

*Partie 2 :
TD , DS et Examens*

TD 1 : Système Triphasé

Exercice 1 :

Un récepteur triphasé est formé de trois bobines identiques. Chaque bobine est représentée par une inductance $L = 0,10 \text{ H}$ en série avec une résistance $R = 40 \Omega$. Les trois éléments sont alimentés par un réseau triphasé équilibré $220/380 \text{ V} ; 50 \text{ Hz}$. Le schéma est donné ci-dessous :

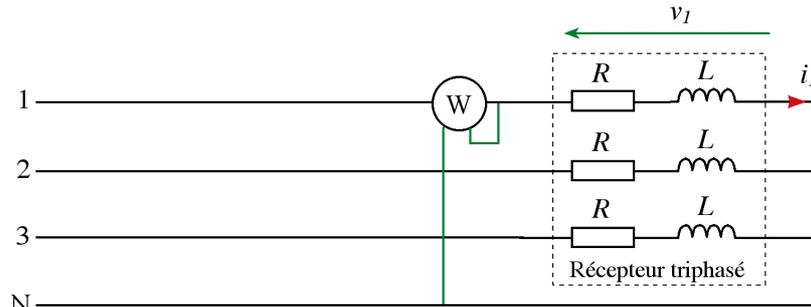


Figure 1

1. Quel est le couplage des bobines.
.....
2. Déterminer l'intensité du courant traversant le fil neutre.
.....
3. Déterminer la valeur efficace de la tension aux bornes d'une des trois bobines.
.....
4. Représenter, sur la **figure 1**, un appareil permettant de mesurer la valeur efficace de la tension simple du réseau.
.....
5. Calculer l'impédance Z d'une bobine.
.....
.....
6. Représenter sur la **figure 1**, un appareil permettant de mesurer la valeur efficace de l'intensité du courant traversant la bobine connectée à la **phase 1**.
7. Calculer la valeur indiquée par cet appareil (Question 6).
.....
.....
8. Calculer le déphasage ϕ_1 de l'intensité i_1 par rapport à la tension v_1 .
.....
9. La puissance indiquée par le wattmètre sur la **figure 1** est de **750 W**. On prend pour valeur efficace de l'intensité traversant une bobine $I = 4,32 \text{ A}$ et un déphasage de 38° . Calculer en précisant les formules, pour le récepteur triphasé :
 - 9.1 . Le facteur de puissance
.....
 - 9.2 La puissance apparente.
.....
 - 9.3 La puissance active.
.....
 - 9.4 La puissance réactive.
.....

10. On veut relever le facteur de puissance du système à **0,95**. Pour cela, on couple en triangle trois condensateurs identiques C_{Δ} .

10.1. Compléter la **figure 2** ci-dessous en représentant les condensateurs et leurs fils de branchement.

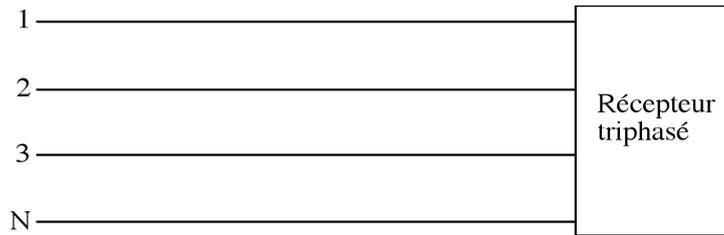


Figure 2

10.2. Déterminer la valeur efficace de la tension appliquée aux bornes d'un condensateur.

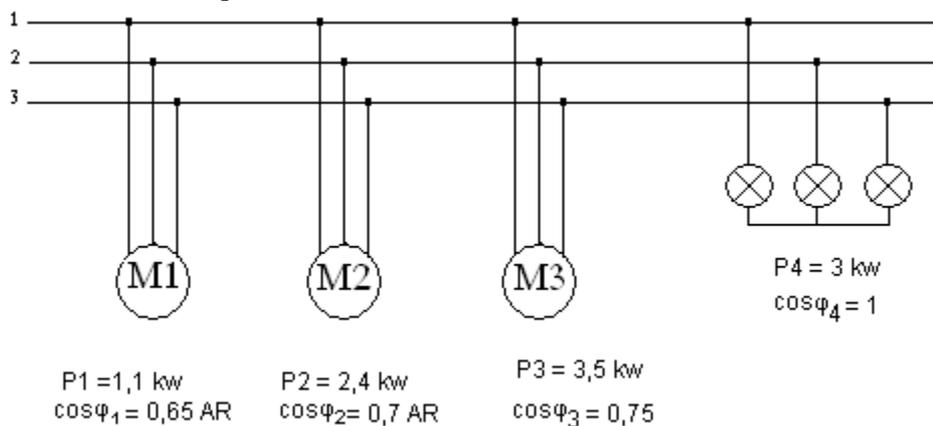
.....

10.3. Calculer la capacité d'un condensateur.

.....

Exercice 2 :

Soit le circuit électrique suivant :



La tension d'alimentation est 220/380 , 50 Hz

- 1) Calculer
 - a. Les puissances réactives Q_1, Q_2, Q_3 et Q_4
 - b. La puissance active totale P_t
 - c. La puissance réactive totale Q_t
 - d. La puissance apparente totale S_t
 - e. Le facteur de puissances $\cos\phi_t$
 - f. Le courant absorbé totale I_t
- 2) On désire améliorer le facteur de puissances du circuit ($\cos\phi'_t = 0.95$ AR)
 - a. Déterminer la valeur des capacités à brancher en parallèle avec la source (ces trois condensateurs forment une charge triphasés montée en Etoile) .
- 3) Calculer le nouveau courant absorbé noté I'_t .

Exercice 3 :

Sur une largeur de feuille, dessiner les 4 fils d'un réseau triphasé. Relier à ce réseau 6 lampes de 100W monophasées, 3 radiateurs de 1000W monophasés et 2 moteurs asynchrones triphasés. Le réseau doit rester équilibré.

Exercice 4

Sur la plaque signalétique d'un moteur on peut lire : Δ 230 V / Y 400 V
Que signifie cette signalétique ?

Exercice 5

On donne pour un récepteur triphasé les informations suivantes :
Couplage étoile, $V = 230$ V, $I = 7,8$ A, $\cos\varphi = 0,84$
Calculer les puissances P, Q et S du récepteur.

Exercice 6

On donne pour un récepteur triphasé les informations suivantes :
Couplage étoile, $U = 230$ V, $I = 5,8$ A, $\varphi = 0,94$ rad.
Calculer les puissances P, Q et S du récepteur.

Exercice 7

On donne pour un récepteur triphasé les informations suivantes :
Couplage triangle, $U = 400$ V, $I = 10,2$ A, $\cos\varphi = 0,78$
Calculer les puissances P, Q et S du récepteur.

Exercice 8

On donne pour un récepteur triphasé les informations suivantes :
Couplage triangle, $U = 400$ V, $I = 9,3$ A, charge résistive
Calculer les puissances P, Q et S du récepteur.

Exercice 9

On donne pour un récepteur triphasé les informations suivantes :
Couplage triangle, $U = 400$ V, $I = 10,2$ A, puissance absorbée par un dipôle $P_1 = 1000$ W
Calculer les puissances P, Q et S du récepteur et son facteur de puissance.

Exercice 10

Un récepteur triphasé couplé en étoile absorbe 1200 W. Quelle puissance va-t-il absorber si on le couple en triangle sur le même réseau ?

Exercice 11

Sur le réseau triphasé 400 V - 50 Hz, on branche trois récepteurs équilibrés triphasés inductifs différents.

On connaît les caractéristiques de chacun des récepteurs :

- récepteur 1 : $P_1 = 5$ kW ; $k_1 = 0,7$;
- récepteur 2 : $P_2 = 2$ kW ; $k_2 = 0,6$;
- récepteur 3 : $P_3 = 6$ kW ; $k_3 = 0,85$.

1. Calculer les puissances active, réactive et apparente de l'installation.
2. Calculer l'intensité efficace du courant en ligne.
3. Calculer le facteur de puissance de l'installation.
4. On veut relever le facteur de puissance à $\cos\varphi' = 0,93$.
Exprimer la formule qui permet de calculer la capacité des condensateurs à rajouter au montage et donner sa valeur.

Exercice 12

Les trois enroulements d'un récepteur triphasé sont identiques. Couplés en triangle sur un réseau 220 V/380 V, 50 Hz, la mesure des puissances a donné les résultats suivants: puissance active: $P = 1,2 \text{ kW}$; puissance réactive: $Q = 0,69 \text{ kvar}$.

1. Quel est le facteur de puissance du récepteur ?
2. Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant traversant :
 - a) chaque fil de ligne ?
 - b) chaque enroulement ?
3. Quelle est l'impédance, la résistance et l'inductance de chaque enroulement ?

Exercice 13

Commenter la plaque signalétique ci-dessous

IP 55		I cl. F	40°C	S1	%	c/h
Hz		min ⁻¹	kW	cos φ	A	
Δ	380	50	1485	132	0,86	244
Δ	400	50	1485	132	0,85	234
Δ	415	50	1485	132	0,84	229
DE	6320 C3		50 19			
NDE	6317 C3		3900 h			

Plaque signalétique de moteur asynchrone
(Leroy-Somer).

Exercice 14

Sur la plaque signalétique d'un radiateur triphasé branché sur un réseau 400 V – 50 Hz, on peut lire : $U = 400 \text{ V} - \Delta - 50 \text{ Hz} - P = 3,0 \text{ kW}$.

1. Faire un schéma du couplage du radiateur sur le réseau.
2. Calculer le courant en ligne et le courant dans les éléments du radiateur.
3. Déduire la résistance d'un élément du radiateur.

TD 2 : Moteur Asynchrone Triphasé

I- Les indications d'un moteur asynchrone triphasé sont les suivantes :

- Tension d'alimentation 230/400 V 50 Hz couplage étoile
- Puissance utile 17 kW Intensité en ligne 30 A
- Facteur de puissance 0,85 Fréquence de rotation 720 tr.min⁻¹

1- Calculer le nombre de paires de pôles p du moteur (le glissement devant être faible).

2- En déduire son glissement en charge g .

3- Calculer le moment T_u du couple utile nominal.

4- Déterminer le rendement η au régime nominal.

II- Les essais d'un moteur asynchrone triphasé hexapolaire ont permis de réunir les résultats suivants :

- Essai en charge : $U = 230 \text{ V}$ $I = 50 \text{ A}$ $P_a = 16 \text{ kW}$ $n = 960 \text{ tr.min}^{-1}$.
- Essai à vide : $U_0 = 230 \text{ V}$ $I_0 = 17 \text{ A}$ $P_0 = 600 \text{ W}$.
- Mesure en courant continu : résistance entre deux bornes du stator $R = 0,1 \Omega$.

Calculer :

1- le glissement g ;

2- le facteur de puissance $\cos \varphi$ du moteur en charge ;

3- les pertes dans le fer du stator p_{fs} et les pertes mécaniques p_m si on admet qu'elles sont égales et que l'on néglige les pertes Joule dans l'essai à vide ;

4- les pertes par effet Joule au stator p_{Js} et au rotor p_{Jr} en charge.

5- la puissance utile P_u et le rendement η ;

6- le moment du couple électromagnétique T_{em} et le moment du couple utile T_u .

III- Une installation triphasée alimentée sous 400 V entre phases, comprend :

- un groupe de 90 lampes de 100 W branchées en étoile équilibré ;
- un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire de caractéristiques :

puissance utile 4656 W	rendement 0,8
facteur de puissance 0,8	fréquence de rotation 1470 tr.min ⁻¹ .

1- Pour le moteur calculer :

- a) le glissement g ;
- b) le courant en ligne pour un couplage en étoile ;
- c) le couple utile du moteur.

2- Calculer l'intensité du courant dans la ligne qui alimente chaque groupe de lampes.

3- Pour l'installation calculer :

- a) les puissances active, réactive et apparente ;
- b) le facteur de puissance et l'intensité du courant en ligne.

IV- La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé porte les indications suivantes :

400 / 690 V - 50 Hz Puissance 3,7 kW Intensité nominale 12 A
Facteur de puissance 0,6 Fréquence nominale 1 440 tr.min⁻¹

Le moteur fonctionne sur un réseau 3 × 400 V - 50 Hz.

1- Quel mode de couplage faut-il adopter ?

Pour le fonctionnement nominal, calculer :

- 2- le glissement ;
- 3- la puissance électrique absorbée ;
- 4- le rendement ;
- 5- le moment du couple utile.

V- Une machine est entraînée par un moteur asynchrone triphasé. Le moteur est branché en étoile sous une tension composée de 400 V et l'intensité absorbée est de 6,65 A pour un $\cos \varphi = 0,8$.

Dans ces conditions, la fréquence de rotation est de 2880 tr.min⁻¹ et le rendement de 0,82.

Calculer :

- 1- la puissance active ;
- 2- la puissance réactive ;
- 3- la puissance apparente ;
- 4- la puissance utile ;
- 5- le moment du couple utile.

VI- Sur la plaque signalétique d'un moteur triphasé équilibré on relève les indications suivantes :

1,8 kW 230 V/ 400 V 6,3 A/ 3,6 A 1440 tr.min⁻¹ $\cos \varphi = 0,84$

L'alimentation de l'atelier est assurée par le réseau 230 V/400 V.

- 1- Quelle est la signification de ces différentes indications ?
- 2- Quel doit être le couplage des enroulements ?
- 3- Déterminer la puissance électrique absorbée par le moteur dans les conditions nominales de fonctionnement.
- 4- Calculer le rendement du moteur dans ces conditions.

Correction des exercices sur le moteur asynchrone triphasé

I- 1- $p = 4$

2- $g = 4 \%$

3- $T_u = 225,5 \text{ Nm}$

4- $\eta \approx 96 \%$

II- 1- $g = 4 \%$

2- $\cos \varphi = 0,80$

3- $p_{fs} = p_m = 300 \text{ W}$ car $p_{js} = 0$

4- $p_{js} = \frac{3}{2} R I^2$ $p_{js} = 375 \text{ W}$ $p_{JR} = g P_t$ $P_t = P_a - p_{js} - p_{fs}$ $P_t = 15325 \text{ W}$ $p_{JR} = 613 \text{ W}$

5- $P_u = P_t - p_{JR} - p_m$ $P_u = 14412 \text{ W}$ $\eta = 90 \%$

6- $T_{em} \approx 146 \text{ Nm}$ $T_u \approx 143 \text{ Nm}$

III- 1- $g = 2 \%$ $P_a = 5820 \text{ W}$ $I \approx 10,5 \text{ A}$ $M_u \approx 30,25 \text{ Nm}$

2- $I \approx 13 \text{ A}$ avec $P_{90} = U I \sqrt{3} \cos \varphi$ ou $P_{30} = V I \cos \varphi$

3- a) $P = P_M + P_L$ $P = 5820 + 9000$ $P = 14820$

$Q = Q_M$ $Q = U I \sqrt{3} \sin \varphi = P \tan \varphi$ $Q \approx 4365 \text{ var}$

$S^2 = P^2 + Q^2$ $S = 15449 \text{ VA}$

b) $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ $\cos \varphi \approx 0,96$ $I = \frac{S}{U \sqrt{3}}$ $I \approx 22,30 \text{ A}$

IV- 1- La tension aux bornes d'un enroulement doit être de 400 V : couplage triangle.

2- $g = 4 \%$

3- $P_a \approx 4988 \text{ W}$

4- $\eta \approx 74,18 \%$

5- $M_u \approx 24,54 \text{ Nm}$

V- 1- $P \approx 3686 \text{ W}$

2- $Q \approx 2764 \text{ var}$

3- $S \approx 4607 \text{ VA}$

4- $P_u \approx 3022 \text{ W}$

5- $M_u \approx 10 \text{ Nm}$

VI- 1- Signification des indications 2- Couplage étoile 3- $P = 2095 \text{ W}$ 4- $\eta \approx 85,92 \%$

QCM

1- La fréquence de rotation d'un moteur asynchrone possédant 6 pôles, alimenté à 50 Hz, est égale à 16 tr/s.

Quel est le glissement du moteur ?

R : 2,67 % ; 4 % ; 4,16 % ; 5,33 %.

2- Un moteur asynchrone alimenté sous une fréquence de 60 Hz tourne à vide à une fréquence proche de 1800 tr/min.

Quel est le nombre de pôles de ce moteur ?

R : 1 ; 2 ; 3 ; réponse impossible à donner.

3- La fréquence de rotation d'un moteur asynchrone triphasé, alimenté sous une fréquence de 50 Hz, est égale à 480 tr/min.

Calculer la fréquence g.f des courants rotoriques sachant que le glissement est inférieur à 10 %.

R : 2 Hz ; 48 Hz ; 50 Hz ; 96 Hz.

4- La plaque signalétique d'un moteur asynchrone porte l'indication 230/400 V. Sur quel réseau peut-il démarrer par le procédé étoile-triangle ?

R : 130/230 V ; 230/400 V ; 400/690 V.

5- Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire à cage d'écureuil est alimenté par un réseau 230/400 V; 50 Hz.

Quelle est sa fréquence de synchronisme ?

R : 12,5 tr/s ; 25 tr/s ; 100 tr/s ; 200 tr/s.

6- Un moteur asynchrone triphasé, alimenté sous une fréquence de 50 Hz, absorbe une puissance de 3,2 kW. Le rendement du moteur est 88 % et le moment du couple utile est 18,5 Nm.

Quel est le nombre de pôles de ce moteur ?

R : 2 ; 4 ; 6 ; impossible.

7- Un moteur asynchrone triphasé absorbe 8 kW. Les pertes statoriques sont égales à 600W et le glissement à 3,5 %.

Déterminer la valeur des pertes par effet Joule dans le rotor.

R : 301 W ; 259 W ; 280 W ; 579 W.

Exercice : (Machine Synchrone)

Un alternateur triphasé, monté en étoile, a pour tension entre phase $U = 660 \text{ V}$, il débite un courant de 500 A avec un $\cos \phi = 0,8$, à la fréquence de 50 Hz .

- 1 - Calculer les puissances P , Q et S .

- 2 - Sachant que l'induit comporte 372 spires et que la valeur maximale du flux est de $0,027 \text{ Wb}$, calculer K en supposant qu'il n'y a aucune chute de tension entre le fonctionnement à vide et en charge.

$$S = 572 \text{ kVA} - P = 457,3 \text{ kW} - Q = 343,2 \text{ kvars} - K = 2,28$$

DS Mai 2011**Exercice 1 :**

Une bobine à noyau de fer est alimentée par un enroulement de N spires, d'induction maximale est $B_m = 0.9 \text{ T}$,
la section de la bobine est de $S = 2 \text{ cm}^2$.
On admet que les approximations classiques de la bobine à noyau de fer sont réalisées.
On alimente la bobine par une tension alternative sinusoïdale d'expression $U(t) = 24\sqrt{2} \sin(1000 \pi t)$,
Calculer le nombre de spires N et déterminer l'expression instantanée du flux $\Phi(t)$

Exercice2 :

Un circuit de puissance est alimenté par un réseau triphasé 220V / 380 V, 50 Hz et comporte :

- 3 fours électriques triphasés identiques couplés en Y, absorbant chacun une puissance nominale de 2000 W.
- 2 moteurs asynchrones triphasés identiques couplés en Y. Chacun absorbe une puissance active nominale P_a avec un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ et fournit une puissance utile nominale

$P_u = 1700 \text{ W}$ avec un rendement $\eta = 80\%$.

- 1) Représenter le circuit électrique de cette installation.
- 2) Calculer la puissance active et réactive absorbées par un seul moteur en régime nominal.
- 3) Les 3 fours et les 2 moteurs fonctionnent simultanément.

Calculer les puissances active P , réactive Q et apparente S absorbées par tout le circuit de puissance.

- 4) En déduire la valeur efficace I de l'intensité totale du courant en ligne, ainsi que le facteur de puissance de cette installation.
- 5) On veut ramener le facteur de puissance de l'installation à 1, calculer la valeur de la puissance réactive ramenée par les 3 condensateurs.
- 6) Calculer la valeur de chaque capacité lorsqu'elles seront couplées en triangle.
- 7) Calculer la nouvelle valeur efficace I' de l'intensité totale du courant en ligne.

Examen 2012-2013– Semestre 1**EXERCICE 1 : Moteur à Courant Continu (10 points)**

Un moteur à courant continu à excitation indépendante, l'induit et l'inducteur sont alimentés respectivement par 150 V et 120 V, En régime nominal et à la vitesse 2400 tr/min le moteur absorbe un courant d'induit de 15A. Les résistances de l'induit et de l'inducteur sont respectivement $R_a = 0.35 \Omega$ et $r = 0.45 \Omega$.

Lors d'un essai à vide et avec le même courant d'excitation, le moteur consomme un courant à vide de l'ordre de 1,2 A sous une tension de 100 V. On suppose que les pertes mécaniques et pertes fer sont considérées constantes.

1. Déterminer en régime nominal :

1.1. la f.é.m. E du moteur ;

1.2. le couple de pertes et le couple électromagnétique T_{em} . ;

1.3. Démontrer que le couple est indépendant de la vitesse du moteur et qu'il peut être exprimé sous la forme : $T_{em} = k I$;

1.4. Déterminer la valeur de k et donner son unité. ;

1.5. le couple de perte et le couple utile ;

1.6. le rendement du moteur.

2. Le moteur entraîne une charge mécanique dont le couple résistant est indépendant de la vitesse

$T_r = 11.44 \text{ Nm}$. Les tensions d'alimentation de l'induit et de l'inducteur sont maintenues constantes.

2.1. Déterminer le courant absorbé par l'induit du moteur ;

2.2. Calculer la nouvelle valeur de la f.é.m. E ;

2.3. Calculer la puissance électromagnétique P_{em} . ;

2.4. Evaluer la vitesse de rotation n ;

2.5. Déterminer les pertes Joules induit et inducteurs ;

2.6. Calculer la puissance utile P_u . Déduire le rendement η %.

EXERCICE 2 : Système triphasé (10 points)

1. Un récepteur couplé en étoile est alimenté par un réseau (380/660 V ; 50Hz). Il comporte 3 bobines identiques d'impédances 30Ω son facteur de puissance $\cos \varphi = 0.56$.

1.1 Donner la tension aux bornes de chacune des bobines ;

1.2 Calculer l'intensité du courant traversant chaque bobine. Quelle est l'intensité du courant dans un fil de ligne ?

1.3 Déterminer la puissance active et la puissance réactive absorbées par ce récepteur.

2. On branche sur le réseau précédent un autre récepteur triphasé de $\cos \varphi = 0.75AR$ dont les enroulements sont couplés en triangle. Calculer :

2.1 L'intensité du courant en ligne si le récepteur absorbe une puissance active de 3.5kW ;

2.2 L'intensité du courant dans un enroulement ;

2.3 La puissance réactive

3. On fait fonctionner simultanément les deux récepteurs précédents sur le réseau.

3.1 Calculer les puissances active et réactive absorbées par l'ensemble ;

3.2 Déduire le facteur de puissance de l'ensemble et l'intensité du courant absorbé en ligne ;

3.3 Calculer la capacité des trois condensateurs montés en triangle qui permettant de ramener le facteur de puissance à la valeur 1.

Examen 2012-2013 – Semestre 2**EXERCICE 1 : Système triphasé (10 points)**

1. Un récepteur triphasé est couplé en étoile et il est alimenté par un réseau (380/660 V ; 50Hz). Il comporte 3 bobines identiques d'impédances 40Ω son facteur de puissance $\cos \varphi = 0.56$.

1.1 Donner la tension aux bornes de chacune des bobines ;

1.2 Calculer l'intensité du courant traversant chaque bobine. Quelle est l'intensité du courant dans un fil de ligne ?

1.3 Déterminer la puissance active et la puissance réactive absorbées par ce récepteur triphasé ;

2. On branche sur le même réseau un second récepteur triphasé de facteur de puissance $\cos \varphi = 0.75AR$. Le récepteur est composé de trois enroulements identiques couplés en triangle. On vous demande de calculer :

2.1 L'intensité du courant de ligne pour une puissance active consommée de 3.5kW ;

2.2 L'intensité du courant dans un enroulement ;

2.3 La puissance réactive consommée par les trois enroulements.

3. On fait fonctionner simultanément les deux récepteurs précédents sur le réseau.

3.1 Calculer les puissances active et réactive absorbées par l'ensemble ;

3.2 Déduire le facteur de puissance de l'ensemble ;

3.2. Calculer l'intensité du courant de ligne ;

3.3 On branche sur le réseau trois condensateurs identiques qui sont montés en triangle afin de ramener le facteur de puissance à 1. Calculer dans ce cas les valeurs de ces condensateurs.

EXERCICE 2 : Moteur à Courant Continu (10 points)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante, l'induit et l'inducteur sont alimentés respectivement par 150 V et 120 V, En régime nominal et à la vitesse 2400 tr/min le moteur absorbe un courant d'induit de 15A. Les résistances de l'induit et de l'inducteur sont respectivement $R_a = 0.35 \Omega$ et $r = 100 \Omega$.

Lors d'un essai à vide et avec le même courant d'excitation, le moteur consomme un courant à vide de l'ordre de 1,2 A sous une tension de 100 V, la vitesse à vide est de 2460tr/mn. On suppose que les pertes mécaniques et pertes fer sont considérées constantes.

1. Fonctionnement à vide :

1.1. Déterminer le couple électromagnétique T_{em} et le couple de pertes T_p ;

1.2. Démontrer que le couple est électromagnétique indépendant de la vitesse du moteur et qu'il peut être exprimé sous la forme : $T_{em} = k I$;

1.3. Déterminer la valeur de k et donner son unité. ;

2. En régime nominal, Déterminer :

2.1. La f.é.m. E du moteur ;

2.2. Le couple électromagnétique T_{em} et le couple utile T_u ;

2.3. Le rendement du moteur.

3. Le moteur entraîne une charge mécanique dont le couple résistant est indépendant de la vitesse $T_r = 6.44 \text{ Nm}$. Les tensions d'alimentation de l'induit et de l'inducteur sont maintenues constantes.

3.1. Déterminer le courant absorbé par l'induit du moteur ;

3.2. Calculer la nouvelle valeur de la f.é.m. E ;

3.3. Calculer la puissance électromagnétique P_{em} . ;

3.4. Evaluer la vitesse de rotation n ;

3.5. Déterminer les pertes par effet de Joules induit et inducteurs ;

3.6. Calculer la puissance utile P_u . Déduire le rendement $\eta \%$.

Direction Générale des Etudes Technologiques, Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul

Devoir de synthèse

Machines Electriques

Filière : 1^{ière} Année Génie Mécanique – Année universitaire 2012-2013 – Semestre 2

Durée : 1H30

Nombre de pages : 04

Documents : Non autorisés

EXERCICE 1 : Système triphasé (10 points)

1. Un récepteur triphasé est couplé en étoile et il est alimenté par un réseau (220/380 V; 50Hz). Il comporte 3 bobines identiques d'impédances 75Ω son facteur de puissance $\cos \varphi = 0,6$.

1.1 Donner la tension aux bornes de chacune des bobines.

.....

1.2 Calculer l'intensité du courant traversant chaque bobine. Quelle est l'intensité du courant dans un fil de ligne ?

.....

.....

1.3 Déterminer la puissance active et la puissance réactive absorbées par ce récepteur triphasé.

.....

.....

2. On branche sur le même réseau un second récepteur triphasé de facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ AR. Le récepteur est composé de trois enroulements identiques couplés en triangle. On vous demande de calculer :

2.1 L'intensité du courant de ligne pour une puissance active consommée de 8,5 kW.

.....

2.2 L'intensité du courant dans un enroulement.

.....

2.3 La puissance réactive consommée par les trois enroulements.

.....

3. On fait fonctionner simultanément les deux récepteurs précédents sur le réseau.

3.1 Calculer les puissances active et réactive absorbées par l'ensemble.

.....

.....

3.2 Déduire le facteur de puissance de l'ensemble.

.....

3.3. Calculer l'intensité du courant de ligne.

.....

3.4 On branche sur le réseau trois condensateurs identiques qui sont montées en étoile afin de ramener le facteur de puissance à 1. Calculer dans ce cas les valeurs de ces condensateurs.

.....

.....

.....

.....

EXERCICE 2 : Moteur à Courant Continu (10 points)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante, l'induit et l'inducteur sont alimentés respectivement par 250 V et 150 V, En régime nominal et à la vitesse 1500 tr/min le moteur absorbe un courant d'induit de 12A. Les résistances de l'induit et de l'inducteur sont respectivement $R_a = 0.22 \Omega$ et $r = 1200 \Omega$.

Lors d'un essai à vide et avec le même courant d'excitation, le moteur consomme un courant à vide de l'ordre de 1.5 A sous la tension de 250 V, la vitesse à vide est de 1520tr/mn. On suppose que les pertes mécaniques et pertes fer sont considérées constantes.

1. Fonctionnement à vide :

1.1. Déterminer le couple électromagnétique T_{em} et le couple de pertes T_p .

.....

1.2. Démontrer que le couple est électromagnétique indépendant de la vitesse du moteur et qu'il peut être exprimé sous la forme : $T_{em} = k I$.

.....

.....

1.3. Déterminer la valeur de k et donner son unité.

.....

2. En régime nominal, Déterminer :

2.1. la f.é.m. E du moteur.

.....

2.2. la puissance électromagnétique P_{em} .

.....

2.3. le couple électromagnétique T_{em} et le couple utile T_u .

.....

2.4. le rendement du moteur.

.....

3. Le moteur entraîne une charge mécanique dont le couple résistant est indépendant de la vitesse $T_r = 32 \text{ Nm}$. Les tensions d'alimentation de l'induit et de l'inducteur sont maintenues constantes.

3.1. Déterminer le courant absorbé par l'induit du moteur.

.....

3.2. Calculer la nouvelle valeur de la f.é.m. E .

.....

3.3. Calculer la puissance électromagnétique P_{em} .

.....

3.4. Evaluer la vitesse de rotation n ;

.....

3.5. Déterminer les pertes par effet de Joules induit et inducteurs.

.....

.....

3.6. Calculer la puissance utile P_u . Déduire le rendement η %.

.....

.....

.....

.....

3.7. Conclure.

.....

Direction Générale des Etudes Technologiques, Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul

Devoir de synthèse

Machines Electriques

Filière : 1^{ère} Année Génie Mécanique – Année universitaire 2012-2013 – Semestre 2

Durée : 1H30

Nombre de pages : 04

Documents : Non autorisés

EXERCICE 1 : Système triphasé (10 points)

1. Un récepteur triphasé est couplé en étoile et il est alimenté par un réseau (220/380 V; 50Hz). Il comporte 3 bobines identiques d'impédances 75Ω son facteur de puissance $\cos \varphi = 0,6$.

1.1 Donner la tension aux bornes de chacune des bobines.

$$U_1 = 220 \text{ V} \quad (0,5)$$

1.2 Calculer l'intensité du courant traversant chaque bobine. Quelle est l'intensité du courant dans un fil de ligne ?

$$I_1 = \frac{U_1}{|Z_1|} = \frac{220}{75} \Rightarrow I_1 = 2,93 \text{ A} \quad I_{L_1} = I_1 = 2,93 \text{ A}$$

(0,5) (0,5)

1.3 Déterminer la puissance active et la puissance réactive absorbées par ce récepteur triphasé.

$$P_1 = \sqrt{3} I_{L_1} U \cos \varphi \Rightarrow P_1 = 1158,39 \text{ W} \quad (0,5)$$

$$Q_1 = \sqrt{3} I_{L_1} U \sin \varphi \Rightarrow Q_1 = 1544,53 \text{ VAR} \quad (0,5)$$

2. On branche sur le même réseau un second récepteur triphasé de facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ AR. Le récepteur est composé de trois enroulements identiques couplés en triangle.

On vous demande de calculer :

2.1 L'intensité du courant de ligne pour une puissance active consommée de 8,5 kW.

$$I_{L_2} = \frac{P_2}{\sqrt{3} U \cos \varphi} \Rightarrow I_{L_2} = 16,14 \text{ A} \quad (0,5)$$

2.2 L'intensité du courant dans un enroulement.

$$I_2 = \frac{I_{L_2}}{\sqrt{3}} \Rightarrow I_2 = 9,32 \text{ A} \quad (1)$$

1/4

NE RIEN ECRIRE

DANS CETTE CASE

2.3 La puissance réactive consommée pas les trois enroulements.

$$Q_2 = \sqrt{3} I_{L2} U \sin \varphi \Rightarrow Q_2 = 6.375 \text{ VAR} \quad (1)$$

3. On fait fonctionner simultanément les deux récepteurs précédents sur le réseau.

3.1 Calculer les puissances active et réactive absorbées par l'ensemble.

$$P_t = P_1 + P_2 \Rightarrow P_t = 9658,39 \text{ W} \quad (1)$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_t = 7919,53 \text{ VAR} \quad (1)$$

3.2 Dédurre le facteur de puissance de l'ensemble.

$$\cos \varphi_t = \cos(\arctg \frac{Q_t}{P_t}) \Rightarrow \cos \varphi_t = 0,77 \quad (1)$$

3.3. Calculer l'intensité du courant de ligne.

$$I_{L_t} = \frac{P_t}{\sqrt{3} U \cos \varphi_t} \Rightarrow I_{L_t} = 18,97 \text{ A} \quad (1)$$

3.4 On branche sur le réseau trois condensateurs identiques qui sont montées en étoile afin de ramener le facteur de puissance à 1. Calculer dans ce cas les valeurs de ces condensateurs.

$$\Delta Q = Q - Q'_c = 7919,53 \text{ VAR} \quad Q'_c = 0 \text{ VAR}$$

$$\Delta Q = \omega C U^2 \Rightarrow C_k = \frac{\Delta Q}{\omega U^2}$$

$$\Rightarrow C_k = 174 \mu\text{F} \quad (1)$$

EXERCICE 2 : Moteur à Courant Continu (10 points)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante, l'induit et l'inducteur sont alimentés respectivement par 250 V et 150 V, En régime nominal et à la vitesse 1500 tr/min le moteur absorbe un courant d'induit de 12A. Les résistances de l'induit et de l'inducteur sont respectivement $R_a = 0,22 \Omega$ et $r = 1200 \Omega$.

NE RIEN ECRIRE

DANS CETTE CASE

Lors d'un essai à vide et avec le même courant d'excitation, le moteur consomme un courant à vide de l'ordre de 1.5 A sous la tension de 250 V, la vitesse à vide est de 1520tr/mn. On suppose que les pertes mécaniques et pertes fer sont considérées constantes.

1. Fonctionnement à vide :

1.1. Déterminer le couple électromagnétique T_{em} et le couple de pertes T_p .

$P_{em} = UI_0 - R_a I_0^2 = 374,5 W, T_{em} = T_p = \frac{P_{em}}{\omega_0} \Rightarrow T_{em} = 2,35 Nm$

1.2. Démontrer que le couple est électromagnétique indépendant de la vitesse du moteur et qu'il peut être exprimé sous la forme : $T_{em} = k I$.

$T_{em} \Omega = E I \Rightarrow T_{em} 2\pi \frac{60}{60} = \eta N \phi I_a \Rightarrow T_{em} = \frac{(60 N \phi)}{2\pi} I$
 $k = \frac{60 N \phi}{2\pi}$

1.3. Déterminer la valeur de k et donner son unité.

$k = \frac{T_{em}}{I_0} \Rightarrow k = 1,57 Nm A^{-1}$

2. En régime nominal, Déterminer :

2.1. la f.é.m. E du moteur.

$E = U - R_a I \Rightarrow E = 247,36 V$

2.2. la puissance électromagnétique P_{em} .

$P_{em} = E I \Rightarrow P_{em} = 2968,32 W$

2.3. le couple électromagnétique T_{em} et le couple utile T_u .

$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{P_{em}}{2\pi n} \times 60 \Rightarrow T_{em} = 18,90 Nm$

$T_u = T_{em} - T_p \Rightarrow T_u = 16,54 Nm$

2.4. le rendement du moteur.

$\eta = \frac{P_u}{P_{at}} = \frac{T_u \times \Omega}{UI + \frac{V^2}{r}} \Rightarrow \eta = 86,1 \%$

NE RIEN ECRIRE

DANS CETTE CASE

3. Le moteur entraîne une charge mécanique dont le couple résistant est indépendant de la vitesse $T_r = 32 \text{ Nm}$. Les tensions d'alimentation de l'induit et de l'inducteur sont maintenues constantes.

3.1. Déterminer le courant absorbé par l'induit du moteur.

$$T_{eu} = T_r + T_p \quad \text{et} \quad I = \frac{T_{eu}}{K} \Rightarrow I = 21,88 \text{ A} \quad (0,5)$$

3.2. Calculer la nouvelle valeur de la f.é.m. E .

$$E = U - R_a I \Rightarrow E = 245,19 \text{ V} \quad (0,5)$$

3.3. Calculer la puissance électromagnétique P_{em} .

$$P_{em} = EI \Rightarrow P_{em} = 5364,86 \text{ W} \quad (0,5)$$

3.4. Evaluer la vitesse de rotation n ;

$$P_{em} = T_{eu} \frac{2\pi n}{60} \Rightarrow n = \frac{P_{em} \times 60}{T_{eu} \times 2\pi} \Rightarrow n = 1491 \text{ tr/min} \quad (1)$$

3.5. Déterminer les pertes par effet de Joules induit et inducteurs.

$$P_{j, \text{induit}} = R_a I^2 \Rightarrow P_{j, \text{induit}} = 105,32 \text{ W} \quad (0,5)$$

$$P_{j, \text{inducteur}} = \frac{V^2}{r} \Rightarrow P_{j, \text{inducteur}} = 18,75 \text{ W} \quad (0,5)$$

3.6. Calculer la puissance utile P_u . Déduire le rendement η %.

$$P_u = C_r \times \Omega = C_r \times \frac{2\pi n}{60} \Rightarrow P_u = 4996,39 \text{ W} \quad (0,5)$$

$$P_a = UI + \frac{V^2}{r} \Rightarrow P_a = 5488,75 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow \eta = 91\% \quad (0,5)$$

3.7. Conclure.

Plus que le moteur fournit du couple, plus que le courant augmente et le rendement augmente mais si condition qu'il ne faut pas dépasser le courant nominal $(0,5)$