

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2013
الموضوع



RS46

4	مدة الختبار	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 BRIOCHE**

☞ 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

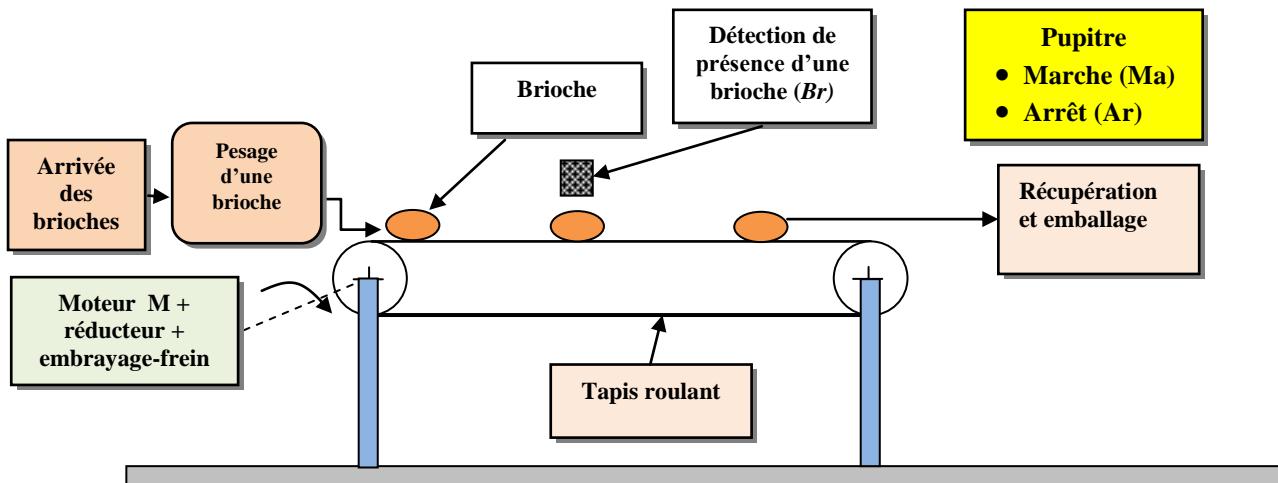
MISE EN SITUATION

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 (μ 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 emballage 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 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

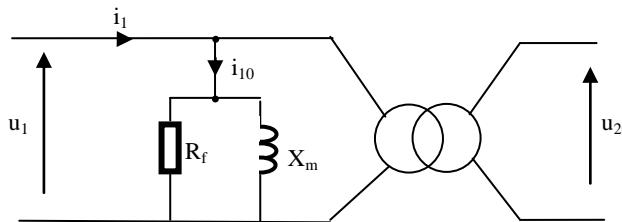
Pour adapter la tension d'alimentation du réseau au circuit de commande, on utilise un transformateur dont les caractéristiques sont :

230 / 24 V - 50 Hz ; 630 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 maximal 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 η 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

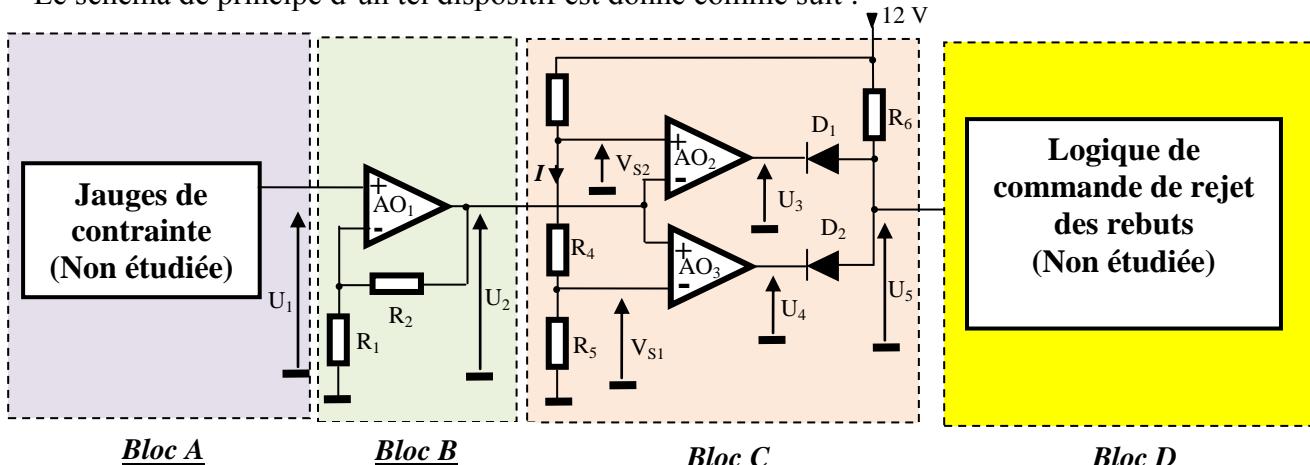
/ 16 Pts

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

Le dispositif de pesage informe sur la masse \mathbf{M} d'une brioche :

- Si la masse \mathbf{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 AO₁ à AO₃ sont supposés parfaits et sont alimentés entre V_{CC}=12 V et 0 V.
- Les diodes D₁ à D₃ sont supposées idéales.

Le bloc " Jauge de contrainte " délivre une tension U₁ proportionnelle à la masse M : U₁=k.M (k : sensibilité, k= 5 mV/g).

- 1- Déterminer les masses minimale (M_{min}) et maximale (M_{max}) pour une brioche non rejetée ; en déduire les valeurs correspondantes U_{1min} et U_{1max} de la tension U₁. 2 pts
- 2- L'amplificateur AO₁ fonctionne en régime linéaire.
 - 2.1- Donner le nom du montage réalisé autour de cet amplificateur. 1 pt
 - 2.2- Sachant que R₂=10.R₁, donner l'expression de U₂ en fonction de U₁. 2 pts
 - 2.3- En déduire alors U₂ en fonction de la masse M. 1 pt
 - 2.4- Déterminer l'intervalle [U_{2min} , U_{2max}] de la tension U₂ qui correspond à la brioche acceptée. 1 pt
- 3- Les amplificateurs opérationnels AO₂ et AO₃ fonctionnent en commutation et les tensions de seuil V_{S1} et V_{S2} sont respectivement égale à 4,95 V et 6,05 V.
 - 3.1- Sachant que R₄= 1 KΩ, calculer la valeur du courant I et en déduire les valeurs des résistances R₃, et R₅. 3 pts
 - 3.2- Tracer le graphe U₃ en fonction de U₂. 1 pt
 - 3.3- Tracer le graphe U₄ en fonction de U₂. 1 pt
 - 3.4- Tracer à partir des deux graphes précédents le graphe U₅ en fonction de U₂. 2 pts
 - 3.5- Quelle est la fonction logique réalisée par l'ensemble {D₁ , D₂ , R₆} ? 1 pt
 - 3.6- 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 µC PIC16F84. Le bouton Ma, relié à l'entrée RB1 du µC, permet de mettre en marche le moteur M et le bouton Ar, relié à l'entrée RB2 du µC, 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 RBO du µC 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

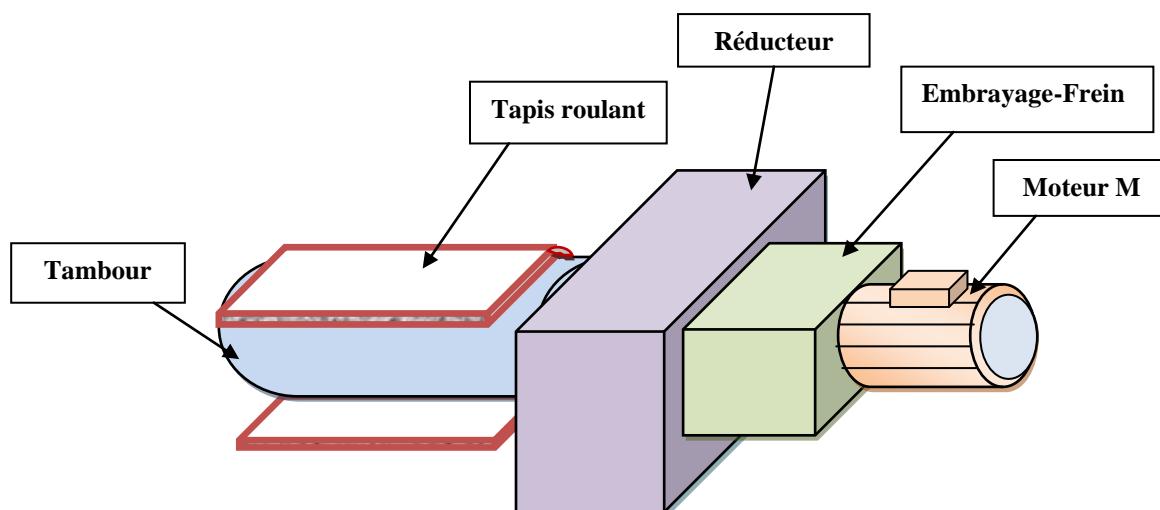
Le jeu d'instructions du μ C est donné au DRES 02 de la page 09.

SEV 4

ETUDE DE LA TRANSMISSION DE MOUVEMENT

/18 Pts

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

/ 08 Pts

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

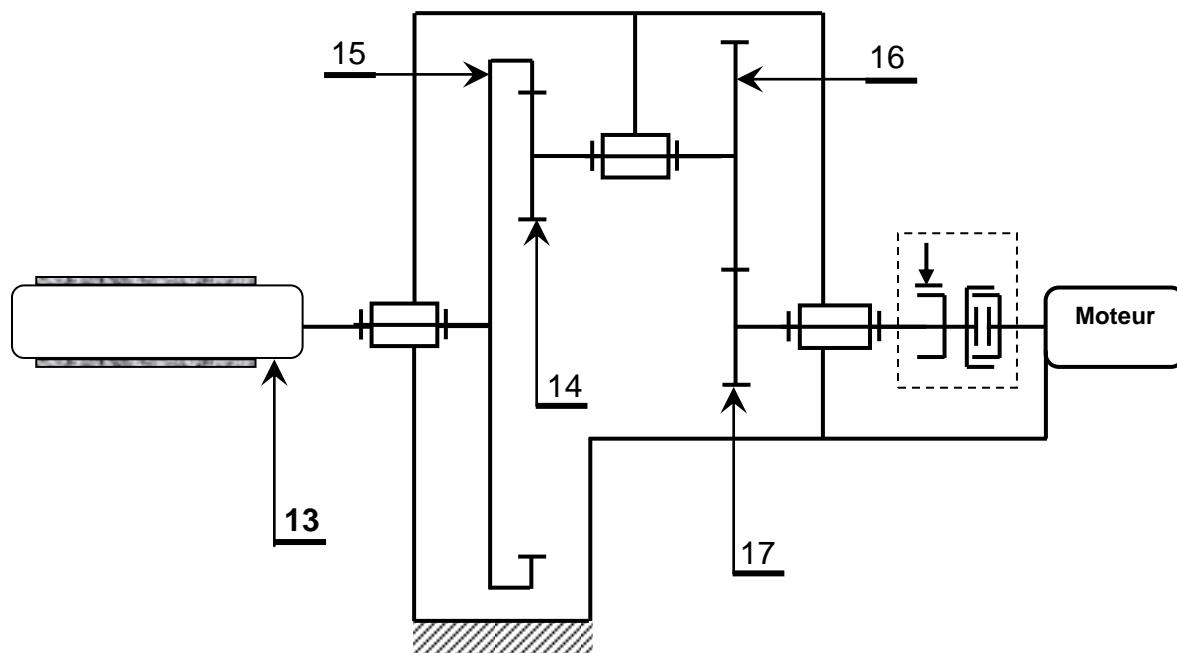
ETUDE DU REDUCTEUR

/ 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

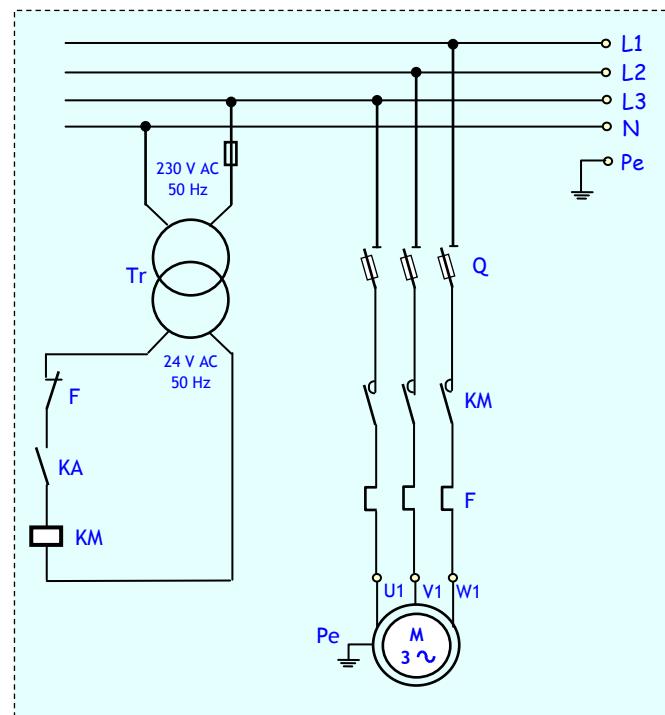
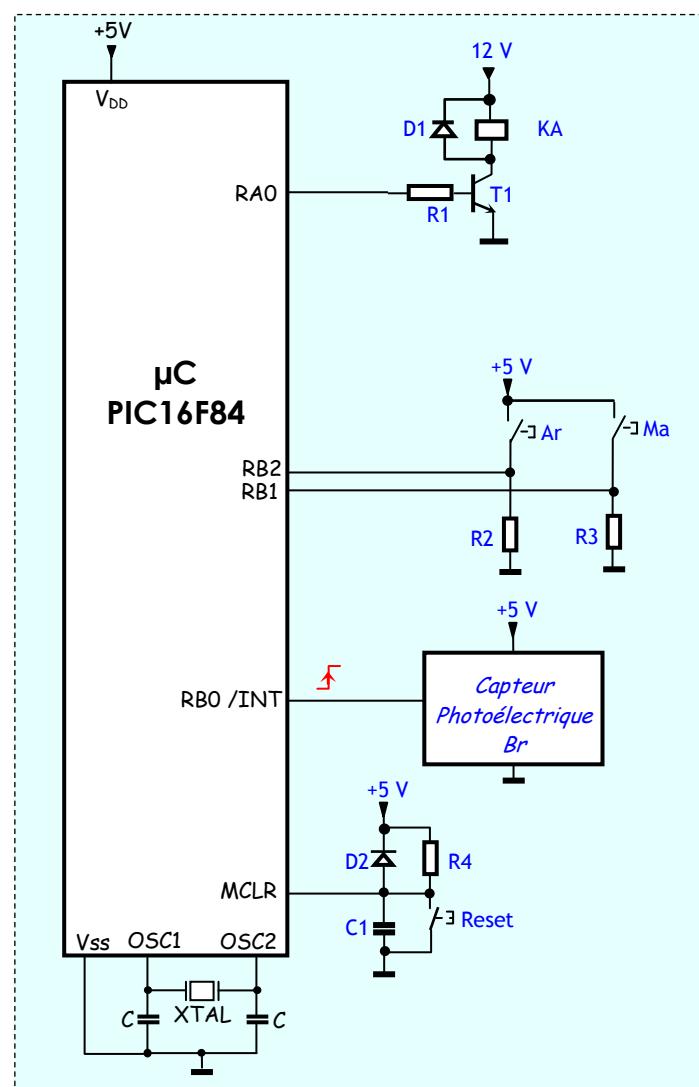
ETUDE GRAPHIQUE

/ 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 02

Résumé des instructions PIC 16F84

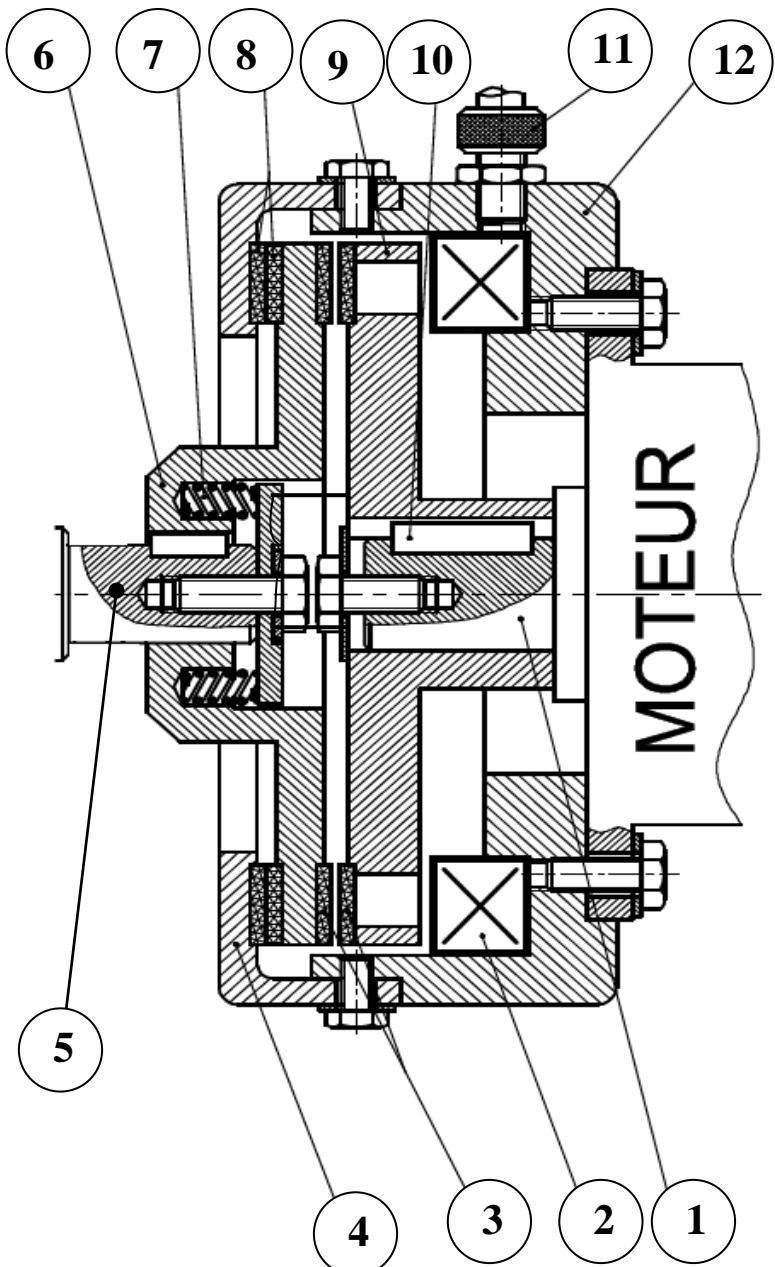
INSTRUCTIONS OPERANT SUR REGISTRE (direct)		indicateurs	Cycles
ADDWF	F,d	$W+F \rightarrow \{W,F ? d\}$	C,DC,Z 1
ANDWF	F,d	$W \text{ and } F \rightarrow \{W,F ? d\}$	Z 1
CLRF	F	Clear F	Z 1
CLRW		Clear W	Z 1
CLRWD		Clear Watchdoc timer	TO', PD' 1
COMF	F,d	Complémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z 1
DEC	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	incrémente F $\rightarrow \{W,F ? d\}$	Z 1
INCFSZ	F,d	incrémente 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 à travers C $\rightarrow \{W,F ? d\}$	C 1
RRF	F,d	rotation à droite de F à travers C $\rightarrow \{W,F ? d\}$	1
SUBWF	F,d	$F - W \rightarrow \{W,F ? d\}$	C,DC,Z 1
SWAPF	F,d	permute 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
BTFS	F,b	teste le bit b de F, si 0 saute une instruction	1(2)
BTFS	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	Branchemet 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



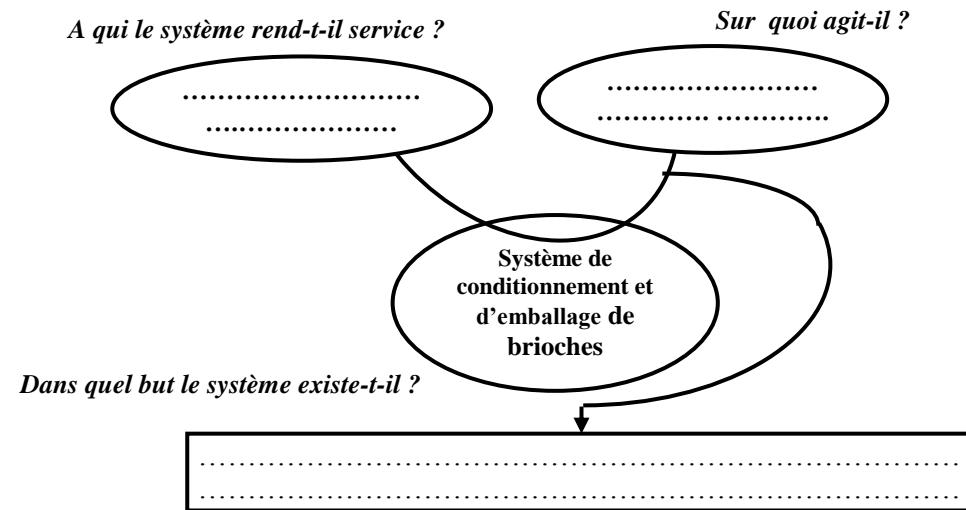
8	Garnitures
7	Ressort
6	Armature mobile
5	Arbre réducteur
4	Plateau fixe
3	Garnitures
2	Electro-aimant
1	Arbre moteur
Rep.	Désignation

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

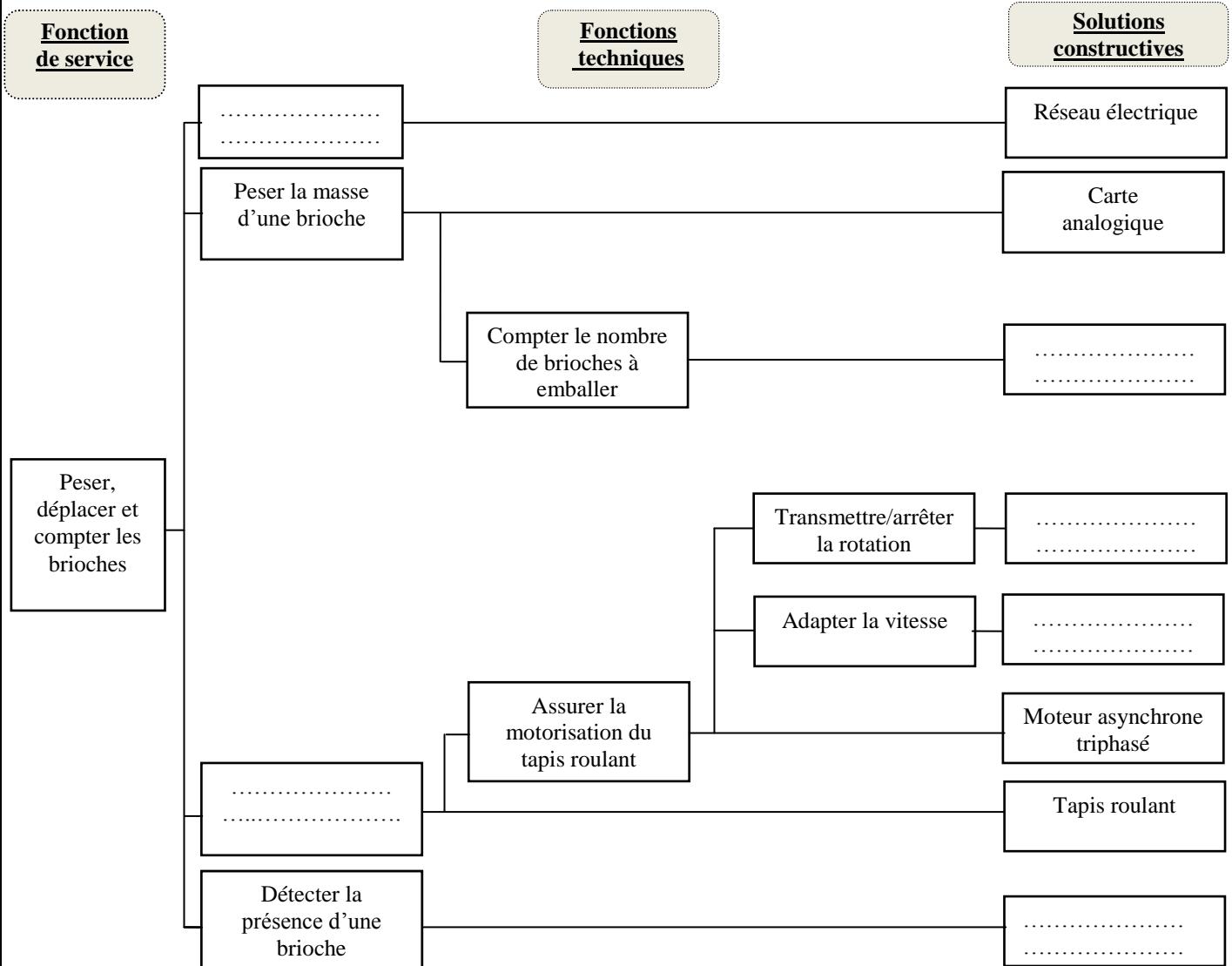
DREP 01

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

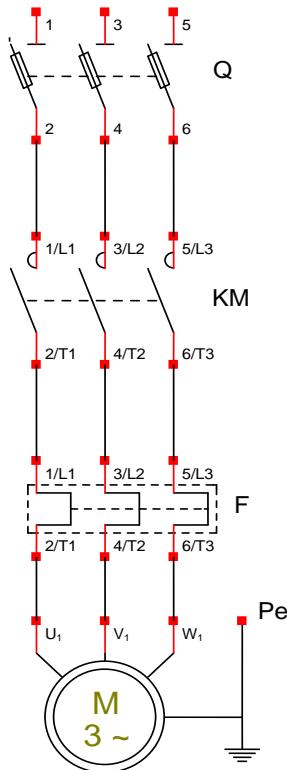


Tableau n° 1 à compléter :

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 η :

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

DREP 04

SEV 3 :

Tâche 1 :

1- Masses et tensions correspondantes :

.....
.....

2-

2.1- Nom du montage à AO₁ :

.....

2.2- Tension U₂ en fonction de U₁ :

.....

2.3- Tension U₂ en fonction de la masse M :

.....

2.4- Intervalle [U_{2min} ; U_{2max}] de la tension U₂ qui correspond à la brioche acceptée :

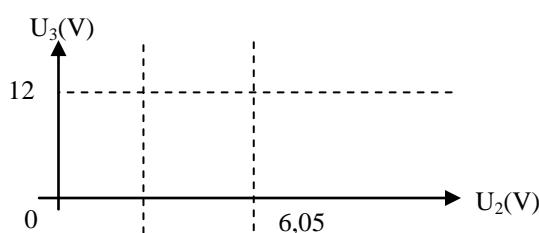
.....
.....

3-

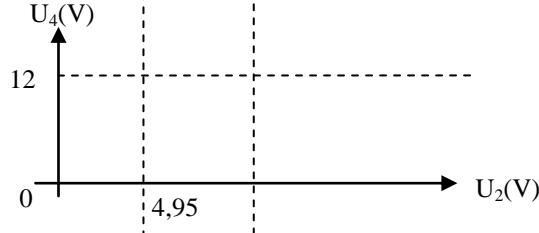
3.1- Calcul des valeurs de I, R₃ et R₅ :

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

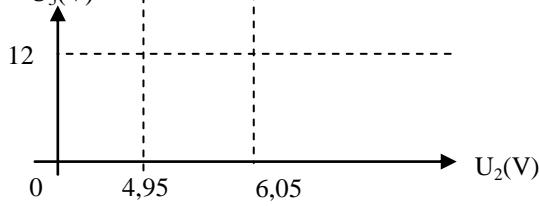
3.2-



3.3-



3.4-



DREP 05

3.5- Fonction logique réalisée par l'ensemble { D₁ , D₂ , R₆ } :

.....

.....

.....

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 RB0

;---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
.....      .....
.....      .....
MOVLW    12             ; PORTB en entrée
MOVWF    Compteur_Brioches ; Initialisation du compteur de brioches à 12
MOVLW    0x90          ; Validation de l'interruption RB0
MOVWF    INTCON        ; Configuration de l'interruption RB0 sur front ↑
MOVLW    0xC0          ; OPTION_REG
MOVWF    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      ; Lecture de RB2 (Ar) et stockage de son état dans
        BCF      Etat_Ma, 0 ; le bit 1 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 RAO commandant le moteur M---
MOVF    Etat_Mot, W    ; Activation de la sortie RAO commandant le moteur M
.....      .....
.....      Start          ; Retour au début
END

```

DREP 07

SEV 4 :
Tâche 1 :

- 1- Nom de l'embrayage étudié.

.....
.....

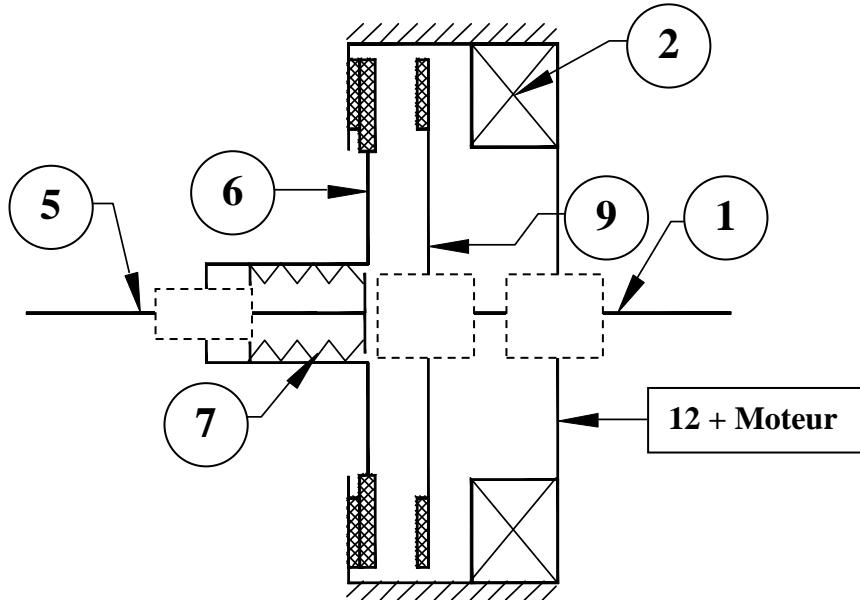
- 2- Sur le dessin, le système est-il dessiné en position embrayée ou freinée ? justifier votre réponse.

.....
.....

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

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

- 4- Compléter le schéma cinématique



- 5- Effort presseur de l'embrayage F_p ;

.....
.....

$$F_p = \dots$$

- 6- Couple transmissible C_t ;

.....
.....

$$C_t = \dots$$

- 7- Puissance P_5

.....
.....

$$P_5 = \dots$$

DREP 08

Tâche 2 :

- ## 1- Tableau des caractéristiques des engrenages.

	<i>Pignon (17)</i>	<i>Roue dentée (16)</i>	<i>Pignon arbré (14)</i>	<i>Couronne (15)</i>
<i>d</i>	1200 mm
<i>a</i>
<i>r</i>		$R_{17,16} = 1/8$		$r_{14,15} = 1/16$

Justification des résultats :

- ## 2- Vitesse de rotation du tambour (13) .

$$N_{13} = \dots$$

- 3- Comparer le sens de rotation du tambour (13) à celui de l'arbre moteur (mettre une croix) ; Justifier votre réponse.

Même sens		Sens inverse		Justification :
			

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 .

