

DEVOIR DE SYNTHÈSE N°3

Nom & Prénom :

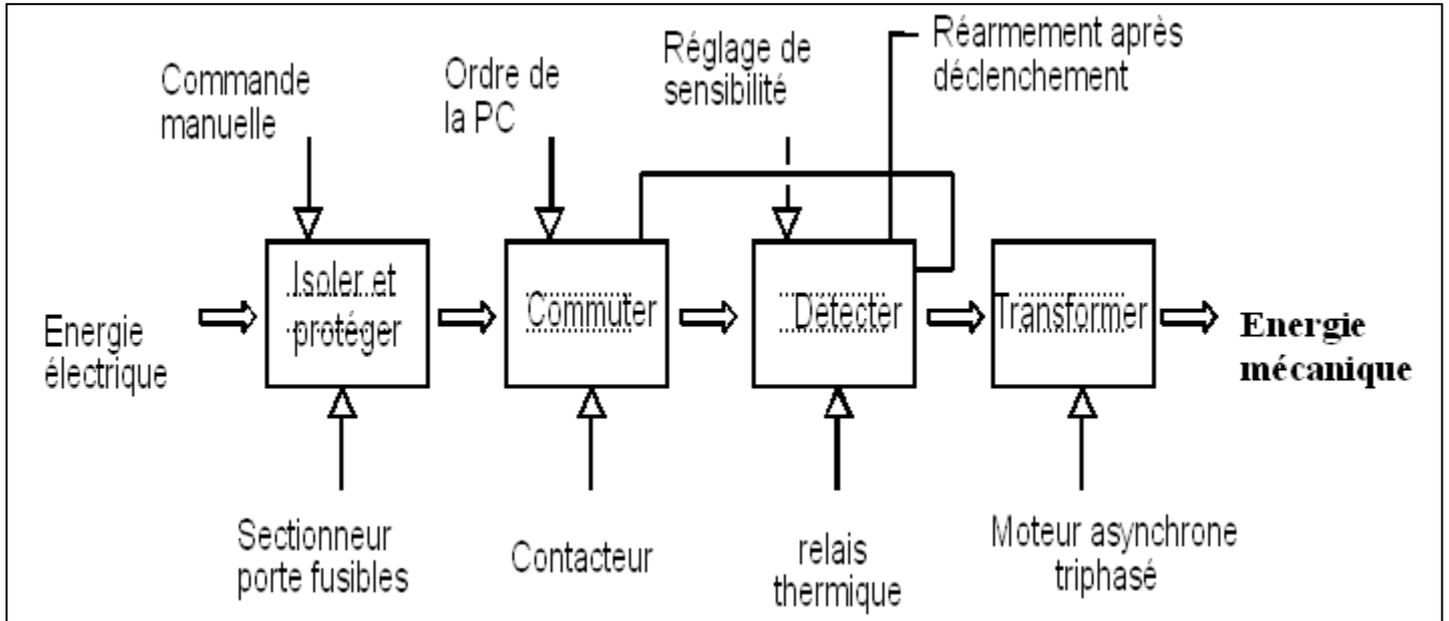
4^{ème} ST...

20

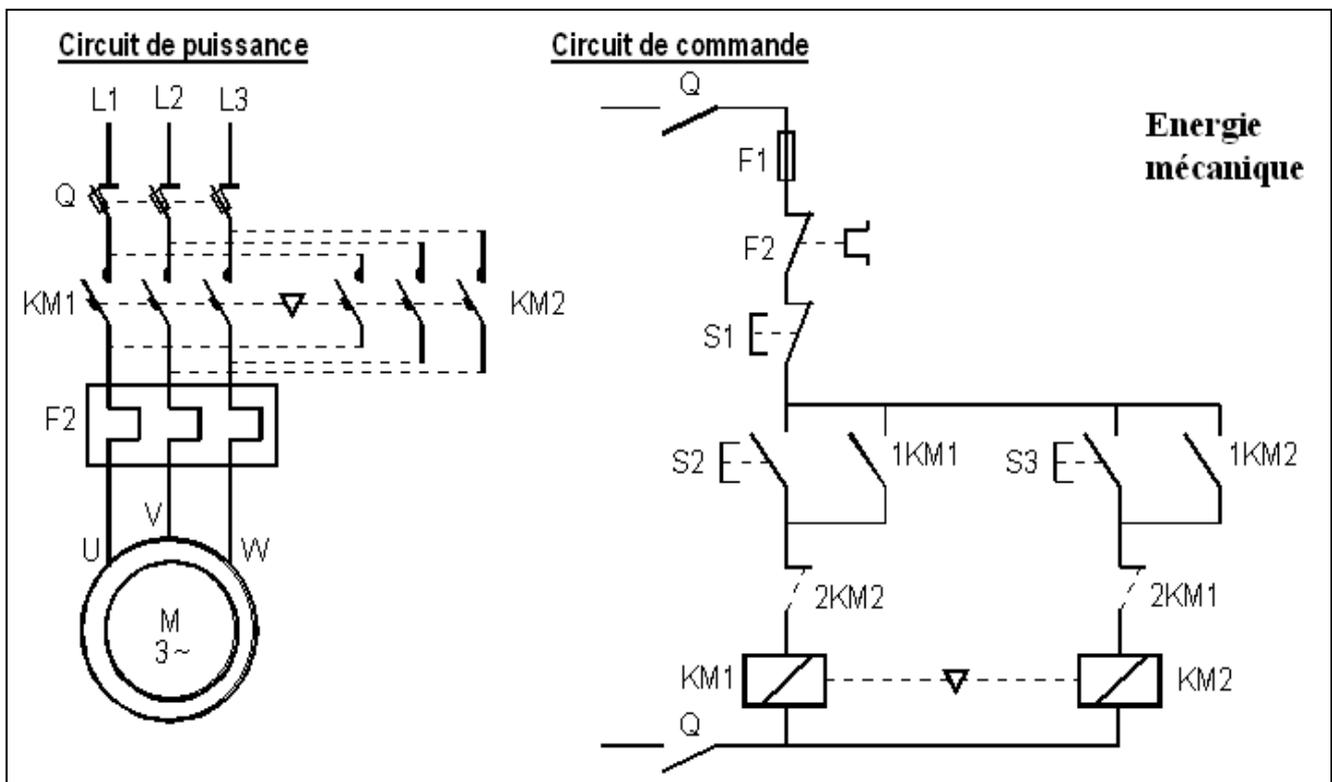
Correction

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 $\cos \varphi_v = 0,157$.

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 $R = 1 \Omega$.

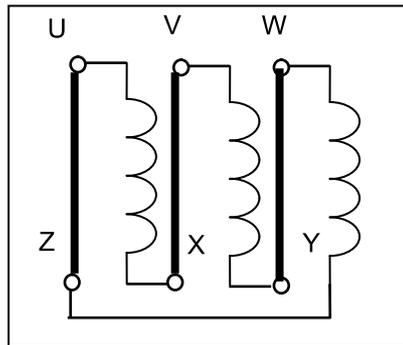
1-1- Quelle est, des deux tensions indiquées sur la plaque signalétique, celle que peut supporter un enroulement du stator ? **(0,5pt)**

..... **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)**

..... **$n_v = 1500 \text{ r/mn}$**

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

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

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

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

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)**

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

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

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)**

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

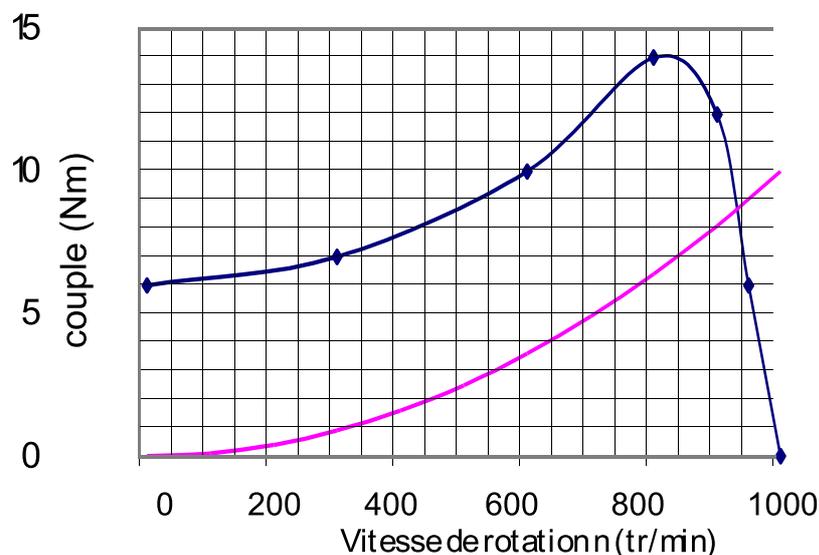
4-3- Calculer la puissance utile du moteur. **(0,5pt)**

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

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

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

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

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