

Correction de l'Épreuve du Premier Groupe
Électrotechnique - Électronique : Série T2

Exercice 1 Moteur Asynchrone Triphase' (06 points)

1.1) Couplage du moteur et Justification

Le moteur sera couplé en étoile car la (0,50)
tension composée du réseau est égale à la
tension entre deux enroulements du moteur

$$U = U_L = 400V \quad (0,5)$$

1.2) La vitesse de synchronisme

$$N_s = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} \Rightarrow N_s = 1500 \text{ tr/min} \quad (0,50)$$

1.3) Le glissement en pourcentage

$$g = \frac{N_s - N_r}{N_s} = \frac{1500 - 1400}{1500} = 0,0667$$

$$g = 6,67\% \quad (0,50)$$

1.4) La puissance absorbée

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow P_a = \frac{P_u}{\eta} = \frac{750}{0,7}$$

$$\Rightarrow P_a = 1071,43 \text{ W} \quad (0,50)$$

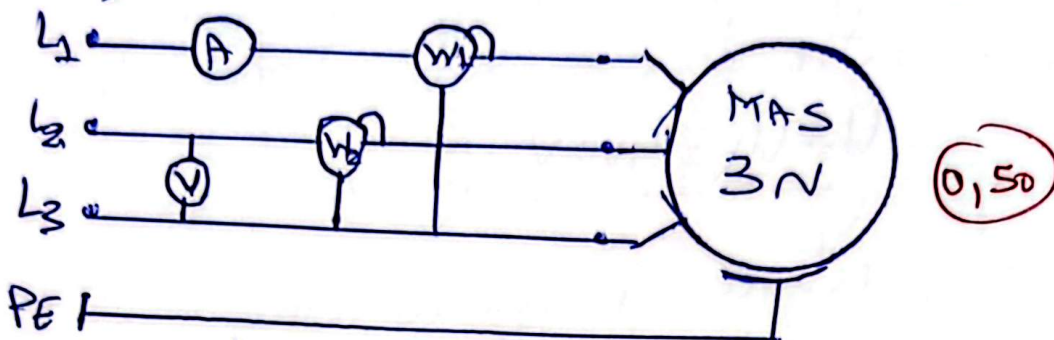
1.5) La puissance réactive Q_a

$$Q_a = P \tan(\cos^{-1}(0,77)) = 1071,43 \times \tan(\cos^{-1}(0,77))$$

$$Q_a = 887,8 \text{ VAR} \quad (0,50)$$

1.6) Méthode des deux wattmètres

1.6.1) Le schéma de branchement des wattmètres



1.6.2) Les indications des wattmètres

$$\begin{aligned} \text{ona} \left\{ \begin{array}{l} P_a = P_1 + P_2 \\ Q_a = \sqrt{3}(P_1 - P_2) \end{array} \right. & \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_a = P_1 + P_2 \quad (1) \\ \frac{Q_a}{\sqrt{3}} = P_1 - P_2 \quad (2) \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\text{AN)} \left\{ \begin{array}{l} 1071,43 = P_1 + P_2 \\ \frac{887,8}{\sqrt{3}} = P_1 - P_2 \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2P_1 = 1584 \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow P_1 = 792 \text{ W} \quad (0,50)$$

$$P_2 = P_a - P_1 = 1071,43 - 792 \text{ W}$$

$$\Leftrightarrow P_2 = 279,43 \text{ W} \quad (0,50)$$

1.7) Le courant absorbé par le moteur
 $P_a = \sqrt{3}UI \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_a}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$

AN) $I_n = \frac{1071,43}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,77} \Leftrightarrow I_n = 2 \text{ A}$ (0,50)

1.8) L'ensemble des pertes du moteur

$$\Sigma \text{pertes} = P_a - P_u = 1071,43 - 750$$

$\Sigma \text{pertes} = 321,43 \text{ W}$ (0,50)

1.9) La puissance apparente du moteur

$$S = \sqrt{P_a^2 + Q_a^2}$$

AN) $S = \sqrt{(1071,43)^2 + (887,8)^2}$

$S = 1391,45 \text{ VA}$ (0,50)

Problème 2: Transformateur mono phase (08 points)

2.1) Le champ magnétique maximal (B_{max})

$$\text{on a: } E_1 = 4,44 N_1 f \times S \times \hat{B}$$

$$\Rightarrow \hat{B} = \frac{U_1}{4,44 \times N_1 \times f \times S}$$

$$\text{AN) } \hat{B} = \frac{230}{4,44 \times 345 \times 50 \times 25 \cdot 10^{-4}}$$

$$B_{max} = 1,2 \text{ T} \quad (0,50)$$

2.2) Le rapport de transformation

$$m = \frac{U_{20}}{U_1} \Leftrightarrow m = \frac{24,9}{230} \Leftrightarrow m = 0,108 \quad (0,50)$$

- Le nombre de spires N_2

$$m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = m \times N_1$$
$$\Rightarrow N_2 = 0,108 \times 345$$

$$N_2 = 37,26 \text{ spires} \quad (0,50)$$

2.3) Le facteur de puissance à vide ($\cos \varphi_{10}$)

$$\cos \varphi_{10} = \frac{P_{10}}{U_{10} \times I_{10}} = \frac{28,2}{230 \times 0,55} \Leftrightarrow \cos \varphi_{10} = 0,92 \quad (0,50)$$

2.4) Les courants actifs et réactifs

$$\cos \varphi_{10} = \frac{I_{10a}}{I_{10}} \quad (\Rightarrow) \quad I_{10a} = I_{10} \times \cos \varphi_{10}$$

$$\text{AN) } I_{10a} = 0,55 \times 0,22 \Leftrightarrow \boxed{I_{10a} = 0,121 \text{ A}}$$

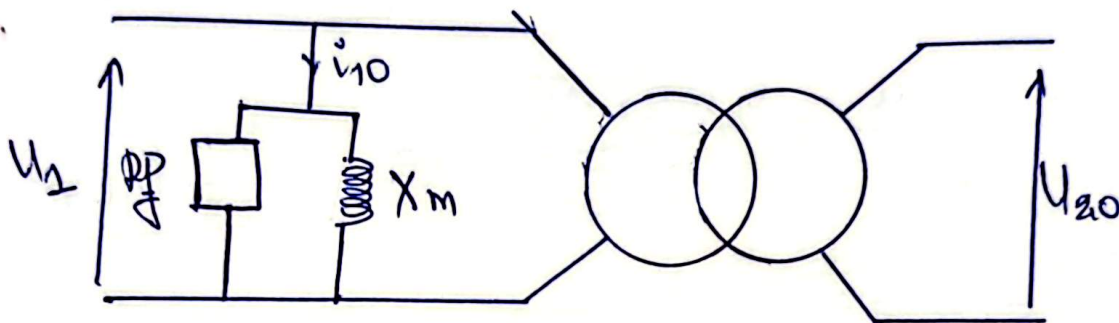
$$I_{10r} = \sqrt{I_{10}^2 - I_{10a}^2}$$

$$(0,25)$$

$$\text{AN) } I_{10r} = \sqrt{(0,55)^2 - (0,121)^2}$$

$$\boxed{I_{10r} = 0,53 \text{ A}} \quad (0,25)$$

2.5) Le schéma équivalent d'vide



2.5.1) La résistance du circuit magnétique (R_p)

$$P_{10} = \frac{U_{10}^2}{R_p} \Rightarrow R_p = \frac{U_{10}^2}{P_{10}} = \frac{(230)^2}{28,2}$$

$$\boxed{R_p = 1876 \Omega} \quad (0,50)$$

2.5.2) La réactance du circuit magnétique (X_m)

$$X_m = \frac{U_{10}}{\varphi_{10}}$$

$$; \varphi_{10} = \sqrt{S_{10}^2 - P_{10}^2} = \sqrt{(230 \times 0,55)^2 - (28,2)^2}$$

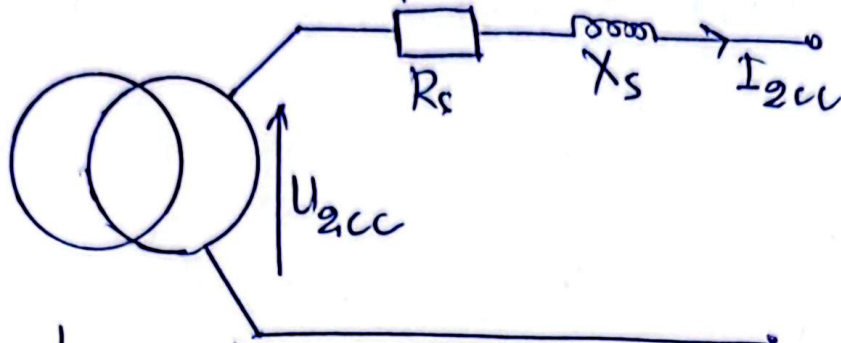
$$X_m = \frac{(230)^2}{123,32}$$

$$\Rightarrow \boxed{X_m = 429 \Omega} \quad (0,50) \quad \varphi_{10} = 123,32 \text{ VAR}$$

2.6) Le courant nominal I_{2N}

$$I_{2N} = \frac{S_n}{U_{20}} = \frac{630}{24,9} \Leftrightarrow \boxed{I_{2N} = 25,3 \text{ A}} \quad (0,5)$$

2.7) Le schéma équivalent vu du secondaire



(0,50)

2.8) Les valeurs de R_s et X_s

$$R_s = \frac{P_{2cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{26,6}{(25,3)^2} \Leftrightarrow \boxed{R_s = 0,042 \Omega} \quad (0,50)$$

$$Z_s = \frac{m U_{2cc}}{I_{2cc}} = \frac{0,108 \times 10}{25,3} \Leftrightarrow \boxed{Z_s = 0,043 \Omega}$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = \sqrt{(0,043)^2 - (0,042)^2}$$

$$\boxed{X_s = 0,013 \Omega} \quad (0,50)$$

2.9) Montrons que les pertes fer en court-circuit sont négligeables

$$P_{Fcc} = P_{10} \times \left(\frac{U_{2cc}}{U_1}\right)^2 = 28,2 \left(\frac{10}{230}\right)^2 \Rightarrow P_{Fcc} = 0,05 \text{ W}$$

$$\text{ma: } P_{2cc} = P_{Fcc} + P_{cc} \text{ or } P_{Fcc} \ll P_{2cc} \Rightarrow$$

P_{Fcc} négligeable (0,50)

2.10) Étude en charge du transformateur

$$I_2 = 25,3 \text{ A}; \cos \varphi_2 = 0,6 \Rightarrow \sin \varphi_2 = 0,8$$

2.10.1) La tension U_2

$$\begin{aligned} \Delta U_2 &= I_2 (R_s \cos \varphi_2 + X_s \sin \varphi_2) \\ &= 25,3 (0,041 \times 0,6 + 0,013 \times 0,8) \Leftrightarrow \Delta U_2 = 0,88 \text{ V} \end{aligned}$$

$$U_2 = U_{20} - \Delta U_2 = 24,9 - 0,88 \Leftrightarrow U_2 = 24,02 \text{ V}$$

2.10.2) La puissance P_2 et le rendement η

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 = 24,02 \times 25,3 \times 0,6$$

$$P_2 = 364,62 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{10} + P_{2cc}} = \frac{364,62}{364,62 + 28,2 + 26,6}$$

$$\eta = 87\%$$

2.10.3) Les valeurs de (R et L) de la charge

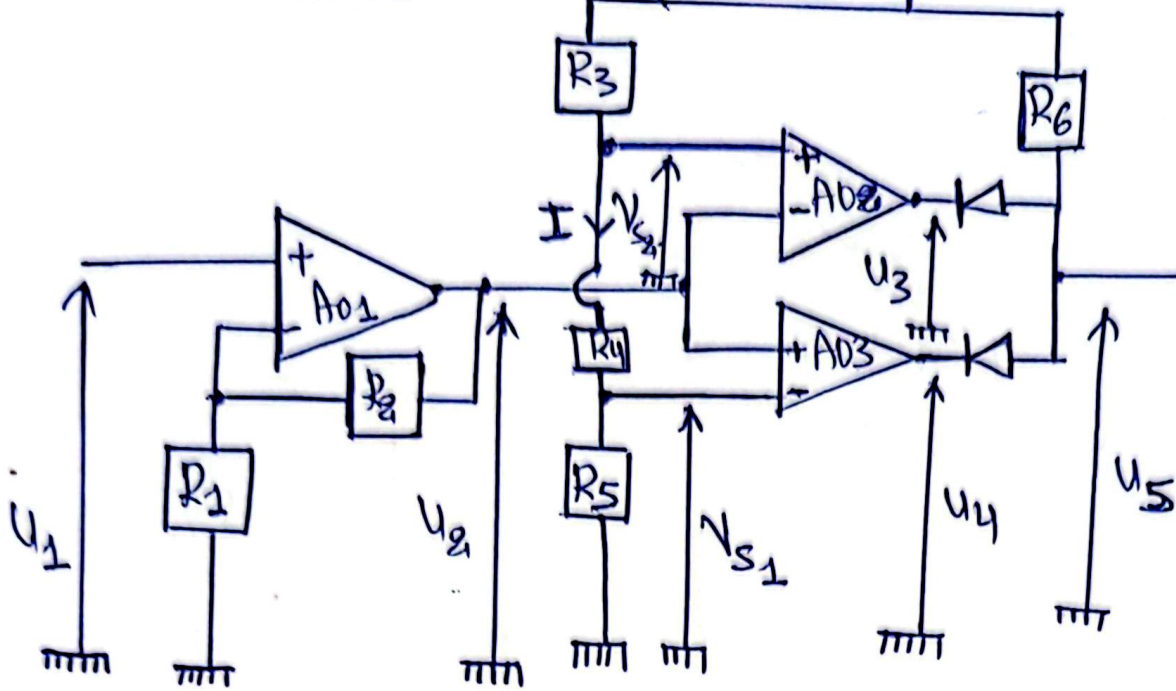
$$R = \frac{P_2}{I_2^2} = \frac{364,62}{(25,3)^2} \Leftrightarrow R = 0,57 \Omega$$

$$Q_2 = U_2 I_2 \sin \varphi_2 = 24,02 \times 25,3 \times 0,8 \Rightarrow Q_2 = 486,16 \text{ VAR}$$

$$Q_2 = L \omega I_2^2 \Rightarrow L = \frac{Q_2}{\omega I_2^2} = \frac{486,16}{100\pi \times (25,3)^2}$$

$$L = 0,0024 \text{ H}$$

Problème 3 : Amplificateur opérationnel (06 points)



3.1) Déterminons les masses minimales (M_{\min}) et maximale (M_{\max}) pour une broche non rejetée

on a: $U_2 = k \cdot M$ avec $M = 100g \pm 10\%$

$$M_{\min} = 100g - 10\% \Leftrightarrow M_{\min} = 90g \quad (0,50)$$

$$M_{\max} = 100g + 10\% \Leftrightarrow M_{\max} = 110g \quad (0,50)$$

3.2) Les valeurs minimales et maximale de la tension U_2

$$U_{2(\min)} = k \times M_{\min} = 5 \times 90 \Leftrightarrow U_{2(\min)} = 450mV$$

$$U_{2(\min)} = 450mV = 0,45V \quad (0,50)$$

$$U_{2(\max)} = k \cdot M_{\max} = 5 \times 110$$

$$\Leftrightarrow U_{2(\max)} = 550mV = 0,55V \quad (0,50)$$

3.3) L'amplificateur AB_1 est en régime linéaire

3.3.4) Le montage réalisé autour de AB_1 est appelé montage non inverseur (0,50)

3.3.2) Exprimer U_2 en fonction de U_1 , R_1 et R_2
Théorème de Millmann :

$$V^- = \frac{U_2/R_2 + 0/R_1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}} = \frac{\frac{U_2}{R_2}}{\frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2}}$$

$$\Rightarrow V^- = \frac{U_2}{R_2} \times \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = U_2 \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

$$\text{or } \underline{V^- = V^+ = U_1} \Leftrightarrow U_1 = U_2 \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{U_2 = U_1 \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)} \quad (0,50)$$

3.3.3) on donne $R_2 = 10R_1$.

$$\Leftrightarrow U_2 = U_1 \left(\frac{R_1 + 10R_1}{R_1} \right)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{U_2 = 11 \times U_1} \quad (0,50)$$

3.3.4) Dédution de U_2 en fonction de M

$$U_2 = 11U_1 \text{ or } U_1 = \frac{1}{11}M$$

$$\Leftrightarrow U_2 = 11 \times k \times M \quad (0,50)$$

3.3.5) Déterminons $[U_2(\min); U_2(\max)]$

$$U_2(\min) = 11kM(\min) = 11 \times 5 \times 90 = 4950 \text{ mV}$$

$$U_2(\max) = 11kM(\max) = 11 \times 5 \times 110 = 6050 \text{ mV}$$

① $[4,95 \text{ V}; 6,05 \text{ V}]$ est l'intervalle de la

tension U_2 qui correspond à la brèche acceptée

3.4) $A0_2$ et $A0_3$ fonctionnent en commutation

3.4.1) Sachant que $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$, calculons I

$$I = \frac{V_{s2} - V_{s1}}{R_4} = \frac{6,05 - 4,95}{1 \times 10^3}$$

$$I = 0,0011 \text{ A} = 1,1 \text{ mA} \quad (0,50)$$

3.4.2) Dédution de R_3 et R_5

$$R_5 = \frac{V_{s1}}{I} = \frac{4,95}{0,0011} \Rightarrow R_5 = 4,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = \frac{V_{cc} - V_{s2}}{I} = \frac{12 - 6,05}{0,0011}$$

$$R_3 = 5,4 \text{ k}\Omega \quad (0,25)$$