

Chef mécanicien 3000 kW

M2-4 Electrotechnique, électronique et systèmes de commande

Durée : 3 heures

1^{re} QUESTION (valeur = 3)

1 (valeur = 1)

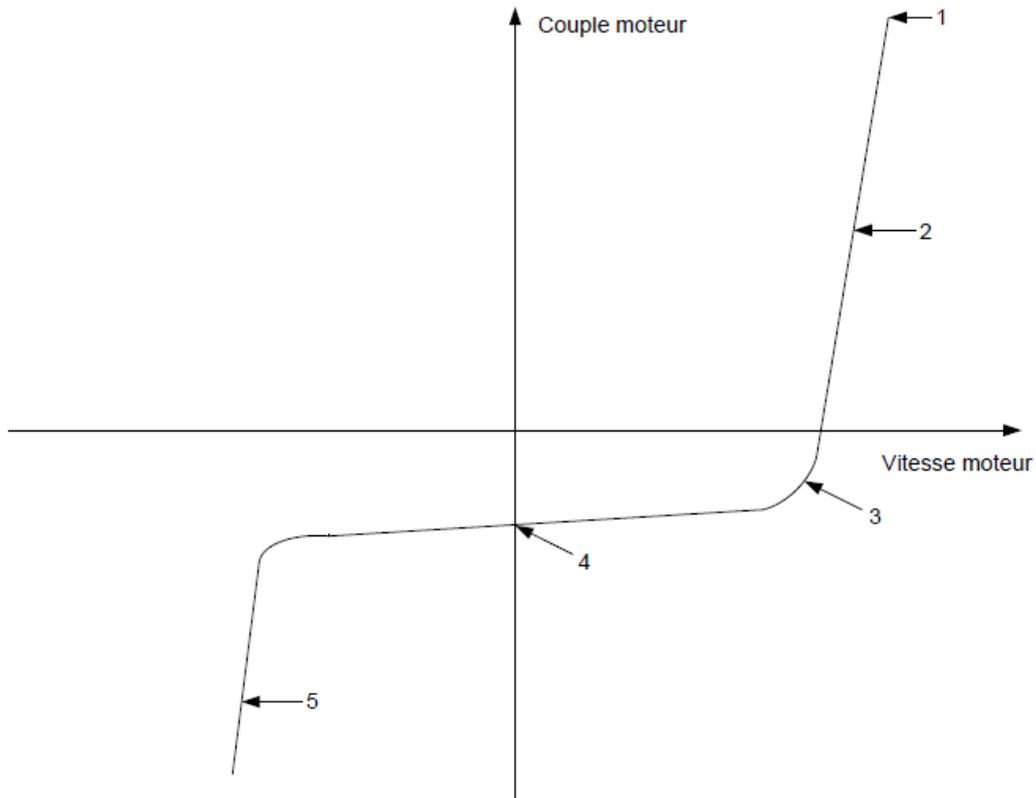
Rappeler les trois règles de sécurité essentielles lors d'une intervention sur une installation électrique.

2 (valeur = 2)

Donner les 5 grandes étapes à exécuter pour la résolution d'une défaillance électrique.

2^e QUESTION (5)

La figure ci-dessous représente l'évolution de la vitesse de rotation de l'hélice et du couple moteur dans le cas d'un Crash Stop réalisé sur un navire à propulsion par moteur synchrone utilisant un synchro drive.



(Source : General Electric)

Décrire l'état du moteur de propulsion pour chacun des 5 points de la figure ci-dessus correspondant à l'essai de Crash Stop. Préciser notamment pour chacun des 5 points si la propulsion est en mode moteur ou en mode générateur.

3^e QUESTION (12)

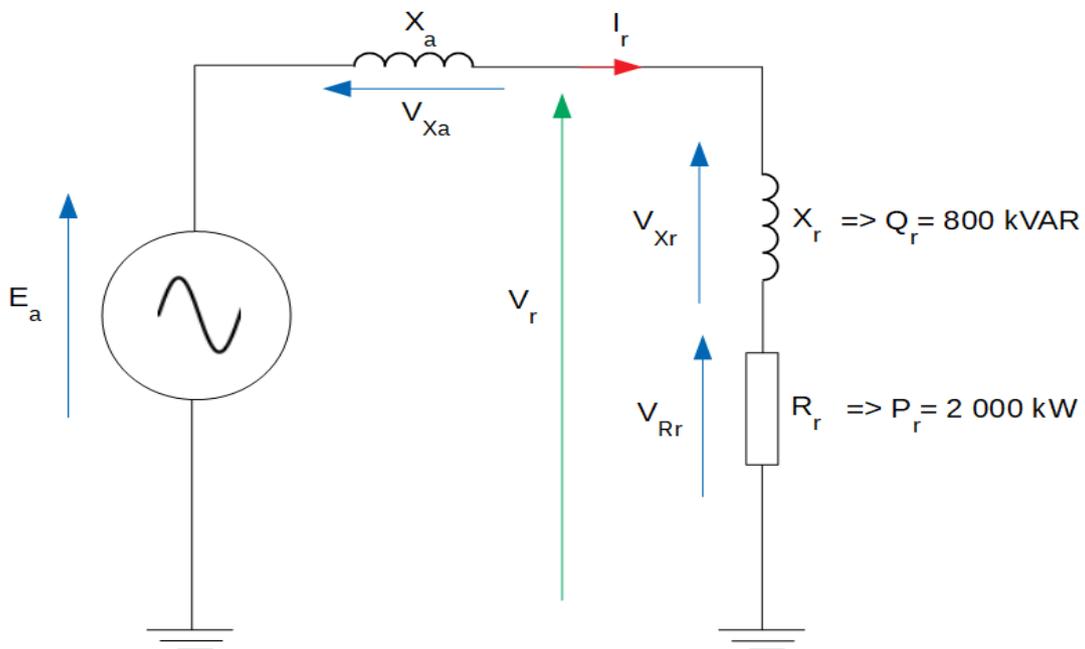
L'alternateur du bord a une puissance nominale $S_n = 2\,500\text{ kVA}$ et délivre sur le réseau une tension composée régulée par l'AVR (« Automatic Voltage Regulator ») à $U_r = 690\text{ V}$. Vous faites des mesures de façon à vérifier les paramètres principaux du fonctionnement de cet alternateur pour lequel vous avez constaté un échauffement anormal.

Au niveau du PMS ("Power Management System") vous relevez les puissances appelées par le réseau :

$$P_r = 2\,000\text{ kW}.$$

$$Q_r = 800\text{ kVAR}.$$

Vous rassemblez ces éléments sur le schéma suivant à une phase :



1 (valeur = 1)

Calculer la puissance apparente S_r injectée sur le réseau, le $\cos(\varphi)$ du réseau et le pourcentage de charge $\frac{S_r}{S_n}$ de l'alternateur.

2 (valeur = 1)

Donner la valeur du courant I_r absorbé par le réseau.

3 (valeur = 2)

Calculer la valeur de la résistance équivalente du réseau R_r et la valeur de l'inductance équivalente du réseau X_r .

En déduire la valeur des tensions correspondantes V_{Rr} et V_{Xr} .

Dans la documentation du fabricant de l'alternateur, vous trouvez la valeur de la réactance synchrone : $X_a = 0,3 \Omega$.

4 (valeur = 1)

En déduire la valeur de la tension V_{Xa} .

5 (valeur = 1)

Représenter les tensions V_{Rr} , V_{Xr} , V_r puis V_{Xa} et E_a sur un diagramme de Fresnel.

6 (valeur = 1)

À l'aide de ce diagramme, déterminer par le calcul la valeur de E_a .

7 (valeur = 1)

Calculer enfin l'angle θ entre V_r et E_a .

On rappelle que l'on a la relation : $P_a = P_r = \frac{3 \cdot V_r \cdot E_a \cdot \sin(\theta)}{X_a}$

Le PMS affiche un courant d'excitation $J = 4,8 \text{ A}$ mais ne donne pas d'information sur la valeur de E_a .

Grâce à vos calculs et à la documentation du fabricant, vous pouvez vérifier que le courant d'excitation est à une valeur normale.

En effet, pour la valeur de E_a que vous venez de trouver, la courbe donnée par le fabricant vous donne $J = 5 \text{ A}$, ce qui est cohérent.

L'AVR semble fonctionner tout à fait correctement.

Vous décidez donc d'évaluer la qualité du circuit de réfrigération.

Pour cela, vous relevez sur le PMS les mesures suivantes :

Puissance mécanique transmise à l'alternateur par son moteur Diesel : $P_{méca} = 2200 \text{ kW}$.

Débit de l'eau de réfrigération de l'alternateur : $q = 0,5 \text{ litre/seconde}$ (soit 1 800 litres/heure).

Température d'entrée de l'eau : $T_{in} = 20 \text{ °C}$.

Température de sortie de l'eau : $T_{out} = 85 \text{ °C}$.

C'est cette valeur de T_{out} qui vous semble trop élevée et que vous souhaitez donc évaluer par des calculs.

8 (valeur = 1)

Calculer la puissance perdue P_p au niveau de l'alternateur.

Vous considérez que 30% de cette puissance est perdue sous forme mécanique et que les 70% restant ont un effet purement thermique sur le circuit électrique de l'alternateur.

C'est cette puissance thermique P_t qui est collectée par le circuit de réfrigération.

9 (valeur = 1)

Calculer la valeur de P_t .

10 (valeur = 2)

Sachant que l'on a la relation $P_t = q \cdot C_p \cdot (T_{out} - T_{in})$ avec $C_p = 4,185 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, calculer la valeur T_{out} et la comparer avec la valeur relevée sur le PMS. Conclure.

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 vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.