



Grandeurs élémentaires

Ex 1 : FRÉQUENCE DES TENSIONS POUR UN ALTERNATEUR ISOLÉ

Un alternateur hexapolaire tourne à 1000 tr/min. Calculer la fréquence des tensions produites.
Même question pour une vitesse de rotation de 1200 tr/min.

Ex 2 : RENDEMENT D'UN ALTERNATEUR TRIPHASÉ

Un alternateur triphasé couplé en étoile alimente une charge résistive.

La résistance d'un enroulement statorique est $R_s = 0,4 \Omega$, celle de l'inducteur de 1Ω .

La réactance synchrone est $X_s = 20 \Omega$.

La charge, couplée en étoile, est constituée de trois résistances identiques $R = 50 \Omega$.

Le courant d'excitation est de 2 A.

1. Faire le schéma équivalent du circuit (entre une phase et le neutre).
2. Sachant que la tension simple à vide de l'alternateur est $E = 240 \text{ V}$, calculer :
 - la valeur efficace des courants de ligne I
 - la tension simple V en charge. En déduire la chute de tension en charge.
3. Calculer la puissance active consommée par la charge.

Les pertes collectives sont évaluées à 400 W.

4. **Déterminer le rendement.** Il faudra identifier toutes les puissances actives échangées...

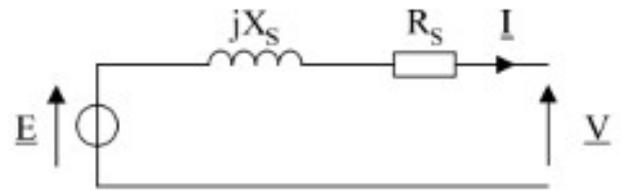
Ex 3 : ALTERNATEUR MONOPHASÉ AUTONOME

Le schéma équivalent de l'induit de l'alternateur est :

La résistance de l'enroulement de l'induit est :

$$R_S = 0,3 \Omega.$$

Paires de pôles : 2



La caractéristique à vide, pour une vitesse de rotation de 1500 tr/min est donnée par : $E = 200 \cdot i$ avec : i le courant d'excitation (en A), E la valeur efficace de la fem (en V)

1. Calculer la fréquence des tensions lorsque l'arbre tourne à 1800 tr/min.
2. **Un essai en court-circuit** à 1500 tr/min, donne un courant d'induit $I_{CC} = 20 \text{ A}$ pour un courant d'excitation $i = 0,4 \text{ A}$.

2.1. Écrire l'équation de la maille en notation complexe.

2.2. Montrer que la réactance synchrone (en Ω) peut s'écrire :
$$X_S = \sqrt{\left(\frac{E}{I_{CC}}\right)^2 - R_S^2}$$

Faire l'application numérique et donner la valeur de X_S .

3. L'alternateur alimente une charge résistive R qui consomme un courant d'intensité efficace $I = 20 \text{ A}$. La tension $v(t)$ aux bornes de la résistance a pour valeur efficace $V = 220 \text{ V}$ et pour fréquence $f = 50 \text{ Hz}$.

3.1. Quelle est la vitesse de rotation de l'alternateur (en tr/min) ?

3.2. Calculer la résistance R de la charge.

3.3. Calculer la puissance utile fournie par l'alternateur à la charge.

3.4. Montrer que la fem de l'alternateur E est égale à 234 V.

3.5. Calculer l'intensité du courant d'excitation i .

3.6. Les pertes collectives de l'alternateur sont évaluées à 300 W. La résistance de l'excitation est $r = 200 \Omega$. Calculer le rendement de l'alternateur.

Ex 4 : TESTS SUR MACHINE SYNCHROME TRIPHASÉE

Une machine synchrone triphasée possède les caractéristiques suivantes :

<i>stator :</i>	<i>rotor :</i>
enroulements couplés en étoile	tétrapolaire
48 conducteurs actifs par enroulement	fréquence de rotation $n_s = 1500$ tr/min
résistance par enroulement $R = 0,10 \Omega$	résistance du bobinage inducteur
fréquence 50 Hz,	$R_{ex} = 4,5 \Omega$
chute de tension ohmique \ll inductive.	

Relation $E(I_{ex})$

La valeur efficace de la fém par enroulement du stator et l'intensité du courant continu d'excitation sont liées par l'équation : $E = K \cdot I_{ex}$, avec E en volts, I_{ex} en ampères, $K = 40$ V/A.

On supposera que cette relation reste la même à vide et en charge (\Leftrightarrow aucune saturation magnétique).

Caractéristique de court-circuit

Elle est représentée par la droite d'équation : $I_{cc} = 8 \cdot I_{ex}$, avec I_{cc} valeur efficace de l'intensité dans un enroulement du stator en court-circuit.

1. Calculs préliminaires

Montrer que la réactance synchrone d'un enroulement du stator est constante, égale à 5Ω .

2. Fonctionnement en alternateur autonome : évolution de la tension de sortie

Un moteur thermique de puissance suffisante entraîne le rotor. Un système permet de maintenir la vitesse constante à 1500 tr/min.

Le stator fournit de l'énergie électrique à une charge inductive équilibrée, de facteur de puissance $\cos \varphi = 1$.

L'intensité du courant continu d'excitation est réglée à 6,3 A.

Dans ces conditions, la valeur efficace du courant en ligne est 25 A.

- 2.1. Dessiner le schéma du modèle électrique équivalent à un enroulement du stator, avec fléchage de l'intensité et des tensions.
- 2.2. Écrire l'équation de maille.
- 2.3. Par construction vectorielle, déterminer la tension simple aux bornes de la charge.
- 2.4. Calculer la puissance active fournie par l'alternateur à la charge.

**3. Fonctionnement en moteur synchrone**

Le stator est alimenté par le réseau triphasé 400 V, 50 Hz.

Le rotor entraîne une charge mécanique.

L'excitation est réglée à sa valeur optimale (\Leftrightarrow telle que facteur de $F_p = 1$).

Dans ces conditions la valeur efficace de l'intensité en ligne est 40 A.

3.1. Dessiner le schéma du modèle électrique équivalent à un enroulement du stator, avec fléchage de l'intensité et des tensions.

3.2. Écrire l'équation de maille.

3.3. Donner la tension simple V .

3.4. Par construction vectorielle, déterminer la fém d'un enroulement.

3.5. En déduire l'intensité du courant continu d'excitation.

3.6. Calculer la puissance totale absorbée par le moteur (stator triphasé et rotor continu).

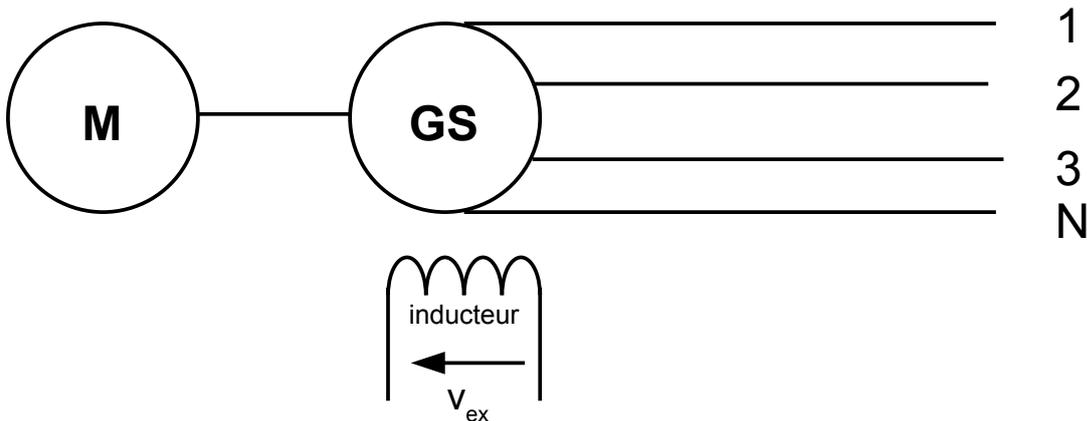
3.7. En supposant que les pertes autres que par effet Joule valent 800 W, déterminer la puissance utile du moteur et le moment du couple avec lequel il entraîne la charge mécanique.

3.8. calculer le rendement.

Ex 5 : GROUPE ÉLECTROGÈNE

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.

Les caractéristiques de l'inducteur de l'alternateur sont:
résistance $R_{ex} = 1,00 \Omega$; inductance: $L_{ex} = 400 \text{ mH}$.

Pour déterminer les caractéristiques de l'induit de l'alternateur, on a réalisé les essais suivants.

A vide: on a relevé, à vitesse nominale, la caractéristique $E_v = f(I_{ex})$ assimilée à une droite d'équation $E_v = 30 \cdot I_{ex}$, avec E_v exprimée en V et I_{ex} en A. I_{ex} est le courant inducteur. E_v est la valeur efficace de la tension à vide aux bornes de l'enroulement. $E_v = E_s$ (E_s : f.e.m. synchrone de l'alternateur).

En court-circuit: on a relevé, à vitesse nominale, la caractéristique $I_{cc} = f(I_{ex})$ qui est une droite passant par l'origine et le point (5A; 150 A). I_{cc} est la valeur efficace de l'intensité du courant de court-circuit.

En continu: par une méthode voltampèremétrique, on a relevé aux bornes d'un enroulement de l'induit une tension $V_i = 3,0 \text{ V}$ lorsque circule un courant d'intensité $I_i = 100 \text{ A}$.



- 1- Déterminez le nombre de paires de pôles de la machine.
- 2- Dessinez le schéma du montage permettant de réaliser l'essai à vide. Vous indiquerez le mode opératoire, ainsi que les positions des appareils de mesures.
- 3- Donnez la relation liant \underline{E}_s , \underline{V} , \underline{I} et X_s .
- 4- Calculez la réactance synchrone X_s de l'induit.
- 5- 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.
 - 5.1 En construisant le diagramme vectoriel de Fresnel, déterminez la valeur de la f.e.m. synchrone E_s . On prendra $X_s = 1,0 \Omega$. On prendra pour échelle 1 cm pour 20 V.
 - 5.2 En déduire la valeur du courant d'excitation nécessaire pour avoir le fonctionnement désiré.
 - 5.3 Quelle est la puissance P reçue par la charge ?
 - 5.4 Quel essai permet de déterminer la valeur de la résistance d'un enroulement de l'induit ? Calculez la valeur R_i de cette résistance. En déduire les pertes joules P_{ji} dans l'induit.
 - 5.5 Quelle est la puissance P_a absorbée par l'alternateur en considérant les pertes constantes P_c égales à 1,0 kW ?
 - 5.6 Que vaut le moment du couple exercé par le moteur thermique ?
- 6- 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 le courant d'excitation I_{ex} est réglé à 10 A.
 - 6.1 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.
 - 6.2 En déduire la valeur de R_1 .