

Devoir n°5: machine synchrone

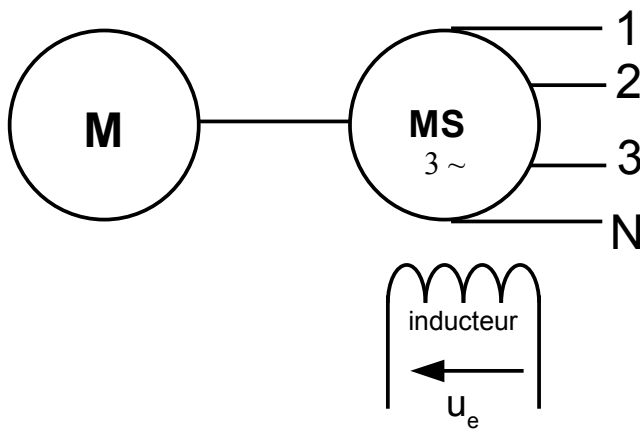
Pour ce devoir, l'usage de la calculatrice est **interdit**. Pour les applications numériques, vous pourrez faire les approximations suivantes: $230\sqrt{3} \approx 400$; $400\sqrt{3} \approx 700$; $\frac{2\pi}{60} \approx \frac{1}{10}$.

D'autre part, on rappelle que **$\cos(37^\circ) = 0,8$** .

Remarque: si vous ne parvenez pas à faire l'application numérique- toujours faisable, **posez le calcul**.

Un groupe électrogène de secours comprend:

- un moteur thermique tournant à vitesse constante;
- un alternateur triphasé autonome 230/400 V- 50 Hz – 70 kVA



L'alternateur dont l'induit est couplé en étoile, tourne à sa fréquence nominale $n = 1000 \text{ tr.min}^{-1}$. La fréquence f des tensions produites est de 50 Hz.

La résistance de l'inducteur de l'alternateur est $R_e = 1,00 \, \Omega$.

La résistance d'une phase de l'induit est négligée. La réactance synchrone d'une phase est $X = 1,00 \, \Omega$. Pour déterminer les caractéristiques de l'induit de l'alternateur, on a réalisé les essais suivants.

L'alternateur possède 100 conducteurs actifs par enroulements, et son coefficient de Kapp K est égal à 2,0. On notera V la valeur efficace de la tension simple en sortie de l'alternateur et I la valeur efficace de l'intensité du courant en ligne débité par l'induit de l'alternateur.

1- Questions préliminaires

1.1 Déterminez le nombre de paires de pôles de la machine.

1.2 Déterminez la vitesse nominale de rotation (en rad.s^{-1}) de l'alternateur.

1.3 Calculez la valeur efficace E de la force électromotrice induite aux bornes d'un enroulement du stator lorsque la machine tourne à 1000 tr.min^{-1} et que l'excitation développe un flux maximum par pôle $\Phi_{\text{max}} = 30 \text{ mWb}$.

2- Essai à vide

On a relevé, à vitesse nominale, la caractéristique $E = f(i_e)$, avec E exprimée en V et i_e en A. i_e est le courant inducteur. E est la valeur efficace d'une force électromotrice induite aux bornes d'un enroulement du stator.

2.1 Dessinez le schéma du montage permettant de réaliser l'essai à vide. Vous **indiquerez** les positions des appareils de mesures.

2.2 Quelle est l'allure de la caractéristique $E = f(i_e)$ (on suppose le circuit magnétique sans phénomène d'hystérésis et sans phénomène de saturation magnétique) ?

3- Modèle équivalent d'une phase

3.1 Dessinez le modèle équivalent simplifié d'une phase de l'alternateur, en négligeant la résistance d'une phase, et en indiquant sur le modèle le sens du courant i correspondant au fonctionnement en alternateur.

3.2 A partir de ce modèle, écrivez la relation vectorielle entre les différentes grandeurs.

4- Essai en charge n°1

L'alternateur alimente, sous une tension simple V de 230 V, une installation inductive triphasée, de facteur de puissance 0,80, qui absorbe un courant I de 100 A.

4.1 En construisant le diagramme vectoriel de Fresnel, **déterminez** la valeur de la f.e.m. synchrone E . On prendra pour échelle 1 cm pour 20 V.

4.2 En déduire la valeur du courant d'excitation nécessaire pour avoir le fonctionnement désiré, si l'on a $E = 30 \cdot i_e$.

4.3 Quelle est la puissance P reçue par la charge ?

4.4 Dessinez le schéma du montage permettant de mesurer expérimentalement $P_1 = \frac{P}{3}$, V et I .

4.5 La résistance d'une phase de l'induit, jusqu'alors négligée, est en réalité de $0,030 \Omega$. Calculez les pertes joules p_{j1} dans l'induit.

4.6 Quelle est la puissance P_a absorbée par l'alternateur en considérant les pertes constantes p_c égales à 1,0 kW ?

5- Essai en charge n°2

L'alternateur alimente à présent un récepteur triphasé équilibré constitué de trois résistances R_1 couplées en étoile. Ce récepteur absorbe un courant I de 100 A, et la force électromotrice $E = 300$ V..

5.1 En construisant un nouveau diagramme vectoriel de Fresnel, **déterminez** la valeur d'une tension simple V . On prendra encore pour échelle 1 cm pour 20 V.

5.2 En déduire la valeur de R_1 .