

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION LYCEE HANNIBAL DE L'ARIANA Devoir de contrôle N°3 2013	SECTION : 4 <sup>ème</sup> Sciences TECHNIQUE
	EPREUVE TECHNIQUE

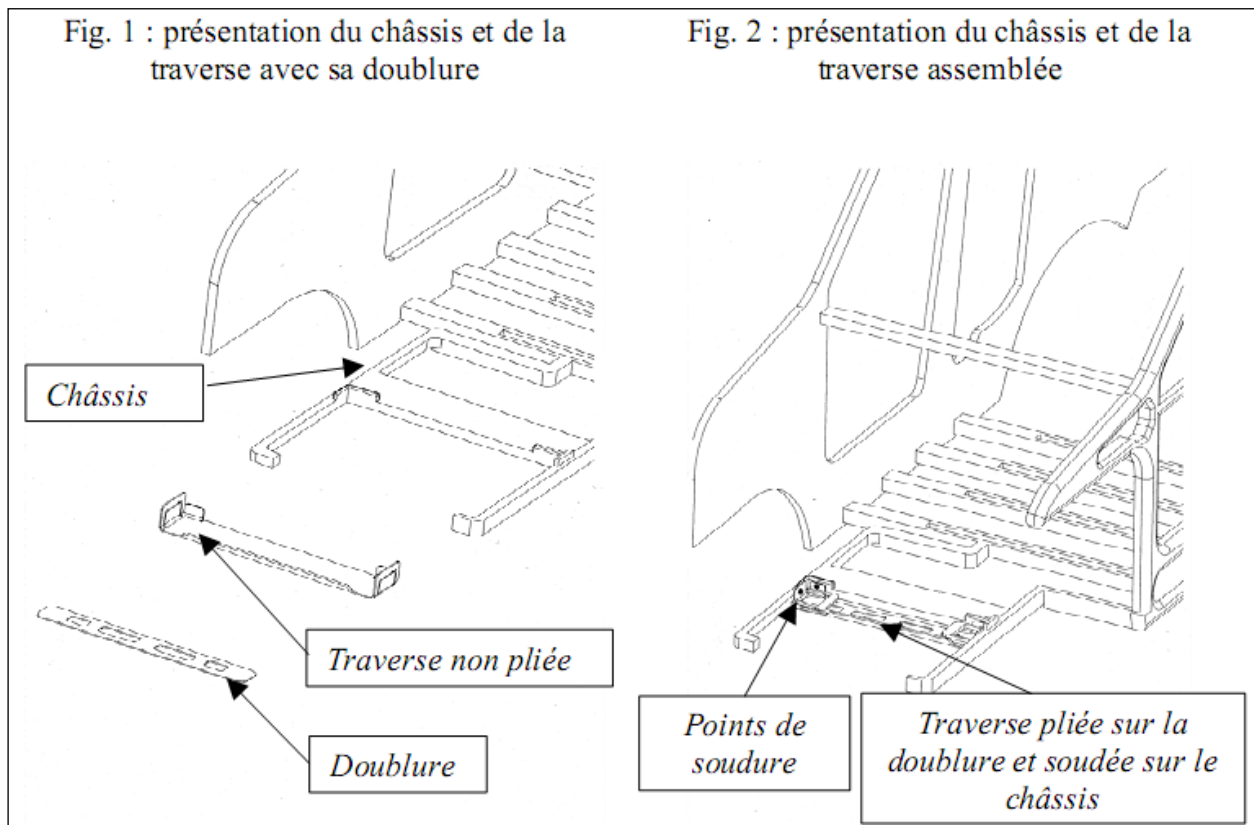
# ILOT DE SOUDAGE PAR POINTS

## 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 .

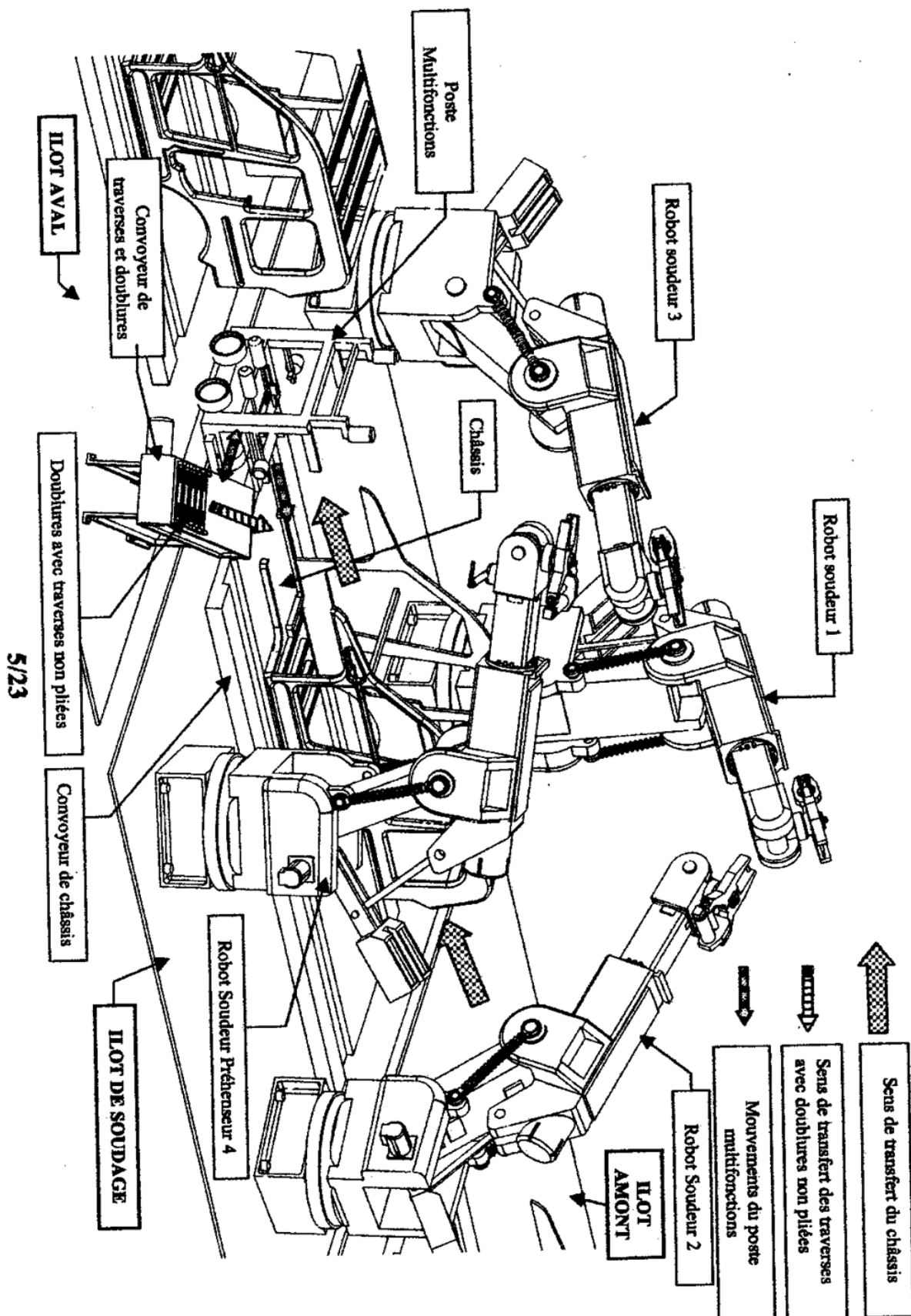
Les robots soudeurs 1 et 2 commencent leur cycle . Pendant ce temps le quatrième robot qui a été préalablement positionné sur la fonction préhenseur , procède au transfert de la traverse et de la doublure non assemblée sur le poste multifonctions . Suit à cette opération , il passe en mode soudure et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



5/23

**B – ETUDE DE LA PARTIE ELECTRIQUE :**

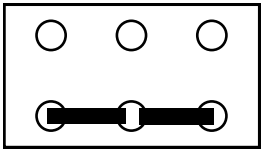
**I – Etude du moteur M2 :**

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 ,  $50\text{Hz}$  ,  $I_v = 2\text{A}$  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  $\eta$  : **(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)**

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

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

.....

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

$v_1(t) = \dots$  .....

$v_2(t) = \dots$  .....

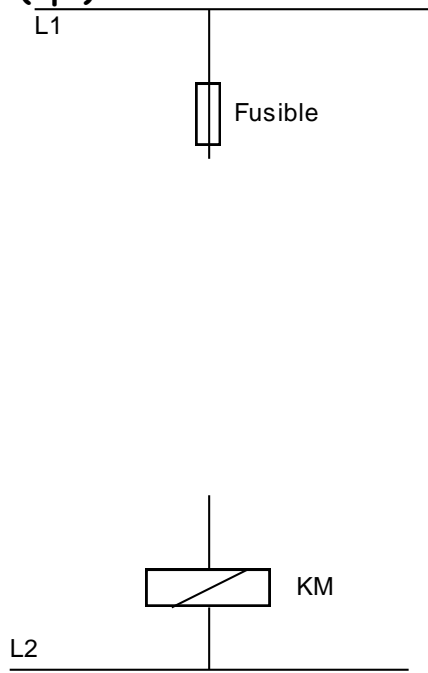
$v_3(t) = \dots$  .....

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	
Couplage à réaliser sur réseau : 220V	
.....	

**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 :

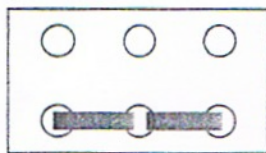
## I – Etude du moteur M2 :

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)

$$P_c = P_0 - P_{fs0} \text{ avec } P_{fs0} = 3RI_0^2 = 3 \cdot 0,5 \cdot 2^2 = 6W$$

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

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

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

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

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

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

$$Q_0 = \sqrt{3} U I_0 \sin \varphi_0 = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 2 \cdot 0,976 = 1285 VAR$$

4 – Pour le fonctionnement en charge nominale, calculer :

- a – Les pertes joules stator : (0,5pt)  $P_{fs} = 3RI^2 = 3 \cdot 0,5 \cdot 7^2 = 73,5W$
- b – La puissance transmise  $P_{tr}$  : (0,5pt)  
 $P_{tr} = P_a - (P_{fs} + P_{fs}) = 2500 - (110,8 + 73,5) = 2315,7W$
- 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  $\eta$  : (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  $\phi$  de la tension V aux bornes d'un enroulement statorique par rapport au courant J qui le traverse : (0,5pt)

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

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).

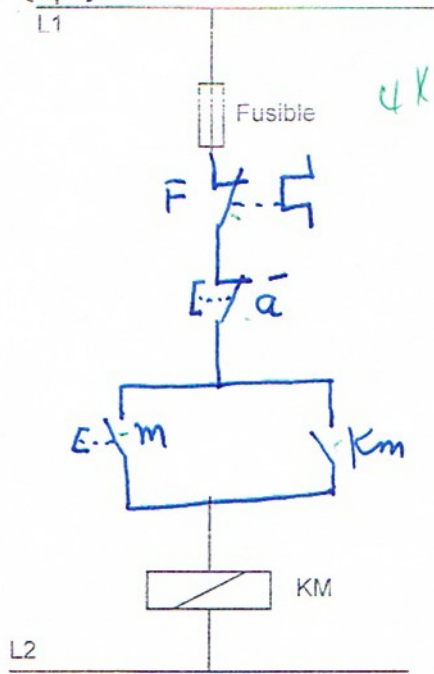
a - Compléter le circuit de puissance ainsi que le circuit de commande (2,25pts)

$3 \times 0,25$

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  $\Delta$

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 ». 5x9,2k
- 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  $\eta$  : (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  $T_u = an + b \Rightarrow \begin{cases} 0 = a \cdot 1000 + b \\ 100 = a \cdot 940 + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -1,67 \\ b = 1670 \end{cases}$

$$T_u = -1,67n + 1670$$

\* 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  $T_r = An + B$

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

$$T_u = T_r \Rightarrow -0,5n + 540 = -1,67n + 1670 \Rightarrow \begin{cases} n = 965 \text{ tr/mn} \\ T = 58 \text{ Nm} \end{cases}$$

0,5