

Examen

Le Mardi 30 Mai 2023

Durée : 1 heure 30 min

Cours (5 points) :

Indiquer la bonne réponse (une seule réponse est juste) pour Q₁ et Q₂ اجابة صحيحة واحدة فقط
Répondre aux questions Q₃ et Q₄.

Q₁- On peut déterminer **les pertes constantes** d'un moteur à courant continu : (1 point)

- Rép :** a. en insérant un rhéostat de démarrage b. en effectuant un essai en charge
c. en effectuant un essai à vide d. en éliminant le flux ($I_{ex} = 0$)

Q₂- Dans une machine **synchrone**, quelle relation est vraie pour la vitesse du rotor n_r ? (1 point)

- a. $n_r = n_s$ b. $n_r = (1 - g)n_s$ c. $n_r = gn_s$ d. $n_r = gn_s - n_s$

Q₃-Donner Le diagramme vectoriel (Fresnel) pour une phase d'un alternateur triphasé qui alimente une charge inductive (pure), sachant que r_s est négligeable? En déduire une équation qui lie E en fonction de V, I et X_s ? (1.5 point)

Q₄-Selon le réseau d'alimentation; Compléter le tableau ci-dessous par le type de couplage du moteur asynchrone : triangle, étoile, ou impossible (1.5 point)

Moteur Réseau	127V/230V	230V/400V	400V/690V
127V/230V			
230V/400V			

EXERCICES (15 points)

Exercice 1 : (8 points)

La puissance apparente d'un transformateur monophasé 5000 /230V, 50Hz, est $S = 21$ KVA. La section du circuit magnétique est $s = 60$ cm² la valeur maximal de l'induction du champ magnétique est 1.1 T. On a effectué les essais suivant sur ce transformateur :

1-L'essai à vide a donné les résultats suivants :

$$V_{10}=5000 \quad V_{20}=230V \quad I_{10}=0.5A \quad \text{et} \quad P_{10}= 250W$$

2-L'essai en court circuit avec $I_{cc} = I_{2n}$ à donné les résultats suivants :

$$P_{1CC}= 300W \quad \text{et} \quad V_{1cc}= 200V$$

1. Calculer le nombre de spires N_1 au primaire ? (1 point)
2. Calculer le rapport de transformation et le nombre de spires N_2 au secondaire ? (1 point)

3. Quel est le facteur de puissance à vide de ce transformateur ? (1 point)
4. Calculer le courant secondaire nominal ? (1 point)
5. Déterminer les éléments du schéma équivalent de ce transformateur ? (1 point)
6. Calculer le rendement de ce transformateur lorsqu'il débite un courant d'intensité nominale dans une charge inductive de facteur de puissance de 0.83 ? (3point)

Exercice 2 (7 points)

Un alternateur triphasé dont les enroulements du stator sont couplés en **étoile**, est entraîné à sa vitesse de rotation de 1500 tr/mn. Sa puissance apparente nominale est $S_n = 3,2$ kVA. La tension **entre phases** a pour valeur efficace : $U_n = 220$ V et pour fréquence 50 Hz.

- Un essai à vide, à la vitesse de rotation nominale, a donné les résultats suivants : E_0 est la tension **entre phases** : $E_0 = 400 \cdot I_{ex}$

- Pour un courant d'excitation $I_{ex} = 0,40$ A, un essai en court-circuit a montré que le courant dans un enroulement statorique a pour intensité efficace $I_{cc} = 8$ A . La résistance de l'enroulement statorique r_s est négligeable.

- 1- Quel est le nombre de pôles de cet alternateur ? (1 point)
- 2- Calculer le courant nominal que peut débiter cet alternateur ? (1 point)
- 3- Déterminer la réactance synchrone X_s ? (2 point)
- 4- L'alternateur débite un courant d'intensité efficace $I = 8,4$ A dans une charge inductive de facteur de puissance 0,5. Le courant d'excitation étant égale à $I_{ex} = 0,65$ A.
- Calculer la tension V de l'alternateur ? (3 points)

Bon Courage

Corrigé type contrôle

Cours (5 points) :

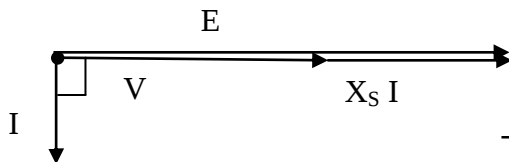
Q1- Rép : c. essai à vide

(1 point)

Q2-Rép : a. $n_r = n_s$

(1 point)

Q3- Le diagramme vectoriel d'une phase d'un alternateur qui alimente **une charge inductive (pure)** L, sachant que **r_s est négligeable**



(1 point)

- On peut déduire l'équation : $E = V + X_s I$ (0.5 point)

Q4-

(0.25 point pour chaque réponse juste)

Moteur Réseau	127V/230V	230V/400V	400V/690V
127V/230V	étoile	triangle	impossible
230V/400V	impossible	étoile	triangle

(1.5 point)

Exercice 1 (8 points)

1- Le nombre de spires N_1 au primaire

En utilisant la formule de Boucherot

$$V_1 = 4.44 N_1 f \phi = 4.44 N_1 f B S$$

Ainsi on déduit N_1 :

(1 point)

$$N_1 = \frac{V_1}{4.44 f B S} = \frac{5000}{4.44 * 60 * 10^{-4} * 50 * 1.1} = \frac{5000}{14652 * 10^{-4}} = 3412.5034 \approx 3413 \text{ spires}$$

2- Le rapport de transformation et le nombre de spires N_2 au secondaire

À partir de l'essai à vide on peut déterminer le rapport de transformation:

$$m = \frac{V_{20}}{V_{10}} = \frac{230}{5000} = 0.046$$

On peut déduire le nombre de spires N_2 au secondaire :

$$m = \frac{N_2}{N_1}$$

$$N_2 = m * N_1 = 0.046 * 3413 = 156.998 \cong 157 \text{spires}$$

3- Le facteur de puissance à vide de ce transformateur

$$P_{10} = V_{10} * I_{10} * \cos \varphi_{10}$$

(1 point)

$$\cos \varphi_{10} = \frac{P_{10}}{V_{10} * I_{10}} = \frac{250}{5000 * 0.5} = \frac{250}{2500} = 0.10$$

4- Le courant secondaire nominal

$$S = U_{1n} I_{1n} = U_{2n} I_{2n}$$

(1 point)

$$I_{2n} = \frac{S}{V_{2n}} = \frac{21000}{230} = 91.30A$$

5- Les éléments du schéma équivalent de ce transformateur

-Il suffit de calculer R_f et x_m à partir de l'essai à vide.

-A partir de l'essai en court circuit on peut déterminer r_s et X_s :

$$r_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{300}{91.3^2} = 0.03598\Omega \approx 0.036\Omega$$

(1 point)

$$Z_s = \frac{m V_{1cc}}{I_{2cc}} = \frac{m V_{1cc}}{I_{2n}} = \frac{0.046 * 200}{91.3} = 0.10 \Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - r_s^2} = \sqrt{0.1^2 - 0.036^2} = \sqrt{0.008704} = 0.0933\Omega$$

6- Le rendement de ce transformateur lorsqu'il débite un courant d'intensité nominale dans une charge inductive de facteur de puissance de 0.83

Avant de déterminer le rendement il faut calculer la tension V_2 aux bornes de la charge inductive en utilisant la formule approché de la chute de tension :

$$\Delta V_2 = V_{20} - V_2 \approx r_s \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 + X_s \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_2$$

(0.5 point)

$$\cos \varphi_2 = 0.83 \quad \varphi_2 = 33.90^\circ \text{ Ainsi on a : } \sin \varphi_2 = 0.5577$$

$$\Delta V_2 = V_{20} - V_2 \approx 0.036 * 91.3 * 0.83 + 0.0933 * 91.3 * 0.5577 \approx 7.48V$$

(0.5 point)

La tension V_2 est donc :

$$V_2 = V_{20} - \Delta V_2 = 230 - 7.48 = 222.52 V$$

(0.5 point)

Calculons P_1 et P_2 :

La puissance active fournit à la charge

(0.5 point)

$$P_2 = V_2 I_2 \cos \varphi_2 = 222.52 * 91.3 * 0.83 = \mathbf{16862.34 W}$$

La puissance P_1 se détermine à partir du bilan de puissance :

$$P_1 = P_2 + p_j + p_{fer} = 16862.34 + 300 + 250 = \mathbf{17412.34 W}$$

0.5 point

Avec $p_j = P_{1cc} = 300 W$ et $p_{fer} = P_{10} = 250 W$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{16862.34}{17412.34} = 0.9684 = \mathbf{96.84 \%}$$

0.5 point

Exercice 2 (7 points)

Données

Alternateur triphasé : $n_s = 1500$ tr/min, $S_n = 3.2$ kVA, $U_n = 220V$, 50Hz

1-Le nombre de pôles de rotor

$$n_s = \frac{60 f}{p} \quad \text{d'où} \quad p = \frac{60 f}{n_s} = \frac{60 \times 50}{1500} = 2$$

Le nombre de pôles est donc **4 pôles**

(1points)

2-Le courant nominal qui peut débiter l'alternateur triphasé est

$S_n = \sqrt{3} U_n I_n$ d'où on peut déduire le courant nominal de l'alternateur

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_n} = \frac{3200}{\sqrt{3} \times 220} = \frac{3200}{381.04}$$

$$\mathbf{I_n = 8.3980 A}$$

1 points

3-La réactance synchrone X_s

Dans E_0 est une tension mesurée entre phase (composée), la résistance r_s étant négligeable. Donc on peut écrire :

$$X_s = \frac{E_0}{\sqrt{3} I_{cc}}$$

1 points

Pour un courant d'excitation de 0.4 A nous avons $E_0 = 400 * 0.4 = 160$ V et $I_{cc} = 8A$

$$X_s = \frac{160}{\sqrt{3} \times 8} = \frac{160}{13.856}$$

La réactance synchrone est donc **$X_s = 11.5473 \Omega$**

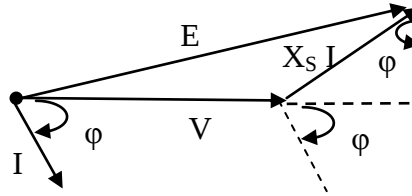
(1 point)

4- La tension de l'alternateur V

$\cos(\varphi) = 0.5$ D'où $\varphi = 60^\circ$

Pour $I_{\text{exc}} = 0.9\text{A}$ correspond à une f.e.m $E=260\text{ V}$ (tension composée).

Le diagramme vectoriel est :



(1 point)

$$E^2 = (V + X_s I \sin \varphi)^2 + (X_s I \cos \varphi)^2$$

On peut donc déduire la tension V

$$V = \sqrt{E^2 - (X_s I \cos \varphi)^2} - X_s I \sin \varphi$$

(1 points)

Avec $E = \frac{260}{\sqrt{3}} = 150.11\text{ V}$ et $\sin \varphi = 0.866$

$$V = \sqrt{150.11^2 - (11.5473 \times 8.4 \times 0.5)^2} - 11.5473 \times 8.4 \times 0.866$$

$$V = \sqrt{150.11^2 - (48.49)^2} - 83.99 = 142.06 - 83.99$$

(1 points)

$$\underline{\underline{V = 58.072\text{ V}}}$$