

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION	SESSION DE CONTROLE	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION DE JUIN 2009
SECTION : SCIENCES TECHNIQUES		
EPREUVE : TECHNOLOGIE	DURÉE : 4 heures	COEFFICIENT : 3

Constitution du sujet :

Un dossier technique : pages 1/5 – 2/5 – 3/5– 4/5 et 5/5.

Des feuilles réponses : pages 1/8 – 2/8 – 3/8 – 4/8 – 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8.

Travail demandé :

A- PARTIE GENIE MÉCANIQUE : pages 1/8 - 2/8 - 3/8 et 4/8. (10 points)

B- PARTIE GENIE ÉLECTRIQUE : pages 5/8 - 6/8 - 7/8 et 8/8. (10 points)

Observation : Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice est permise.

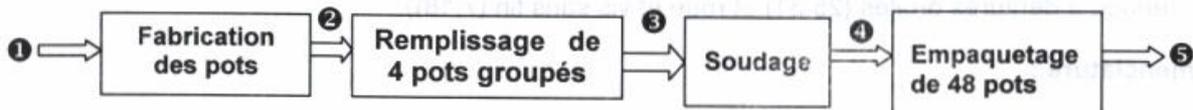
UNITE DE PRODUCTION DE POTS DE MIEL

1-Présentation du système

a- Description

L'unité de production de pots de miel se compose de quatre modules distincts :

- Module de fabrication des pots par thermoformage ;
- Module de remplissage des pots en miel ;
- Module de fermeture des pots par soudage et découpage par groupe de 4 pots ;
- Module d'emballage par paquet de 12 groupes.



Le pot est le contenant dans lequel est injecté le miel.

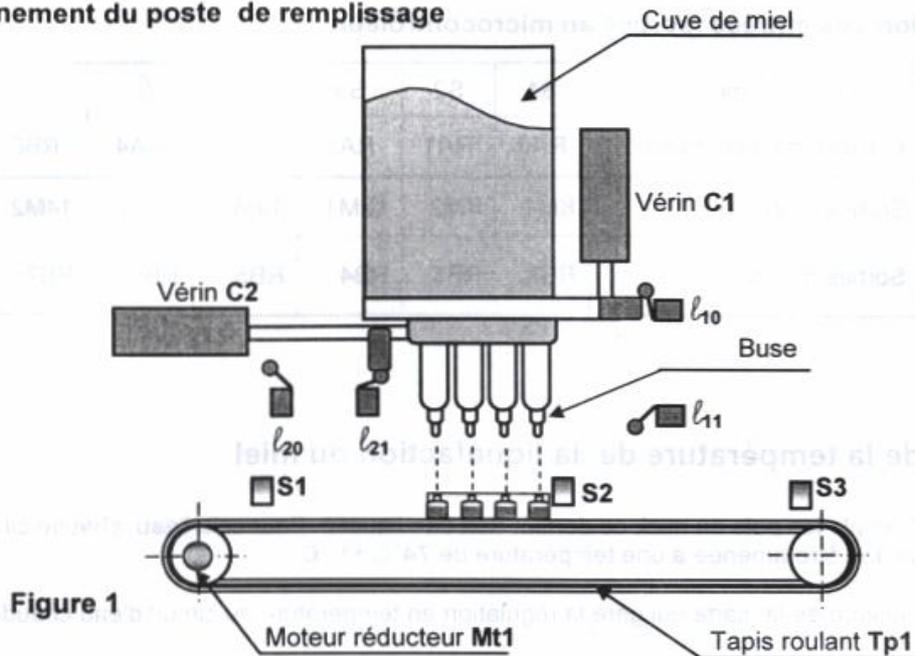
- ① Bandes de plastique.
- ② Bandes de 4 pots vides.
- ③ Bandes de 4 pots pleins.
- ④ Groupes de 4 pots soudés.
- ⑤ Paquets contenant 12 groupes de 4 pots chacun.



L'étude va porter sur le poste de **remplissage** des pots. Quatre pots sont remplis en même temps. Ce poste se compose de trois parties:

- Un module de production d'eau chaude pour faire fondre le miel;
- Un module du dosage et d'injection du miel dans les pots actionné par le vérin C1;
- Une carte à microcontrôleur permettant la gestion de l'ensemble.

b- fonctionnement du poste de remplissage



Le miel injecté est d'abord amené à une température de 74°C pour le liquéfier grâce à un circuit d'eau chaude circulant autour de la cuve de miel (Cette température doit être maintenue constante afin de faire fondre le miel sans déformer les pots).

L'arrivée des pots du poste de fabrication auprès d'un capteur S1 et la condition initiale provoquent le cycle suivant :

- Amener les pots sous les pistons seringues par le tapis roulant Tp1 entraîné par un moteur réducteur Mt1 avec une vitesse lente jusqu'à l'action sur le capteur S2 ;
- Descendre l'ensemble (cuve + buses + vérin C2) par le vérin C1 ;
- Remplir au miel les quatre pots par la rentrée puis la sortie du vérin C2 ;
- Remonter l'ensemble (cuve + buses + vérin C2) en position haute par la rentrée du vérin C1 ;
- Amener les pots remplis par le tapis Tp1 avec une vitesse rapide jusqu'au poste de soudage et de contrôle détecté par un capteur S3.

Le cycle de remplissage se répète à chaque fois qu'un groupe de quatre pots vides se présente auprès du capteur S1.

Remarques :

- Lors de la mise au point du poste, un problème est apparu : le miel étant visqueux, un fil de miel restait à la fin du remplissage entre les buses et le haut des pots. Pour résoudre ce problème, un temporisateur T (15 s) a été rajouté.
- La régulation de la température du miel n'apparaît pas dans le GRAFCET.

2- Choix technologiques

a- Tableau d'identification des entrées /sorties

Action	Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Déplacer les pots	Mt1 : Moteur électrique à courant continu à aimant permanent.	KM1 : contacteur vitesse rapide KM2 : contacteur vitesse lente	S1 : présence pots S2 : pots sous buses S3 : pots au poste de soudage
Déplacer l'ensemble cuve + buses + vérin C2	C1 : vérin pneumatique double effet	14M1 Distributeur 5/2 12M1	l ₁₁ : cuve en bas l ₁₀ : cuve en haut
Doser et Injecter le miel	C2 : vérin pneumatique double effet	14M2 Distributeur 5/2 12M2	l ₂₁ : fin d'injection du miel l ₂₀ : fin d'aspiration du miel
		Temporisateur T	t

b- Affectation des entrées /sorties au microcontrôleur

Entrées	Entrées système	S1	S2	S3	l ₀	l ₁	l ₂₀	l ₂₁
	Entrées microcontrôleur	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RB0	RB1
Sorties	Sorties système	KM1	KM2	12M1	14M1	12M2	14M2	
	Sorties microcontrôleur	RB2	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	

3- Contrôle de la température de la liquéfaction du miel

Afin de pouvoir remplir les pots en miel, ce dernier doit être liquéfié. Pour cela l'eau chaude circulant autour de la cuve de miel doit être amenée à une température de $74^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Le schéma synoptique de la carte qui gère la régulation en température du circuit d'eau chaude est le suivant :

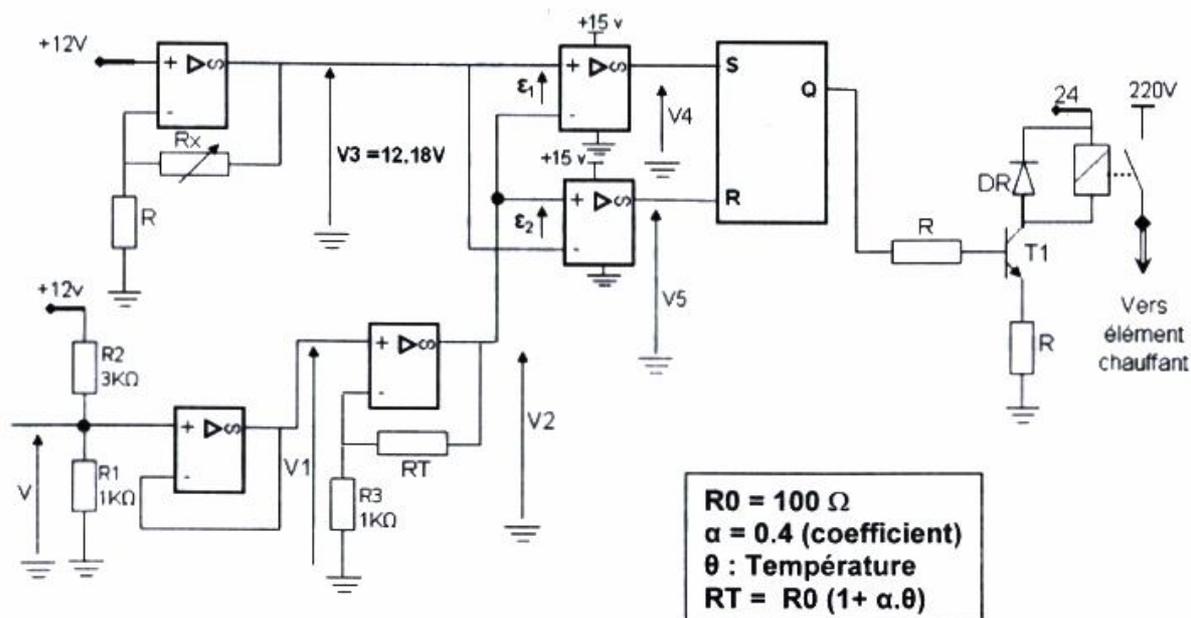
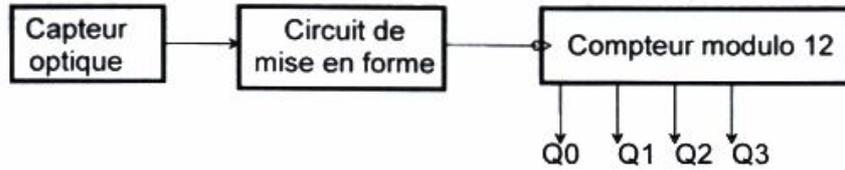


Figure 2

Le capteur de température utilisé est une sonde PT100, la résistance RT de ce capteur varie en fonction de la température selon la relation suivante $RT = R0 (1 + \alpha.\theta)$.

4- Comptage des pots

Le comptage des groupes de quatre pots est réalisé à l'aide d'un **capteur optique** associé à un compteur binaire selon la synoptique suivante :



On utilise un compteur à base de circuit intégré 7493 dont le schéma synoptique est le suivant :

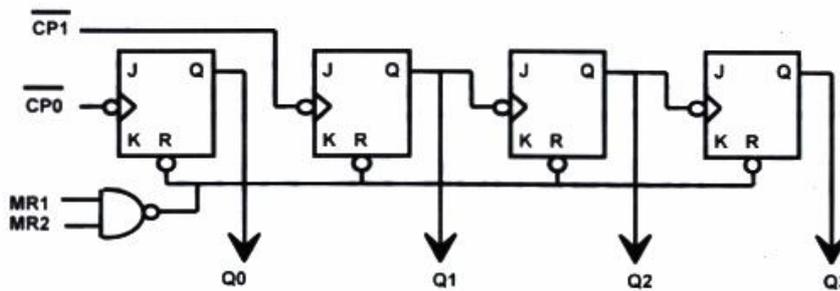


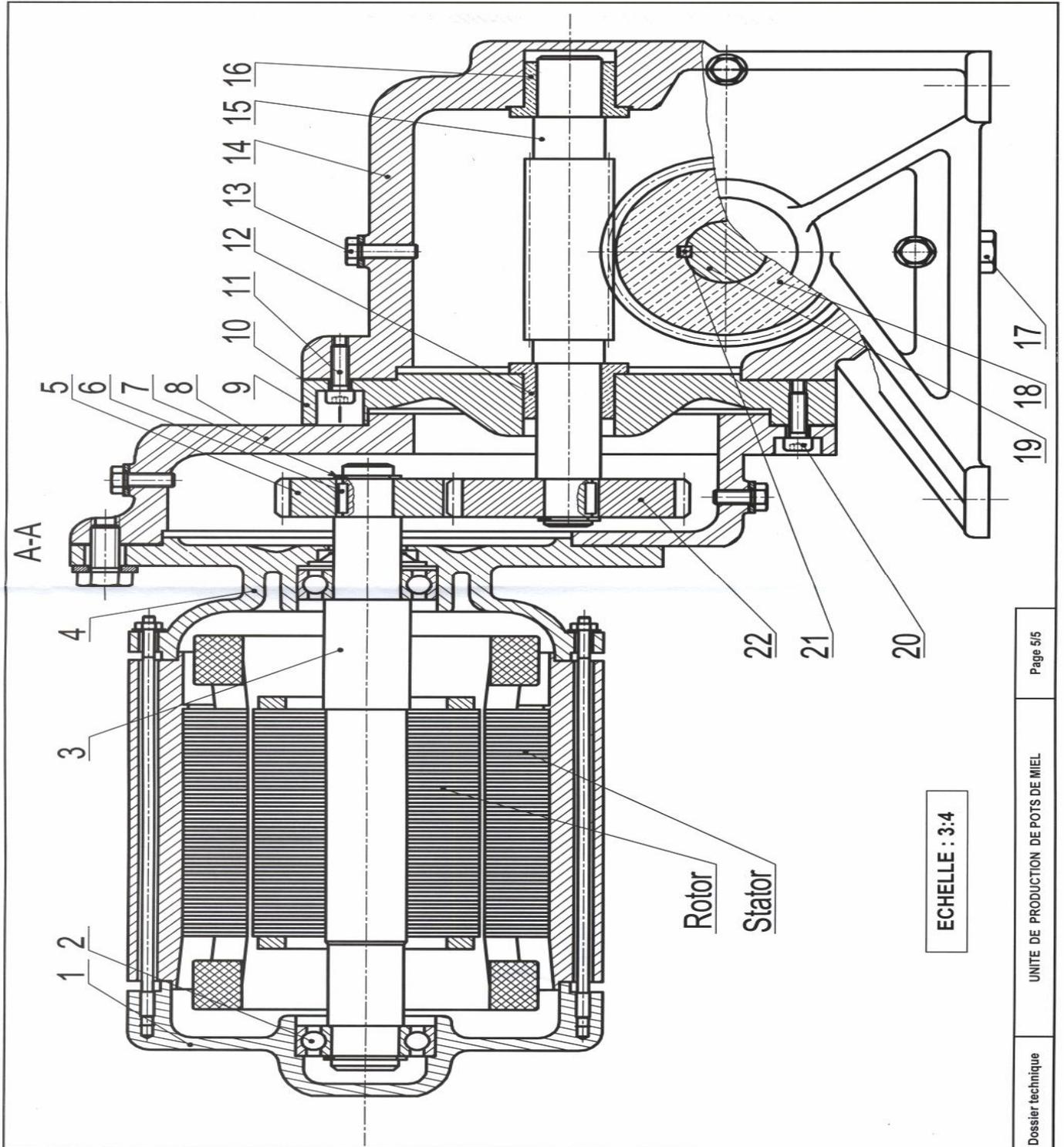
Figure 3

5- Dispositif d'entraînement du tapis roulant

L'entraînement du tapis roulant est assuré par un moteur et un réducteur à deux étages de réduction (engrenage à dentures droites (25,31) et roue et vis sans fin (7,18)).

Nomenclature :

11	3	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M6x20	22	1	Roue
10	1	Cales	21	1	Clavette parallèle, forme A, 6x6x30
9	1	Couvercle	20	3	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M6X20
8	1	Corps intermédiaire	19	1	Arbre de sortie
7	1	Anneau élastique	18	1	Roue
6	1	Clavette parallèle, forme A, 4x4x20	17	1	Bouchon de vidange
5	1	Pignon	16	1	Coussinet à collerette fritté
4	1	Couvercle	15	1	Vis sans fin, Z ₁₅ = 2 filets
3	1	Arbre moteur	14	1	Carter
2	2	Roulement à une rangée de billes type BC	13	1	Bouchon de remplissage
1	1	Cloche	12	1	Coussinet à collerette fritté
Rp	Nb	Désignation	Rp	Nb	Désignation
Echelle : 1 : 2		DISPOSITIF D'ENTRAINEMENT DU TAPIS ROULANT			

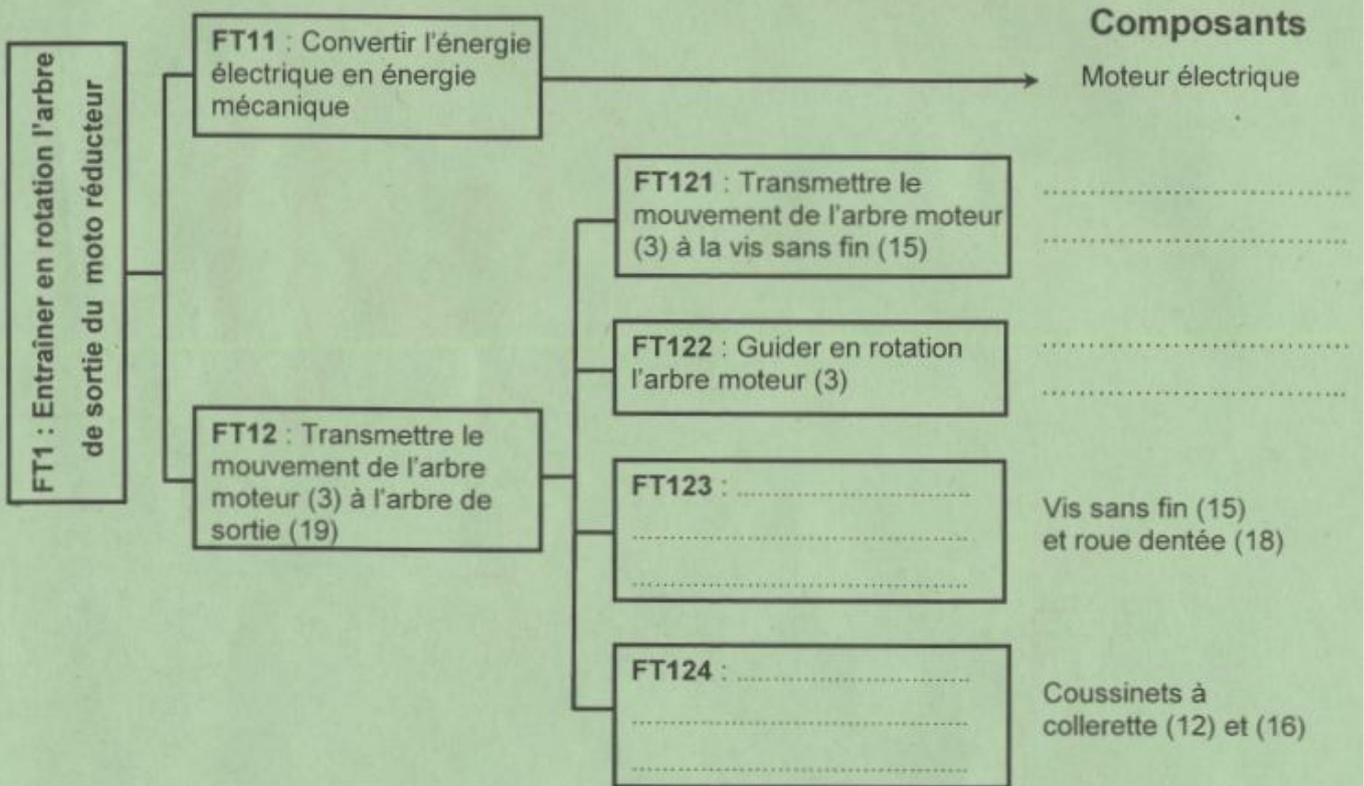


A- PARTIE GENIE MÉCANIQUE

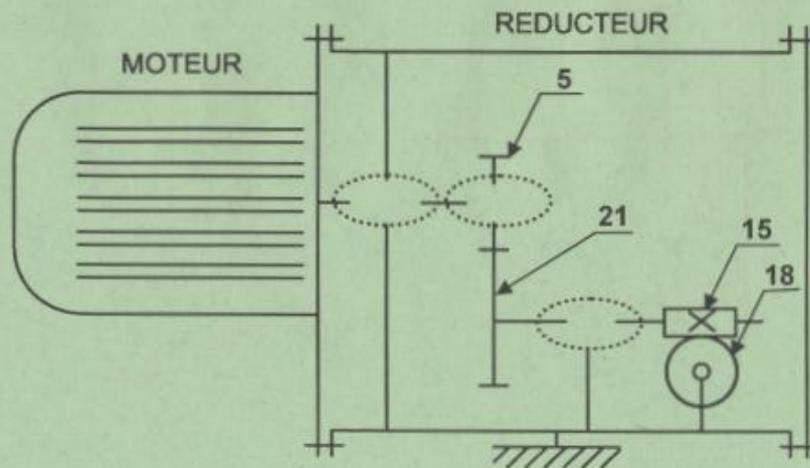
1- Etude du dispositif d'entraînement du tapis roulant

En se référant au dessin d'ensemble du dispositif d'entraînement du tapis roulant et à sa nomenclature (voir dossier technique pages 4/5 et 5/5),

1-1 Compléter le diagramme F.A.S.T relatif à la fonction FT1 en indiquant les fonctions techniques et les composants manquants.



1-2- Compléter le schéma cinématique ci-dessous



2- Etude du moteur réducteur

Le tapis d'aménée des pots de miel est entraîné par un moteur et un réducteur de vitesse à deux étages (voir dossier technique, page 5/5).

Sachant que :

- l'entraxe $a_{5-22} = 66$ mm ; le module de l'engrenage cylindrique (5-22) est $m = 2$ mm
- le diamètre primitif $d_5 = 56$ mm ; $Z_{18} = 38$ dents ; $Z_{15} = 2$ filets
- le couple transmis par l'arbre de sortie (19) est $C_{19} = 90$ Nm à une vitesse de rotation $N_{19} = 54$ tr/min.
- le rendement global du réducteur est $\eta = 0.5$

2-1 Calculer le nombre de dents de la roue (22).

$Z_{22} = \dots\dots\dots$

2-2 Calculer le rapport de réduction global du réducteur

$r_g = \dots\dots\dots$

2-3 Calculer la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée (3)

$N_3 = \dots\dots\dots$

2-4 Calculer la puissance de l'arbre de sortie (19)

$P_{19} = \dots\dots\dots$

2-5 Calculer la puissance du moteur

$P_m = \dots\dots\dots$

2-6 Choisir du tableau ci-dessous le moteur qui convient en cochant la case correspondante.

	Moteur 1	Moteur 2	Moteur 3	Moteur 3
N_{mot} (tr/min)	1400	1400	1400	1410
Puissance (W)	550	750	1100	1510

3- Dimensionnement de l'arbre de sortie (19)

L'arbre (19) est assimilé à une poutre de section circulaire pleine de diamètre d et de longueur $L = 150$ mm, sollicitée à la torsion simple sous l'action du couple transmis par la vis sans fin (15) et un couple résistant.

On donne : Couple $C_{19} = 90$ Nm

Module d'élasticité transversal $G = 80000$ N/mm²

3-1 Calculer le diamètre minimal d_{19min} de l'arbre pour que l'angle unitaire de torsion ne doit pas dépasser la valeur de $1,9^\circ/m$.

$d_{19min} = \dots\dots\dots$

3-2 Dans ce qui suit on suppose que $d_{19} = 28$ mm.

3-2-1 Calculer l'angle de torsion relatif entre les deux sections extrêmes de la poutre.

$\alpha = \dots\dots\dots$

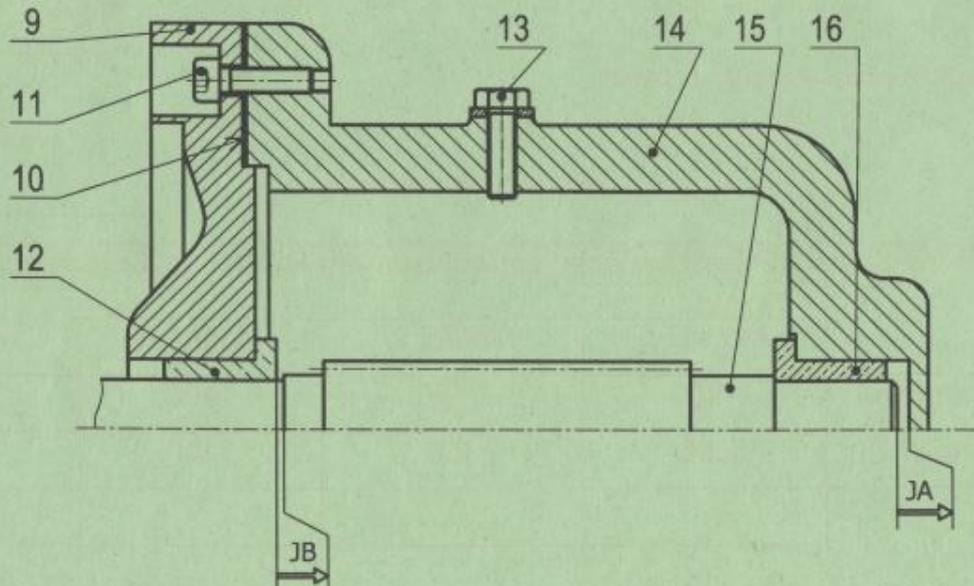
3-2-2 Calculer la contrainte tangentielle maximale.

$\tau_{max} = \dots\dots\dots$

4- Etude du guidage de la vis sans fin (15)

4-1 La condition JA est elle minimale ou maximale. Justifier.

4-2 Tracer les chaînes de cotes relatives aux conditions JA et JB.



5- Représentation graphique du couvercle (9)

En se référant au dessin d'ensemble du dispositif du tapis roulant et à sa nomenclature (voir dossier technique, pages 4/5 et 5/5) :

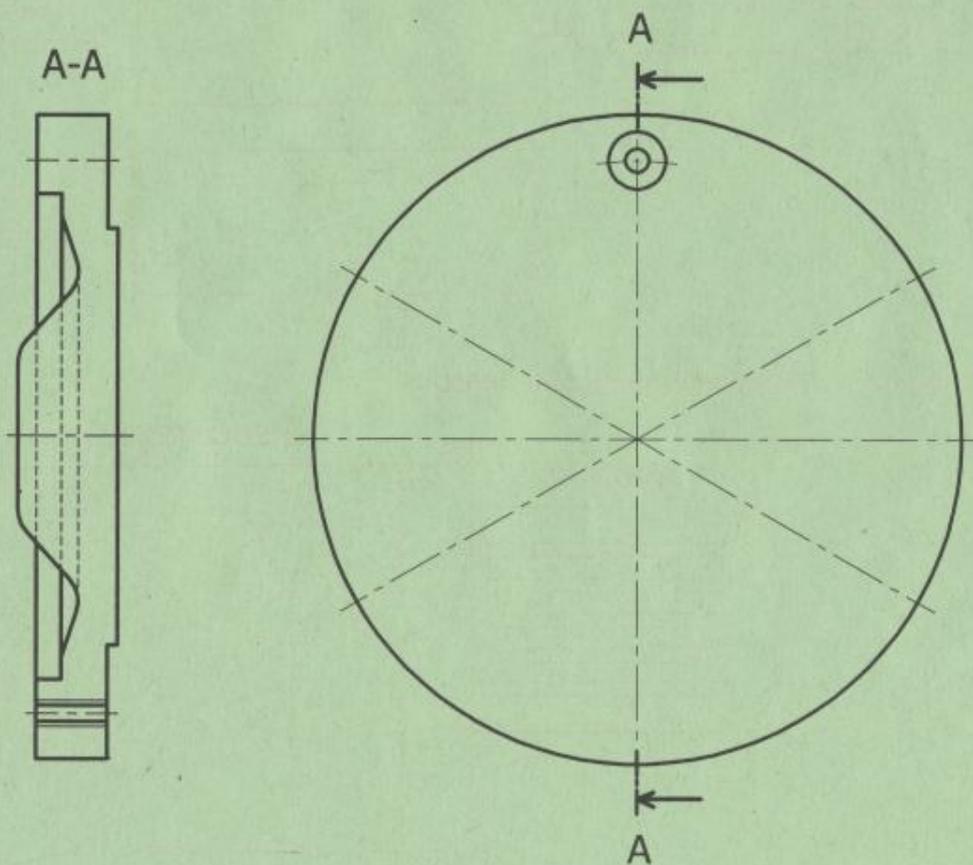
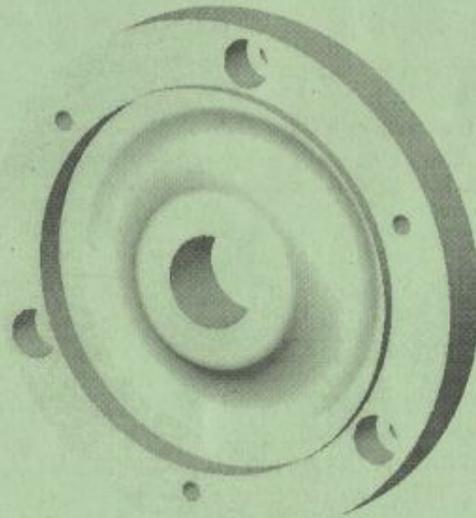
5-1 Compléter le dessin du produit fini du couvercle (9) à l'échelle 1 : 2 par :

- la vue de face en coupe A-A
- la vue de gauche.

5-2 Incrire les cotes dimensionnelles des surfaces fonctionnelles.

5-3 Incrire les tolérances géométriques.

Couvercle (9) en 3D



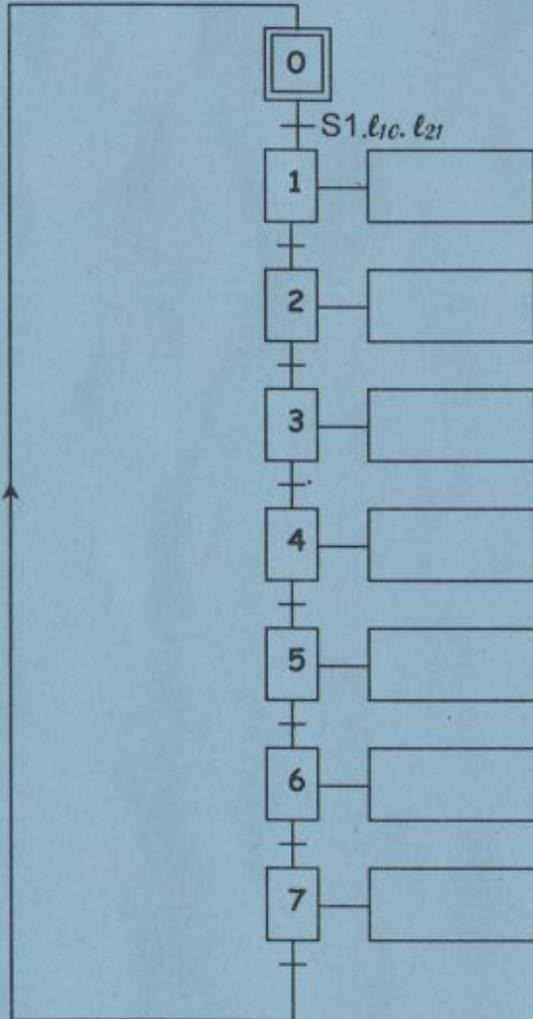
B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE

I- Gestion de l'unité de remplissage.

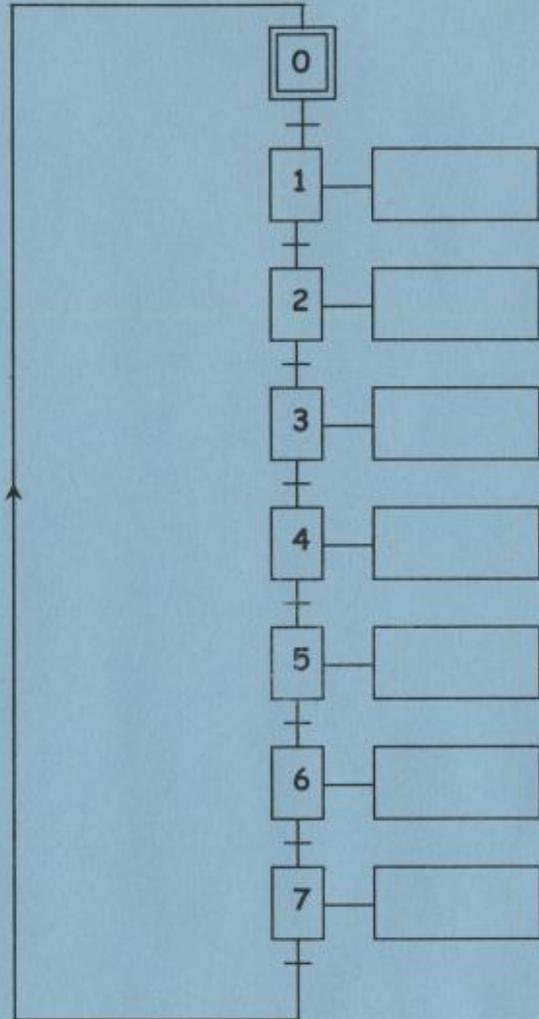
En se référant au dossier technique (pages 1/5, 2/5 et 3/5) :

- 1- compléter le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande et celui codé microcontrôleur.

GRAFCET d'un point de vue P.C.



GRAFCET codé microcontrôleur



2- Pour le microcontrôleur déduire les valeurs affectées au port A et au port B

Tris A = (.....)₂ = (.....)₁₆

Tris B = (.....)₂ = (.....)₁₆

3- Compléter le programme en Mikropascal permettant la gestion de l'unité de remplissage avec le microcontrôleur 16F84A.

program remplissage;	
Var x0,x1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,T :byte;	//Déclaration des variables internes
begin	
X0:=1; X1:=0; X2:=0;X3:=0;X4:=0;X5:=0;X6:=0;X7:=0;T:=0;	
trisA:= \$FF; trisB:=\$03;	//Configuration des ports A et B
while true do	//Boucle infinie
begin	
if ((X0=1) and (PortA.0=1) and (PortB.1=1) and (PortA.3=1) then begin X1:=1;X0:=0; end;	//Activation de X1 et désactivation de X0
if ((X1=1) and (PortA.1=1)) then begin X2:=1;X1:=0; end;	//.....
if ((X2=1) and (PortA.4=1)) then begin X3:=1;X2:=0; end;	//Activation de X3 et désactivation de X2
if ((X3=1) and (PortB.0=1)) then begin X4:=1;X3:=0; end;	//Activation de X4 et désactivation de X3
.....	//Activation de X5 et désactivation de X4
if ((X5=1) and (T=1)) then begin X6:=1;X5:=0; end;	//Activation de X6 et désactivation de X5
if ((X6=1) and (PortA.3=1)) then begin X7:=1;X6:=0; end;	//Activation de X7 et désactivation de X6
if ((X7=1) and (PortA.2=1)) then begin X0:=1;X7:=0; end;	//Activation de X0 et désactivation de X7
if X1= 1 then PortB.3:=1 else PortB.3:= 0;	//.....
if X2= 1 then PortB.5:=1 else PortB.5:= 0;	// Programmation de RB5
.....	// Programmation de RB6
if X4= 1 then PortB.7:=1 else PortB.7:= 0;	// Programmation de RB7
if X5= 1 then begin vdelay_ms(15000); T:=1; end; else T:=0;	
if X6= 1 then PortB.4:=1 else PortB.4:= 0;	// Programmation de RB4
if X7= 1 then PortB.2:=1 else PortB.2:= 0;	//
end.	

II- Etude de la régulation de la température du miel

En se référant au schéma synoptique de la carte de commande de la régulation de la température (page 3/5 du dossier technique)

1-Déterminer la valeur de V :

.....

2-Exprimer V1 en fonction de V et déduire sa valeur :

.....

3-Dans la suite on admet que V1 = 3 volts :

a- Montrer que : $V2 = \frac{(R3+RT).V1}{R3}$

.....

b- Déterminer pour $\theta = 73$, $\theta = 74$ et $\theta = 75^\circ\text{C}$ les valeurs de RT et de V2

	RT	V2
$\theta = 73^\circ\text{C}$		
$\theta = 74^\circ\text{C}$		
$\theta = 75^\circ\text{C}$		

c- exprimer ϵ_1 et ϵ_2 en fonction de V2 et V3 puis ϵ_2 en fonction de ϵ_1 :

.....

d- déterminer la valeur de V4 et V5 et l'état de sortie Q du Bistable SR :

	ϵ_1 (V)	ϵ_2 (V)	V4 (V)	V5 (V)	Etat de Q
$V2 < V3$					
$V2 = V3$					
$V2 > V3$					

III- Etude du moteur à courant continu Mt1

Le moteur Mt1 du tapis Tp1 est à excitation indépendante constante, sa résistance d'induit $R_a = 0.8 \Omega$ et Il est alimenté par une tension U réglable.

A vide, on relève $U_0 = 48 \text{ V}$, $I_0 = 1.5 \text{ A}$.

1- Calculer pour ce régime de fonctionnement à vide, les valeurs des pertes collectives :

.....

En charge, l'induit absorbe un courant d'intensité constante $I_a = 12 \text{ A}$.

2- Sous une tension $U_1 = 51\text{V}$, le rotor tourne à $n_1 = 1380 \text{ tr/min}$ (vitesse rapide).

a- Calculer la valeur de la f.c.e.m E_1' .

.....

b- Etablir la relation entre E' et n (en tr/min)

.....

.....

3- Sous une tension $U_2 = 24 \text{ V}$, le rotor tourne à n_2 (vitesse lente).

a- Calculer la valeur de la f.c.e.m E_2' .

.....

.....

b- Calculer la valeur de la vitesse n_2 :

.....

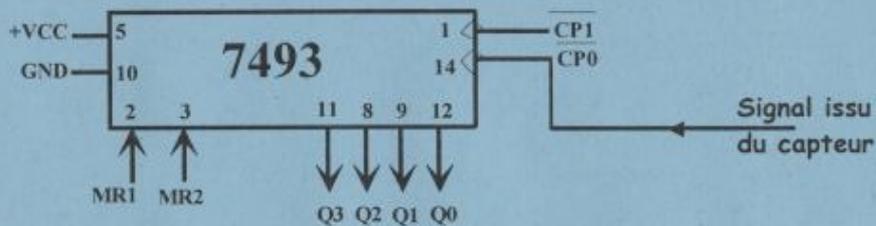
.....

IV- Etude du circuit de comptage

Les pots sont empaquetés par lots de 12 groupes (quatre pots par groupe). On désire compter le nombre de groupes en utilisant le circuit intégré 7493 (voir sa structure interne à la page 4/5 du dossier technique).

Compléter les deux schémas de câblage afin de réaliser un compteur modulo 12

a- 1^{ère} solution : le signal issu du capteur est appliqué à l'entrée de l'horloge $\overline{CP0}$



b- 2^{ème} solution : le signal issu du capteur est appliqué à l'entrée de l'horloge $\overline{CP1}$

