

Corrigé de l'épreuve d'électricité du BTS 91

1° question :

- Soit p le nombre de paires de pôles du moteur.

La vitesse de synchronisme est notée n_s ; on l'écrit : $n_s = \frac{n_0}{p}$ avec $n_0 = 50 \text{ tr.s}^{-1}$ (cette valeur est imposée par la fréquence 50 Hz du secteur).

Tableau des vitesses de synchronisme possibles en fonction de la valeur de p :

| p | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| n_s (en tr.min^{-1}) | 3000 | 1500 | 1000 | 750 | 600 | 500 |

La vitesse de rotation du moteur étant très voisine de la vitesse de synchronisme, on peut procéder au choix ; $n_s = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$ est la vitesse qui se rapproche le plus de 1410 tr.min^{-1} ce qui impose $p = 2$; **le moteur comporte quatre pôles.**

- Le glissement g représente l'écart relatif entre la vitesse de rotation du moteur et la vitesse de synchronisme.

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} \quad \text{A.N. : } g = 6 \%$$

2° question :

- Soit I l'intensité en ligne cherchée.

* Le réseau sur lequel fonctionne le moteur est tel que la tension composée a une valeur efficace U égale à 220 V.

* Ce moteur absorbe une puissance électrique $P_{\text{abs}} = U I \sqrt{3} \cos \varphi$.

Le facteur de puissance du moteur est $\cos \varphi$; il vaut : 0,80.

* La puissance utile fournie par le moteur vaut, quant à elle, $P_u = 12,5 \text{ kW}$. Le rendement η du

moteur représente le rapport $\frac{P_u}{P_{\text{abs}}}$. On peut donc calculer la puissance totale absorbée par le moteur et en déduire l'intensité en ligne I .

$$* \quad I = \frac{P_u}{\eta U \sqrt{3} \cos \varphi} \quad \text{A.N. : } I = 52,6 \text{ A}$$

- Le moment du couple mécanique est relié à la puissance mécanique utile par :

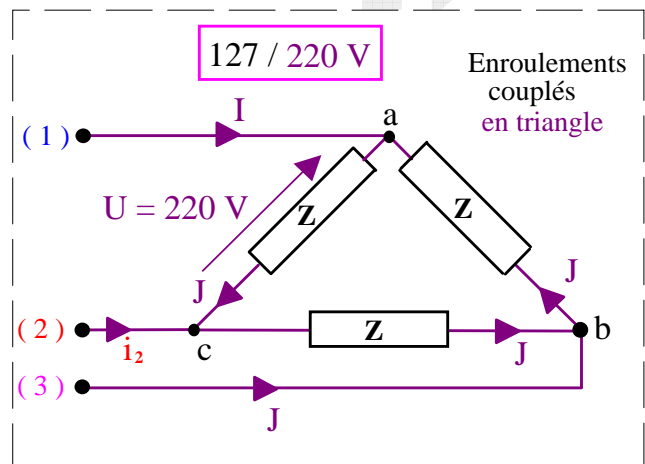
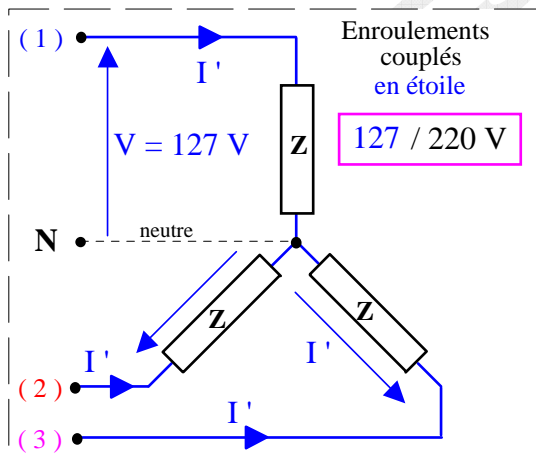
$$P_u = 2 \pi n C_1 \quad \text{si } n \text{ est exprimée en } \text{tr.s}^{-1}.$$

$$C_1 = \frac{P_u}{2 \pi n} \times 60 \quad \text{si } n \text{ est exprimée en } \text{tr.min}^{-1} \quad \text{A.N. : } C_1 = 84,7 \text{ N.m}$$

3° question :

- a) La tension que peut supporter chaque enroulement du stator est égale à 220 V (la première tension indiquée sur la plaque signalétique). Le moteur peut être couplé en triangle sur le réseau 127 / 220 V et couplé en étoile sur un réseau 220 / 380 V.
- b) Le couplage triangle est donc imposé, en fonctionnement normal, compte tenu du réseau dont on dispose.
- c) Le démarrage étoile du moteur (sur le réseau 127 / 220 V) divise la tension aux bornes de chaque enroulement par $\sqrt{3}$. Dans ces conditions, l'intensité en ligne est divisée par 3 et le couple utile est divisé par 3 (schémas ci-dessous).

Pour que le moteur démarre, il faut que ce couple utile $\frac{\Gamma_u}{3}$ reste supérieur au couple résistant imposé par la charge.



Les enroulements ont même impédance : $Z = \frac{V}{I'} = \frac{U}{J}$

On en déduit : $I' = V J \frac{1}{U}$ soit $I' = \frac{U}{\sqrt{3}} \frac{I}{\sqrt{3}} \frac{1}{U}$ on obtient : $I' = \frac{I}{3}$

Couplage étoile

$$P_{\text{abs}} (*) = U I' \sqrt{3} \cos \varphi$$

Couplage triangle

$$P_{\text{abs}} (\triangleright) = U I \sqrt{3} \cos \varphi$$

$$\text{On a : } P_{\text{abs}} (*) = \frac{P_{\text{abs}} (\triangleright)}{3}$$

4° question :

- a) La caractéristique mécanique du moteur a pour équation générale :

$$C = - a n + b \text{ avec } a \text{ et } b > 0$$

La caractéristique mécanique passe par le point de coordonnées :

$$C = 0 \text{ pour } n = n_s = 1500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1} \text{ soit : } 0 = -a \times 1500 + b \quad (\text{A})$$

Cette caractéristique passe aussi par le point de coordonnées :

$$C_1 \cong 84,7 \text{ N} \cdot \text{m} \text{ pour } n_1 = 1410 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1} \text{ soit : } 84,7 = -a \times 1410 + b \quad (\text{B})$$

La résolution de ces deux équations donne : $a \cong 0,94 \text{ S.I.}$ et $b \cong 1412 \text{ SI}$

On écrit : $C \text{ (en N} \cdot \text{m)} = -0,94 n + 1412$ (avec n en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$).

b)

➤ Soit n_2 la vitesse de rotation cherchée. $C_2 = \frac{3}{4} C_1 \cong 63,5 \text{ N} \cdot \text{m}$

$$-0,94 n_2 + 1412 \cong 63,5 \quad ; \text{ on en déduit : } \text{A.N. : } n_2 \cong 1433 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$$

➤ Soit $P_{u,2}$ la puissance mécanique développée par ce moteur, dans ces conditions.

$$P_{u,2} = C_2 \frac{2 \pi n_2}{60} \quad \text{si } n_2 \text{ s'exprime en } \text{tr} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{A.N. : } P_{u,2} \cong 9,5 \text{ kW}$$