

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION LYCEE HANNIBAL DE L'ARIANA Devoir de contrôle N°3 2013	SECTION : 4 ^{ème} Sciences TECHNIQUE	
	EPREUVE TECHNIQUE	DUREE : 4 heures Kaâouana Ismail

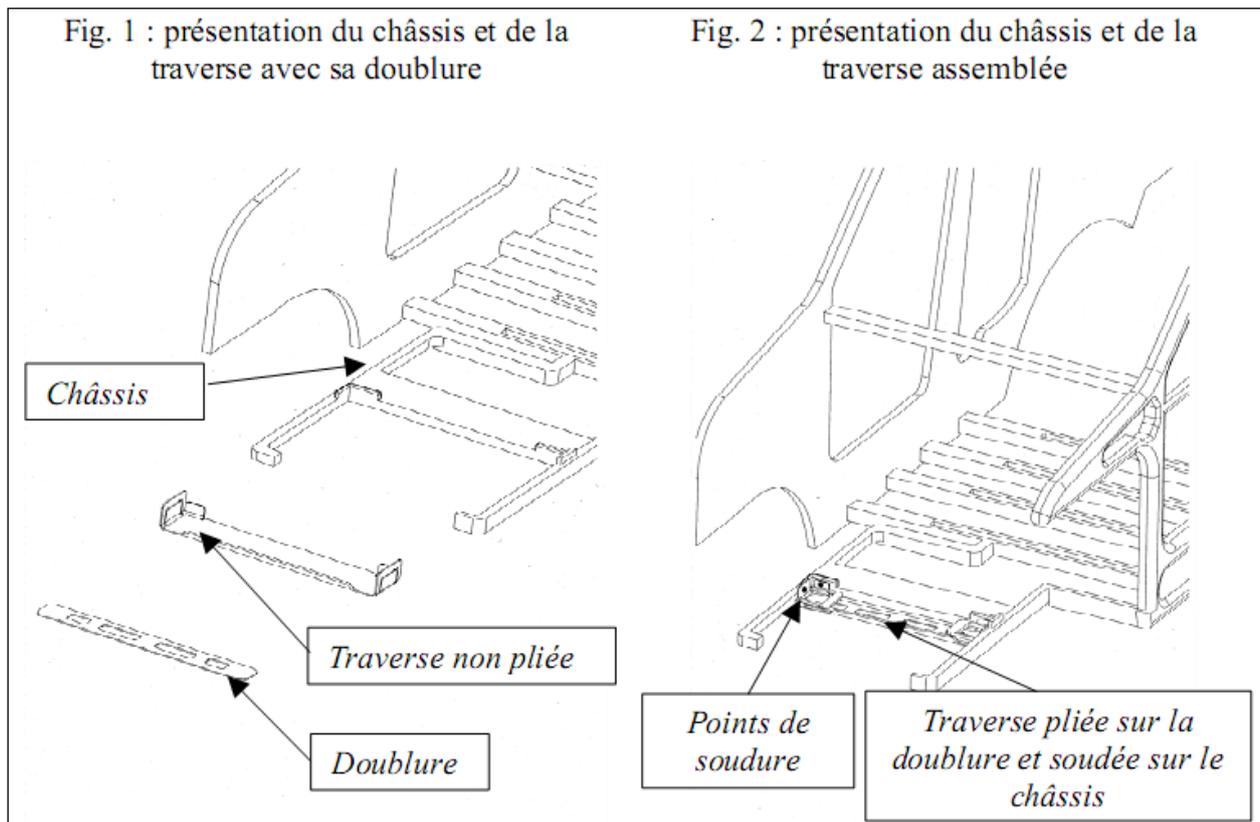
ILOT DE SOUDAGE PAR POINTS

1 - Mise en situation :

La construction d'un véhicule automobile nécessite un grand nombre de tâches synchronisées . Chaque tâche est réalisée à l'aide d'une chaîne (pliage , soudage , assemblage , montage , etc...) et chaîne est elle-même constituée d'îlots réalisant chacun une fonction bien précise .

L'étude portera sur un îlot réalisant une partie des soudures du châssis .

L'îlot qu'on se propose d'étudier est issu de la chaîne d'assemblage du châssis des automobiles KANGO . Celui-ci permet de réaliser de façon autonome une partie de soudure du châssis et l'assemblage (par soudure) d'un traverse sur l'avant du véhicule . Les figures ci-dessous montrent l'ensemble des pièces à assembler (fig 1) et la position de la traverse sur le châssis (fig 2)



2 – Présentation de l'îlot (voir page T3)

La composition est la suivante :

- Un convoyeur de châssis de véhicule : il permet le transfert des châssis d'un îlot à l'autre .
- Un convoyeur de châssis : il alimente en permanence l'îlot en traverses .
- Un poste multifonctions : il réalise d'une part , l'assemblage par pliage de deux parties réalisant la traverse (la traverse est constituée d'une partie extérieure renforcée d'une doublure cf. fig 1) et d'autre part le positionnement de la traverse sur le châssis .

- Trois robots soudeurs identiques (R1 , R1 et R3) : ceux-ci réalisent respectivement les soudures à l'arrière gauche , arrière droit et avant droit .
- Un quatrième robot soudeur R4 réalisant deux fonctions grâce à une tête rotative , il permet le transfert de la traverse du convoyeur vers le poste multifonctions (préhenseur) ou réalisent les soudures à l'avant gauche du châssis (soudeur)

3 – Description du fonctionnement de l'îlot :

L'îlot fonctionne de façon autonome , aucun ordre opérateur nécessaire pour l'exécution des soudures .

Dès qu'un châssis se présente sur l'îlot et qu'une traverse est présente sur le convoyeur , le cycle débute .

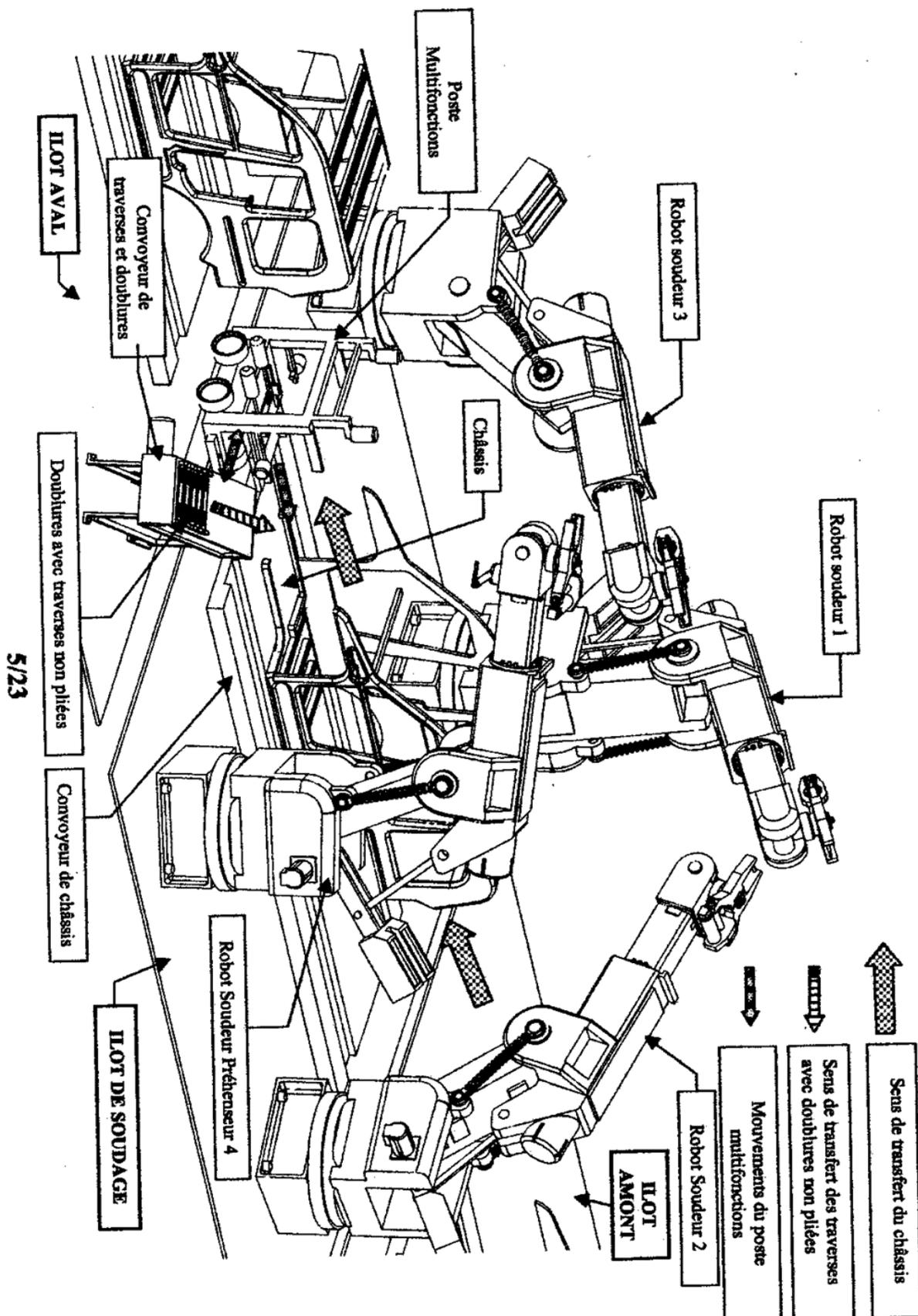
Les robots soudeurs 1 et 2 commencent leur cycle . Pendant ce temps le quatrième robot qui a été préalablement positionné sur la fonction préhenseur , procède au transfert de la traverse et de la doublure non assemblée sur le poste multifonctions . Suit à cette opération , il passe en mode soudure et entame avec le robot 3 son cycle de soudure .

En fin , le poste multifonctions effectue l'assemblage de la doublure sur la traverse et positionne l'ensemble sur le châssis pour y être soudé . Lorsque la traverse est en place , les robots 3 et 4 peuvent procéder à sa soudure.

4 – Description du fonctionnement de la pince (page T4) :

- La transmission du mouvement du moteur 11 à la vis (28) est assurée par l'engrenage (8) et (10) .
- La translation des écrous (25) et (27) entraîne , suivant le sens de rotation du moteur (11) , l'éloignement ou le rapprochement des deux électrodes (1) et (31)

PRESENTATION DU SYSTEME



B – ETUDE DE LA PARTIE ELECTRIQUE :

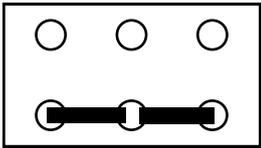
I – Etude du moteur M2 :

Le convoyeur de traverses et doublures est entraîné par un moteur asynchrone M2 triphasé à rotor en court-circuit . Des essais ont été effectués sur ce moteur , ils ont donné :

- **Essai à vide** : $U = 380\text{v}$ entre phases , 50Hz , $I_v = 2\text{A}$ et $P_v = 283\text{w}$.
- **Essai en charge nominale** : $U = 380\text{v}$ entre phases , $I = 7\text{A}$, $P_a = 2,5\text{Kw}$ et $n = 720\text{tr/mn}$.

La résistance d'un enroulement du stator est $R = 0,5\Omega$.

1 – Sur le plaque à bornes du moteur est réalisé le couplage suivant :



Donner les tensions indiquées sur sa plaque signalétique : **(0,5pt)**

...../.....

2 – Déterminer les pertes fer stator P_{fs} et les pertes mécanique P_m sachant que $P_{fs} = \frac{2}{3} P_m$: **(1pt)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3 – Déterminer le facteur de puissance à vide et en déduire la puissance réactive à vide Q_v : **(0,5pt)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4 – Pour le fonctionnement en charge nominale , calculer :

a – Les pertes joules stator : **(0,5pt)**.....

b – La puissance transmise P_{tr} : **(0,5pt)**
.....

c – Le glissement g : **(0,5pt)**.....

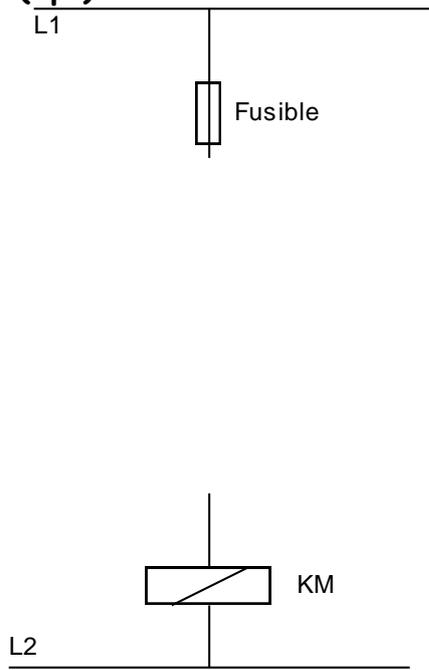
d – Les pertes joules rotor P_{jr} : **(0,5pt)**.....

e – La puissance utile P_u : **(0,5pt)**
.....

f – Le rendement η : **(0,5pt)**.....

5 – Si le couple résistant du convoyeur de traverses et doublures est $T_r = 25\text{Nm}$, le moteur M2 est-il capable d'assurer le déplacement du convoyeur ? Justifier votre réponse : **(1pt)**

b - Etablir le circuit de commande de ce moteur : (1pt)



c - Barrer la mention inutile (1,25pts)

- Un contacteur est un appareil de commande et de protection. « vrai » « faux ».
- Un discontacteur est un contacteur muni d'un relais de protection « vrai » « faux ».
- Un relais magnétique est un appareil de protection contre les courts circuits . « vrai » « faux ».
- Un relais magnétique réagit d'une manière différée. « vrai » « faux ».
- Un relais thermique est un appareil de protection contre les surcharges. « vrai » « faux »

II - Le convoyeur de châssis de véhicules est entraîné par un moteur asynchrone triphasé à cage hexapolaire (6 pôles) . Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé 220v/380v ; 50Hz . La résistance mesurée entre deux bornes du stator est $R = 0,8\Omega$. En fonctionnement normale le glissement est $g = 6\%$; la puissance absorbée P_a est mesurée par la méthode des deux wattmètres : $P_1 = 8700w$ et $P_2 = 3600w$; les pertes collectives $P_c = P_{fs} + P_{méc} = 1100w$ avec $P_{fs} = P_{méc}$.

1 – Déterminer la puissance active absorbé par le moteur P_a : (0,5pt)

.....

2 – Déterminer la puissance réactive Q_a : (0,5pt)

.....

3 – Calculer la valeur de l'intensité I lors du fonctionnement nominal et le facteur de puissance $\cos\varphi$: (1pt)

.....

.....

4 – En déduire les pertes par effet joule au stator : (0,5pt)

.....

5 – Déterminer la vitesse de rotation du rotor n : (1pt)

.....

.....

B – ETUDE DE LA PARTIE ELECTRIQUE :

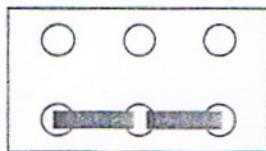
I – Etude du moteur M2 :

Le convoyeur de traverses et doublures est entraîné par un moteur asynchrone M2 triphasé à rotor en court-circuit. Des essais ont été effectués sur ce moteur, ils ont donné :

- Essai à vide : $U = 380V$ entre phases, $50Hz$, $I_v = 2A$ et $P_v = 283W$.
- Essai en charge nominale : $U = 380V$ entre phases, $I = 7A$, $P_a = 2,5Kw$ et $n = 720tr/mn$.

La résistance d'un enroulement du stator est $R = 0,5\Omega$.

1 – Sur le plaque à bornes du moteur est réalisé le couplage suivant :



Donner les tensions indiquées sur sa plaque signalétique : (0,5pt)

220V.../380V...

2 – Déterminer les pertes fer stator P_{fs} et les pertes mécanique P_m sachant que $P_{fs} = \frac{2}{3} P_m$: (1pt)

$$P_c = P_0 - P_{js0} \text{ avec } P_{js0} = 3RI_0^2 = 3 \cdot 0,5 \cdot 2^2 = 6W$$

$$P_c = 283 - 6 = 277W \text{ et } P_c = P_{méc} + P_{fs} = P_{méc} + \frac{2}{3} P_{méc} = \frac{5}{3} P_{méc}$$

$$P_{méc} = \frac{3}{5} P_c = \frac{3}{5} \cdot 277 = 166,2W \text{ et } P_{fs} = \frac{2}{3} P_{méc} = \frac{2}{3} (166,2) = 110,8W$$

$$P_{méc} = 166,2W \text{ et } P_{fs} = 110,8W$$

3 – Déterminer le facteur de puissance à vide et en déduire la puissance réactive à vide Q_v : (0,5pt)

$$P_0 = \sqrt{3} U I_0 \cos \varphi_0 \Rightarrow \cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} U I_0} = \frac{283}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 2} = 0,215 \Rightarrow \varphi_0 = 77,58^\circ$$

$$\text{et } \sin \varphi_0 = 0,976$$

$$Q_0 = \sqrt{3} U I \sin \varphi_0 = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 2 \cdot 0,976 = 1285 VAR$$

4 – Pour le fonctionnement en charge nominale, calculer :

- a – Les pertes joules stator : (0,5pt) $P_{js} = 3RI^2 = 3 \cdot 0,5 \cdot 7^2 = 73,5W$
- b – La puissance transmise P_{tr} : (0,5pt)
 $P_{tr} = P_a - (P_{fs} + P_{js}) = 2500 - (110,8 + 73,5) = 2315,7W$
- c – Le glissement g : (0,5pt) $g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{750 - 720}{750} = 0,04 \text{ soit } g\% = 4\%$
- d – Les pertes joules rotor P_{jr} : (0,5pt) $P_{jr} = g P_{tr} = 0,04 \cdot 2315,7 = 92,628W$
- e – La puissance utile P_u : (0,5pt)
 $P_u = P_a - \sum P_{pertes} = P_{tr} - P_{jr} - P_{méc} = 2315,7 - 92,628 - 166,2 = 2056,87W$
- f – Le rendement η : (0,5pt) $\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{2056,87}{2500} = 0,82 \text{ soit } \eta\% = 82\%$

5 – Si le couple résistant du convoyeur de traverses et doublures est $T_r = 25Nm$, le moteur M2 est-il capable d'assurer le déplacement du convoyeur ? Justifier votre réponse : (1pt)

$T_u = \frac{P_u}{2\pi n} = \frac{2056,872}{2\pi \cdot 720} = 27,28 \text{ Nm} \Rightarrow \text{Le}$

moteur est capable d'assurer le déplacement du tapis
 $T_u > T_r$

6 - Déterminer le déphasage φ de la tension V aux bornes d'un enroulement statorique par rapport au courant J qui le traverse : (0,5pt)

$\cos\varphi = \frac{P_a}{\sqrt{3}UI} = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 7} = 0,542 \Rightarrow \varphi = 57^\circ$

7 - Calculer l'impédance Z d'un enroulement statorique : (0,5pt)

$Z = \frac{V}{I} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 7} = 31,34 \Omega$

8 - Le moteur M2 est branché sur un réseau triphasé équilibré. Ecrire les équations horaires des trois tensions simples : (1,5pt)

$v_1(t) = 220\sqrt{2} \sin(100\pi t)$
 $v_2(t) = 220\sqrt{2} \sin(100\pi t - \frac{2\pi}{3})$
 $v_3(t) = 220\sqrt{2} \sin(100\pi t - \frac{4\pi}{3})$

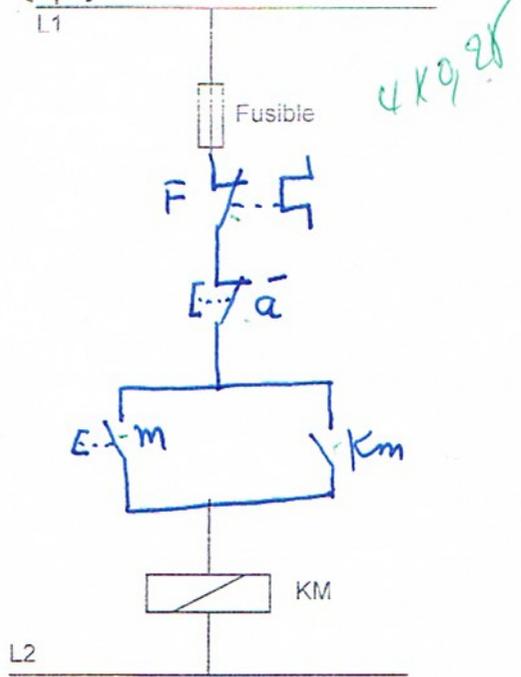
9 - On adopte le démarrage direct pour le moteur M2, un seul sens de rotation. Ce moteur est commandé par une boîte à deux boutons poussoirs m (marche) et a (arrêt).

a - Compléter le circuit de puissance ainsi que le circuit de commande (2,25pts)

DESIGNATION	FONCTION
Sectionneur tripolaire porte fusibles	- Séparation - protection contre les courts-circuits
Disjoncteur magnétothermique	- Commande - protégés - Contrôle CC - contre les surcharges
Contacteur	Commande
Relais thermique	protéger contre les surcharges

Couplage à réaliser sur réseau 220V
 Couplage triangle Δ

b - Etablir le circuit de commande de ce moteur : (1pt)



c - Barrer la mention inutile (1,25pts)

- Un contacteur est un appareil de commande et de protection. « ~~vrai~~ » « faux ». 5x0,25
- Un discontacteur est un contacteur muni d'un relais de protection « vrai » « ~~faux~~ ».
- Un relais magnétique est un appareil de protection contre les courts circuits. « vrai » « ~~faux~~ ».
- Un relais magnétique réagit d'une manière différée. « ~~vrai~~ » « faux ».
- Un relais thermique est un appareil de protection contre les surcharges. « vrai » « ~~faux~~ ».

II - Le convoyeur de châssis de véhicules est entraîné par un moteur asynchrone triphasé à cage hexapolaire (6 pôles). Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé 220v/380v ; 50Hz . La résistance mesurée entre deux bornes du stator est $R = 0,8\Omega$. En fonctionnement normale le glissement est $g = 6\%$; la puissance absorbée P_a est mesurée par la méthode des deux wattmètres : $P_1 = 8700w$ et $P_2 = 3600w$; les pertes collectives $P_c = P_{fs} + P_{méc} = 1100w$ avec $P_{fs} = P_{méc}$.

1 - Déterminer la puissance active absorbé par le moteur P_a : (0,5pt)

$$P_a = P_1 + P_2 = 8700 + 3600 = 12300W$$

2 - Déterminer la puissance réactive Q_a : (0,5pt)

$$Q_a = \sqrt{3}(P_1 - P_2) = \sqrt{3}(8700 - 3600) = 8833VAR$$

3 - Calculer la valeur de l'intensité I lors du fonctionnement nominal et le facteur de puissance $\cos\phi$: (1pt)

$$S = \sqrt{3}UI \Rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{\sqrt{P_a^2 + Q_a^2}}{\sqrt{3}U} = \frac{\sqrt{(12300)^2 + (8833)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 23A$$

$$\cos\phi = \frac{P_a}{S} = \frac{12300}{15143} = 0,81 \quad (2VAR)$$

4 - En déduire les pertes par effet joule au stator : (0,5pt)

$$P_{js} = \frac{3}{2}RI^2 = \frac{3}{2} \cdot 0,8 \cdot 23^2 = 634,8W$$

5 - Déterminer la vitesse de rotation du rotor n : (1pt)

$$n_s = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 1000 \text{tr/min} \quad \text{et } n = n_s(1-g) = 1000(1-0,06)$$

$$n = 940 \text{tr/min} \quad (2x0,5)$$

6 - Déterminer les pertes par effet joule au rotor P_{jr} : (0,5pt)

$$P_{tr} = P_a - P_{fs} - P_{fs} = 12300 - 634,8 - 550 = 11115 \text{ W}$$

$$P_{jr} = g P_{tr} = 0,06 \times 11115 = 667 \text{ W}$$

2x0,25

7 - En déduire la puissance utile P_u de ce moteur ainsi que le rendement η : (1pt)

$$P_u = P_{tr} - P_{jr} - P_{mec} = 11115 - 667 - 550 = 9898 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{9898}{12300} = 0,805 \text{ soit } \eta\% = 80,5\%$$

2x0,5

8 - Calculer le couple utile T_u disponible sur l'arbre de ce moteur : (0,5pt)

$$T_u = \frac{P_u}{2\pi n} = \frac{9898}{2\pi \cdot 940} = 100 \text{ Nm}$$

9 - Ce moteur entraîne une charge mécanique dont sa caractéristique $T_r(n)$ peut être assimilée à une droite passant par les points (960tr/mn ; 60Nm) et (1000tr/mn ; 40Nm). Déterminer les coordonnées du point de fonctionnement : (1,5pts)

* Equation de la caract. $T_u = f(n)$: La partie rectiligne de la courbe est assimilée à 1 droite passant par $(n = 1000 \text{ tr/mn et } T_u)$ et $(n = 940 \text{ tr/mn, } T_u = 100)$ tel que $T_u = an + b \Rightarrow \begin{cases} 0 = a \cdot 1000 + b \\ 100 = a \cdot 940 + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -16,7 \\ b = 1670 \end{cases}$

$$T_u = -16,7n + 1670$$

* La caract. $T_r = f(n)$ passe par $(n = 960 \text{ tr/mn, } T_r = 60 \text{ Nm})$ et $(n = 1000 \text{ tr/mn, } T_r = 40 \text{ Nm})$ tel que $T_r = An + B$

$$\Rightarrow \begin{cases} A \cdot 960 + B = 60 \\ A \cdot 1000 + B = 40 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = -0,5 \\ B = 540 \end{cases} \Rightarrow T_r = -0,5n + 540$$

$$T_u = T_r \Rightarrow -0,5n + 540 = -16,7n + 1670 \Rightarrow \begin{cases} n = 965 \text{ tr/mn} \\ T = 58 \text{ Nm} \end{cases}$$

0,5