

Exercice 1 :

1°)

- Couplage **étoile** car la tension que supporte un enroulement du moteur est égale à la tension simple du réseau.
- Vitesse de synchronisme :

$$n = \frac{f}{p} = \frac{50}{3}$$

$$n = 16,66 \text{ tr/s}$$

$$n = 1000 \text{ tr/min}$$

2°)

- les pertes Joule statoriques à vide :

$$P_{js0} = 3Rl^2 = 3 \times 1 \times 4^2$$

$$P_{js0} = 48 \text{ W}$$

- les pertes fer statoriques :

Le moteur tourne à une vitesse proche du synchronisme donc le glissement à vide est très faible $g_0 \approx 0$ et les pertes joule rotoriques à vide $P_{jr0} = P_{tr} \cdot g_0 \approx 0$

$$P_0 = P_{js0} + P_{fs} + P_m$$

Pertes fer statoriques :

$$P_{fs} = P_0 - (P_m + P_{js0}) = 900 - (452 + 48)$$

$$P_{fs} = 400 \text{ W}$$

3°)

a- la puissance absorbée : $P_a = \sqrt{3} U l \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0,8$

$$P_a = 5265 \text{ W}$$

b- les pertes Joule statoriques en charge : $P_{js} = 3Rl^2 = 3 \times 1 \times 10^2$

$$P_{js} = 300 \text{ W}$$

c- la puissance transmise au rotor : $P_{tr} = P_a - (P_{fs} + P_{js}) = 5265 - (400 + 300)$

$$P_{tr} = 4565 \text{ W}$$

d- le glissement : $g = \frac{n - n'}{n} = \frac{1000 - 940}{1000}$

$$g = 0,06$$

e- les pertes Joule rotoriques en charge : $P_{jr} = P_{tr} \cdot g = 4565 \times 0,06$

$$P_{jr} = 274 \text{ W}$$

f- la puissance utile : $P_u = P_{tr} - (P_m + P_{jr}) = 4565 - (452 + 274)$

$$P_u = 3839 \text{ W}$$

g- le rendement : $\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{3839}{5265}$

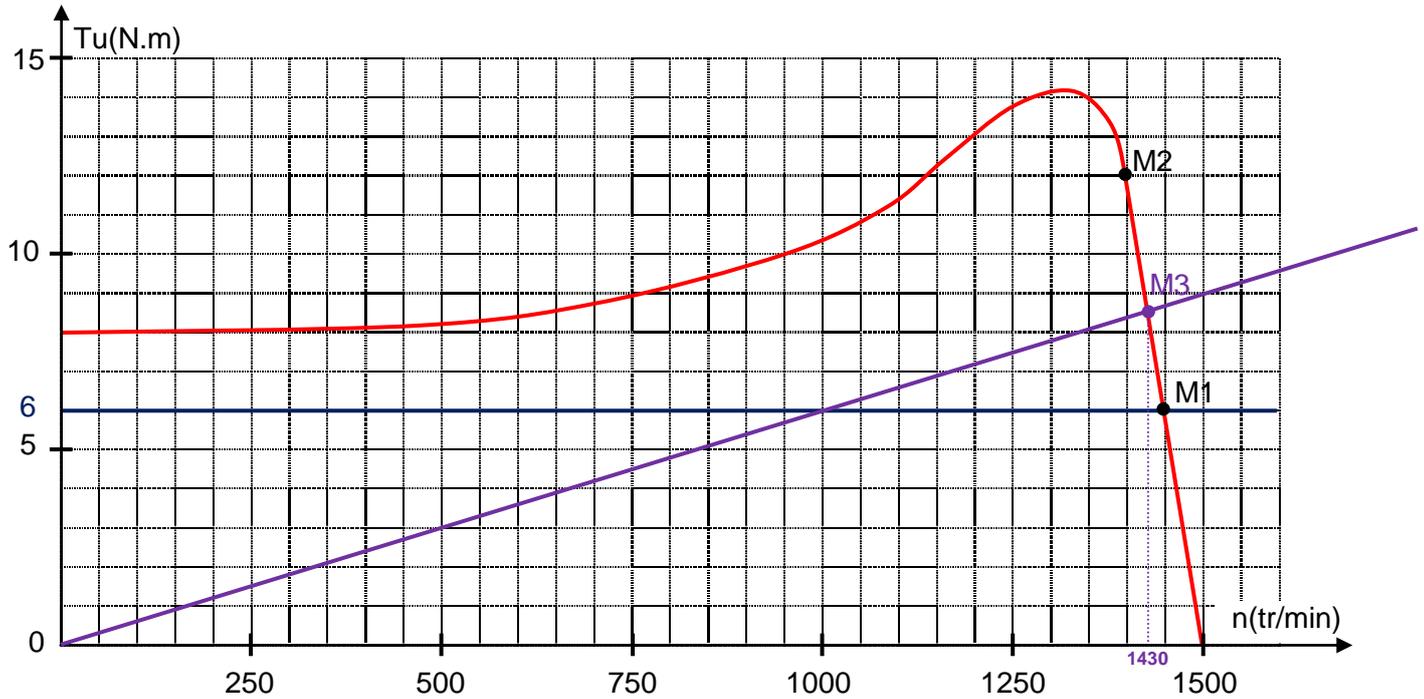
$$\eta = 0,73$$

h- le moment du couple électromagnétique : $T = \frac{P_{tr}}{\Omega} = \frac{P_{tr}}{2\pi n} = \frac{4565 \times 60}{2\pi \times 1000}$

$$T = 43,6 \text{ N.m}$$

i- le moment du couple utile : $T_u = \frac{P_u}{\Omega'} = \frac{P_u}{2\pi n'} = \frac{3839 \times 60}{2\pi \times 940}$

$$T_u = 39 \text{ N.m}$$

Exercice 2 :

1°)

a- Le démarrage en charge est **possible** car au démarrage $T_u = 8 \text{ N.m} > T_r = 6 \text{ N.m}$ b- $T_u = -0,12n + 180$ Pour le point M1, $n = 1450 \text{ tr/min}$, $T_u = -0,12 \times 1450 + 180 = 6 \text{ N.m}$ Pour le point M2, $n = 1400 \text{ tr/min}$, $T_u = -0,12 \times 1400 + 180 = 12 \text{ N.m}$ c- $T_r = 6 \text{ N.m}$

Les caractéristiques du moteur et de la charge se croisent au point de fonctionnement M1 pour lequel les couples moteur et résistant sont identiques : $T_u = T_r$ $n = 1450 \text{ tr/min}$

d- **Puissance transmise à la pompe par le moteur :**

$$P_u = T_u \cdot \Omega = T_u \cdot 2\pi \cdot n = 6 \times 2\pi \times \frac{1450}{60}$$

$P_u = 910,6 \text{ W}$

2°) $T_r = 0,006n$

a-

b- D'après le graphique précédent $T_u = T_r$ pour le point de fonctionnement M3 (1430 tr/min ; 8,5 Nm)

$n = 1430 \text{ tr/min}$

$T_u = 8,5 \text{ N.m}$

Exercice 3 :1°) Couplage **triangle** car la tension que peut supporter un enroulement du moteur est égale à la tension composée du réseau.

2°) Fonctionnement à vide :

2-1- **La fréquence de rotation à vide n_v** supposée égale à la fréquence de synchronisme.

$$n_v = n = \frac{f}{p} = \frac{50}{2}$$

$n = 25 \text{ tr/s}$

$n = 1500 \text{ tr/min}$

2-2- **L'intensité du courant en ligne I_v .**

$$P_v = \sqrt{3} U \cdot I_v \cdot \cos\varphi_v$$

$$I_v = \frac{P_v}{\sqrt{3} U \cos\varphi_v} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 230 \times 0,17}$$

$I_v = 7,38 \text{ A}$

2-3- **Pertes Joule dans le stator P_{Jsv} .**

$$P_{Jsv} = r(I_v)^2 = 1,5(7,38)^2$$

$$P_{Jsv} = 82W$$

2-4- Le moteur tourne à une vitesse proche du synchronisme donc le glissement à vide est très faible $g_0 \approx 0$ et les pertes joule rotoriques à vide $P_{jr0} = P_{tr} \cdot g_0 \approx 0$

$$P_v = P_{Jsv} + P_{fs} + P_m = P_{Jsv} + P_{fs} + P_{fs}$$

Pertes fer statoriques :

$$P_{fs} = \frac{P_v - P_{Jsv}}{2} = \frac{500 - 82}{2}$$

$$P_{fs} = P_m = 209 W$$

3°) Fonctionnement en charge :

3-1- Fréquence de rotation (en tr/min) :

$$n' = (1 - g)n = (1 - 0,05)1500$$

$$n' = 1425 \text{ tr/min}$$

3-2- Puissance transmise au rotor P_{tr} :

$$\text{Pertes Joule dans le stator : } P_{js} = rI^2 = 1,5 \times 12^2 = 216 W$$

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs}) = 3600 - (216 + 209)$$

$$P_{tr} = 3175 W$$

Moment du couple électromagnétique T_{em} :

$$T_{em} = \frac{P_{tr}}{\Omega} = \frac{P_{tr}}{2\pi n} = \frac{3175 \times 60}{2\pi \times 1500}$$

$$T_{em} = 20,2 \text{ Nm}$$

3-3- Puissance utile P_u :

$$P_u = P_{tr} - P_{jr} - P_m = P_{tr} - P_{tr} \cdot g - P_m = P_{tr}(1 - g) - P_m = 3175(1 - 0,05) - 209$$

$$P_u = 2807 W$$

Rendement η :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{2807}{3600}$$

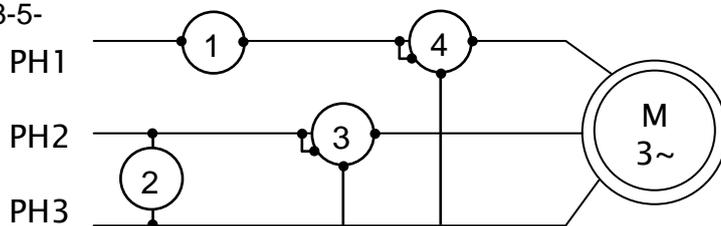
$$\eta = 0,78$$

3-4- Moment du couple utile T_u :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'} = \frac{P_u}{2\pi n'} = \frac{2807 \times 60}{2\pi \times 1425}$$

$$T_u = 18,82 \text{ N.m}$$

3-5-



Appareil	Nom	Valeur
1	Ampèremètre	12A
2	Voltmètre	230V
3	Wattmètre	1000 W
4	Wattmètre	2600W

4°) Relation entre T_u et n' :

$$T_u = an' + b \quad \text{cherchons a et b.}$$

$$\text{A vide } T_u = 0 \text{ et } n' = n = 1500 \text{ tr/min d'où } 1500a + b = 0 \quad (1) \quad \text{et} \quad 1400a + b = 17,6 \quad (2)$$

De (1) et (2) on trouve $a = -0,176$ et $b = 264$

$$T_u = -0,176n' + 264$$

Fréquence de rotation du groupe :

$$T_u = T_r \quad ; \quad -0,176n' + 264 = 8,8 \quad ; \quad n' = \frac{264 - 8,8}{0,176}$$

$$n' = 1450 \text{ tr/min}$$

Exercice 4 :

a)

Repère	Signification
2	Tension du réseau pour un couplage étoile
1	Tension du réseau pour un couplage triangle
4	Vitesse de rotation nominale
3	Courant en ligne pour un couplage étoile
5	Courant en ligne pour un couplage triangle
6	Puissance utile nominale
7	Facteur de puissance

b) Puissance active absorbée :

$$P_a = \sqrt{3} U_l I \cos\varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 1,9 \times 0,83$$

$$P_a = 1093 \text{ W}$$

c) Puissance réactive absorbée :

$$Q = \sqrt{3} U_l I \sin\varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 1,9 \times 0,55$$

$$Q = 724 \text{ VAR}$$

d) Pertes totales du moteur :

$$P_u = P_a - \sum \text{pertes} ; \sum \text{pertes} = P_a - P_u = 1093 - 750$$

$$\sum \text{pertes} = 343 \text{ W}$$

e) Moment du couple mécanique utile :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'} = \frac{P_u}{2\pi n'} = \frac{750 \times 60}{2\pi \times 2800}$$

$$T_u = 2,56 \text{ Nm}$$

f) Fréquence de synchronisme n_s .

$$n_s = \frac{f}{p} \quad \text{avec } f = 50 \text{ Hz}$$

$$\text{Pour } p = 1 \quad n_s = 50 \text{ tr/s} = 3000 \text{ tr/min.}$$

$$\text{Pour } p = 2 \quad n_s = 25 \text{ tr/s} = 1500 \text{ tr/min.}$$

Puisque n' est légèrement inférieure à n_s donc

$$n_s = 3000 \text{ tr/min}$$

g) Glissement :

$$g = \frac{n_s - n'}{n_s} = \frac{3000 - 2800}{3000}$$

$$g = 0,0666$$

h) En se référant au circuit de puissance du moteur, compléter le tableau suivant :

Désignation	Nom	Fonction
F1	Relais thermique	Protéger contre les surcharges lentes et prolongées
KM	Discontacteur	Commander le moteur
Q1	Sectionneur porte fusible	Isoler le circuit (sectionneur) Protéger contre les courts-circuits (fusibles)

Exercice 5 :

1°) Nombre de pôles du stator ?

$$n_s = \frac{f}{p} = 25 \text{ tr/s}$$

$$p = \frac{f}{n_s} = \frac{50}{25} = 2 \text{ paires de pôles} ; \quad \boxed{4 \text{ pôles}}$$

2°) 2-1 Glissement en % :

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1500 - 1440}{1500}$$

$$\boxed{g = 0,04}$$

$$\boxed{g = 4\%}$$

2-2 Puissance transmise au rotor :

$$P_{tr} = P_u + P_{jr} + P_m = P_u + P_{tr} \cdot g + P_m$$

$$P_{tr}(1 - g) = P_u + P_m \quad P_{tr} = \frac{P_u + P_m}{1 - g} = \frac{20000 + 400}{1 - 0,04}$$

$$\boxed{P_{tr} = 21250 \text{ W}}$$

2-3 Pertes par effet Joule statoriques :

$$P_{js} = \frac{3}{2} r_l^2 = \frac{3}{2} \times 0,05 \times 71^2$$

$$\boxed{P_{js} = 378 \text{ W}}$$

2-4 Pertes dans le fer statoriques :

Pertes joule statoriques à vide :

$$P_{js_0} = \frac{3}{2} r_{l_0}^2 = \frac{3}{2} \times 0,05 \times 20^2 = 30 \text{ W}$$

$$P_0 = P_{fs} + P_m + P_{js_0}$$

$$P_{fs} = P_0 - (P_m + P_{js_0}) = 1000 - (450 + 30)$$

$$\boxed{P_{fs} = 520 \text{ W}}$$

2-5 Puissance absorbée :

$$P_a = P_{tr} + P_{fs} + P_{js} = 21250 + 520 + 378$$

$$\boxed{P_a = 22148 \text{ W}}$$

2-6 Facteur de puissance :

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{\sqrt{3}UI} = \frac{22148}{\sqrt{3} \times 220 \times 71}$$

$$\boxed{\cos \varphi = 0,81}$$

3°) $T_u = an + b$ $T_u = an + b$ cherchons a et b.A vide $T_u = 0$ et $n = n_s = 1500 \text{ tr/min}$ d'où $1500a + b = 0$ (1) et $1440a + b = 132$ (2)De (1) et (2) on trouve $a = -2,2$ et $b = 3300$

$$\boxed{T_u = -2,2n + 3300}$$

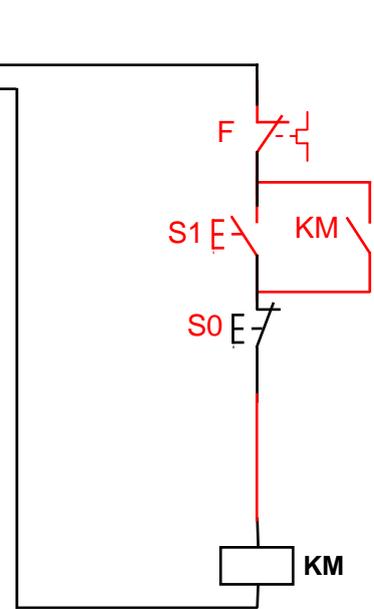
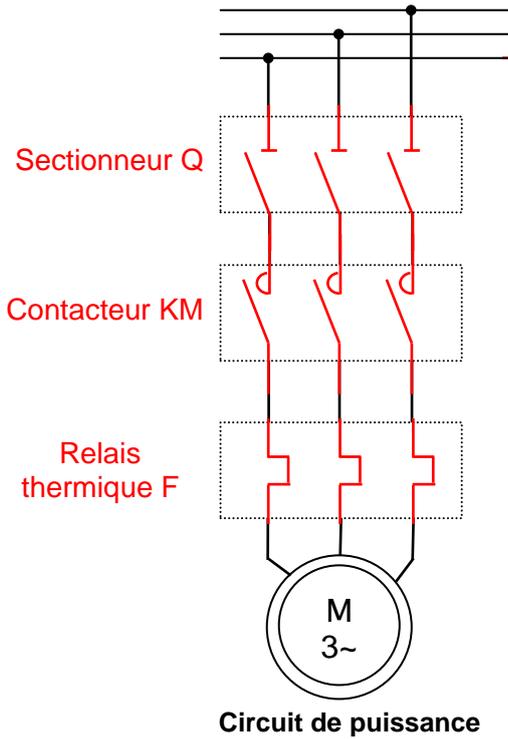
$$\boxed{T_r = 0,15n + 50}$$

Vitesse de rotation du groupe :

$$T_u = T_r ; 0,15n + 50 = -2,2n + 3300 ; 2,35n = 3250 ; n = \frac{3250}{2,35}$$

$$\boxed{n = 1383 \text{ tr/min}}$$

Exercice 6 :



Exercice 7 :

