

Observation : Aucune documentation n'est autorisée; les calculatrices sont permises.

### Exercice 1 : (10 points)

**Etude du moteur MT** : Sur la plaque signalétique de ce moteur asynchrone triphasé on lit :

220 V / 380 V ; 21 A / 12 A ; 5,5 kW ; 50 Hz.

La caractéristique mécanique  $T_u(n)$  du moteur est représentée par la **figure1** de la page 4/6 du dossier technique. La mesure de la résistance d'un enroulement du stator a donné  $R = 0,40 \Omega$ .

I- Deux réseaux triphasés sont disponibles : 127 V / 220 V et 220 V / 380 V

1) Quel est le réseau qui doit alimenter le moteur si on veut coupler son stator en étoile ?

Justifier la réponse. Pour la suite on gardera ce couplage. (0,5 pt)

Le réseau utilisé est 220/380V ; car  $V_{réseau} = V_{moteur}(d'un\ enroulement)$ .

2) Quelle est l'intensité du courant en ligne au point nominal ? (0,5 pt)

D'après la plaque signalétique  $I_y=12A$

3) Quelle est la vitesse de synchronisme  $n_s$  ? En déduire le nombre de pôles du stator(2P). (1pt)

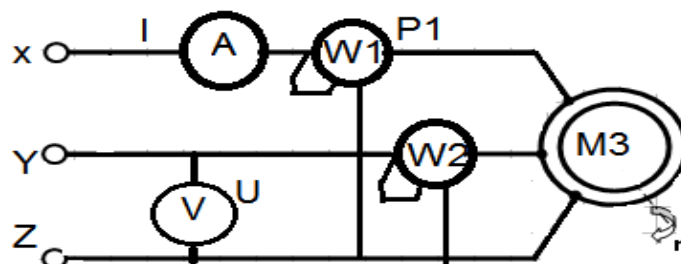
D'après la caractéristique  $T_u(n)$  ; la vitesse de synchronisme est égale à 1500tr/mn

$$n_s = \frac{f}{p} \Rightarrow p = \frac{f}{n_s} = \frac{50 * 60}{1500} = 2 \Rightarrow 2p = 4 \text{ pôles}$$

II- On réalise l'essai à vide du moteur à une fréquence proche de sa fréquence de synchronisme. On obtient :

$P_{av} = 0,40 \text{ kW}$  (puissance absorbée à vide).  $I_v = 4,0 \text{ A}$  (intensité du courant en ligne à vide).

1) La puissance  $P_{av}$  a été mesurée par la méthode des deux wattmètres : compléter le schéma de principe de cette méthode. (1 pt)



2) Calculer les pertes dans le fer du stator  $P_{fs}$ ; on suppose que les pertes mécaniques  $p_{méca}$  sont égales à 0,20 kW. (1 pt)

$$P_{js0} = 3.R.I^2 = 2 \times 0.4 \times (4)^2 = 19.2 \text{ W}$$

$$P_{av} = P_{fs} + p_{méca} + P_{js0} ; \text{ alors } P_{fs} = 400 - 200 - 19.2 = 180.8 \text{ W}$$

III- Ce moteur entraîne une machine lui imposant un couple résistant indépendant de la vitesse de moment  $T_r = 35 \text{ Nm}$ .

1) Peut-on réaliser le démarrage direct du moteur en charge ? Justifier la réponse. **(0,5 pt)**

Oui ; on peut réaliser le démarrage direct du moteur car le couple utile de démarrage est supérieur au couple résistant  $T_d > T_r \longrightarrow T_d = 43.5 > T_r = 35 \text{ Nm}$  (voir courbe page 3 / 4)

2) Déterminer la fréquence de rotation du moteur en charge et la valeur de son glissement. **(1 pt)**

On détermine la vitesse par l'intersection du  $T_r = T_u$ , le point de fonctionnement. Alors  $n = 1450 \text{ tr/mn}$ .

(voir la courbe page 3 / 4)  $g = \frac{ns - n}{ns} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0.0333$ ; soit  $g = 3.33\%$

3) Calculer la puissance utile  $P_u$  du moteur. **(0,5 pt)**

$P_u = T_u \cdot \Omega = 35 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1450 / 60 = 5214.5 \text{ W}$

IV - On donne pour le fonctionnement nominal du moteur :

$P_{UN} = 5,5 \text{ kW}$     $n_N = 1450 \text{ tr.min}^{-1}$     $I_N = 12 \text{ A}$     $p_{fs} = 0,18 \text{ kW}$ .

1) Pourquoi les pertes dans le fer du stator ainsi que les pertes mécaniques gardent-elles les mêmes valeurs que dans l'essai à vide ? **(0,5 pt)**

Elles sont invariables car elles ne dépendent pas de la charge (I c).

2) Calculer la puissance transmise au rotor  $P_{tr}$ . **(0,5 pt)**

$P_M = (1-g) \cdot P_{tr} \Rightarrow P_{tr} = \frac{P_u + p_{méca}}{1-g} = \frac{5500 + 200}{1-0.0333} = 5895 \text{ W}$

3) Calculer les pertes par effet Joule au stator  $p_{js}$  **(0,5 pt)**

$P_{js} = 3 \cdot R \cdot I^2 = 3 \times 0.4 \times (12)^2 = 172.8 \text{ W}$

4) Calculer la puissance  $P_a$  absorbée par le moteur et son facteur de puissance  $\cos \varphi$ . **(1 pt)**

$P_a = P_{tr} + p_{js} + p_{fs} = 5895 + 172.8 + 180 = 6248 \text{ W}$  et  $\cos \varphi = \frac{P_a}{U \cdot I \cdot \sqrt{3}} = \frac{6248}{380 \cdot 12 \cdot \sqrt{3}} = 0.79$

5) En se référant au circuit de puissance (figure 2) du dossier technique page 4/6, compléter le tableau suivant en identifiant les appareils par leurs désignations et leurs rôles. **(1,5 pt)**

	Désignations	Rôles
Q	Sectionneur porte fusible	Etablir ou interrompre un circuit à vide et protège le circuit contre les surcharges rapides
KM	Contacteur KM (préactionneur)	Commander le moteur à distance ou sur coffret
F2	Relais thermique	Protéger le moteur contre les surcharges lentes

## Exercice 2 : (10 points)

En se référant au GRAFCET d'un point de vue de la partie commande et au schéma du montage à base de PIC figures 3 et 4 de la page 4/6 du dossier technique, compléter le programme édité en Mikropascal de commande du moteur MT en configurant les broches non utilisées du Pic 16F877A **en entrées**.

### program Moteur;

```
Var
  m : sbit at porta.0;           // m variable binaire affectée à RA.0
  g : sbit at porta.1;           // g variable binaire affectée à RA.1
  KM1 : sbit at portb.5;         // KM1 variable binaire affectée à RB.5
  KM2 : sbit at portb.6;         // KM2 variable binaire affectée à RB.6
  KM3 : Sbit at portB.7;         // KM3 variable binaire affectuée à RB.7
  DO : sbit at portb.1           // DO variable binaire affectée à Rb.1
  X0, X1, X2, : Bit;            // variables internes des étapes du GRAFCET.
  T:Bit;                          // Temporisateur T
Var LCD_RS : sbit at RC1_bit;    // Connections du module LCD
Var LCD_EN : sbit at RC0_bit;
Var LCD_D4 : sbit at RC6_bit;
Var LCD_D5 : sbit at RC5_bit;
Var LCD_D6 : sbit at RC3_bit;
Var LCD_D7 : sbit at RC6_bit;
Var LCD_RS_direction : sbit at TRISC1_bit;
Var LCD_EN_direction : sbit at TRISCO_bit;
Var LCD_D4_direction : sbit at TRISC6_bit;
Var LCD_D5_direction : sbit at TRISC5_bit;
Var LCD_D6_direction : sbit at TRISC3_bit;
Var LCD_D7_direction : sbit at TRISC4_bit;
```

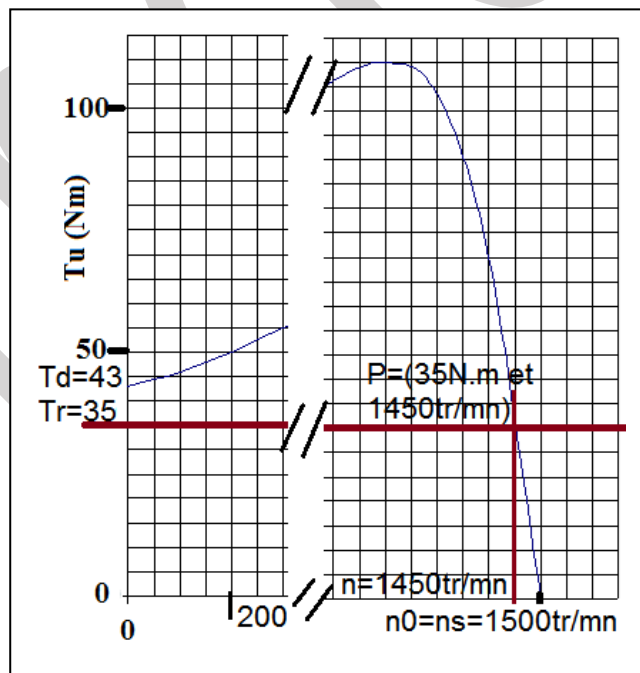
### Procedure interrupt;

```
Begin   DO: = 1;                 // Allumer la diode Led DO, lors d'une intrruption sur RB0
        Delay_ms(1000);          // Pause d'une seconde.
        DO: = 0;                 // Eteindre la diode Led DO enfin d'interruption sur RB0
        INTCON.INTF : =0;        // Remise à zéro du drapeau INTF
        INTCON.GIE : =1;        // Réactivation du bit GIE
```

end;

begin

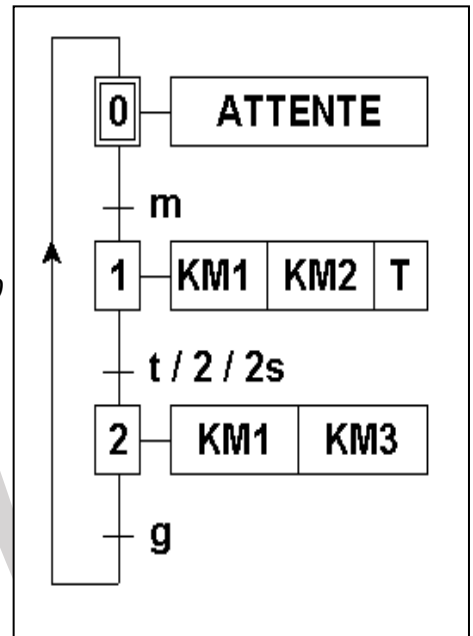
```
Adcon1:= $07; // Conversion du port de l'analogique au numérique.
```



```

TrisA: = $FF ; // Tout le portA entrée (Héxa.)
TrisB: = $01 ; // RBO : entrée le reste sortie (Héxa.)
TrisC: = $FF ; // Tout le portC sortie(Déci.)
portB:= 0; //Initialisation du portb
INTCON : = $90 ; // Validation de l'interruption externe sur RBO
KM1:= 0; KM2:= 0; KM3:= 0; T:= 0; // état initial des sorties
X0:= 1; X1:= 0; X2:= 0; // état initial des étapes du Grafcet
Lcd_init(); // Initialisation de LCD
LCD_cmd(_LCD_cursor_off); // éteindre le curseur
while true do // Boucle infinie
begin // Traitement des étapes du GRAFCET.

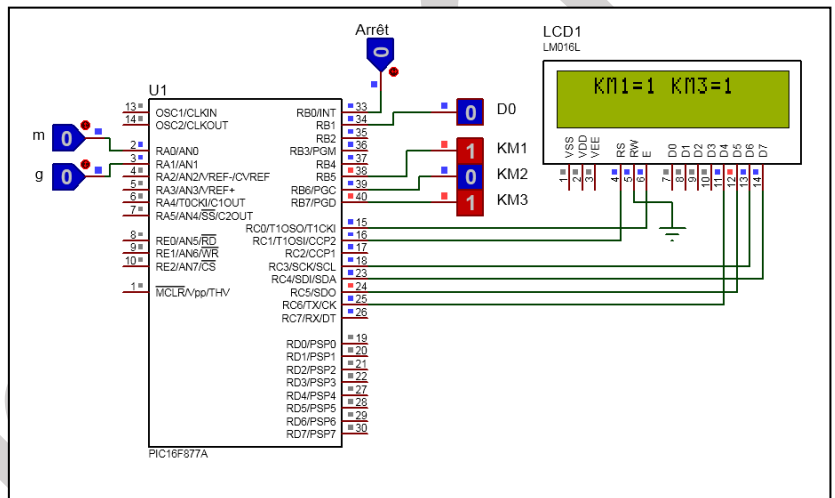
```



```

if ( X0 = 1 ) AND ( m=1 ) then
begin
X0:=0 ; X1:= 1 ;
end;
if ( X= 1 ) AND ( T= 1 ) then
begin
X1:= 0 ; X2 :=1; t:=1 ;
end;
if ( X2 = 1 ) AND ( g= 1 ) then
begin
X2:=0 ; X0:= 1 ;
end;
// Traitement des sorties

```



```

if (X0=1) then Begin Lcd_out(1,3,'ATTENTE'); // affichage du mot 'ATTENTE' ligne 1 et colonne 3.
delay_ms(500); //Pause de 0.5s
LCD_cmd(_LCD_Clear); // Effacer l'ecran
delay_ms(500); end;
//Equation : KM1 et KM2 avec affichage.
if ( X1 = 1 ) then begin KM1:=1; KM2:=1;
Lcd_out(1,3,' KM1=1 KM2=1 '); // avec affichage de 'KM1=1 KM2=1' ligne 1 et colonne 3.
delay_ms(2000); t:= 1; end else begin KM1:=0; KM2:=0; end;
//Equation : KM1 et KM3 avec affichage.
if ( X2 = 1 ) then begin KM1:=1; KM3:=1;
Lcd_out(1,3,' KM1=1 KM3=1 '); // avec affichage de ' KM1=1 KM3=1' ligne 1 et colonne 3.
end else begin KM1:=0; KM2:=0; end; end; end.

```

عمل موفق ان شاء الله