

**Correction de l'examen semestriel du module  
d'électrotechnique Fondamentale 1 ETTF1 (2021/2022)  
(partie exercices)**

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université Ibn Khaldoun - TIARET  
Faculté des sciences appliquées  
Département des Sciences et de la Technologie.



Examen S1 Electrotechnique fondamentale I 2<sup>ème</sup> AST(S3) FAMILLE-A Durée : 1H : 30

**Exercice N°1: (04 points)**

Un récepteur monophasé est alimenté sous une tension sinusoïdale de 220 V et une fréquence de 50 Hz.

- 1) Sachant que le courant absorbé  $I = 45$  A et la puissance active absorbée  $P = 7500$  W, calculer : La puissance apparente, la puissance réactive, le facteur de puissance.
- 2) A l'aide d'un condensateur de capacité  $C$  on relève le facteur de puissance à 0,95, Calculer : La valeur de  $C$ , le nouveau courant absorbé  $I'$ .
- 3) Le récepteur est relié à la source par une ligne ayant une résistance  $R = 0,9 \Omega$  en série avec une inductance  $L = 0,005$  H. Ecrire sous forme polaire l'impédance équivalente de la ligne ? Déterminer les puissances : active  $P_s$  et réactive  $Q_s$  de la source en présence du condensateur.

**Exercice N°2: (06 points)**

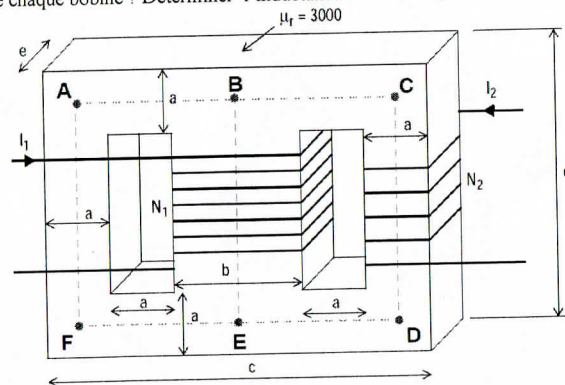
Une installation triphasée 220/380 V, 50Hz comprend :

- 24 lampes de 75 W chacune, montées entre phases et neutre de façon équilibrée.
  - Un moteur triphasé M : dont la méthode des deux wattmètres (branchés aux bornes du moteur M) a donné les indications suivantes :  $W_1 = 3773$  W et  $W_2 = 1227$  W.
  - Une charge triphasée équilibrée d'impédance équivalente à 3 bobines identiques montées en triangle ou chacune est soumise à une tension de 380V. Chaque bobine a une résistance  $R_b = 30 \Omega$  en série avec une réactance  $X_b = 25 \Omega$ .
1. Calculer : La puissance active totale  $P_L$  consommée par les 24 lampes.
  2. Calculer les puissances : active  $P_M$  absorbée par le moteur M, réactive  $Q_M$  ? Sachant que M porte sur sa plaque signalétique l'indication suivante 380V/660V. Quelle est la nature du couplage de ce dernier ?
  3. Calculer : l'impédance complexe de chaque bobine  $Z$ , le facteur de puissance  $\cos \phi_Z$  de charge, le courant  $J_b$  qui traverse une bobine et les puissances active  $P_Z$  et réactive  $Q_Z$ .
  4. Calculer les puissances totales : active  $P_T$ , réactive  $Q_T$  et apparente  $S_T$  de l'installation complète ? Calculer l'intensité du courant de ligne et le facteur de puissance de l'installation.
  5. Pour améliorer le facteur de puissance on monte entre les fils de phase trois condensateurs identiques de capacité  $C$ . Calculer la valeur de  $C$  pour que le facteur de puissance de l'installation soit égal à 0,95 ? Quelle est alors la nouvelle intensité du courant de ligne ? Conclure.

**Exercice N°3: (04 points)**

Soit le circuit magnétique de la figure 1

- 1) Donner le circuit électrique équivalent et calculer la réluctance de chaque branche ?
- 2) Calculer la réluctance équivalente totale vue par la bobine  $N_1$  et celle vue par la bobine  $N_2$  ainsi que les inductances propres de chaque bobine ? Déterminer l'inductance mutuelle entre ces deux bobines ?



$a = 3$  cm  
 $b = 6$  cm  
 $c = 18$  cm  
 $d = 14$  cm  
 $e = 5$  cm  
 $N_1 = 210$  tours  
 $N_2 = 105$  tours

On donne  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$

Figure 1

Bonne chance

**Exercice N°1: (04 points)**

- 1)
  - 1.1.  $S = 220 \times 45 = 9900$  VA **0,5 pt**
  - 1.2.  $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{9,9^2 \cdot 10^6 - 7,5^2 \cdot 10^6} = 6462$  var **0,5 pt**
  - 1.3.  $\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{7,5}{9,9} = 0,756$  **0,5 pt**

2)

$$2.1. C\omega U^2 = Q - Q' \Rightarrow C = \frac{6462 - 7500 \tan \phi'}{100 \pi \times 220^2}$$

$$C \approx 263 \mu F \quad \text{0,5 pt}$$

$$2.2. I' = \frac{P}{U \cos \phi'} = \frac{7500}{220 \times 0,95} = 35,9 \text{ A} \quad \text{0,5 pt}$$

3)

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2} = \sqrt{(0,9)^2 + (2\pi \cdot 50 \cdot (0,005))^2} = 0,904 \Omega$$

$$a) \tan \phi_L = \frac{X_L}{|Z|} = \frac{2\pi f L}{|Z|} = 1,73 \Rightarrow \phi_L = 60,06^\circ \Rightarrow Z_L = 0,904^{60,06^\circ} \Omega \quad \text{0,5 pt}$$

b)

en présence du condensateur :

$$\text{puissance active totale} = 7500 + 0,9 \times 35,9^2 = 8660 \text{ W} \quad \text{0,5 pt}$$

$$\text{puissance réactive totale} = 7500 \tan \phi' + 5 \cdot 10^{-3} \times 100 \pi \times 35,9^2 = 4490 \text{ var} \quad \text{0,5 pt}$$

**Exercice N°2: (06 points)**

- 1)  $P_L = 24 \times 75 = 1800$  W. **0,25 pt**
- 2)  $P_M = W_1 + W_2$  et  $Q_M = \sqrt{3}(W_1 - W_2) \Rightarrow P_M = 5000$  W et  $Q_M = 4409,6$  VAR, couplage triangle. **0,25 pt**

$$3) Z = \sqrt{R_b^2 + X_b^2} = \sqrt{30^2 + 25^2} = 39 \Omega, \cos \phi_Z = 0,76, J_b = \frac{U}{Z} = \frac{380}{39} = 9,73 \text{ A} \quad \text{0,25 pt}$$

$$P_Z = 3 R_b J_b^2 = 3 \times 30 \times 9,73^2 = 8522 \text{ W} \quad \text{0,25 pt}$$

$$Q_Z = 3 X_b J_b^2 = 3 \times 25 \times 9,73^2 = 7101,6 \text{ VAR} \quad \text{0,25 pt}$$

$$4) P_T = P_L + P_M + P_Z = 15322 \text{ W} \quad \text{0,5 pt}$$

$$Q_T = Q_L + Q_M + Q_Z = 0 + 4409,6 + 7101,6 = 11511,2 \text{ VAR} \quad \text{0,5 pt}$$

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = 19164,32 \text{ VA}, \cos \phi_T = \frac{P_T}{S_T} = \frac{15322}{19164,32} = 0,799 \quad \text{0,25 pt}$$

$$5) \cos \phi' = 0,95 \Rightarrow P'_T = P_T \quad \text{0,25 pt}$$

$$Q'_T = P'_T \tan \phi' = 5036 \text{ VAR} \Rightarrow Q_C = Q'_T - Q_T = -6475,2 \text{ VAR} \quad \text{0,25 pt}$$

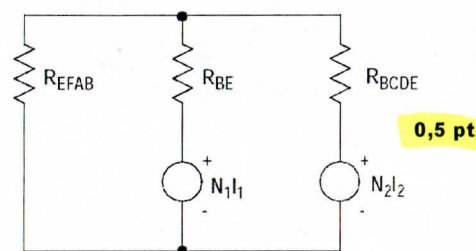
$$Q_C = -3 C \cdot 2\pi f \cdot U^2 \Rightarrow C = 47,6 \cdot 10^{-6} \text{ F} \quad \text{0,25 pt}$$

$$I'_T = \frac{P'_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi'} = 24,5 \text{ A} \quad \text{0,25 pt}$$

Après compensation le courant total  $I'_T$  est réduit ce qui minimiserai les pertes joules dans la ligne et les chutes de tension **0,5 pt**

### Exercice N°3: (05points)

1) Circuit équivalent de la structure magnétique



0,5 pt

On calcule les réluctances des parcours magnétiques:

$$R_{EFAB} = R_{BCDE} = \frac{l_1}{\mu A_1} \quad \text{avec } l_1 = 26 \text{ cm et } A_1 = 15 \text{ cm}^2.$$

$$R_{EFAB} = R_{BCDE} = \frac{0.26}{3000(4\pi \times 10^{-7})(1.5 \times 10^{-3})} = 45978 \text{ At/Wb} \quad \text{0,5 pt}$$

$$R_{BE} = \frac{l_2}{\mu A_2} \quad \text{avec } l_2 = 11 \text{ cm et } A_2 = 30 \text{ cm}^2. \quad \text{0,5 pt}$$

$$R_{BE} = \frac{0.11}{3000(4\pi \times 10^{-7})(3 \times 10^{-3})} = 9726 \text{ At/Wb} \quad \text{0,5 pt}$$

2) Inductance propre de la bobine no. 1 est égale à:

$$L_1 = \frac{N_1^2}{R_{eq1}} \quad \text{où } R_{eq1} \text{ est la réluctance équivalente vue par la bobine no. 1}$$

$$\text{On a: } R_{eq1} = R_{BE} + (R_{EFAB} \parallel R_{BCDE}) = 9726 + \frac{45978}{2} = 32715 \text{ At/Wb} \quad \text{0,5 pt}$$

$$\text{Alors: } L_1 = \frac{(210)^2}{32715} = 1.348 \text{ H} \quad \text{0,25 pt}$$

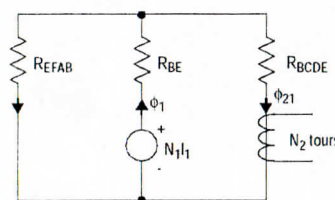
Inductance propre de la bobine no. 2 est égale à:

$$L_2 = \frac{N_2^2}{R_{eq2}} \quad \text{où } R_{eq2} \text{ est la réluctance équivalente vue par la bobine no. 2}$$

$$\text{On a: } R_{eq2} = R_{BCDE} + (R_{EFAB} \parallel R_{BE}) = 45978 + \frac{45978 \times 9726}{45978 + 9726} = 54006 \text{ At/Wb} \quad \text{0,5 pt}$$

$$\text{Alors: } L_2 = \frac{(105)^2}{54006} = 0.204 \text{ H} \quad \text{0,25 pt}$$

On calcule l'inductance mutuelle M entre deux bobines en calculant le flux total couplé à la bobine dû à un courant  $I_1$  circulant dans la bobine no. 1.



Un courant  $I_1$  circule dans la bobine no. 1. Le flux  $\phi_1$  créé est égal à:  $\phi_1 = \frac{N_1 I_1}{R_{eq1}}$ . **0,25 pt**

Le flux  $\phi_{21}$  traversant la bobine no. 2 est égal à  $\frac{\phi_1}{2}$  parce que  $R_{BCDE} = R_{EFAB}$  (loi du diviseur de flux).

L'inductance mutuelle est donnée par la relation suivante:

$$M = \frac{N_2 \phi_{21}}{I_1} = \frac{N_2 \left( \frac{N_1 I_1}{R_{eq1}} \right)}{I_1} = \frac{N_1 N_2}{2 R_{eq1}}$$

$$M = \frac{210 \times 105}{2 \times 32715} = 0.337 \text{ H} \quad \text{0,25 pt}$$