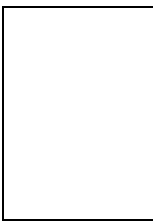


**Corrigé**



Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....  
 Nom et Prénom : .....  
 Date et lieu de naissance : .....

Signature des surveillants  
 .....  
 .....

**PARTIE GENIE MECANIQUE**

Dans cette partie l'étude se limite à la montée et la descente de l'axe porte mandrin.

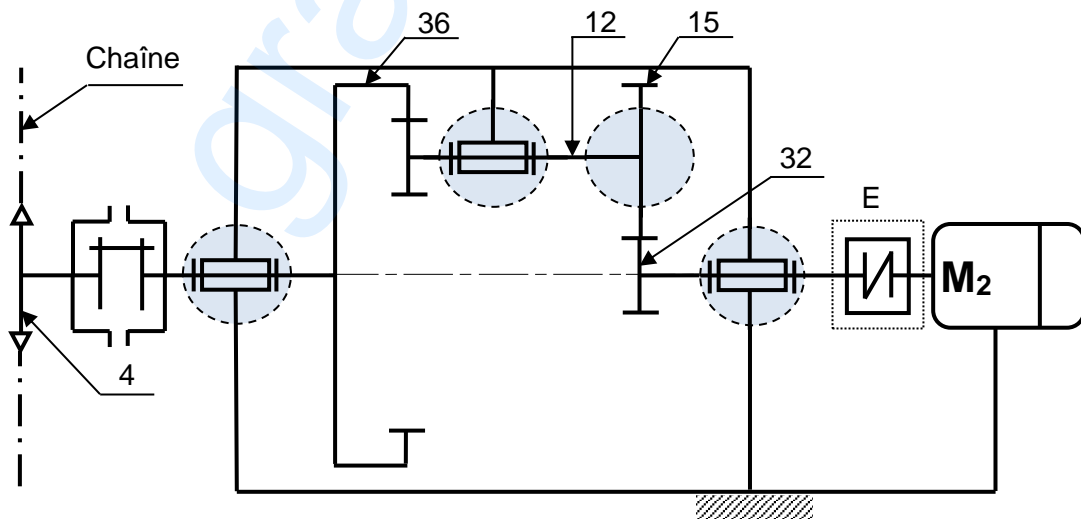
**1. Analyse fonctionnelle**

1.1. En se référant au dessin d'ensemble et aux figures 3 et 4 du dossier technique, compléter le diagramme FAST descriptif relatif à la fonction principale « FP1 ».

| FP1  | Entraîner la chaîne + axe porte mandrin en translation                                   | Composants/Processus (Noms et repères)           |
|------|--|--|
| FT1  | Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique                                    | <i>Moteur M2</i>                                 |
| FT2  | Transmettre le mouvement de rotation de l'arbre moteur (27) au pignon arbré (32)         | <i>Accouplement élastique (23+24+25+28+29)</i>   |
| FT3  | Transmettre la rotation de (32) avec réduction de vitesse                                |  |
| FT31 | <i>Transmettre le mouvement de rotation de l'arbre (32) à l'arbre (12)</i>               | Engrenage extérieur (32-15)                      |
| FT32 | Transmettre le mouvement de rotation du pignon arbré (12) à l'arbre de sortie (6)        | <i>Engrenage intérieur (12-36)</i>               |
| FT4  | <i>Transmettre et limiter le couple entre l'arbre (6) et le pignon (4)</i>               | Limiteur de couple (42 + 43 + 44 + 45 + 46 + 47) |
| FT5  | <i>Transformer le mouvement de rotation de (4) en translation de l'axe porte mandrin</i> | Pignon (4) + chaîne                              |

**1.2. Schéma cinématique**

1.2.1. En se référant au dessin d'ensemble du motoréducteur, compléter le schéma cinématique ci-dessous par les symboles manquants des liaisons.



1.2.2. Identifier l'élément (E) indiqué sur le schéma cinématique précédent par :

- a. Nom et type : **Accouplement élastique**  
 b. Élasticité(s) possible(s) : **Axiale, radiale, angulaire et torsionnelle.**

## 2. Étude du limiteur de couple

2.1. Si la chaîne se trouve accidentellement bloquée, décrire l'état des éléments suivants :

- a. L'arbre moteur (27) : **Continue à tourner.**  
 b. Le pignon (4) : **S'arrête.**

2.2. Expliquer comment peut-on agir pour varier le couple à transmettre par le pignon (4)?

Pour augmenter le couple : **Serrer progressivement l'écrou spécial (45).**

Pour diminuer le couple : **Desserrer progressivement l'écrou spécial (45).**

## 3. Étude cinématique

Le cahier des charges impose une vitesse de translation maximale de l'axe porte mandrin (fig. 4 du dossier technique)  $V_{Max} = 0.7$  m/s. L'étude suivante consiste à vérifier cette condition.

On donne :

- La vitesse de rotation du moteur  $N_m = 720$  tr/min.
- $Z_{15} = 40$  dents,  $Z_{32} = 20$  dents et le module de la denture  $m_{15-32} = 2$  mm.
- Le rapport de transmission  $r_{12-36} = 1/4$  et le module de la denture  $m_{12-36} = 2.5$  mm.

3.1. Calculer les nombres de dents  $Z_{12}$  et  $Z_{36}$

$$\bullet a_{12-36} = a_{15-32} = \frac{m_{15-32} \times (Z_{15} + Z_{32})}{2} = \frac{2 \times (40 + 20)}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$\bullet r_{12-36} = \frac{Z_{12}}{Z_{36}} \Rightarrow Z_{12} = r_{12-36} \times Z_{36} \quad \Rightarrow a_{12-36} = \frac{m_{12-36} \times (Z_{36} - r_{12-36} \times Z_{36})}{2} = \frac{m_{12-36} \times Z_{36} (1 - r_{12-36})}{2} \Rightarrow$$

$$\bullet a_{12-36} = \frac{m_{12-36} \times (Z_{36} - Z_{12})}{2} \quad \left. \vphantom{\bullet a_{12-36}} \right\} Z_{36} = \frac{2 \times a_{12-36}}{m_{12-36} \times (1 - r_{12-36})} = \frac{2 \times 60}{2,5 \times 0,75} = 64 \text{ dents}$$

$$\bullet Z_{12} = r_{12-36} \times Z_{36} = 0,25 \times 64 = 16 \text{ dents}$$

$$Z_{12} = \mathbf{16 \text{ dents}}$$

$$Z_{36} = \mathbf{64 \text{ dents}}$$

3.2. Calculer le rapport global du réducteur  $r_g$  et en déduire la vitesse de rotation du pignon (4).

$$\bullet r_g = \frac{Z_{32} \times Z_{12}}{Z_{15} \times Z_{36}} = \frac{20 \times 16}{40 \times 64} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$r_g = \mathbf{0,125}$$

$$\bullet r_g = \frac{N_4}{N_m} \Rightarrow N_4 = r_g \times N_m = 0,125 \times 720 = 90 \text{ tr/min}$$

$$N_4 = \mathbf{90 \text{ tr/min}}$$

3.3. On donne le diamètre du pignon (4)  $d = 130$  mm.

Calculer la vitesse de translation de l'axe porte mandrin.

$$\bullet V_{axe} = \omega_4 \times R_4 = \frac{2 \times \pi \times N_4}{60} \times R_4 = \frac{2 \times \pi \times 90}{60} = 0,612 \text{ m/s}$$

$$V_{axe} = \mathbf{0,612 \text{ m/s}}$$

3.4. Est-ce que la condition donnée par le cahier des charges est respectée. Justifier votre réponse.

**La condition du CdCf est respectée, car  $V_{axe}$  est inférieure à  $V_{maxi}$ .**

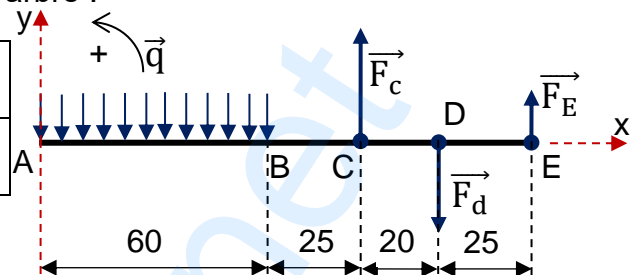
**Corrigé**

#### 4. Dimensionnement de l'arbre (6)

On se propose dans cette étude de vérifier la résistance de l'arbre (6) à la flexion plane simple. On assimile cet arbre à une poutre cylindrique pleine de diamètre  $d$ , modélisé par la figure ci-dessous, celui-ci est en acier de résistance à la limite élastique  $R_e = 160 \text{ MPa}$ , on adoptera un coefficient de sécurité  $s=2$ .

On donne les charges extérieures appliquées sur l'arbre :

|  |                                  |                                 |
|--|----------------------------------|---------------------------------|
| $\ \vec{F}_C\  = 7375 \text{ N}$                       | $\ \vec{F}_D\  = 6075 \text{ N}$ | $\ \vec{F}_E\  = 500 \text{ N}$ |
| Charge répartie entre A et B est $q = 30 \text{ N/mm}$ |                                  |                                 |



#### 4.1. Calculer les moments fléchissant le long de la poutre puis tracer le diagramme correspondant

**Zone AB :**  $\bar{M}_f = -\frac{q \cdot x^2}{2}$        $\bar{M}_f = -15x^2$

Echelle : 2mm → 5 Nm

- $x = 0 \Rightarrow \bar{M}_f = 0$
- $x = 60 \Rightarrow \bar{M}_f = -54 \text{ Nm}$
- $\bar{M}_f' = 0 \Rightarrow x = 0$

**Zone BC :**  $\bar{M}_f = -[60q(x-30)] = -1800(x-30)$

$\bar{M}_f = -1800x + 54000$

- $x = 60 \Rightarrow \bar{M}_f = -54 \text{ Nm}$
- $x = 85 \Rightarrow \bar{M}_f = -99 \text{ Nm}$

**Zone CD :**  $\bar{M}_f = -[60q(x-30) - F_C(x-85)]$

$\bar{M}_f = -1800(x-30) + 7375(x-85)$

$\bar{M}_f = 5575x - 572875$

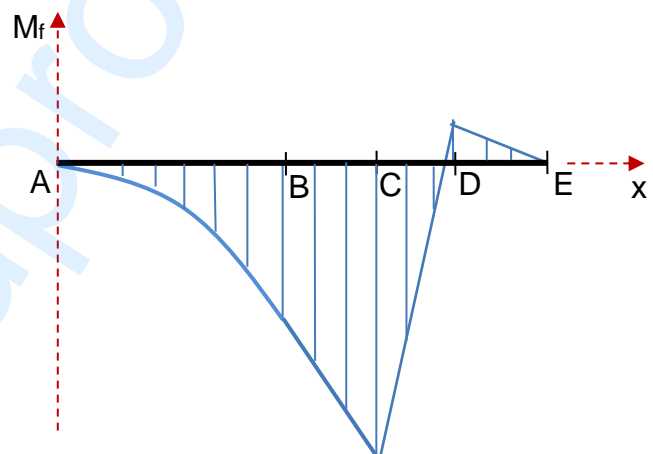
- $x = 85 \Rightarrow \bar{M}_f = -99 \text{ Nm}$
- $x = 105 \Rightarrow \bar{M}_f = 12,5 \text{ Nm}$

**Zone DE :**  $\bar{M}_f = -[60q(x-30) - F_C(x-85) + F_D(x-105)]$

$\bar{M}_f = -1800(x-30) + 7375(x-85) - 6075(x-105)$

$\bar{M}_f = -500x + 65000$

- $x = 105 \Rightarrow \bar{M}_f = 12,5 \text{ Nm}$
- $x = 130 \Rightarrow \bar{M}_f = 0$



#### 4.2. Déduire $\|\vec{M}_{fMax}\|$ ..... $\|\vec{M}_{fMax}\| = 99 \text{ N.m}$

#### 4.3. Déterminer le diamètre minimal $d_{\text{mini}}$ de l'arbre de sortie (6) pour qu'il résiste en toute sécurité.

$$\sigma_{\text{max}} \leq Rpe \Rightarrow \frac{Mf_{\text{max}} \times 32}{\pi \cdot d^3} \leq \frac{Re}{s} \Rightarrow d_{\text{mini}} = \sqrt[3]{\frac{Mf_{\text{max}} \times 32 \times s}{\pi \times Re}} = \sqrt[3]{\frac{99 \times 10^3 \times 32 \times 2}{\pi \times 160}}$$

$d_{\text{min}} = 23,27 \text{ mm}$

#### 4.4. Relever du dessin d'ensemble le diamètre réel de l'arbre de sortie (6) et vérifier sa résistance $d_6 = 25 \text{ mm}$ ; L'arbre de sortie (6) résiste car $d_6 > d_{\text{min}}$

**Corrigé**

**5. Cotation fonctionnelle**

5.1. Justifier l'existence de la condition  $A_{mini}$  entre la roue (15) et le bâti (19) :

**Éviter le contact entre la roue (15) et le support (19).**

5.2. Tracer la chaîne de cotes minimale relative à la condition  $A_{mini}$

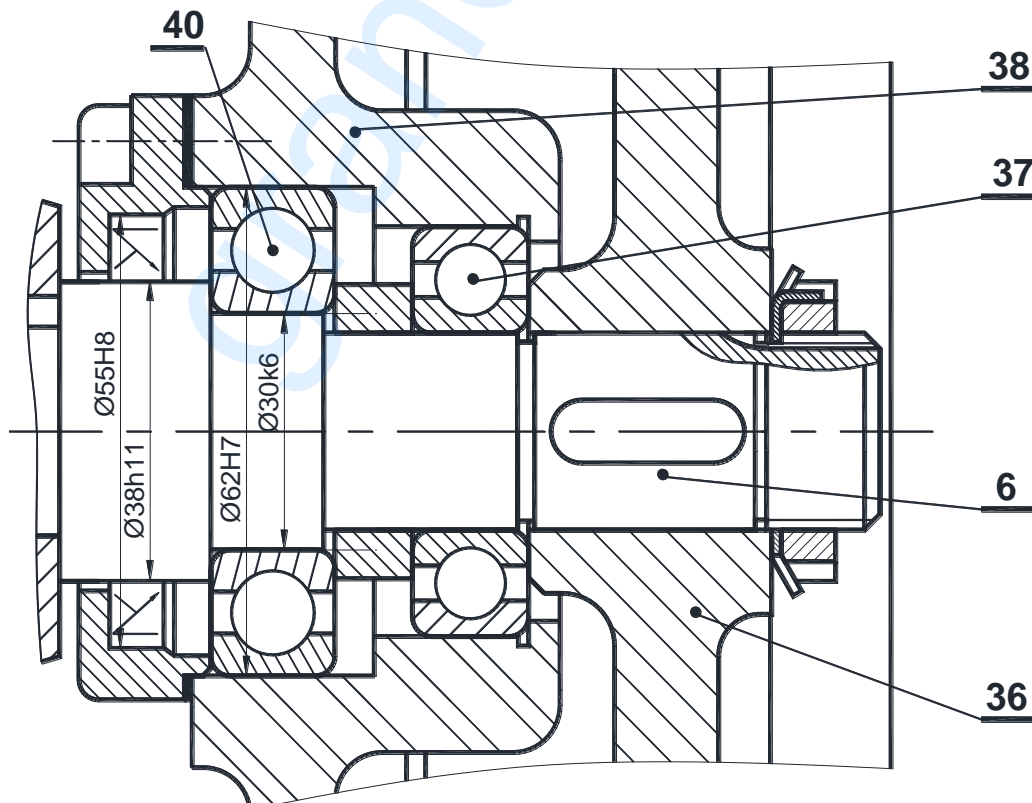
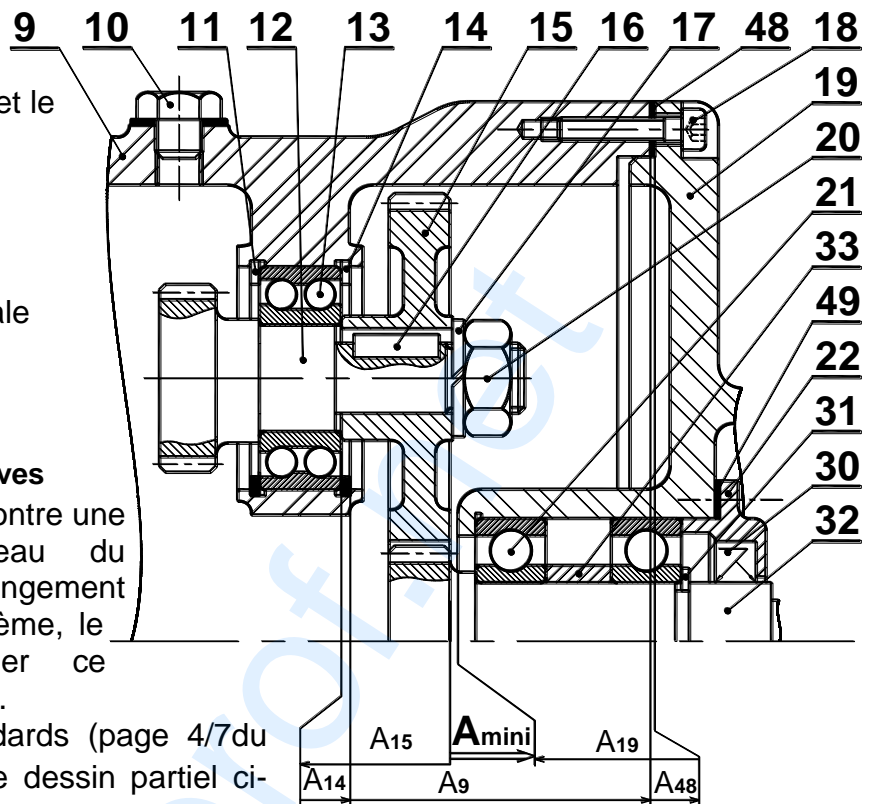
**6. Recherche de solutions constructives**

L'étude de la flexion de l'arbre (6) montre une sollicitation importante au niveau du roulement (40), ce qui exige son changement fréquent. Pour remédier à ce problème, le concepteur propose de changer ce roulement par un autre plus résistant.

En se référant aux éléments standards (page 4/7 du dossier technique), compléter sur le dessin partiel ci-dessous à l'échelle 1 : 1

6.1. Le montage des deux roulements, prévoir leurs étanchéités par un joint à lèvres et indiquer les tolérances des portées du roulement (40) et du joint à lèvres.

6.2. La liaison encastrement entre la couronne (36) et l'arbre (6) par une clavette parallèle, un écrou à encoches et une rondelle frein.



Section : .....  
 Nom et Prénom : .....  
 Date et lieu de naissance : .....

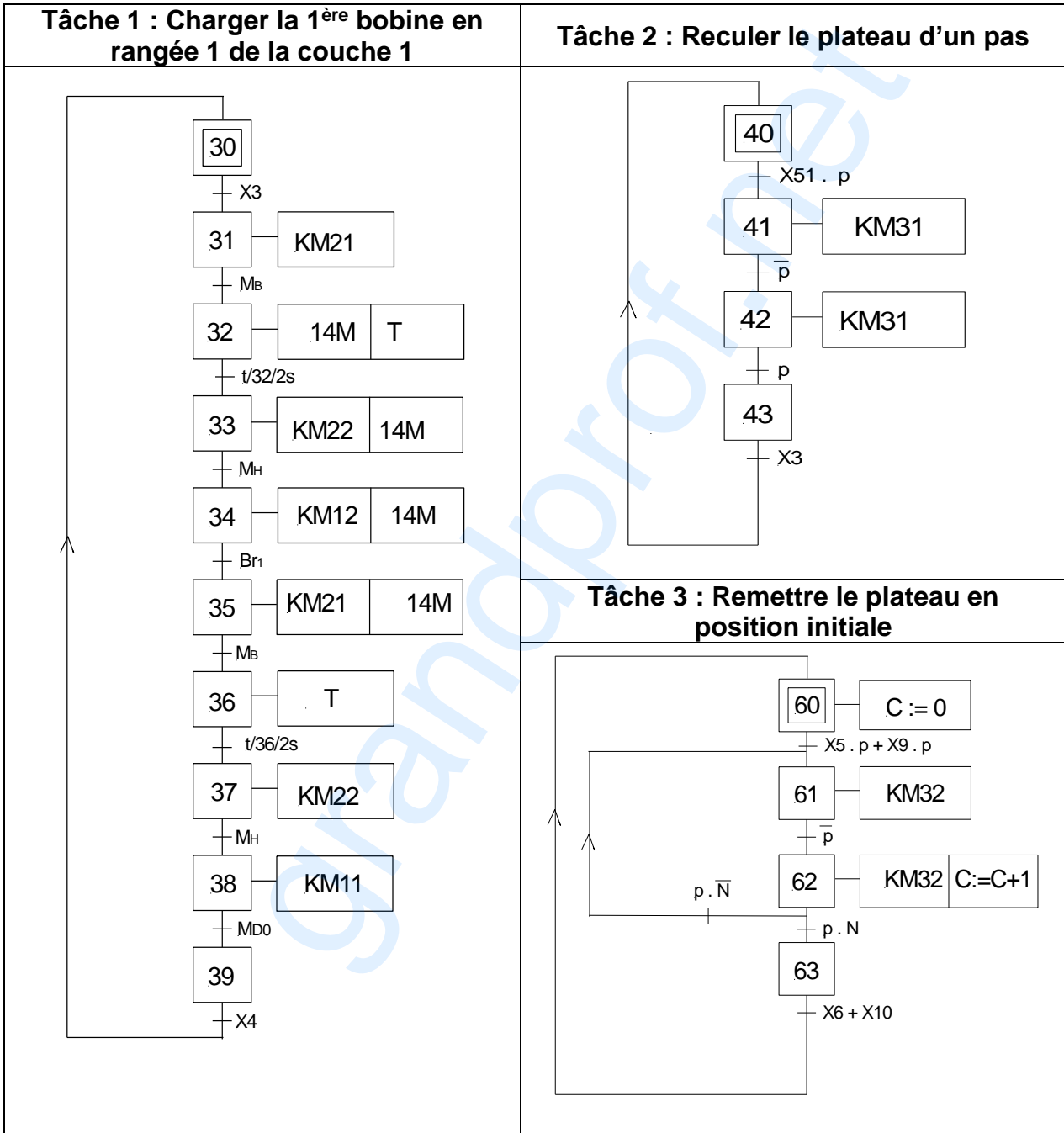
Corrigé

Série : .....  
 Signatures des surveillants  
 .....  
 .....

## B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE

### I. Grafquets synchronisés

Se référer, dans cette partie, aux pages 1, 2, 3 et 4 du dossier technique. Compléter le grafquet synchronisé décrivant les tâches 1, 2 et 3.



**Corrigé**

## II. Etude du circuit triphasé équilibré de la plaque chauffante

A partir du montage représenté à la page 5/7 du dossier technique,

1. Donner la valeur de la tension composée et celle du courant traversant une résistance.

$$\dots\dots\dots \mathbf{U = 400V} \dots\dots \mathbf{J = 4A} \dots\dots\dots$$

2. En déduire la valeur du courant en ligne.

$$\dots\dots\dots \mathbf{I = J \times \sqrt{3} = 6,92A} \dots\dots\dots$$

3. Calculer la puissance active P consommée par une seule résistance chauffante.

$$\dots\dots\dots \mathbf{P = U \times J = 400 \times 4 = 1600W} \dots\dots\dots$$

4. En déduire la valeur d'une résistance de la plaque chauffante  $R=R_1=R_2=R_3$ .

$$\dots\dots\dots \mathbf{P = R \times J^2 \Rightarrow R = P / J^2 = 1600 / 4^2 = 100\Omega} \dots\dots\dots$$

5. Calculer la puissance active totale  $P_T$  absorbée par la plaque chauffante.

$$\dots\dots\dots \mathbf{P_T = 3 \times P = 3 \times 1600 = 4800W} \dots\dots\dots$$

6. En déduire la valeur de la puissance  $P_b$  indiquée par le wattmètre W2.

$$\dots\dots\dots \mathbf{P_b = P_T - P_a = 4800 - 2400 = 2400W} \dots\dots\dots$$

## III. Etude du moteur asynchrone triphasé $M_2$

Le moteur  $M_2$  est couplé en triangle et alimenté par le réseau triphasé  $U = 400V$  ; 50Hz. Les pertes mécaniques sont égales à 145W.

1. En se référant aux caractéristiques mécaniques  $T_u = f(n)$  et  $T_r = f(n)$  données à la page 6/7 du dossier technique, déterminer la valeur de la vitesse en fonctionnement à vide ( $n_0$ ) et les valeurs nominales de la vitesse, du couple utile et du glissement.

| $n_0$ (à vide)               | $n$                          | $T_u$                   | $g$                |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|
| ..... <b>750tr/min</b> ..... | ..... <b>720tr/min</b> ..... | ..... <b>14Nm</b> ..... | ..... <b>4%</b> .. |

2. Donner l'expression et déterminer la valeur nominale de chaque grandeur indiquée dans le tableau ci-dessous.

|                   | Puissance utile                       | Puissance transmise                       | Pertes joule rotor                  | Puissance absorbée  | $\Sigma$ pertes               | Rendement $\eta$              |
|-------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
| Expression        | <b><math>T_u \times \Omega</math></b> | <b><math>(P_u + p_m) / (1 - g)</math></b> | <b><math>g \times P_{tr}</math></b> | <b><math>U \times I \times \sqrt{3} \times \cos(\varphi)</math></b> | <b><math>P_a - P_u</math></b> | <b><math>P_u / P_a</math></b> |
| Valeur avec unité | <b>1055W</b>                          | <b>1250W</b>                              | <b>50W</b>                          | <b>1406W</b>  | <b>351W</b>                   | <b>75%</b>                    |

Corrigé

**IV. Etude du circuit de gestion de l’approvisionnement en intercalaires**

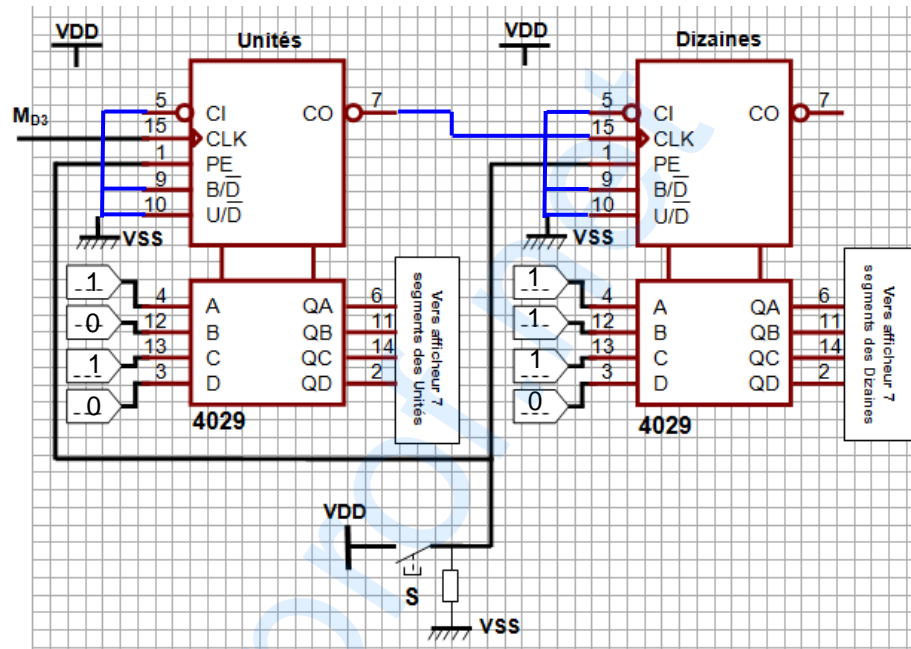
Se référer, dans cette partie, à la page 2/7 du dossier technique.

Si au cours du fonctionnement, la quantité d’intercalaires est totalement utilisée, le système s’arrête. L’opérateur place 75 intercalaires dans la zone correspondante et réinitialise le décompteur au nombre 75 par impulsion sur le bouton S.

1- Indiquer, sur le schéma ci-contre, les valeurs logiques (1 ou 0) à appliquer aux entrées de chargement du décompteur des unités et aux entrées de celui des dizaines.

2- Relier les entrées de commande des deux circuits aux niveaux logiques VDD (+Vcc) ou VSS (GND) pour obtenir la fonction décomptage.

3- Brancher les deux circuits en cascade.



**V. Contrôle de la température de la plaque chauffante**

Se référer, dans cette partie, à la page 5/7 du dossier technique.

1- Exprimer U1 en fonction de  $\theta$  avec  $U_{\theta} = 0,002 \times \theta$ . Calculer U1(310 °C) et U1(330 °C).

.....  $U1 = 10 \times 2 \times 10^{-3} \times \theta = 0,02 \times \theta$  .....

$U1(310 \text{ °C}) = 0,02 \times 310 = 6,2V$  ;  $U1(330 \text{ °C}) = 0,02 \times 330 = 6,6V$

2- Exprimer U2 en fonction de U1 et Ur. Calculer U2(310 °C) et U2(330 °C) .

...  $U2 = U1 - Ur$  .....

...  $U2(310 \text{ °C}) = 6,2 - 6,4 = -0,2V$  ;  $U2(330 \text{ °C}) = 6,6 - 6,4 = +0,2V$

3- A partir de la caractéristique de transfert  $U_s = f(U_2)$  ci-contre,

a- Déterminer les tensions de polarisation.

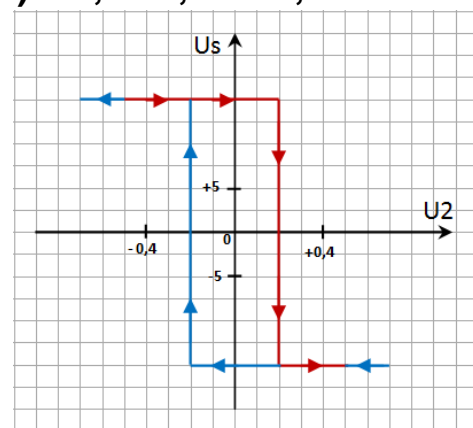
$+V_{cc} = +15V$

$-V_{cc} = -15V$

b- Déterminer les tensions seuils haut ( $V^+$ ) et bas ( $V^-$ ).

$V^+ = +0,2V$

$V^- = -0,2V$



## Corrigé

VI. Variation de vitesse du moteur M<sub>1</sub>.

En se référant au schéma de la carte de commande à base de PIC 16F876A et au tableau de configuration du registre ADCON1 à la page 6/7 du dossier technique et aux commentaires ci-dessous, compléter le programme correspondant en langage MikroPascal Pro.

| Program variateur_de_vitesse;  | // titre du programme   |
|--|---|
| VarN : word;<br>K ,Umoy , Alpha : byte ;calc1 , calc2 , calc3,<br>calc4 : real;<br>Aff_Umoy ,Aff_Alpha :string[3];<br>LCD_RS : <b>sbit at RB0_bit</b> ;<br>LCD_EN : <b>sbit at RB1_bit</b> ;<br>LCD_D4 : <b>sbit at RB2_bit</b> ;<br>LCD_D5 : <b>sbit at RB3_bit</b> ;<br>LCD_D6 : <b>sbit at RB4_bit</b> ;<br>LCD_D7 : <b>sbit at RB5_bit</b> ;<br>LCD_RS_Direction :sbit at TRISB0_bit;<br>LCD_EN_Direction :sbit at TRISB1_bit;<br>LCD_D4_Direction :sbit at TRISB2_bit;<br>LCD_D5_Direction : sbit at TRISB3_bit;<br>LCD_D6_Direction :sbit at TRISB4_bit;<br>LCD_D7_Direction : sbit at TRISB5_bit; | // Affectation des broches de l'afficheur LCD<br><br>// Configuration des registres TRIS  |
| begin<br>ADCON1 := % <b>1000 0000</b> ;<br>Adc_init() ;<br>lcd_init() ; lcd_cmd(_lcd_cursor_off) ;   | // AN3 : entrée analogique<br>// initialisation module CAN<br>//Initialiser le LCD et éteindre le curseur   |
| Pwm1_init( <b>500</b> ) ;<br>Pwm1_start ;  | //initialiser PWM à 500Hz,<br>//démarrer MLI  |
| lcd_out( <b>1 , 1 , 'Umoy='</b> ) ;  | //Afficher ' Umoy=' sur la ligne 1 colonne 1  |
| <b>lcd_out(1 , 9 , 'V')</b> ;  | // Afficher l'unité ' V ' sur la ligne 1 colonne 9  |
| <b>lcd_out(2 , 1 , 'Alpha')</b> ;  | // Afficher texte 'Alpha=' sur ligne 2 colonne 1  |
| lcd_chr( <b>2 , 10 , '%'</b> ) ;   | // Afficher le caractère '%' sur ligne 2 colonne 10   |
| <b>While true do</b><br><b>begin</b><br>N := Adc_get_sample(3) ;<br>calc1 := (N*255)/1023 ; calc2 := <b>calc1/255</b> ;<br>calc3 := calc2*100 ; calc4 := <b>48*calc2</b> ;<br>K := byte( <b>calc1</b> ) ;<br>Pwm1_set_duty(K) ;<br>Umoy := <b>byte(calc4)</b> ;<br>bytetostr(Umoy , Aff_Umoy) ;<br>lcd_out(1 , 6 , Aff_Umoy) ;<br>Alpha := byte(calc3) ;<br>Bytetostr(Alpha, Aff_Alpha) ;<br><b>lcd_out(2 , 7 , Aff_Alpha)</b> ;<br><b>end; end.</b>   | // tant que faire<br>// début<br>// Lecture à partir du canal 3<br>//calc2=calc1/255<br>//calc3=calc2*100 et clac4=48*clac2<br>// k = la transformation en octet de clac1<br>// Charger le rapport cyclique Alpha<br>// Umoy = la transformation en octet de calc4<br>// « Umoy » : chaîne de caractères<br>// Afficher la "Aff_Umoy" sur ligne 1 colonne 6<br>// Alpha est égale à la partie entière de calc3<br>// Transformer "Alpha" en chaîne de caractères<br>// Afficher "Aff_Alpha" sur 2 <sup>ème</sup> ligne 7 <sup>ème</sup> colonne<br>// Fin tant que // Fin programme |