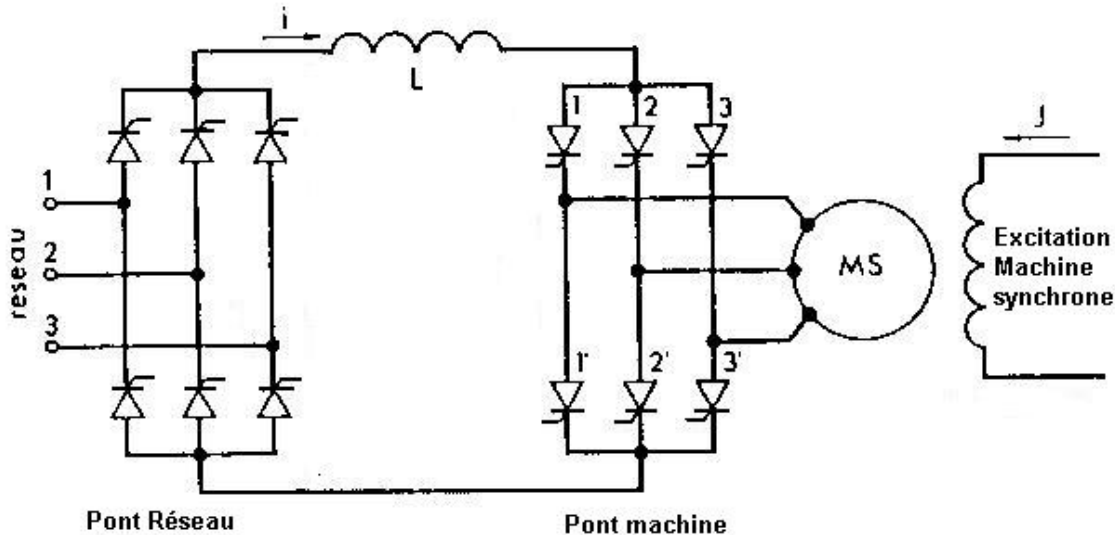


Figure 2 : moteur synchrone auto piloté

Ce montage est alors constitué de 2 ponts Réseau et Machine à 6 thyristors chacun.

Le pont Réseau est alimenté par le réseau triphasé du bord. On indique qu'il débite un courant constant I par suite de la présence de l'inductance L . Ce pont Réseau fonctionne en redresseur commandé. La tension moyenne en sortie du pont Réseau est égale à :

$$\bar{U} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} \hat{V} \cos \alpha$$

- 1) Rappeler l'utilité d'un onduleur.
- 2) Le moteur synchrone autopiloté, couplé en étoile est excité de telle façon qu'à vide ses tensions simples présentent une valeur efficace de 380V à 600tr.min⁻¹. Le pont Réseau délivre une tension moyenne. $\bar{U} = 606 \text{ V}$

Calculer la valeur de l'angle α sachant que le pont Réseau est alimenté par le réseau triphasé du bord délivrant une tension entre phase de 660V à une fréquence fixe de 60Hz

- 3) Décrire le mode de fonctionnement de chaque pont complet à 6 thyristors pour un angle α de retard à l'allumage par rapport à la tension :
 - ◆ $0 < \alpha < 90^\circ$:
 - ◆ $90^\circ < \alpha < 180^\circ$:

- 4) Si le moteur fournit un couple de 12056 N.m à 480 tr.min^{-1} , quelle est la valeur du courant moyen I débité par le pont réseau ? L'excitation j du moteur synchrone reste constante.
- 5) Rappeler le principe de fonctionnement d'un alternateur triphasé.
- 6) Compléter les flèches KW et KVAr sur le schéma suivant (figure 3) pour indiquer le sens des transferts de puissance active et réactive. Les ponts PM et PR sont « tous thyristors ».

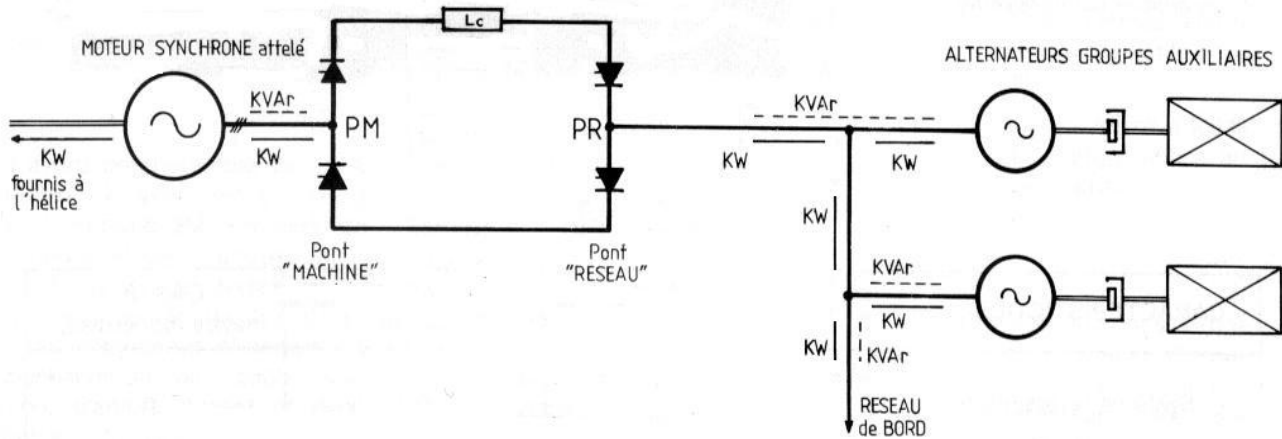


Figure 3 : Marche avec le moteur synchrone en secours

B) Fonctionnement en alternateur attelé (4 points)

- 7) En route libre, l'alternateur attelé est mis en service et tous les moteurs Diesel des générateurs auxiliaires sont débrayés. Le réseau du bord comporte de nombreux moteurs asynchrones qui entraînent des compresseurs frigo. Pouvez vous expliquer, pourquoi au moins un des alternateurs des générateurs auxiliaires, représenté à droite de la figure 4, reste-t-il couplé au réseau dans cette configuration? Expliquer son utilité et son fonctionnement.
- 8) Compléter les flèches KW et KVAR sur le schéma suivant (figure 4) pour indiquer le sens des transferts de puissance active et réactive. Le pont PM est à diodes alors que le pont PR est « tous thyristors ».

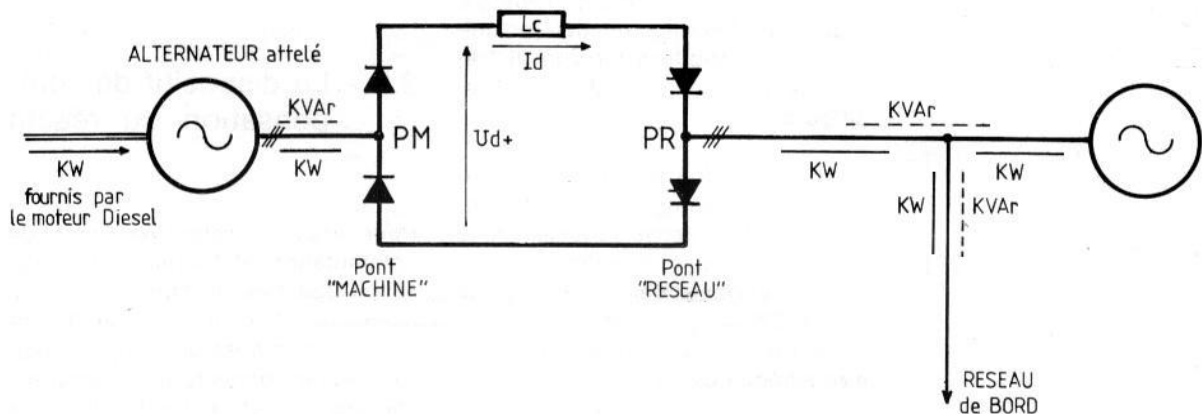


Figure 4: Schéma de production du bord en route libre

- 9) Expliquer la différence entre diode et thyristor
- 10) Dans le cas de la figure 4, comment contrôle-t-on la tension U_d de la boucle de courant continu ?

Problème N°2 : Lecture de plan (4 points)

Démarrage d'une installation

Document n°1

- 1) En quoi le choix d'un moteur à rotor bobiné plutôt qu'un moteur à cage se justifie-t-il pour cette installation ?

- 2) Le démarrage s'effectue en 4 temps, quel(s) intérêt(s) le recours à ce type de démarrage présente-t-il par rapport à son équivalent en 2 ou 3 temps ?
Justifier et argumenter.

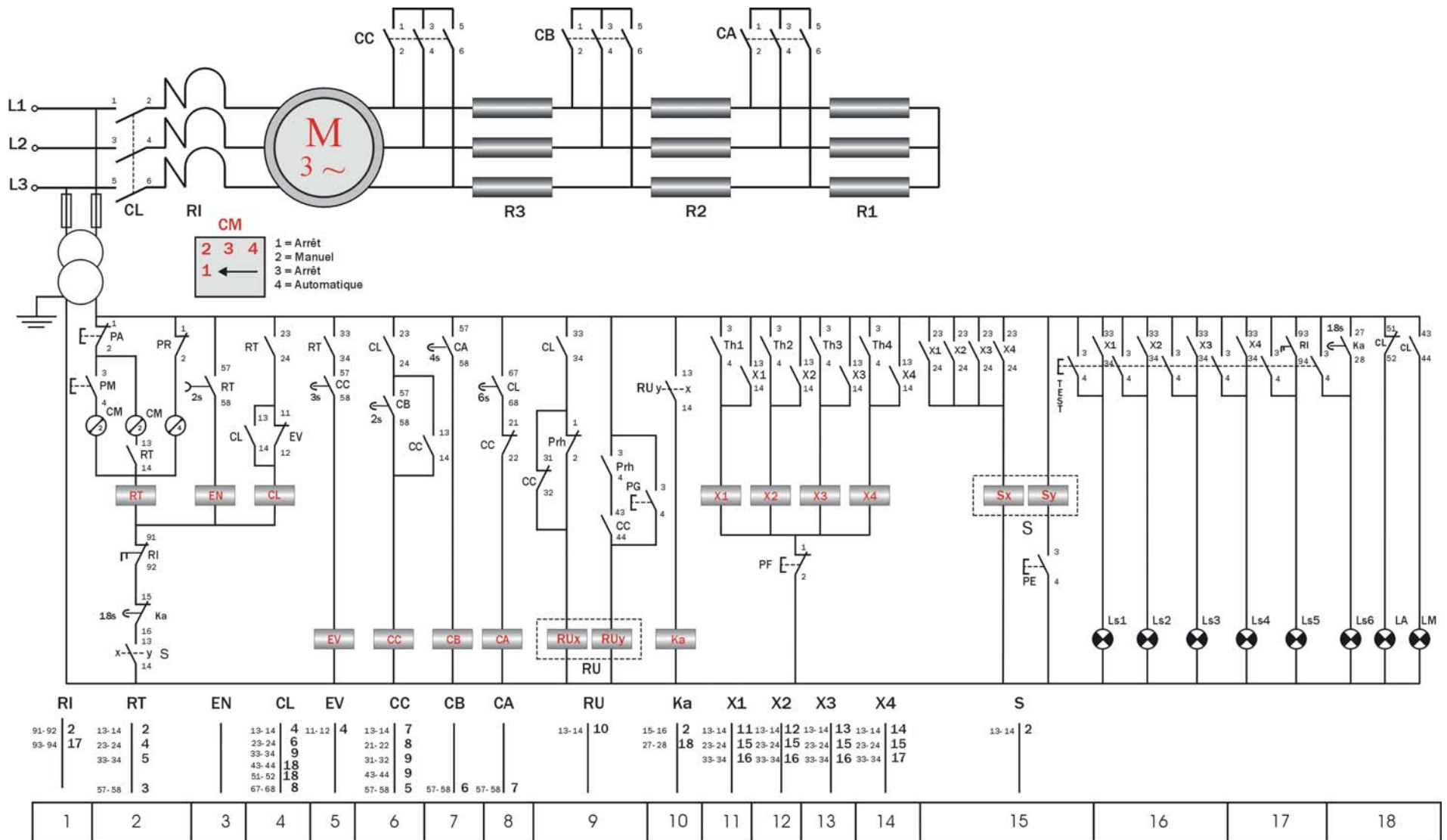
- 3) Quels éléments doivent être pris en compte pour effectuer le réglage des temporisations qui conduisent à la fermeture de CA, CB et CC sur le circuit rotorique ?

- 4) Comment obtient-on le résultat le plus efficace ?

Partie B : Système de propulsion (6 points)

Sur le document n°2, le moteur synchrone est constitué de 2 demi moteurs dont les stators respectifs sont décalés physiquement de 30° .

- 1) Expliquer pourquoi les primaires des transformateurs d'alimentation des ponts de thyristors sont couplés en triangle.
- 2) Quels sont les indices horaires que vous choisiriez pour les 2 transformateurs ?
- 3) Sur le plan on peut lire que l'alimentation du bord est en 6,6 kV. La tension U_{2o} en sortie de chaque transformateur est de 1,16 kV. Calculer le rapport de transformation m_o rapporté à une colonne du transformateur couplé en Dd.
- 4) Calculer le rapport de transformation m_o rapporté à une colonne du transformateur couplé en Dy .



Document n°1:

Désignation de certains éléments de l'installation du **document n°1**:

- "CM" Commutateur "Arrêt – Manuel – Automatique";
- "EN" Electro-vanne de liaison compresseur – cuve;
- "EV" Electro-valve de mise en purge du compresseur;
- "LA" Lampe de signalisation "arrêt";
- "LM" Lampe de signalisation "marche";
- "PE" Bouton poussoir de réarmement du bistable S;
- "PG" Bouton poussoir de réarmement du bistable RU;
- "PF" Bouton poussoir d'acquiescement des thermostats Th1 à Th4;
- "PR" = Pressostat sur bouteille d'air (actionné pour une pression supérieure au seuil de réglage);
- "Prh" = Pressostat sur circuit d'huile, actionné pour une pression d'huile ≥ 3 bars;
- "Th1"= Thermostat température eau de réfrigération, actionné pour $t \geq 70^{\circ}\text{C}$;
- "Th2"= Thermostat température air refoulé, actionné pour $t \geq 150^{\circ}\text{C}$;
- "Th3"= Thermostat température huile, actionné pour $t \geq 60^{\circ}\text{C}$;
- "Th4"= Thermostat température paliers, actionné pour $t \geq 85^{\circ}\text{C}$.

DOCUMENT n°1 bis

