

# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

## الدورة الاستدراكية 2013

### الموضوع



RS46



4	مدة الإشجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبة أو المسلك

## ETUDE D'UN SYSTEME DE CONDITIONNEMENT ET D'EMBALLAGE DE BRIOCHES

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 01 à 07: socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV) (Couleur JAUNE) ;
- Pages 08 à 10: Documents ressources portant la mention **DRES XX** (Couleur ROSE) ;
- Pages 11 à 19: Documents réponses portant la mention **DREP XX** (Couleur BLANCHE).

Le sujet comporte 4 situations d'évaluation (SEV) :

- SEV1 : Analyse fonctionnelle : ..... / 05 points
- SEV2 : Analyse énergétique : ..... / 26 points
- SEV3 : Analyse informationnelle : ..... / 31 points
- SEV4 : Etude de transmission de mouvement : ..... / 18 points

Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses "DREP".

☞ Les pages portant en haut la mention "DREP" (Couleur BLANCHE) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

☞ Le sujet est noté sur 80 points.

☞ Aucun document n'est autorisé.

☞ Sont autorisées les calculatrices de poche y compris celles programmables.

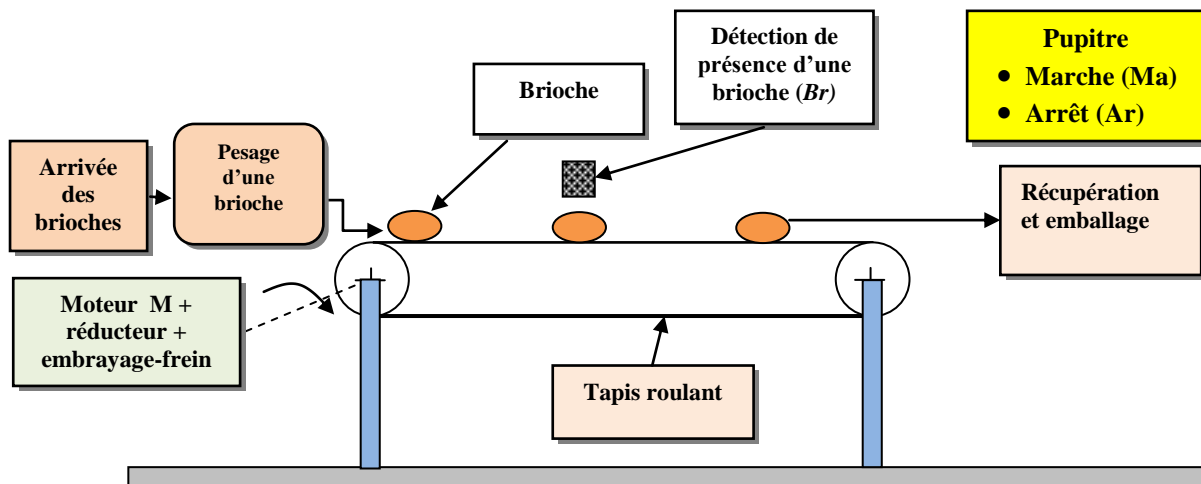
I

## MISE EN SITUATION

Une petite entreprise est spécialisée dans la fabrication de pâtisserie : galettes, croissants et brioches. Ces dernières sont conditionnées et emballées pour être distribuées dans les supermarchés. Pour une bonne gestion de la production des brioches, l'entreprise a besoin d'un système qui permet de peser, déplacer et compter les brioches.

II

## SCHEMA DESCRIPTIF DU SYSTEME



III

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT GLOBAL DU SYSTEME

Le tapis roulant est entraîné par un moteur asynchrone triphasé associé à un réducteur assisté par un embrayage frein ; ce dernier est commandé par un électroaimant.

Le fonctionnement du système est résumé dans ce qui suit :

- Le système est piloté par une carte à base de microcontrôleur ( $\mu C$ ) de type PIC 16F84 (DRES 01 : page 08). Ce dernier contrôle :
  - La mise en marche et l'arrêt du moteur **M** via respectivement deux boutons poussoirs **Ma** et **Ar** ;
  - Le comptage du nombre de brioches pour des fins d'emballage, via un capteur photoélectrique **Br**. A chaque paquet de 12 brioches, le tapis roulant s'arrête, alors que le moteur continue à tourner à vide ; un opérateur emballe les 12 brioches et relance le tapis, via un bouton poussoir, non représenté, pour un nouveau emballage.
- Le pesage préalable de brioches, permettant le contrôle de la validité de brioches suivant des conditions préétablies, est délégué à une carte analogique.

SEV 1

**ANALYSE FONCTIONNELLE**

/ 05 Pts

Tâche

**ETUDE DU BESOIN ET DU FAST DU SYSTEME**

/ 05 Pts

*Répondre sur le document DREP 01 page 11*

1- Enoncer le besoin en complétant le diagramme « Bête à cornes ».

2 pts

2- Compléter le diagramme FAST descriptif en se référant au principe du fonctionnement global du système.

3 pts

SEV 2

**ANALYSE ENERGETIQUE**

/ 26 Pts

Tâche 1

**ETUDE ENERGETIQUE DU MOTEUR**

/ 09,5 Pts

*Répondre sur le document DREP 02 page 12*

Les caractéristiques du moteur asynchrone triphasé sont :

- $P_N = 0,75 \text{ kW}$  ;
- $N_N = 1400 \text{ tr/min}$  ;
- $\eta = 0,7$  ;
- $\cos \varphi = 0,77$  ;
- Nombre de pôles : 4 ;
- $f = 50 \text{ Hz}$ .

Le moteur est alimenté sous une tension composée  $U = 400 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$  et chaque enroulement statorique est conçu pour être soumis à une tension de  $230 \text{ V}$  en fonctionnement nominal.

1- Quel est le couplage des enroulements statoriques ?

1 pt

2- Quelle est la vitesse de synchronisme  $N_S$  (tr/min) ?

1 pt

3- Donner (en %) la valeur du glissement  $g$ .

1 pt

4- Calculer la valeur de la puissance active  $P_a$  absorbée par le moteur.

1 pt

5- Quelle est la valeur du courant  $I_N$  absorbé par le moteur ?

1,5 pt

6- Quelle est la valeur de l'ensemble des pertes  $p_t$  dissipées dans le moteur ?

1 pt

7- Déterminer la puissance réactive  $Q_a$  absorbée du moteur.

1,5 pt

8- Calculer alors la puissance apparente  $S$ .

1,5 pt

Tâche 2

**FONCTIONS DES APPAREILLAGES**

/ 04,5 Pts

*Répondre sur le document DREP 02 page 12*

Le schéma du circuit de puissance du moteur représenté sur le document *DREP 02 page 12* illustre un démarrage direct à un seul sens de marche.

A partir de ce schéma, compléter le tableau n°1.

4,5 pts

Tâche 3

ETUDE DU TRANSFORMATEUR DE COMMANDE

/ 12 Pts

Répondre sur le document DREP 03 page 13

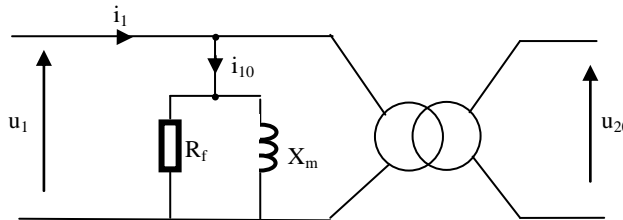
Pour adapter la tension d'alimentation du réseau au circuit de commande, on utilise un transformateur dont les caractéristiques sont :

$$230 / 24 \text{ V} - 50 \text{ Hz} ; 630 \text{ VA.}$$

Le nombre de spires du primaire est  $N_1 = 345$  et la section utile du circuit magnétique est  $S = 25 \text{ cm}^2$ .

- Essai à vide :  $U_1 = 230 \text{ V}$  ;  $U_{20} = 24,9 \text{ V}$  ;  $I_{10} = 0,55 \text{ A}$  et  $P_{10} = 28,2 \text{ W}$ .
- Essai en court-circuit :  $U_{1CC} = 10 \text{ V}$  ;  $I_{2CC} = 25,3 \text{ A}$  et  $P_{1CC} = 26,6 \text{ W}$ .

- 1- Calculer la valeur du champ magnétique maximale  $B_{\max}$  (on rappelle que :  $U = 4,44 \cdot B_{\max} \cdot f \cdot N \cdot S$ ). **1 pt**
- 2- Calculer le rapport de transformation  $m$  et en déduire le nombre de spires  $N_2$  du secondaire. **2 pts**
- 3- Quelle est la valeur du facteur de puissance  $\cos \varphi_{10}$  à vide ? **1 pt**
- 4- Le schéma équivalent au transformateur à vide est le suivant (pertes joule négligeables) :



- 4.1- Quelle est la valeur de la résistance  $R_f$  ? **2 pts**
- 4.2- Calculer la réactance magnétisante  $X_m$  . **2 pts**
- 5- Donner la valeur du courant nominal  $I_{2N}$  dans le secondaire. **1,5 pt**
- 6- Sous la tension  $U_{2N} = 24 \text{ V}$ , calculer la valeur du rendement  $\eta$  lorsque le transformateur débite le courant nominal  $I_{2N}$  dans une charge inductive de facteur de puissance  $\cos \varphi_2 = 0,6$ . **2,5 pts**

SEV 3

ANALYSE INFORMATIONNELLE

/ 31 Pts

Tâche 1

ETUDE DU DISPOSITIF DE PESAGE

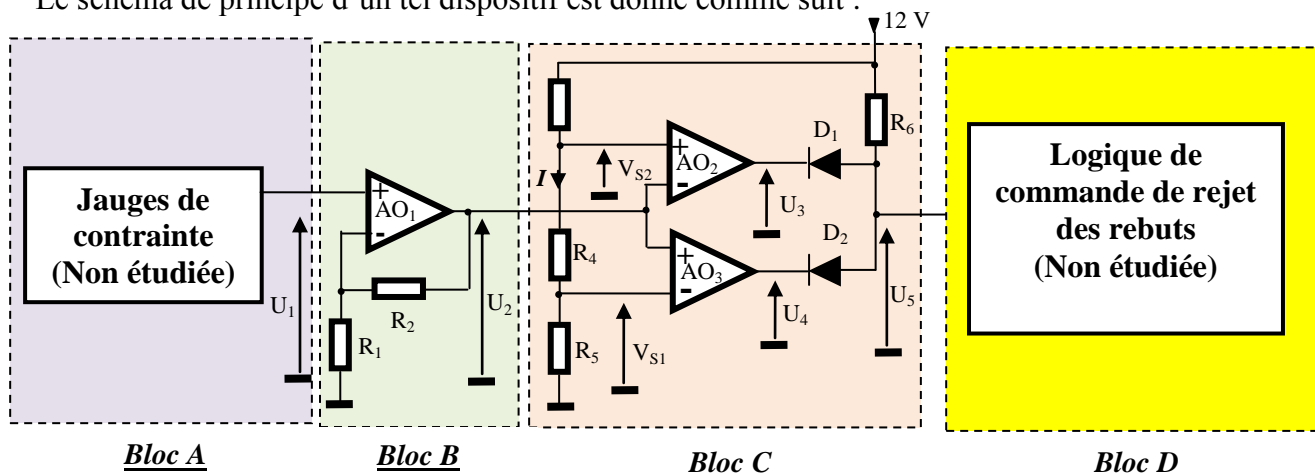
/ 16 Pts

Répondre sur les documents DREP 04 et DREP 05 pages :14 et 15

Le dispositif de pesage informe sur la masse  $M$  d'une brioche :

- Si la masse  $M$  est égale à  $100 \text{ g} \pm 10\%$  , la brioche est placée directement sur le tapis roulant ;
- Sinon, elle est rejetée dans un panier prévu pour les rebuts qui vont être recyclés.

Le schéma de principe d'un tel dispositif est donné comme suit :



- Les amplificateurs opérationnels  $AO_1$  à  $AO_3$  sont supposés parfaits et sont alimentés entre  $V_{CC}=12\text{ V}$  et  $0\text{ V}$ .
- Les diodes  $D_1$  à  $D_3$  sont supposées idéales.

Le bloc "Jauges de contrainte" délivre une tension  $U_1$  proportionnelle à la masse  $M$  :  $U_1=k.M$  ( $k$  : sensibilité,  $k=5\text{ mV/g}$ ).

- Déterminer les masses minimale ( $M_{\min}$ ) et maximale ( $M_{\max}$ ) pour une brioche non rejetée ; en déduire les valeurs correspondantes  $U_{1\min}$  et  $U_{1\max}$  de la tension  $U_1$ . **2 pts**
- L'amplificateur  $AO_1$  fonctionne en régime linéaire.
  - Donner le nom du montage réalisé autour de cet amplificateur. **1 pt**
  - Sachant que  $R_2=10.R_1$ , donner l'expression de  $U_2$  en fonction de  $U_1$ . **2 pts**
  - En déduire alors  $U_2$  en fonction de la masse  $M$ . **1 pt**
  - Déterminer l'intervalle  $[U_{2\min}, U_{2\max}]$  de la tension  $U_2$  qui correspond à la brioche acceptée. **1 pt**
- Les amplificateurs opérationnels  $AO_2$  et  $AO_3$  fonctionnent en commutation et les tensions de seuil  $V_{S1}$  et  $V_{S2}$  sont respectivement égale à  $4,95\text{ V}$  et  $6,05\text{ V}$ .
  - Sachant que  $R_4=1\text{ K}\Omega$ , calculer la valeur du courant  $I$  et en déduire les valeurs des résistances  $R_3$ , et  $R_5$ . **3 pts**
  - Tracer le graphe  $U_3$  en fonction de  $U_2$ . **1 pt**
  - Tracer le graphe  $U_4$  en fonction de  $U_2$ . **1 pt**
  - Tracer à partir des deux graphes précédents le graphe  $U_5$  en fonction de  $U_2$ . **2 pts**
  - Quelle est la fonction logique réalisée par l'ensemble  $\{D_1, D_2, R_6\}$  ? **1 pt**
  - Décrire brièvement la fonction réalisée par le bloc C. **1 pt**

Tâche 2

ETUDE DU PROGRAMME DE CONTROLE

/ 15 Pts

Répondre sur le document DREP 06 page :16

Le schéma de commande est donné au DRES 01 de la page 08. Le moteur asynchrone triphasé  $M$  est commandé par le contacteur  $KM$  à travers le relais  $KA$  correspondant à la sortie  $RAO$  du  $\mu\text{C}$  PIC16F84. Le bouton  $Ma$ , relié à l'entrée  $RBI$  du  $\mu\text{C}$ , permet de mettre en marche le moteur  $M$  et le bouton  $Ar$ , relié à l'entrée  $RB2$  du  $\mu\text{C}$ , permet de l'arrêter. La commande du moteur obéit à l'équation suivante :

$$KA = (KA + Ma) \cdot \overline{Ar}$$

L'opération de comptage de brioches est déclenchée à chaque front montant du signal logique fourni par le capteur photoélectrique  $Br$ , relié à l'entrée  $RB0$  du  $\mu\text{C}$  fonctionnant en mode interruptible. A chaque fois qu'on a traité un paquet de 12 brioches, on arrête le tapis, permettant ainsi à un opérateur d'emballer le paquet.

On note que :

- Le programme principal consiste à commander le moteur  $M$ , conformément à l'équation ci-dessus.
- Le sous-programme d'interruption consiste à décrémenter une case-mémoire intitulée « *Compteur\_Brioches* », initialisée à 12, qui est le nombre de brioches par paquet.
- « *Etat\_Ma* » est une case-mémoire contenant l'état de l'entrée  $Ma$  (marche du moteur  $M$ ) ;

- « *Etat\_Ar* » est une case-mémoire contenant l'état de l'entrée Ar (Arrêt du moteur M) ;
- « *Etat\_Mot* » une case-mémoire contenant l'état de la sortie RA0 commandant le moteur M.

Compléter le programme correspondant.

15 pts

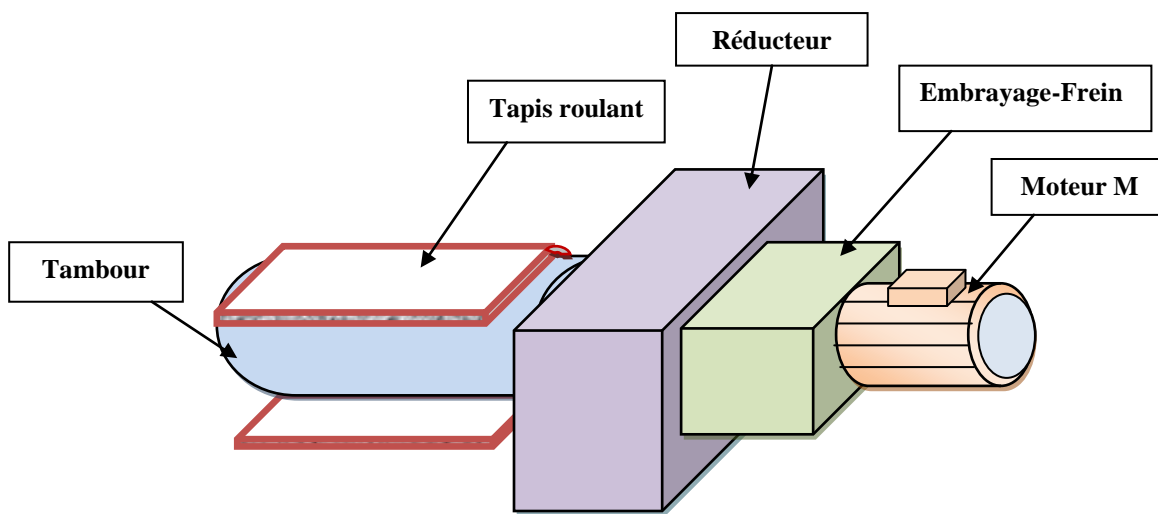
Le jeu d'instructions du  $\mu C$  est donné au DRES 02 de la page 09.

SEV 4

ETUDE DE LA TRANSMISSION DE MOUVEMENT

/18Pts

Le tapis roulant est entraîné par un motoréducteur assisté par un embrayage-frein qui commande la transmission de mouvement.



Tâche 1

ETUDE DE L'EMBRAYAGE-FREIN

/ 08Pts

Répondre sur le document DREP 07 page :17

(Voir document ressource DRES 3 page 10)

La position de l'armature (6) (à droite ou à gauche) en fonction de l'état (excité ou désexcité) de l'électro-aimant (2), nous donne les deux positions possibles du système : *Embrayée* ou *Freinée*.

On suppose que la transmission de mouvement est réalisée sans glissement. On donne :

- Le coefficient de frottement est  $f = 0,4$  ;
- L'effort presseur des ressorts (7) est  $F_r = 30 \text{ N}$  ;
- L'effort d'attraction magnétique créé par l'électro-aimant (2) est  $F_{att} = 120 \text{ N}$  ;
- Les rayons des garnitures (3) sont  $R = 80 \text{ mm}$  et  $r = 60 \text{ mm}$  ;
- Vitesse de rotation du moteur  $N_m = 1400 \text{ tr/min}$ .

1- Donner le nom de l'embrayage étudié.

1 pt

2- Sur le dessin, le système est-il dessiné en position embrayée ou freinée ? Justifier votre réponse.

0.5 pt

3- Citer trois principales caractéristiques que doivent posséder les garnitures.

1.5 pt

4- Compléter le schéma cinématique.

1.5 pt

- 5- Calculer l'effort presseur de l'embrayage  $F_p$  1 pt  
 6- En déduire le couple transmissible  $C_t$  . 1.5 pt  
 7- Calculer la puissance  $P_5$  transmise par cet embrayage à l'arbre d'entrée du réducteur (5). 1 pt

Tâche 2

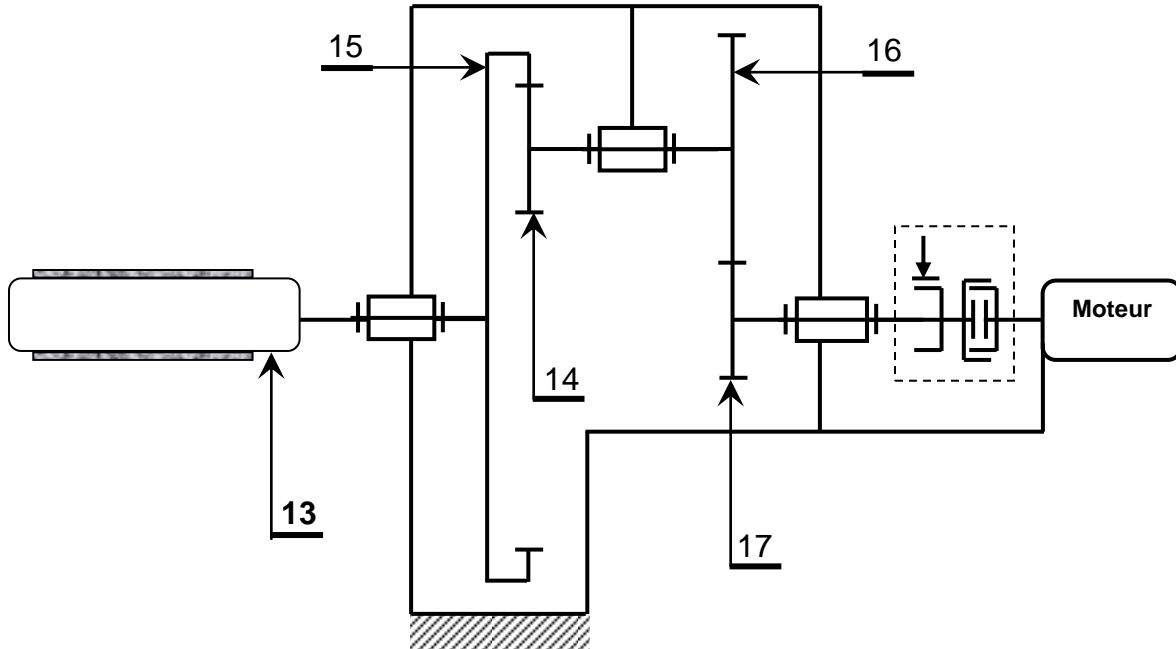
ETUDE DU REDUCTEUR

/ 04 Pts

Répondre sur le document DREP 08 page : 18

Le réducteur, associé au moteur est constitué par deux couples d'engrenages cylindriques à denture droite ( 17 , 16 ) et ( 14 , 15 ). Les axes de l'arbre moteur et celui de l'arbre du tambour (13) sont sur le même prolongement.

On désire déterminer quelques caractéristiques de ce réducteur.



- 1- Compléter sur le tableau des caractéristiques des engrenages. Justifier les résultats trouvés. 2.5pts  
 2- Le moteur tourne à une vitesse  $N_m = 1400$  tr/min, calculer la vitesse de rotation du tambour ( 13 ). 1 pt  
 3- Comparer le sens de rotation du tambour ( 13 ) à celui de l'arbre moteur ? Justifier votre réponse. 0.5 pt

Tâche 3

ETUDE GRAPHIQUE

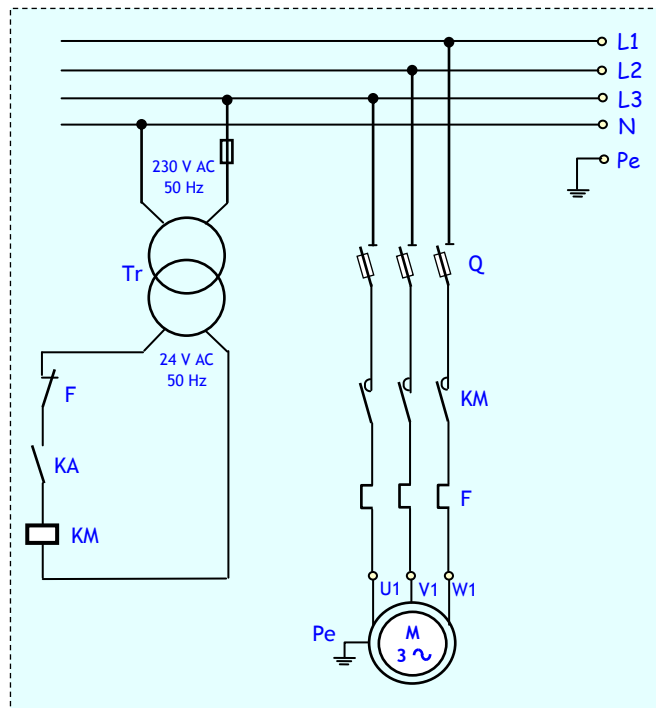
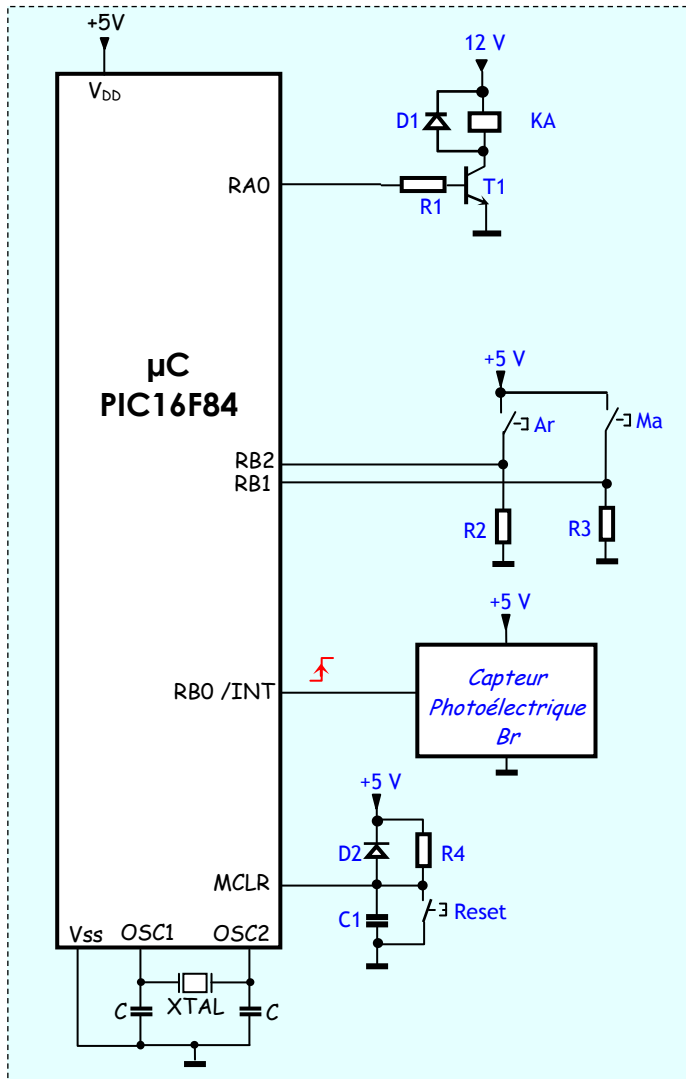
/ 06 Pts

Répondre sur le document DREP 09 page :19

- 1- On vous demande de concevoir la liaison encastrement entre la couronne (15) et l'arbre du tambour (13) en utilisant :
- Une clavette parallèle. 2 pts
  - Une rondelle Grower. 2 pts
  - Un écrou Hexagonal. 2 pts

(Nota : les dimensions des éléments cités ci-dessus sont laissées à l'initiative du candidat)

**DRES 01**





**DRES 02**

**Résumé des instructions PIC 16F84**

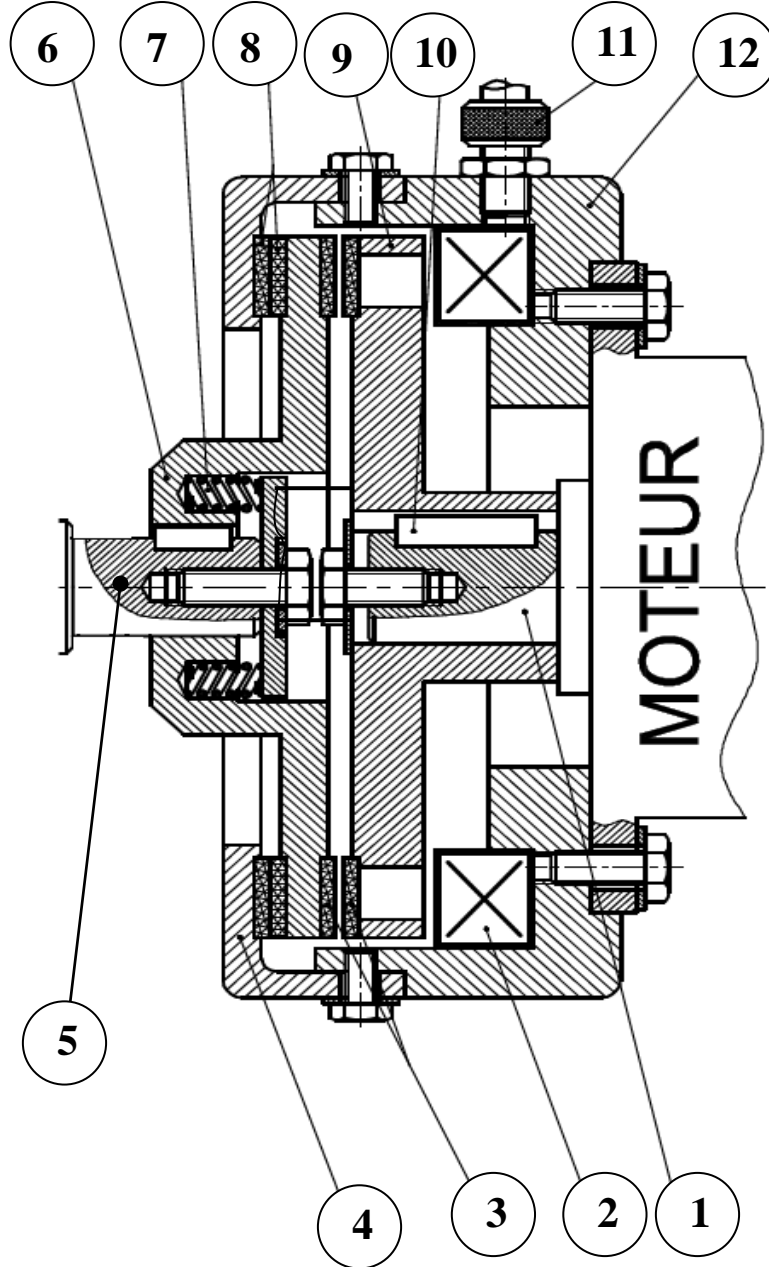
INSTRUCTIONS OPERANT SUR REGISTRE (direct)			indicateurs	Cycles
ADDWF	F,d	$W+F \rightarrow \{W,F ? d\}$	C,DC,Z	1
ANDWF	F,d	$W \text{ and } F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
CLRF	F	Clear F	Z	1
CLRWF		Clear W	Z	1
CLRWDT		Clear Watchdog timer	TO', PD'	1
COMF	F,d	Complément F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
DECF	F,d	décrémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
DECFSZ	F,d	décrémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$ skip if 0		1(2)
INCF	F,d	incréménte F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
INCFSZ	F,d	incréménte F $\rightarrow \{W,F ? d\}$ skip if 0		1(2)
IORWF	F,d	$W \text{ or } F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
MOVF	F,d	$F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1
MOVWF	F	$W \rightarrow F$		1
RLF	F,d	rotation à gauche de F a travers C $\rightarrow \{W,F ? d\}$	C	1
RRF	F,d	rotation à droite de F a travers C $\rightarrow \{W,F ? d\}$		1
SUBWF	F,d	$F - W \rightarrow \{W,F ? d\}$	C,DC,Z	1
SWAPF	F,d	permuté les 2 quartets de F $\rightarrow \{W,F ? d\}$		1
XORWF	F,d	$W \text{ xor } F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z	1

INSTRUCTIONS OPERANT SUR BIT				
BCF	F,b	RAZ du bit b du registre F		1
BSF	F,b	RAU du bit b du registre F		1
BTFSC	F,b	teste le bit b de F, si 0 saute une instruction		1(2)
BTFSS	F,b	teste le bit b de F, si 1 saute une instruction		1(2)

INSTRUCTIONS OPERANT SUR DONNEE (Immediat)				
ADDLW	K	$W + K \rightarrow W$	C,DC,Z	1
ANDLW	K	$W \text{ and } K \rightarrow W$	Z	1
IORLW	K	$W \text{ or } K \rightarrow W$	Z	1
MOVLW	K	$K \rightarrow W$		1
SUBLW	K	$K - W \rightarrow W$	C,DC,Z	1
XORLW	K	$W \text{ xor } K \rightarrow W$	Z	1

INSTRUCTIONS GENERALES				
CALL	L	Branchement à un sous programme de label L		2
GOTO	L	branchement à la ligne de label L		2
NOP		No operation		1
RETURN		retourne d'un sous programme		2
RETFIE		Retour d'interruption		2
RETLW	K	retourne d'un sous programme avec K dans W		2
SLEEP		se met en mode standby	TO', PD'	1

**DRES 03**



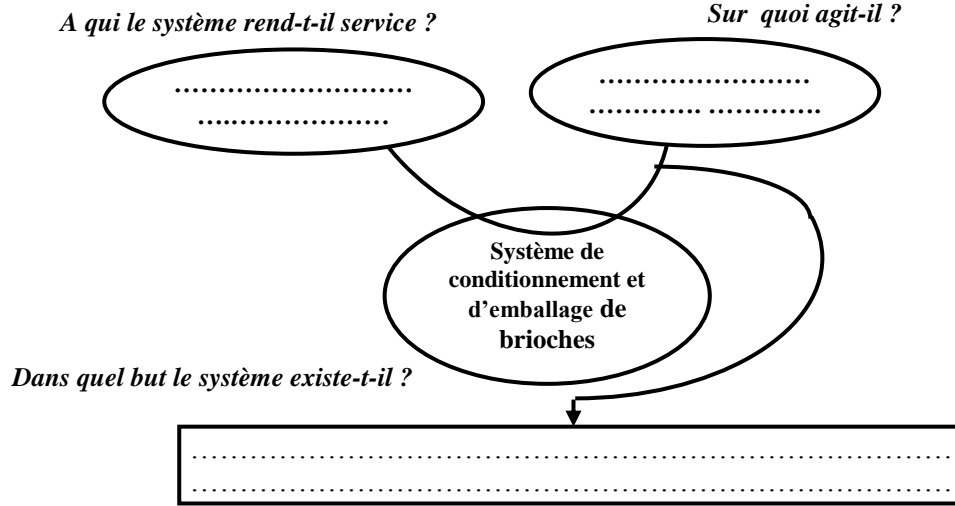
8	Garnitures
7	Ressort
6	Armature mobile
5	Arbre réducteur
4	Plateau fixe
3	Garnitures
2	Electro-aimant
1	Arbre moteur
Rep.	Désignation

17	
16	
12	Bâtie
11	Douille raccord
10	Clavette
9	Plateau moteur
Rep.	Désignation

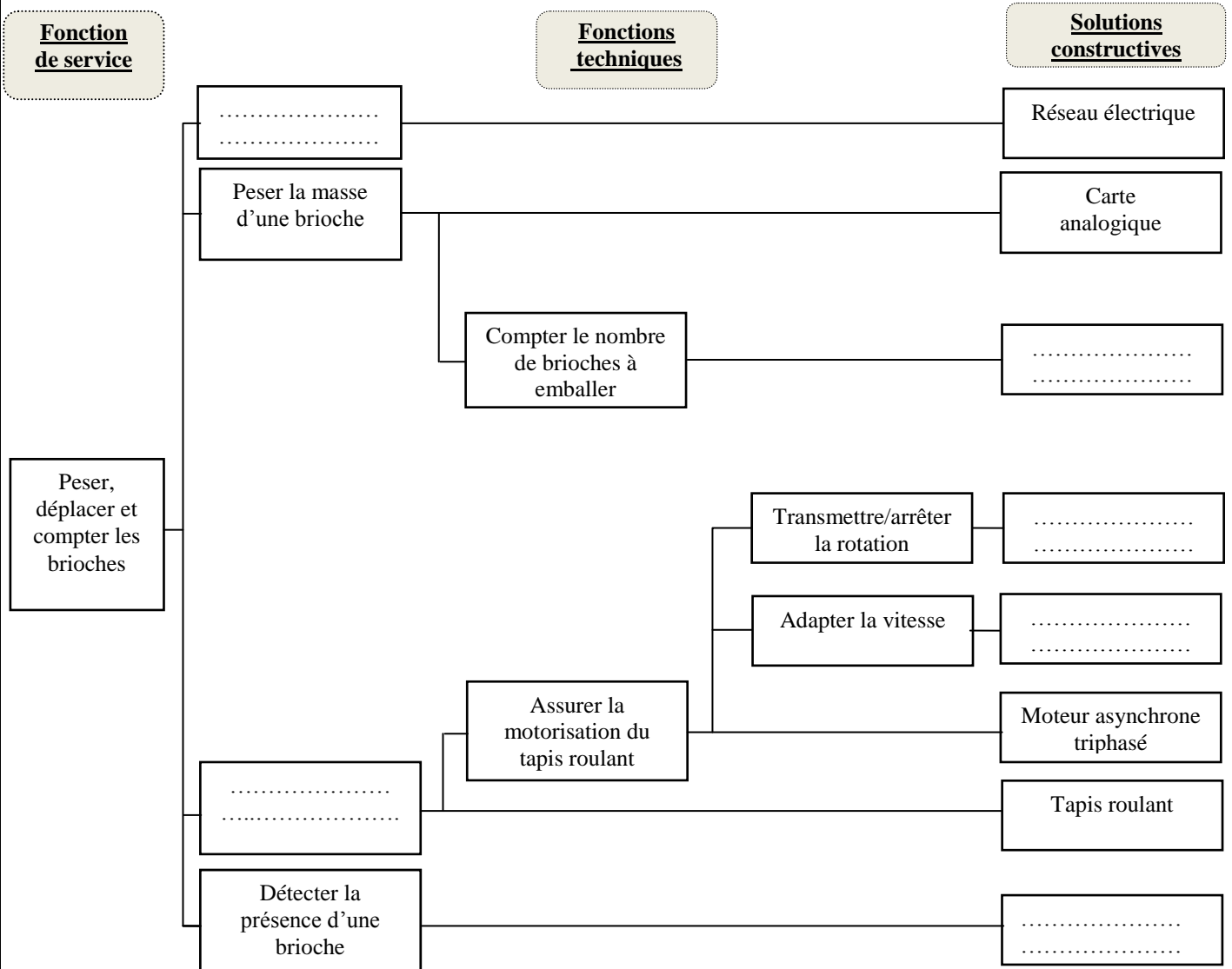
**DREP 01**

**SEV 1 :  
Tâche :**

1- Diagramme « Bête à cornes » :



2- Diagramme FAST descriptif du système :



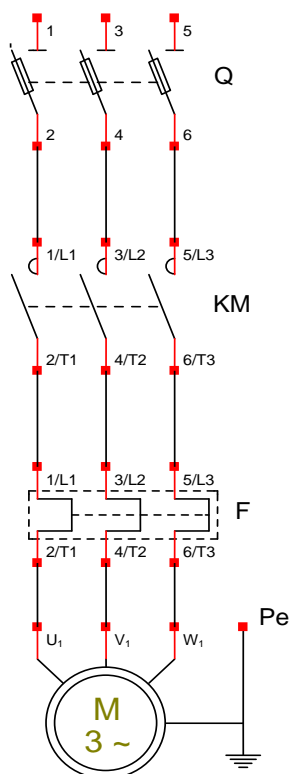
**DREP 02**

**SEV 2 :**  
**Tâche 1 :**

- 1- Couplage : .....
- 2- Vitesse de synchronisme  $N_s$  :  
.....
- 3- Valeur du glissement  $g$  :  
.....
- 4- Puissance active  $P_a$  absorbée par le moteur :  
.....
- 5- Valeur du courant  $I_N$  absorbé par le moteur :  
.....
- 6- Ensemble des pertes  $p_t$  dissipées dans le moteur :  
.....
- 7- Puissance réactive  $Q_a$  absorbée par le moteur :  
.....
- 8- Puissance apparente  $S$  :  
.....

**Tâche 2 :**

**CIRCUIT DE PUISSANCE**



**Tableau n° 1 à compléter :**

Repère	Nom	Fonction
Q	.....	.....
KM	.....	.....
F	.....	.....

**DREP 03**

**Tâche 3 :**

1- Valeur du champ magnétique maximale  $B_{max}$ :

.....  
 .....  
 .....

2- Rapport de transformation  $m$  et nombre de spires  $N_2$  du secondaire :

.....  
 .....

3- Facteur de puissance  $\cos \varphi_{10}$  à vide :

.....  
 .....

4-

4.1- Valeur de la résistance  $R_f$ :

.....  
 .....

4.2- Réactance magnétisante  $X_m$  :

.....  
 .....

5- Valeur du courant nominal  $I_{2N}$  débité par le secondaire :

.....  
 .....

6- Valeur du rendement  $\eta$  :

.....  
 .....  
 .....

**DREP 04**

**SEV 3 :  
Tâche 1 :**

1- Masses et tensions correspondantes :

.....  
.....

2-

2.1- Nom du montage à  $AO_1$  :

.....

2.2- Tension  $U_2$  en fonction de  $U_1$  :

.....

2.3- Tension  $U_2$  en fonction de la masse  $M$  :

.....

2.4- Intervalle  $[U_{2min} ; U_{2max}]$  de la tension  $U_2$  qui correspond à la brioche acceptée :

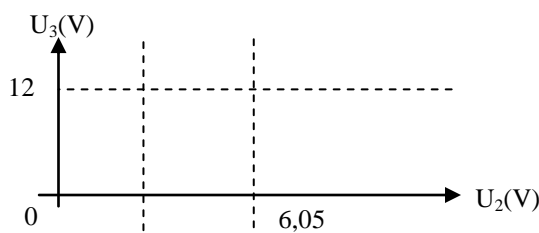
.....  
.....

3-

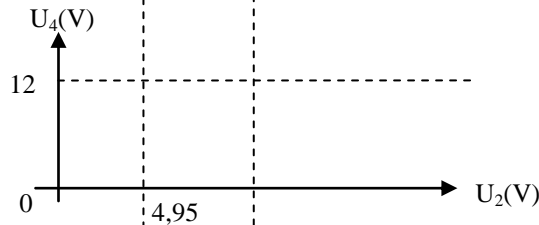
3.1- Calcul des valeurs de  $I$ ,  $R_3$  et  $R_5$  :

.....  
.....  
.....

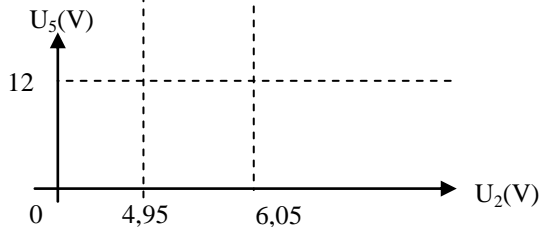
3.2-



3.3-



3.4-



**DREP 05**

3.5- Fonction logique réalisée par l'ensemble  $\{ D_1 , D_2 , R_6 \}$  :

.....

3.6- Fonction réalisée par le bloc C :

.....  
.....  
.....

**DREP 06**

**Tâche 2 :**

```

;-----
; Programme de contrôle du système ;
;-----
ORG    0x000           ; Adresse de départ après Reset
GOTO    Init
;-----
; Sous-Programme d'interruption RBO ;
;-----
ORG    0x004           ; Adresse du sous-programme d'interruption
BCF    INTCON, GIE      ; Inhiber toutes les interruptions
BCF    INTCON, INTF    ; Inhiber l'interruption RBO
;---Sauvegarde des registres---
; Non étudiée
;---Décrémentation du Compteur_Brioches---
.....      Compteur_Brioches
GOTO    Restaur_Reg
; Commande de l'électroaimant de l'embrayage frein non étudiée
MOVLW  12              ; Préparation d'un nouveau paquet de 12 brioches
MOVWF  Compteur_Brioches
;---Restauration des registres---
Restaur_Reg ; Non étudiée
.....      ; Retour d'interruption
;-----
; Programme principal ;
;-----
Init    BSF    STATUS, RP0 ; Bank 1
         CLRF   TRISA      ; PORTA en sortie
         .....
         .....              ; PORTB en entrée
         MOVLW  12          ; Initialisation du compteur de brioches à 12
         MOVWF  Compteur_Brioches
         MOVLW  0x90        ; Validation de l'interruption RBO
         MOVWF  INTCON
         MOVLW  0xC0        ; Configuration de l'interruption RBO sur front ↑
         MOVWF  OPTION_REG
         BCF    STATUS, RP0 ; Bank 0
;---Lecture de l'état de Ma et Ar---
Start  BTFSC  PORTB, 1    ; Lecture de RB1 (Ma) et stockage de son état dans
         BSF    Etat_Ma, 0 ; le bit 0 d'une case-mémoire Etat_Ma
         BTFSS  PORTB, 1
         BCF    Etat_Ma, 0
         .....
         .....              ; Lecture de RB2 (Ar) et stockage de son état dans
         .....              ; le bit d'une case-mémoire Etat_Ar
         .....
         .....              ; Complémentation de Ar
;---Evaluation de l'équation de la commande du moteur M [KA=(KA OU Ma) ET (NON Ar)]---
         .....      Etat_Mot, W ; Lecture de l'ancien état du moteur M
         IORWF  .....      ; Détermination du nouvel état de M
         .....
         .....
;---Rafraîchissement de la sortie RA0 commandant le moteur M---
         MOVF  Etat_Mot, W
         .....      ; Activation de la sortie RA0 commandant le moteur M
         .....      Start      ; Retour au début
END

```







**DREP 09**

**Tâche 3 :**

Concevoir la liaison encastrement entre la couronne (15) et l'arbre du tambour (13) en utilisant :

- Une clavette parallèle .
- Une rondelle Grower .
- Un écrou Hexagonal .

