

DEVOIR DE SYNTHÈSE N°3

Nom & Prénom :

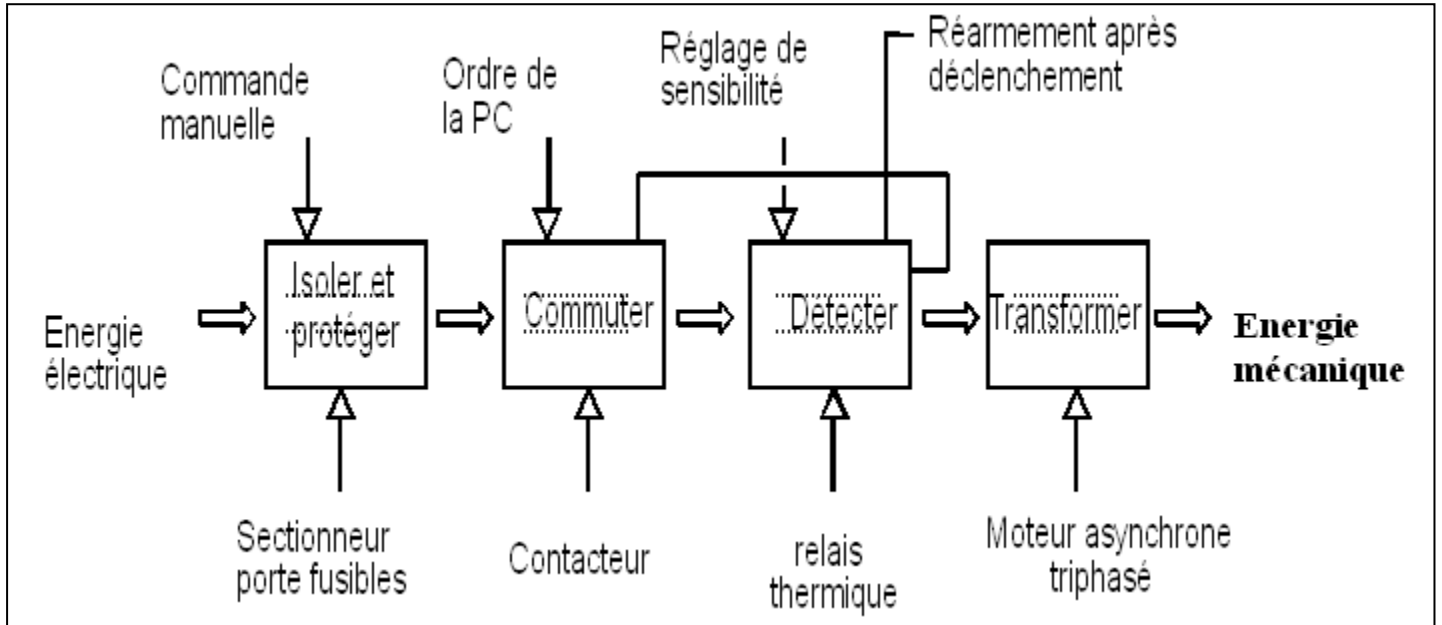
Correction

4^{ème} ST...

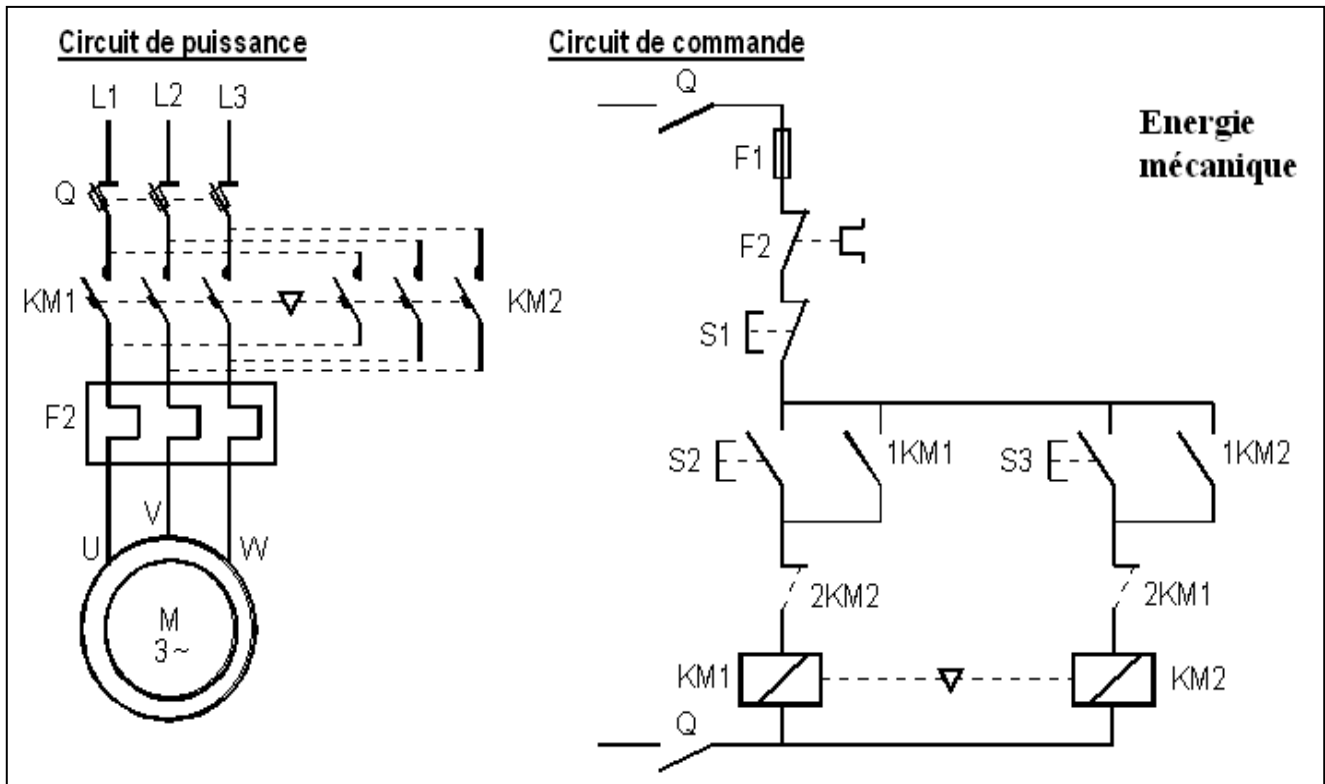
20

Exercice 1 : (5pts)

1- Terminer le schéma fonctionnel de la chaîne d'alimentation en énergie électrique : (2pts)



2- Compléter le circuit de puissance en ajoutant le symbole normalisé dans le cadre correspondant ainsi que le circuit de commande en ajoutant le repère convenable des contacts **2KM1** et **2KM2** (3pts)



Exercice 2 : Etude du moteur Mt1 : (9,5pts)

C'est un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire (**4 pôles**) 220 V / 380 V à cage, alimenté par un réseau 220 V **entre phases**, 50 Hz.

Un essai à vide à une fréquence de rotation très proche du synchronisme a donné pour la puissance absorbée et le facteur de puissance : $P_v = 500 \text{ W}$ et $\cos \nu = 0,157$.

Un essai en charge a donné:

- intensité du courant absorbé : $I = 12,2 \text{ A}$
- glissement : $g = 6 \%$
- puissance absorbée : $P_a = 3340 \text{ W}$.

La résistance d'un enroulement statorique est $R = 1 \Omega$.

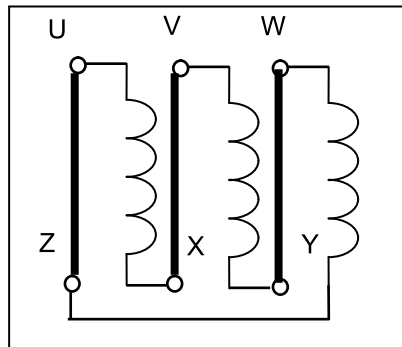
1-1- Quelle est, des deux tensions indiquées sur la plaque signalétique, celle que peut supporter un enroulement du stator ? **(0,5pt)**

..... $220V$

1-2- En déduire le couplage du stator sur le réseau 220 V. **(0,5pt)**

..... *Couplage triangle*

1-3- Indiquer la position des lames de connexion qui réaliseront ce couplage sur le schéma ci-dessous **(0,5pt)**



2- Pour le fonctionnement à vide, calculer :

2-1- la fréquence de rotation n_v supposée égale à la fréquence de synchronisme **(0,5pt)**

..... $n_v = 1500 \text{ tr / mn}$

2-2- l'intensité du courant en ligne I_v **(0,5pt)**

..... $I_v = \frac{P_v}{\sqrt{3}U \cos \nu} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,157} = 8,36 \text{ A}$

2-3- la valeur des pertes Joule dans le stator P_{js_v} **(1pt)**

..... $P_{js_v} = 3R I^2 = R I^2 = 1 \times (8,36)^2 = 70 \text{ W}$

2-4- la valeur des pertes dans le fer du stator P_{fs} , supposées égales aux pertes mécaniques P_m **(1pt)**

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

..... $\Rightarrow P_{fs} = P_m = \frac{P_v - P_{js_v}}{2} = \frac{500 - 70}{2} = 215 \text{ W}$

3- Pour le fonctionnement en charge, calculer :

3-1- la fréquence de rotation (en tr/min) **(1pt)**

$$n = n_s (1 - g) = 1500(1 - 0,06) = 1410 \text{ tr/min}$$

3-2- la puissance transmise au rotor P_{tr} et le moment du couple électromagnétique T_{em} **(1pt)**

$$P_{tr} = P_a - P_{js} - P_{fs} = 3340 - 1 \times (12,2)^2 - 215 = 29761,6 \text{ W}$$

$$T_{em} = \frac{P_{tr}}{\Omega_s} = \frac{29761,6}{2\pi \times 1500} \times 60 = 18,95 \text{ Nm}$$

3-3- la puissance utile P_u et le rendement **(1pt)**

$$P_u = P_{tr} - P_{jr} - P_m \quad \text{avec } P_{jr} = g \times P_{tr}$$

$$P_u = 29761,6 - 29761,6 \times 0,06 - 215 = 25825,6 \text{ W}$$

3-4- le moment du couple utile T_u **(0,5pt)**

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{25825,6}{2\pi \times 1410} \times 60 = 17,5 \text{ Nm}$$

4- Le moteur entraîne une machine dont le moment du couple résistant (en Nm) est donné en fonction de la fréquence de rotation n (en tr/min) par la relation : $T_r = 8 \cdot 10^{-6} n^2$
La partie utile de la caractéristique mécanique du moteur est assimilée à une droite.

4-1- Montrer que $T_u = -0,1944n + 291,5$ (on prendra $T_u = 17,5 \text{ Nm}$ pour $n = 1410 \text{ tr/min}$). **(0,5pt)**

$$T_u = a \times n + b$$

$$0 = a \times 1500 + b \Rightarrow b = -1500 \times a$$

$$17,5 = a \times 1410 + b = a \times 1410 - 1500a \Rightarrow a = \frac{17,5}{-90} = -0,1944 \quad \text{et} \quad b = 291,5$$

4-2- En déduire la fréquence de rotation du groupe. **(0,5pt)**

$$T_u = T_r \Leftrightarrow 8 \times 10^{-6} n^2 = -0,1944n + 291,5 \Rightarrow n = 1400 \text{ tr/min}$$

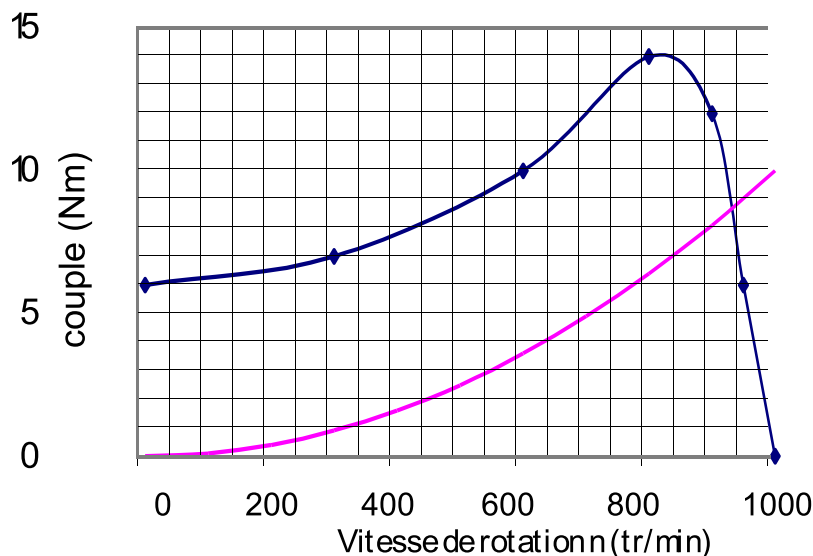
4-3- Calculer la puissance utile du moteur. **(0,5pt)**

$$T_u = T_r = 8 \times 10^{-6} \times (1400)^2 = 15,67 \text{ Nm}$$

$$P_u = T_u \Omega = 15,67 \times 2\pi \times \frac{1400}{60} = 24867,4 \text{ W}$$

Exercice 3 : (5,5pts)

La caractéristique mécanique d'un moteur asynchrone triphasé est donnée ci-dessous :



1- Que représentent les points A et B ?

A : Point de démarrage..... (0,5pt)

B : Fonctionnement à vide (0,5pt)

2- Ce moteur entraîne un compresseur dont le couple résistant est constant et égal à 4 Nm.

2-1- Le démarrage en charge du moteur est-il possible ? Justifier (1pt)

..... *Oui car $Tu_d > Tr$*

2-2- Dans la zone utile, vérifier que $Tu = -0,12n + 120$ (0,5pt)

$$\text{Pour } n = 1000 \text{ tr/min}; Tu = 0 \text{ Nm}$$

$$\text{Pour } n = 950; Tu = 6 \text{ Nm}$$

..... *L'équation est donc vérifiée*

2-3- Déterminer la vitesse de rotation de l'ensemble en régime établi. (0,5pt)

En régime établi, le couple utile = couple résistant

$$\text{..... } Tu = -0,12n + 120 = Tr = 4 \text{ Nm d'où } n = \frac{120 - 4}{0,12} = 967 \text{ tr/min} \text{.....}$$

2-4- Calculer la puissance transmise au compresseur par le moteur. (0,5pt)

$$\text{..... } C'est aussi la puissance utile = $Tu\Omega = 4 \times 2\pi \times \frac{967}{60} = 404,71 \text{ W}$ $$

3- Ce moteur est maintenant utilisé pour entraîner une pompe dont le couple résistant est donné en fonction de la vitesse de rotation par la relation suivante :

$$Tr = 10^{-5} n^2 \text{ avec } Tr \text{ en Nm et } n \text{ en tr/min.}$$

3-1- Représenter sur le graphique précédent la courbe $Tr(n)$. (1pt)

3-2- En régime établi, déterminer la vitesse de rotation de l'ensemble ainsi que le couple utile du moteur. (1pt)

$$Tu = Tr \Leftrightarrow -0,12n + 120 = 10^{-5} n^2$$

$$10^{-5} n^2 + 0,12n - 120 = 0$$

Cette équation possède deux solutions dont une physiquement acceptable

$$\text{..... } n = \frac{-0,12 + \sqrt{(0,12)^2 + 4 \times 120 \times 10^{-5}}}{2 \times 10^{-5}} = 928 \text{ tr/min} \text{.....}$$

$$Tu = Tr = 10^{-5} n^2 = 10^{-5} \times (928)^2 = 8,62 \text{ Nm}$$