REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix – Travail – Patrie

MINESEC / O. B. C

PROBATOIRE DE TECHNICIEN
Session : 2019
Série : F3 – Electrotechnique
Durée : 03H
Coefficient : 03
Epreuve écrite

CORRIGE HARMONISE DE MACHINES ÉLECTRIQUES

PARTIEI : TECHNOLOGIE 6pts

1- Donnons trois avantages du démarrage direct sur les autres modes de démarrage des moteurs asynchrones triphasés : **1pt**
   - ***Simplicité de l'appareillage ;***
   - ***Couple important au démarrage ;***
   - ***Temps de démarrage minimal pour un moteur à cage.***
   - ***Économique***

2- Définition l'expression `` **compensateur synchrone**´´ **1pt**
Compensateur synchrone : ***c'est un moteur synchrone fonctionnant à vide et qui surexcité, fournit de la puissance réactive au réseau permettant ainsi de relever le facteur de puissance.***

3- Citons deux avantages des moteurs électriques par rapport aux moteurs à essence : **0,5ptx2**
   - ***Ils sont moins polluants et moins bruyants ;***
   - ***Ils démarrent seul et facilement ;***
   - ***Ils ont souvent un fort couple de moteur à faible vitesse et même à l'arrêt.***
   - ***Économique***
   - ***Meilleur rendement***
   - ***Maintenance facile***
   - ***Facilité de modifier la vitesse et le sens de rotation***

4- Indiquons deux moyens de protection des transformateurs contre les surtensions d'origine atmosphérique : **0,5ptx2**
   - ***Utilisation des éclateurs ;***
   - ***Utilisation d'une bobine de choc de 10 à 20 spires et comportant un isolement renforcé ;***
   - ***Limiteur de tension ;***
   - ***Parafoudre.***

5- Citons deux procédés de freinage d'une machine à courant continu : **0,5ptx2**
   - ***Freinage à contre-courant ;***
   - ***Freinage par électrofrein ;***
   - ***Freinage rhéostatique ;***
   - ***Freinage par récupération d'énergie***
   - ***Freinage dynamique***

6- Expliquons pourquoi le moteur compound à courant continu ne s'emballe pas à vide **1pt**

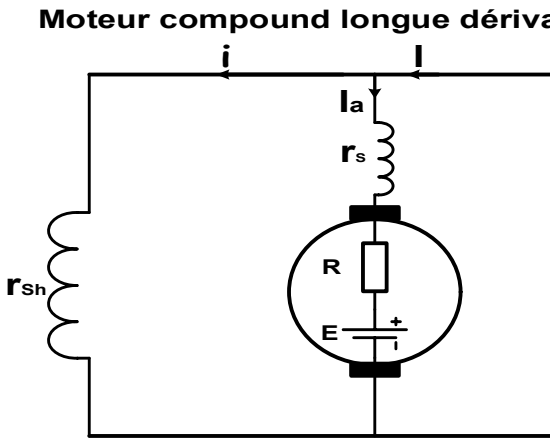


Figure 1

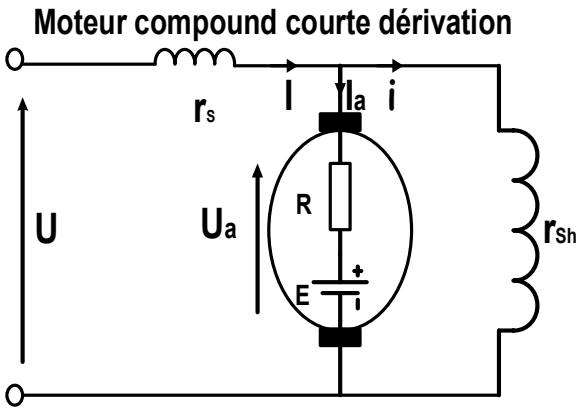


Figure 2

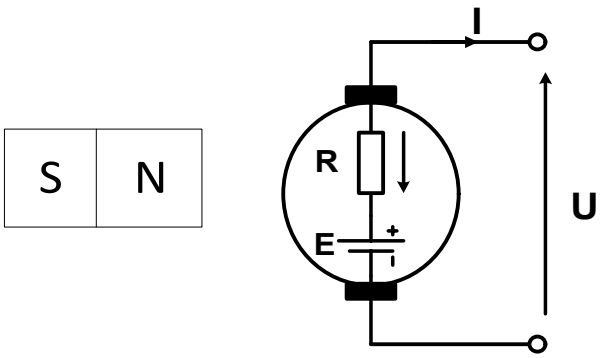
Le moteur compound à courant continu ne s'emballe pas a vide a cause du courant dans l'enroulement shunt qui ne peut s'annuler.

PARTIEII : ÉLECTROTECHNIQUE 14pts

Exercice 1 : Machine à courant continu 4pts

2.a - Indiquons le type d'excitation de cette génératrice :
Cette génératrice est à excitation indépendante ou séparée **0,5pt**

2.b - Schéma équivalent lorsque l'inducteur est à aiment permanent



2.a - Déterminons la force électromotrice en charge de la génératrice **0,5pt**
D'après la maille de la figure 3 on obtient :

$$E - RI - U = 0 \quad => \mathbf{E = U + RI} \quad \mathbf{AN} \quad E = 220 + (0{,}5 \times 24) = 232$$

$$\underline{\mathbf{E = 232V}}$$

2.b - Déterminons la fréquence de rotation « n » de la machine **1pt**
On sait que :

$$\frac{E_0}{n_0} = \frac{E}{n} \quad => \mathbf{n = \frac{n_0 \times E}{E_0}} \quad AN \quad n = \frac{1600 \times 232}{240 \times 60} = 25{,}777$$

$$\boldsymbol{n = 25{,}777\ tr/s \quad soit \quad n = 1546{,}666\ tr/min}$$

2.c -Déterminons la puissance absorbée par la génératrice **0,5pt**

$$\boldsymbol{P_a = T_u \Omega = 2\pi n\, T_u} \quad \boldsymbol{AN} \quad P_a = 2 \times 3{,}14 \times 25{,}777 \times 35{,}6 = 5762{,}9123$$

$$\underline{\boldsymbol{P_a = 5762{,}9123W}}$$

2.d - Déterminons les pertes joules induit et inducteurs **0,25ptx2**

⇨ Cherchons les pertes joule induit

On sait que :

$$\mathbf{P_{JR}} = \mathbf{RI^2} \text{AN} P_{JR} = 0{,}5 \times 24^2 = 288$$

$$\underline{\mathbf{P_{JR} = 288\ W}}$$

⇨ Cherchons les pertes joules inducteurs

$$P_{Jr} = ri^2 \text{ or } r = i = 0 \quad \text{d'où} \quad \mathbf{P_{Jr} = 0\ W}$$

car l'inducteur est à aimant permanent donc l'inducteur est supprimé

2.e - Déterminons la puissance utile de la génératrice **0,5pt**

On sait que :

$$\mathbf{P_U = UI} \quad \mathbf{AN} \quad P_U = 220 \times 24 = 5280$$

$$\underline{\mathbf{P_U = 5280\ W}}$$

2.f - Déterminons le rendement de la génératrice **0,5pt**

On sait que :

$$\boldsymbol{\eta} = \frac{\mathbf{P_U}}{\mathbf{P_a}} \quad AN \quad \eta = \frac{5280}{5762{,}9123} = 0{,}9162$$

$$\underline{\boldsymbol{\eta} = \mathbf{0,9162} \quad \mathbf{soit} \quad \boldsymbol{\eta} = \mathbf{91,62\%}}$$

<u>Exercice 2</u> : Transformateur monophasé 5pts

La plaque signalétique d'un transformateur monophasé indique : 500VA ; 240V/24V ; 50Hz.

1.a - Calculons le rapport de transformation **0,5pt**

On sait que :

$$\mathbf{m} = \frac{\mathbf{U_2}}{\mathbf{U_1}} \mathbf{AN} \quad m = \frac{24}{240} = 0{,}1$$

$$\underline{\mathbf{m = 0,1}}$$

1.b - Calculons la valeur efficace du courant nominal primaire **1pt**

$$S_1 = U_1 I_1 \quad => \mathbf{I_1} = \frac{\mathbf{S_1}}{\mathbf{U_1}} \quad AN \quad I_1 = \frac{500}{240} = 2{,}083$$

$$\underline{\mathbf{I_1 = 2,083A}}$$

1.c - Calculons la valeur efficace du courant nominal secondaire **1pt**

$$S_2 = U_2 I_2 \quad => \mathbf{I_2} = \frac{\mathbf{S_2}}{\mathbf{U_2}} \quad AN \quad I_2 = \frac{500}{24} = 20{,}833$$

$$\underline{\mathbf{I_2 = 20,833A}}$$

2.a - Calculons la puissance active fournie à la charge **1pt**

$$\mathbf{P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2} \ \mathbf{AN} P_2 = 24 \times 20 \times 0{,}8 = 384$$

$$\underline{\mathbf{P_2 = 384W}}$$

2.b - Calculons le rendement du transformateur **0,5pt**

$$\boldsymbol{\eta} = \frac{\mathbf{P_2}}{\mathbf{P_1}} = \frac{\mathbf{P_2}}{\mathbf{P_2 + P_P}} \quad AN \quad \eta = \frac{384}{384 + 32} = 0{,}9230$$

$$\underline{\boldsymbol{\eta} = \mathbf{0,9230\ soit\ \eta = 92,30\%}}$$

2.c - Calculons le facteur de puissance au primaire **1pt**

$$P_1 = U_1 \cos \varphi_1 \quad => \cos \varphi_1 = \frac{P_1}{U_1 I_1} \quad or \ P_1 = P_2 + P_P <=> \mathbf{\cos \varphi_1} = \frac{\mathbf{P_2 + P_P}}{\mathbf{U_1 I_1}}$$

AN $\cos\varphi_1 = \frac{384+32}{240\times2} = 0{,}86$ (avec $I_1 = mI_2 = 0{,}1 \times 20 = 2$ A)

$$\underline{\boldsymbol{\cos\varphi_1 = 0{,}86}}$$

Exercice 3 : Alternateur triphasé 5pts

1- Déterminons la puissance utile **0,5pt**

$\mathbf{P_u = UI\sqrt{3}\cos\varphi}$ $\boldsymbol{AN}$ $P_u = 420 \times 400 \times \sqrt{3} \times 0{,}9 = 261886{,}0821$ $\mathbf{P_u = 261886{,}0821\ W}$

2- Déterminons les pertes joules statoriques **0,5pt**

$$\mathbf{P_{JS} = \frac{3}{2} r I^2} \textbf{AN}\ P_{JS} = 1{,}5 \times 0{,}03 \times 400^2$$

$$\underline{\mathbf{P_{JS} = 7200W}}$$

3- Déterminons le rendement **1pt**

$$\boldsymbol{\eta = \frac{P_U}{P_a} = \frac{P_U}{P_U + P_{JS} + P_{JR}}}\ \textbf{AN}\ \eta = \frac{261886{,}0821}{261886{,}0821 + 7200 + 6000} = 0{,}95$$

$$\underline{\textbf{soit } \boldsymbol{\eta = 95\%}}$$

4- Sachant que pour le même courant d'excitation, on relève en court – circuit la fém. entre phase $E_V = 510$V et le courant $I_{CC} = 300$A.

4.a - Déterminons la réactance synchrone **1pt**

⇨ Cherchons la résistance dans un enroulement

$$r = 2R \Rightarrow \mathbf{R = \frac{r}{2}}\quad AN\quad R_S = \frac{0{,}03}{2} = 0{,}015\quad \boldsymbol{R_S = 0{,}015\Omega}$$

⇨ Cherchons l'impédance Z_S

$$Z_S = \frac{E_V}{I_{CC}\sqrt{3}}\ AN\ Z_S = \frac{510}{300\sqrt{3}} = 0{,}981\quad \mathbf{Z_S = 0{,}981\Omega}$$

⇨ Cherchons la réactance X_S

$$\mathbf{X_S = \sqrt{Z_S^2 - R_S^2}}\quad AN\ X_S = \sqrt{(0{,}981)^2 - (0{,}015)^2} = 0{,}98$$

$$\underline{\boldsymbol{X_S = 0{,}980\Omega}}$$

4.b - Déterminons le fém. à l'aide du diagramme de Behn Eschenburg **2pts**

$\mathbf{V = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{420}{\sqrt{3}} = 242{,}487V}$ <=> $4{,}9cm$

$\mathbf{IR_S = 0{,}015 \times 400 = 6V}$ <=> $0{,}12cm$

$\mathbf{IX_S = 0{,}980 \times 400 = 392V}$ <=> $7{,}8cm$

Tracé (voir papier millimétré)

Vérification

$$\boldsymbol{E = \sqrt{(V\cos\varphi_c + R_S I)^2 + (V\sin\varphi_c + X_s I)^2}}$$

$$\boldsymbol{AN}\ E = \sqrt{((242{,}48 \times 0{,}9) + (0{,}015 \times 400))^2 + ((242{,}48 \times 0{,}435) + (0{,}980 \times 400))^2} = 545{,}67$$

$$\boldsymbol{E = 545{,}67\ V}$$

$\boldsymbol{E' = E\sqrt{3}}$

$$\mathbf{AN}\ \boldsymbol{E' = 545{,}67\sqrt{3} = 945{,}12}\qquad \boldsymbol{E' = 945{,}12V}$$