



| CONCOURS DE PROMOTION INTERNE AU TITRE DE L'ANNEE 2015 |   |             |
|--------------------------------------------------------|---|-------------|
| Spécialité                                             | : | ELECTRICITE |
| Catégorie                                              | : | 19-20       |
| Durée                                                  | : | 2 heures    |

I.

1. Que signifie l'abréviation des mots HSEQ dans une organisation industrielle ?
2. Pour quelle charge la tension au secondaire d'un transformateur peut-elle croître quand le courant qu'il délivre croît ? Justifier.
3. Indiquer si la variation de vitesse des moteurs électriques est polluante pour le réseau. Justifier votre réponse.
4. Énumérer les différentes pertes d'un moteur électrique. Sont-elles variables ? justifier.
5. Quels sont les avantages et les inconvénients des moteurs synchrones triphasés ?
6. Citer des applications industrielles des courants de Foucault.

.../3

- II. Une ligne triphasée possède les caractéristiques suivantes : longueur 500 m ; trois fils de cuivre de résistivité  $\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega m$  et de section  $6 \text{ mm}^2$  ; la réactance de fuite par fil  $X_f = 0,1 \Omega/Km$ . Cette ligne alimente une charge dans les conditions suivantes : charge triphasée équilibrée ; tension composée  $U = 395V$ ,  $50Hz$  ; courant de ligne  $I = 50A$  ; facteur de puissance  $\cos(\phi) = 0,8$ .

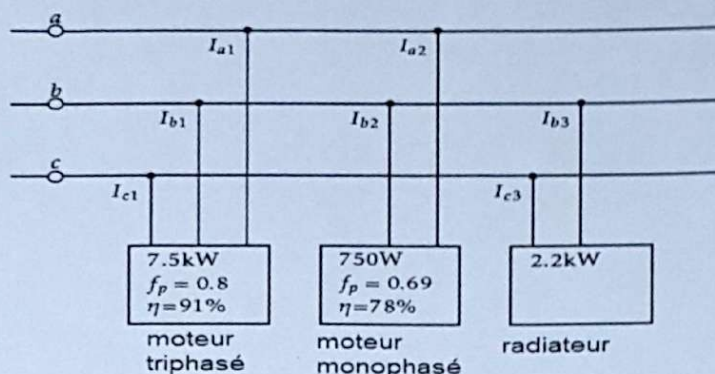
Calculer:

1. La puissance réactive nécessaire pour améliorer le facteur de puissance à 0,95. .../0,5
2. La valeur des trois condensateurs, branchés en triangle, pour atteindre ce but. .../0,5
3. Le nouveau courant de ligne après l'amélioration du facteur de puissance. .../0,5
4. La tension de départ de la ligne, avant et après l'amélioration. .../2

- III. On considère un moteur asynchrone triphasé à cage couplé en étoile, un moteur monophasé, et un radiateur monophasé alimentés par un système équilibré direct de tension de valeur efficace  $U = 400V$  et fréquence  $f = 50Hz$ .

Les expressions instantanées des tensions simples  $V$  et composées  $U$  sont :

$$\begin{aligned} V_{an}(t) &= 230\sqrt{2} \cos(\omega t) & V_{bn}(t) &= 230\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) & V_{cn}(t) &= 230\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) \\ U_{ab}(t) &= 400\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) & U_{bc}(t) &= 400\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) & U_{ca}(t) &= 400\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{7\pi}{6}\right) \end{aligned}$$



1. Calculer pour chaque récepteur les valeurs complexes des courants absorbés :  $\underline{I}_{a1}$ ,  $\underline{I}_{b1}$ ,  $\underline{I}_{c1}$ ,  $\underline{I}_{a2}$ ,  $\underline{I}_{b2}$ ,  $\underline{I}_{b3}$ ,  $\underline{I}_{c3}$ .  
.../3
2. Exprimer les valeurs complexes  $\underline{I}_a$ ,  $\underline{I}_b$  et  $\underline{I}_c$  des courants de ligne en fonction des courants des récepteurs (sans faire de calcul).  
.../0,5

IV. Une machine à excitation indépendante constante, parfaitement compensée présente les caractéristiques nominales suivantes :

Tension d'induit nominale :  $U_n = 250$  V  
 Courant d'induit nominal :  $I_n = 10$  A  
 Courant inducteur nominal :  $i_{exn} = 0,7$  A  
 Résistance d'induit :  $R_a = 1\Omega$   
 Fréquence de rotation nominale :  $N_n = 1500$  tr.min<sup>-1</sup>

Dans un essai en moteur à vide alimenté par une source de tension continue parfaite, on a relevé :

Tension d'induit :  $U_0 = 220$  V  
 Courant d'induit :  $I_0 = 0,5$  A  
 Fréquence de rotation :  $N_0 = 1250$  tr.min<sup>-1</sup>  
 Courant inducteur :  $i_{ex} = 0,7$  A

La machine fonctionnant à vide dans les conditions ci-dessus, on ouvre à l'instant  $t_0$  le circuit d'induit (le circuit (inducteur reste branché). Le relevé de  $\Omega(t)$  permet de noter que la pente de la courbe de ralentissement  $\left(\frac{d\Omega}{dt}\right)$  vaut  $-20$  rad.s<sup>-2</sup>.

On rappelle l'équation fondamentale de la dynamique :  $J \frac{d\Omega}{dt} = T_u - T_r$  avec :  
 $J$  (kg.m<sup>2</sup>) : le moment d'inertie de l'ensemble moteur charge ramené sur l'arbre,  
 $T_u$  : couple moteur et  
 $T_r$  : couple résistant (charge).

A.

1. L'ensemble des pertes mécaniques et ferromagnétiques sont proportionnelles à la vitesse de rotation. Montrer que le moment du couple de freinage, lors de l'essai de ralentissement à vide, est constant. Calculer sa valeur.  
.../0,5
2. En déduire la valeur du moment d'inertie  $J_0$  de la machine à vide. Au bout de combien de temps le moteur s'arrête-t-il ?



21%



23:06

Scanned by CamScanner



Nouveau docu...



.../0.5

B. Pour la suite du problème, la machine est accouplée à une charge. Le moment d'inertie équivalent ramené sur l'arbre J de l'ensemble (machine CC + charge) est égal à  $0,2 \text{ kg.m}^2$ . On néglige les pertes mécaniques et ferromagnétiques de la machine.

3. Montrer les expressions suivantes:  $E = K\Omega$  et  $T_u = K\Omega I$  avec  $K = 1,52 \text{ V.s.rad}^{-1}$   
La f.é.m.: E, vitesse angulaire:  $\Omega$ , courant de l'induit: I.

.../0.5

4. En régime continu permanent, donner l'expression du moment du couple  $T_u$  fourni par la machine, en fonction de U et  $\Omega$  sous la forme:  $T_u = aU - b\Omega$

Les constantes a et b seront exprimées en fonction de K et de  $R_a$ .

En déduire l'expression de  $T_u$  sous la forme:  $T_u = 1,52xU - 2,31x\Omega$ .

.../1

C. La machine est soumise à un couple résistant constant et indépendant de la vitesse:  $T_r = 10 \text{ N.m}$ .  
La vitesse de rotation actuelle de la machine est  $N_1 = 1200 \text{ tr/min}$ . une augmentation de la vitesse de rotation du moteur à  $N_2 = 1400 \text{ tr/min}$  s'impose. On envisage de passer de l'une à l'autre de ces vitesses par échelon de tension.

5. En déduire que les tensions d'alimentation nécessaires pour chacune des 2 vitesses sont:  
 $U_1 = 197,5 \text{ V}$  et  $U_2 = 229,3 \text{ V}$ .

.../0.5

6. Exprimer les caractéristiques mécaniques  $T_u(\Omega)$  du moteur pour les valeurs de la tension:  $U_1$  et  $U_2$ .

.../0.5

7. Déterminer la valeur de l'intensité du courant d'induit I absorbé en régime permanent.

.../0.5

8. Quelles sont alors les coordonnées des points de fonctionnement:  $F_1(T_1; \Omega_1)$  et  $F_2(T_2; \Omega_2)$  en régime permanent pour une alimentation sous les tensions respectivement de valeur  $U_1$  puis  $U_2$ ?

.../0.5

D. La machine étant alimentée sous la tension  $U_1$  est soumise à un échelon de tension  $\Delta U$  faisant varier instantanément la tension de  $U_1$  à  $U_2$  à un instant  $t_0$  choisi comme origine des temps. Le point de fonctionnement effectue donc un saut entre les 2 caractéristiques de la question 6.  
L'inductance du bobinage d'induit est négligée.

9. Pourquoi peut-on considérer qu'il n'y a pas de régime transitoire sur le courant de l'induit ce qui revient à dire que l'intensité du courant change de valeur quasi instantanément?

.../0.5

10. Soit  $t_0^+$  l'instant immédiatement après  $t_0$ .

a. Montrer que  $\Omega(t_0^+) = \Omega_1$ ?

.../0.5

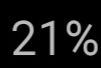
b. Déterminer la valeur du couple T et celle du courant d'induit I à  $t = t_0^+$ ;

.../1

c. En déduire la valeur du moment du couple d'accélération  $\left( J \frac{d\Omega}{dt} \right)$  à l'instant  $t_0^+$ . Dans quel quadrant la machine fonctionne-t-elle durant ce régime transitoire?

.../0.5

E. La machine étant alimentée sous la tension  $U_2$ , Le moteur est soumis à un échelon de tension



Nouveau docu...



( $-\Delta U$ ) à un instant  $t_1$  faisant varier instantanément la tension de  $U_2$  à la valeur  $U_1$ . Soit  $t_1^+$  l'instant suivant immédiatement  $t_1$ . Le point de fonctionnement effectue donc un saut entre les 2 caractéristiques de la question 6.

11.

a. Donner la valeur du couple  $T(t_1^-)$  et celle du courant d'induit  $I$  à  $t = t_1^-$ .

.../1

b. Donner la valeur du couple de décélération  $\left(J \frac{d\Omega}{dt}\right)$  à  $t_1^+$ .

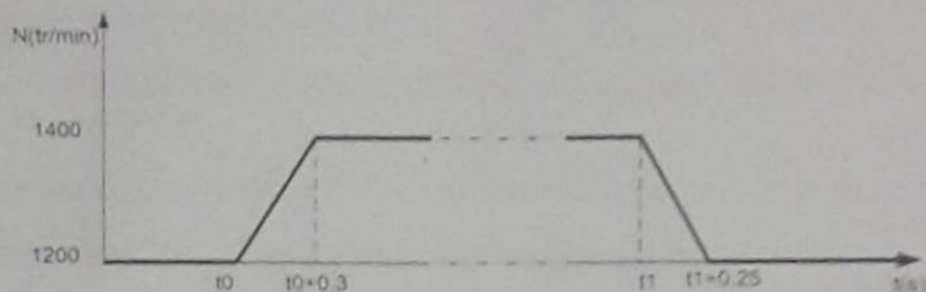
.../0.5

c. Dans quel quadrant la machine fonctionne-t-elle durant ce régime transitoire ?

.../0.5

F. On commande l'évolution en vitesse  $\Omega(t)$  de la machine par une source de tension réversible en courant et tension conforme à la figure ci-dessous.

Afin de protéger le matériel, une limitation du courant d'induit est imposée. Elle est prioritaire sur la consigne de vitesse. La limitation de l'intensité du courant d'induit est fixée en valeur absolue à 18 A. On considère le courant d'induit comme un courant continu en régime établi



12. Tracer l'allure de la courbe d'évolution du couple en fonction du temps  $T(t)$ . Quelle est la limite du couple de la machine compte tenu de cette limitation en courant ?

.../1