

Epreuve:
 Disciplines techniques

SECTION TECHNIQUE

Durée: 4 heures
 Coefficient: 3

Constitution du sujet :

- Un dossier technique : pages 1/6 - 2/6 - 3/6 - 4/6- 5/6 et 6/6.
- Des feuilles réponses : pages 1/8 - 2/8 - 3/8 - 4/8 - 5/8 - 6/8 - 7/8 et 8/8.

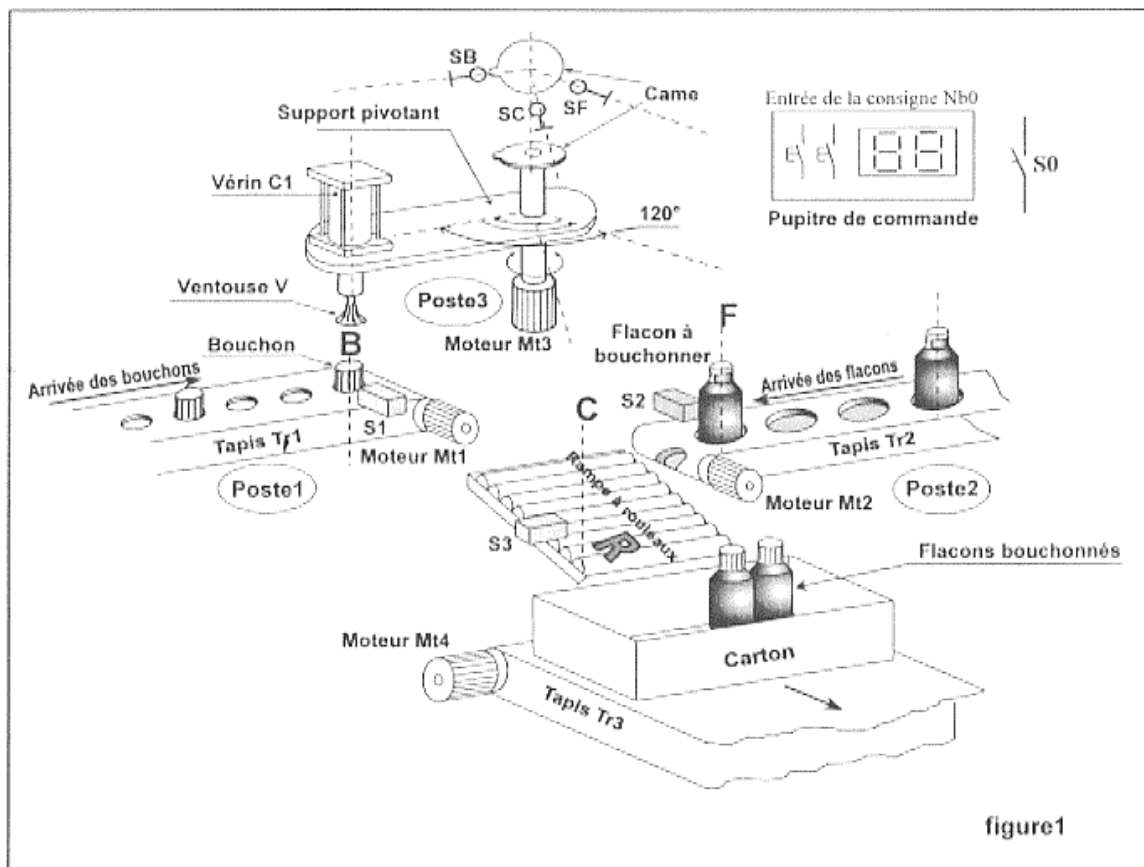
Travail demandé:

- A- Analyse d'un système pluritechnique **4 points (2+2)** : pages 1/8 - 5/8.
- B- Calcul de prédétermination ou de vérification **12 points (6+6)** : pages 2/8 - 3/8 - 6/8 et 7/8.
- C- Production d'une solution ou d'une modification **4 points (2+2)** : pages 4/8 et 8/8.

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

UNITÉ DE BOUCHONNAGE DE FLACONS

I – Présentation.



II – Description du système

Le système à étudier (voir figure 1 du dossier technique page 1/6) fait partie d'une chaîne de fabrication de produits de beauté. Il permet de bouchonner des flacons de parfum de type aérosol. Il comprend :

Poste 1 (alimentation en bouchons)

- Un tapis roulant Tr1 muni d'empreintes permettant l'aménagement des bouchons.

Poste 2 (alimentation en flacons vides)

- Un tapis roulant Tr2 muni d'empreintes servant à l'aménagement des flacons.

Poste 3 (bouchonnage de flacons)

- Une ventouse V pour la préhension et la pose d'un bouchon .
- Un support pivotant pouvant occuper trois positions B , F et C.
- Une rampe à rouleaux permettant par gravité de mettre un flacon bouchonné dans le carton .
- Un tapis roulant Tr3 d'évacuation des cartons remplis.

III – Fonctionnement du système

Etat initial :

Ventouse V en position haute ;

Support pivotant en position B (capteur SB=1).

Cycle de production automatique :

L'opérateur introduit à partir du pupitre la valeur initiale Nb0 d'un compteur, Nb0 étant le nombre de flacons à bouchonner, puis il actionne le bouton S0 pour le départ du cycle. L'évolution de la production se déroule dans l'ordre chronologique suivant :

1 – Simultanément : a - Aménagement d'un bouchon par le tapis Tr1 vers le poste 3 ;

b - Aménagement d'un flacon par le tapis Tr2 vers le poste 3 .

2 – Prise du bouchon par la ventouse : - descente de la ventouse V ;

- activation de la ventouse V pour la prise du bouchon ;

- montée de la ventouse avec le bouchon.

3 – Pivotelement de la ventouse V avec le bouchon de la position B (dessus du bouchon) à la position F (dessus du flacon).

4 – Descente de la ventouse V pour enfoncer le bouchon sur le flacon.

5 – Remontée du flacon bouchonné.

6 – Pivotelement de l'ensemble (flacon bouchonné) au-dessus de la rampe à rouleaux R (position C).

7 – Libération du flacon bouchonné sur la rampe R (le déplacement des flacons sur la rampe se fait par gravité).

8 – Retour de la ventouse à sa position initiale B et décrémentation du compteur.

9 – Le cycle se répète tant que le compteur n'indique pas zéro. Lorsque le compteur indique zéro le système revient à l'état initial.

IV– Tableau d'identification

Action	Actionneur	Préactionneur	Capteur
Amener un bouchon par le tapis Tr1	Moteur à courant continu Mt1	KM1	S1 : pour signaler l'arrivée du bouchon
Amener un flacon par le tapis Tr2	Moteur à courant continu Mt2	KM2	S2 : pour signaler l'arrivée du flacon
Préhension du bouchon par la ventouse V	Ventouse V	active	ℓ_{01} : ventouse activée
		inactive	ℓ_{00} : ventouse inactivée
	Vérin à double effet C1 : SC1 pour descendre la ventouse V RC1 pour remonter la ventouse V	14M1 12M1	ℓ_{11} : ventouse V en bas ℓ_{10} : ventouse V en haut
Pivoter la ventouse entre B , F et C	Moteur pas à pas Mt3 : (sens avant) pour pivoter de B à F (sens arrière) pour pivoter de F à C puis de C à B	KM31 KM32	SF : ventouse au-dessus du flacon SB : ventouse au-dessus du bouchon SC : Ventouse au-dessus du carton
Actionner le tapis Tr3	Moteur à courant continu M14	KM4	

Dossier technique	UNITÉ DE BOUCHONNAGE DE FLACONS	Page 2 / 6
-------------------	---------------------------------	------------

V – Schéma structurel du circuit de commande du moteur Mt4

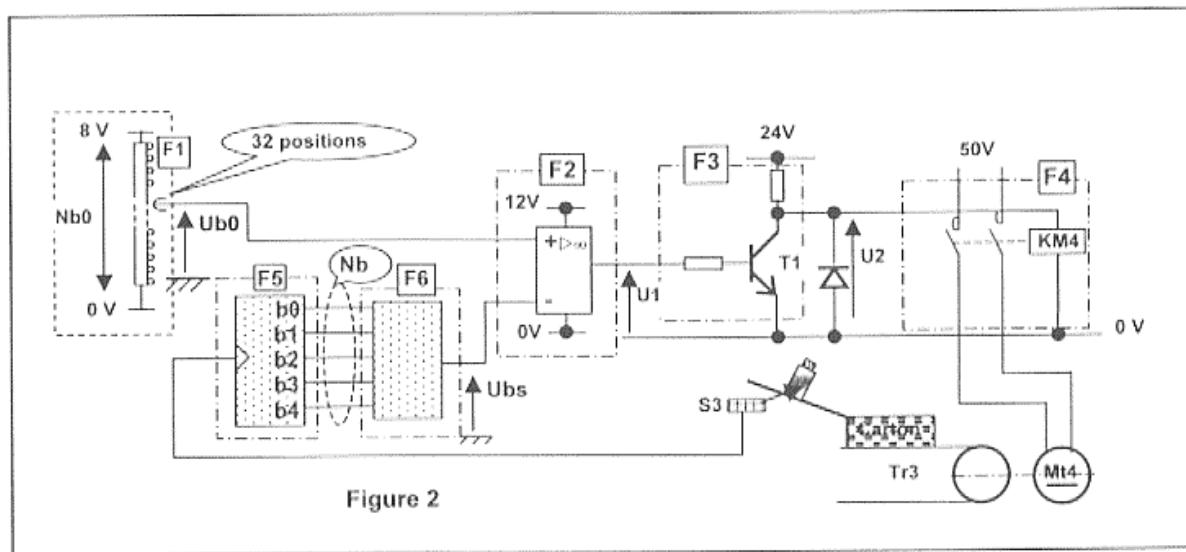


Figure 2

VI – Circuit de commande du moteur Mt3 :

Le moteur **Mt3** qui permet de pivoter la ventouse entre les positions **B**, **F** et **C** est du type pas à pas à aimant permanent. La plaque signalétique porte les indications suivantes :

Stator			Rotor	
Phases	Nombre de pôles	Type d'alimentation	Nombre de pas par tour	Couple
4 demi-enroulements P1, P2, P3 et P4	8 pôles fixes 4 N et 4 S	Alimentation Symétrique - unidirectionnelle	Npt = 96 pas/tour	T = 8,5 N.m

On adopte le circuit suivant pour commander les phases P1, P2, P3 et P4 du stator :

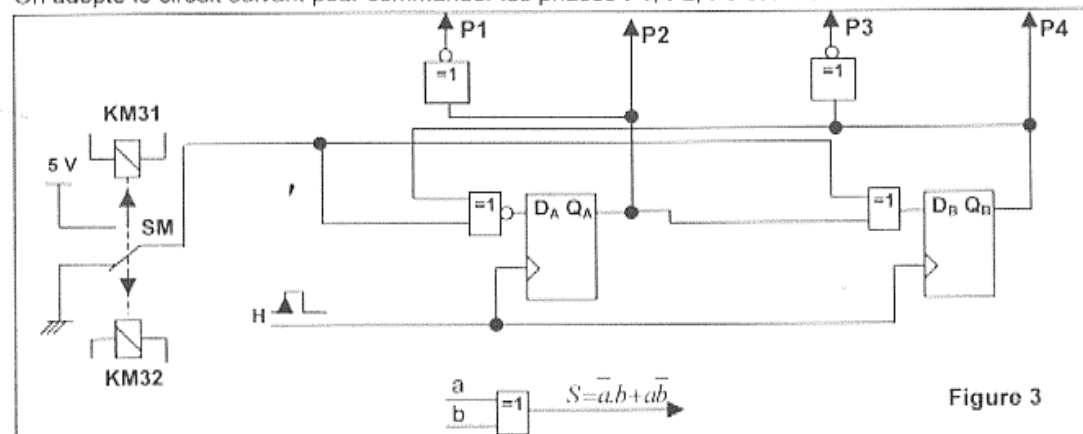
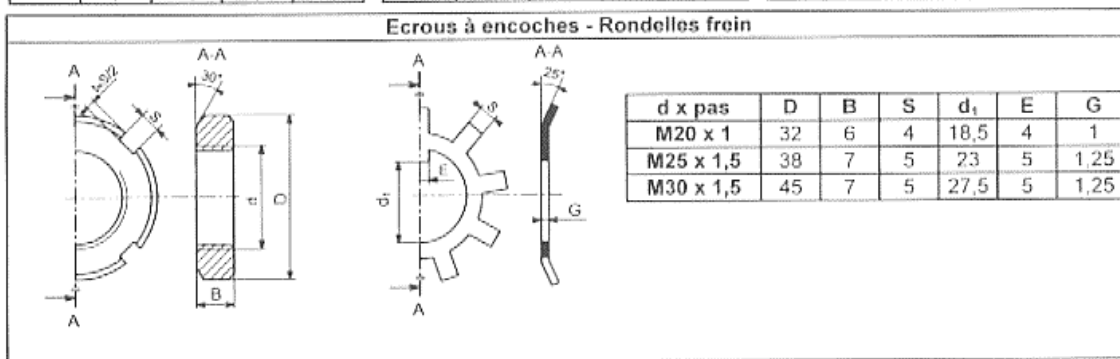
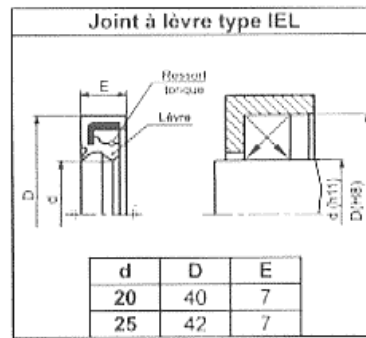
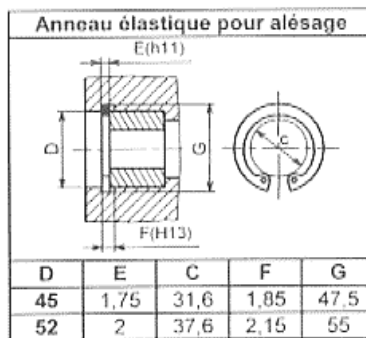
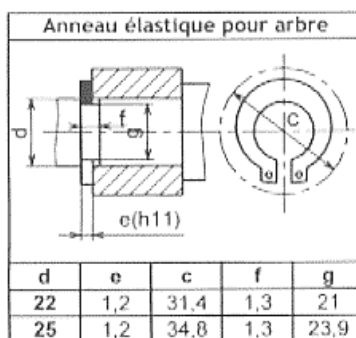
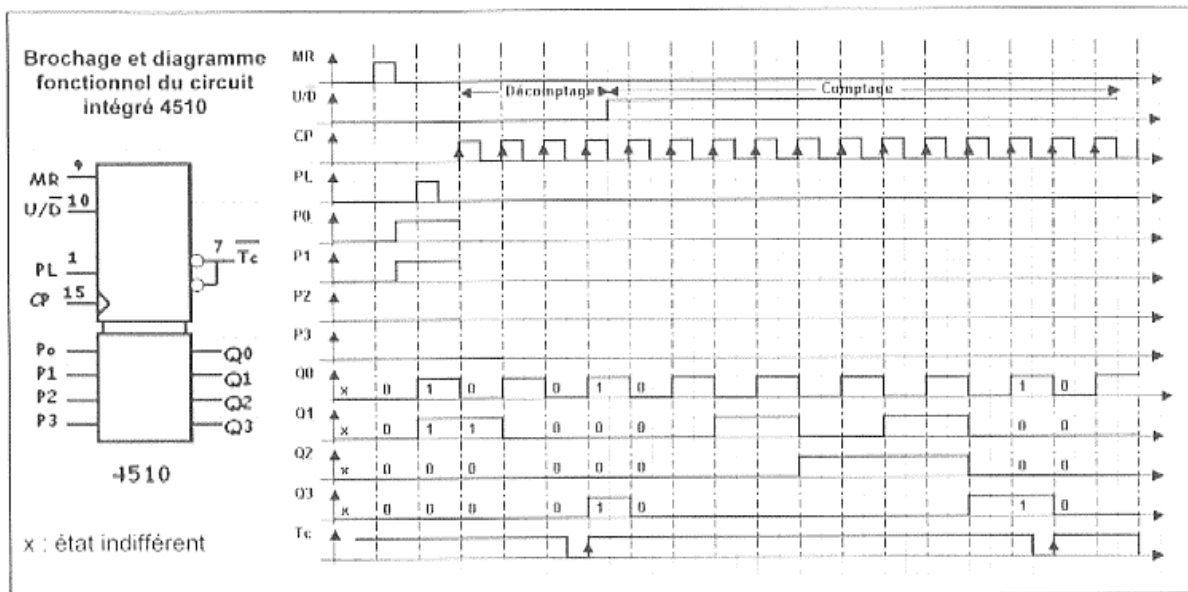


Figure 3

VII – Description du mécanisme d'entraînement du tapis roulant

Le dessin d'ensemble de la page 6/6 du dossier technique, représente le mécanisme qui permet l'entraînement du tapis roulant (22). La transmission de la rotation de l'arbre d'entrée (30) vers l'arbre de sortie (15) est réalisée par l'intermédiaire du réducteur constitué par la roue dentée (5) et la vis sans fin (29). A l'arrêt du moteur, le frein électromagnétique permet le freinage de l'arbre de sortie (15).

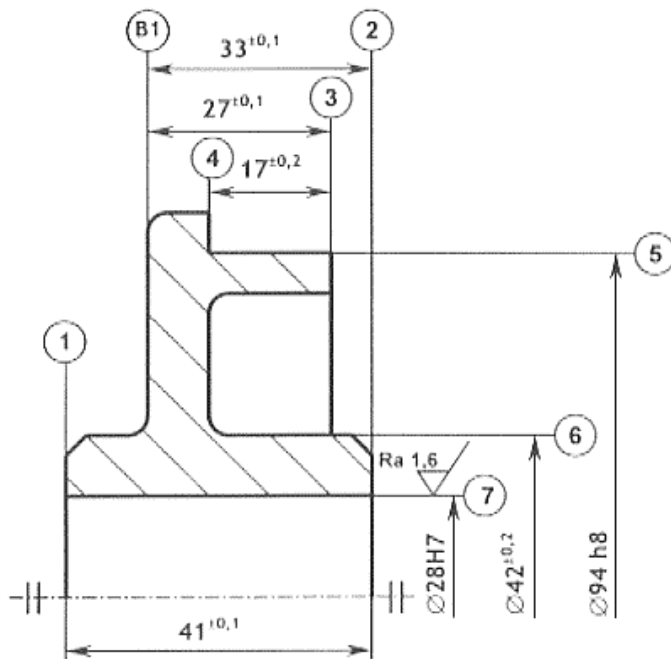
VIII- Composants normalisés



IX – Etude de fabrication du plateau (17)

On donne le dessin de définition du plateau (17) ainsi qu'un résumé de sa gamme d'usinage.

Dessin de définition



Résumé de la gamme :

Phase 20 : Tournage

- a- Dressage en finition de (2)
- b- Dressage en finition de (3)
- c- Chariotage et dressage simultanés en finition de (5) et (4)

Phase 30 : Tournage

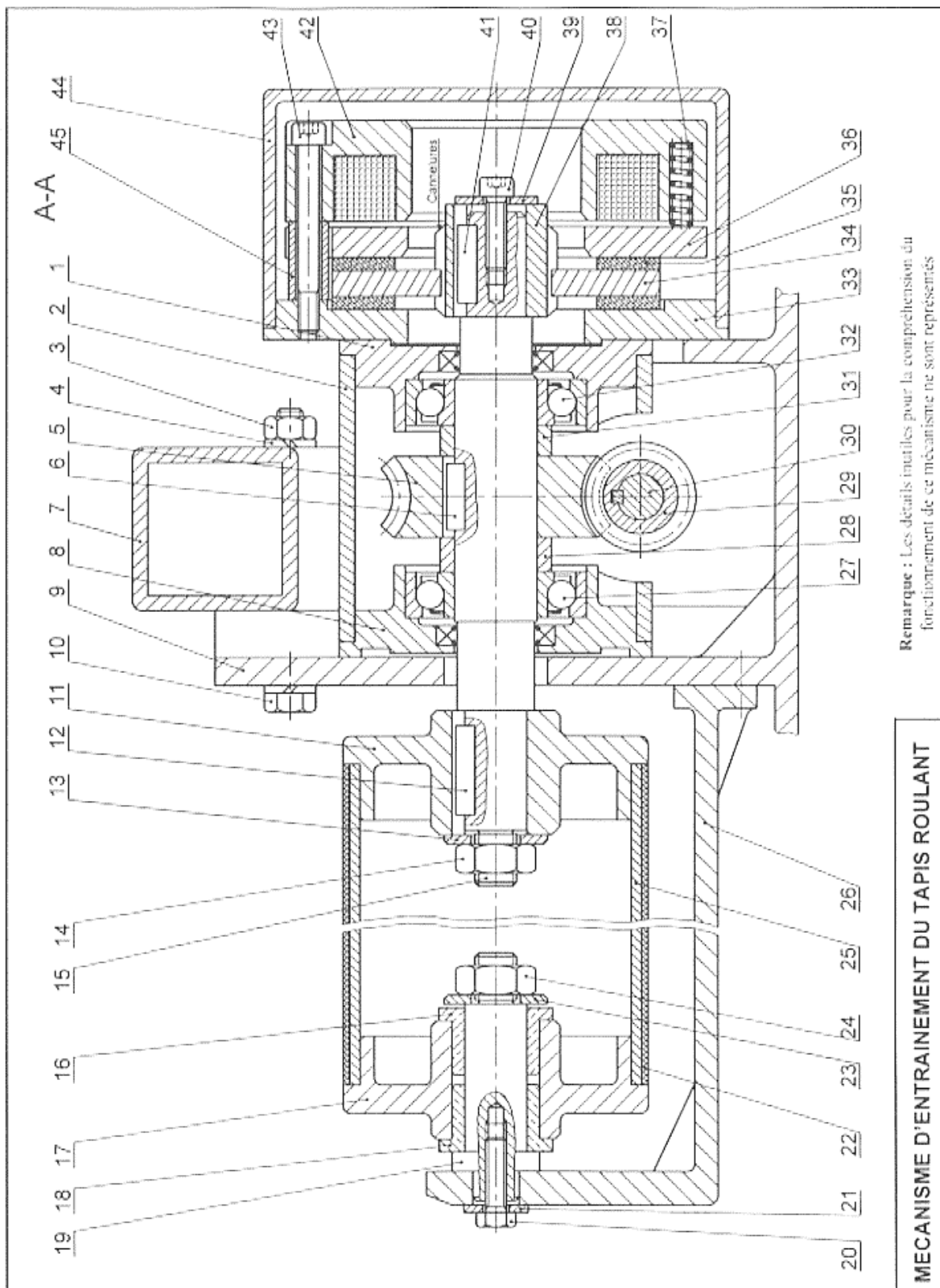
- a- Dressage en finition de (1)

7	⊙	∅0,05	5
1	//	0,05	2
5	L	∅ 0,1	4

Partout Ra = 3,2 sauf indication

X - Nomenclature

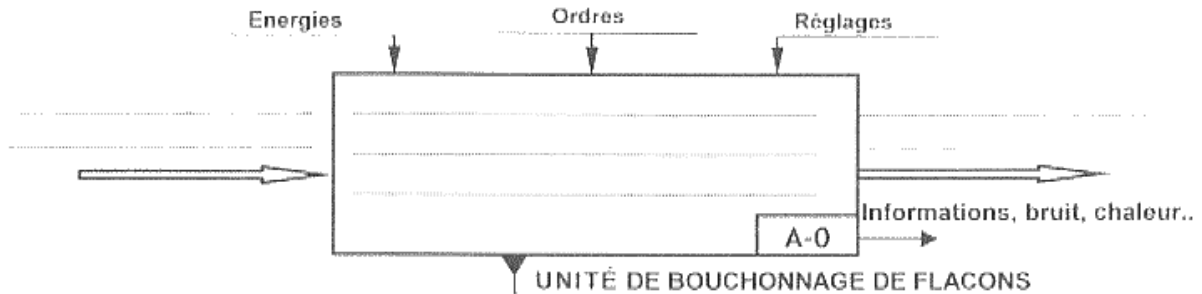
23	1	Rondelle			
22	1	Tapis roulant	45	3	Bague
21	1	Rondelle	44	1	Couvercle
20	1	Vis H	43	3	Vis CHc
19	1	Axe	42	1	Electroaimant
18	1	Coussinet à collerette	41	1	Clavette parallèle
17	1	Plateau	40	1	Vis CHc
16	1	Coussinet à collerette	39	1	Rondelle
15	1	Arbre de sortie	38	1	Douille
14	1	Ecrou H	37	3	Ressort
13	1	Rondelle	36	1	Armature mobile
12	1	Clavette parallèle	35	1	Garniture
11	1	Plateau	34	1	Disque
10	1	Vis H	33	1	Armature fixe
9	1	Corps	32	1	Roulement type BT
8	1	Boîtier	31	1	Entretoise
7	1	Bâti	30	1	Arbre d'entrée
6	1	Clavette parallèle	29	1	Vis sans fin
5	1	Roue dentée	28	1	Entretoise
4	2	Rondelle Grower	27	1	Roulement Type BT
3	1	Ecrou H	26	1	Equerre support
2	1	Corps du réducteur	25	1	Tambour
1	1	Boîtier	24	1	Ecrou H
Rep.	Nb.	Désignation	Rep.	Nb.	Désignation
MECANISME D'ENTRAINEMENT DU TAPIS ROULANT					



A – ANALYSE FONCTIONNELLE D'UN SYSTÈME PLURITECHNIQUE

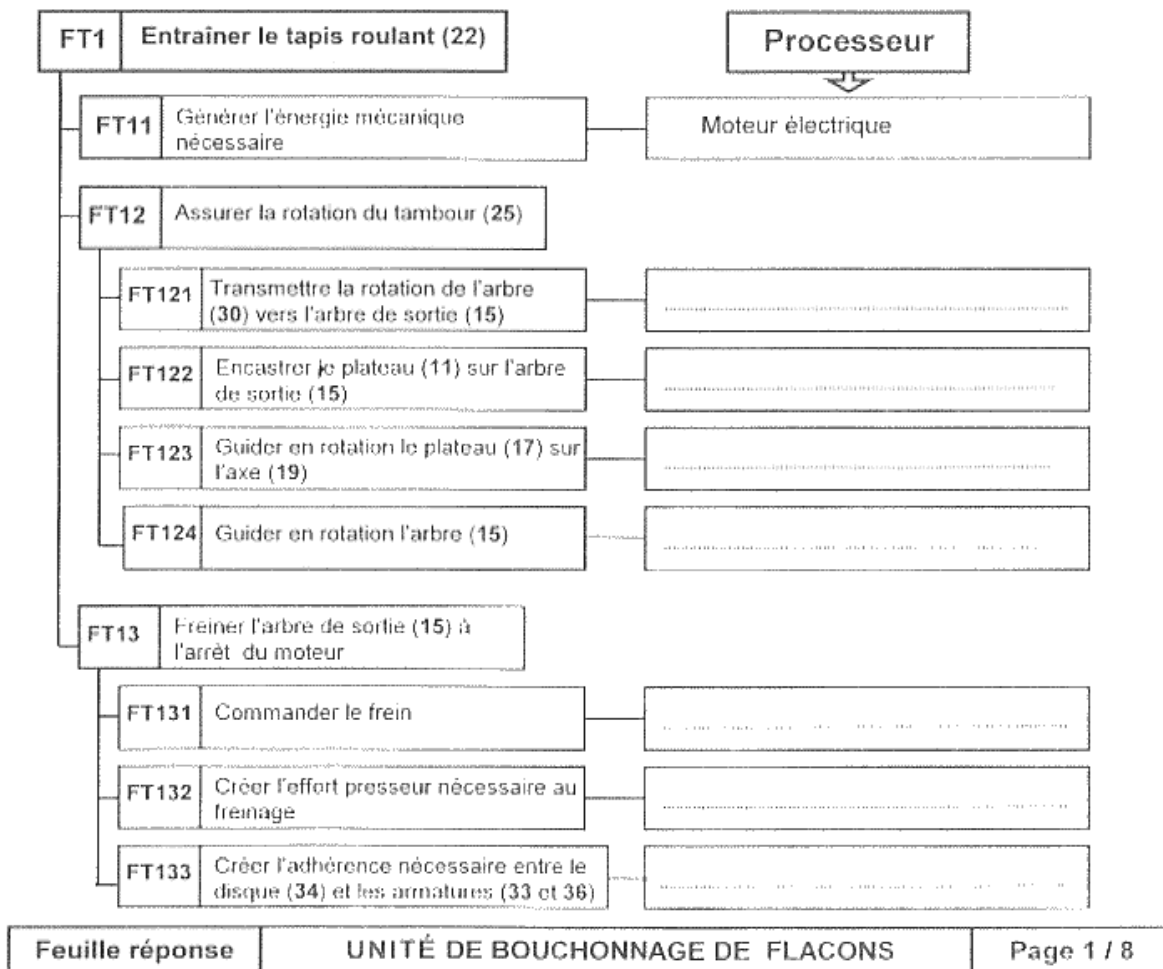
A1 – Analyse fonctionnelle globale

En se référant au dossier technique, compléter l'actigramme A-0 du système « Unité de bouchonnage de flacons »



A2 – Analyse fonctionnelle de la partie opérative

En se référant au dessin d'ensemble du mécanisme d'entraînement du tapis roulant de la page 6/6 du dossier technique, indiquer, pour chaque fonction technique, le processeur associé :



B – CALCUL DE PRÉDÉTERMINATION OU DE VÉRIFICATION

B1 – Partie opérative

B1-1 Transmission de mouvement

- * On donne :
- * Nombre des filets de la vis sans fin (29) : $Z_{29} = 2$ filets;
 - * Le rapport de réduction entre la vis (29) et la roue (5) : $r_{29,5} = 0,05$;
 - * La vitesse de l'arbre d'entrée (30) : $N_e = 1200$ tr/min.

a – Calculer le nombre de dents Z_5 de la roue (5).

.....
.....

b – Calculer la vitesse de rotation de l'arbre N_{15} de sortie (15).

.....
.....

B1-2 Etude de résistance des matériaux

L'arbre de sortie (15) est assimilé à une poutre de section circulaire pleine constante, de diamètre $d = 12$ mm, sollicitée à la torsion simple de moment $M_t = 18$ N.m. Le matériau de cet arbre est supposé homogène de résistance pratique au glissement $R_{pg} = 140$ N/mm² et de module d'élasticité transversale $G = 80000$ N/mm².

a/ Calculer le module de torsion I_p/r

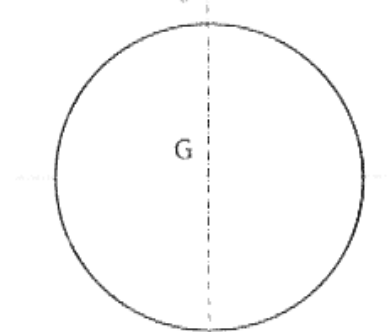
.....
.....

b/ Calculer la contrainte tangentielle maximale $\|\vec{\tau}_{\max}\|$ et vérifier la condition de résistance à la torsion de l'arbre.

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

c/ Représenter, sur la figure ci-dessous, la répartition des contraintes tangentielles τ dans une section de l'arbre

Echelle : $\tau : 10$ N/mm² \longrightarrow 5 mm
 $d : 1$ mm \longrightarrow 4 mm



C – PRODUCTION D'UNE SOLUTION OU D'UNE MODIFICATION

C1 – Partie opérative

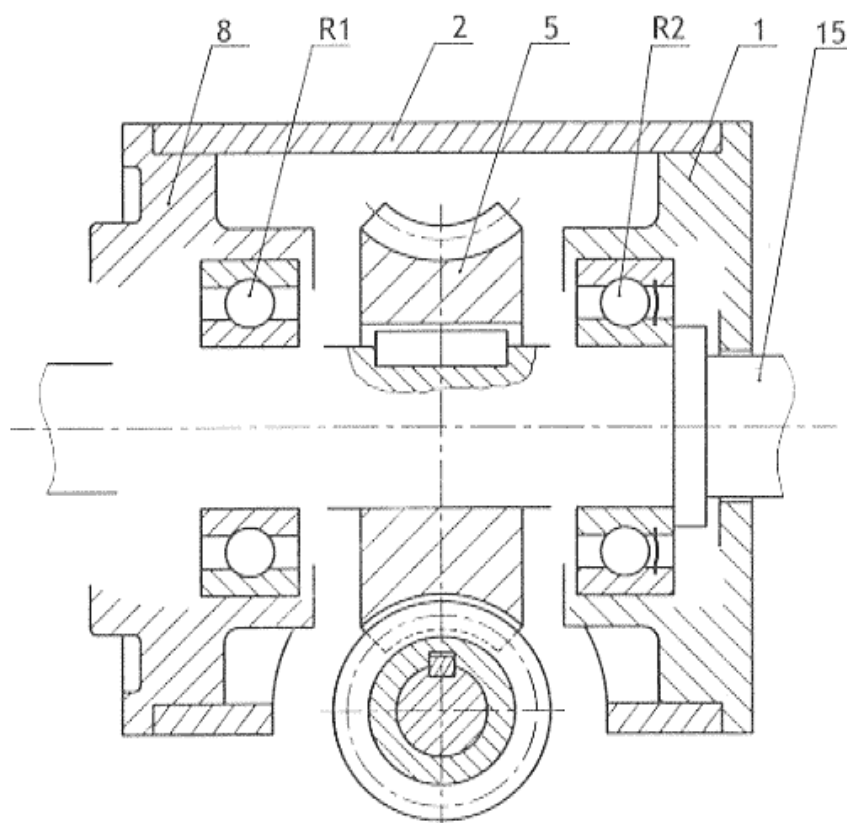
Le guidage en rotation de l'arbre (15) est assuré par deux roulements à une rangée de billes à contact oblique, type BT. Les efforts axiaux appliqués sur l'arbre sont modérés.

On désire remplacer ces roulements, par deux roulements à une rangée de billes à contact radial type BC 02, R1 et R2 (avec R2 étanche d'un côté.)

Représenter, à l'échelle du dessin ci-dessous, la nouvelle solution en :

- a- Complétant le montage des deux roulements.
- b- Assurant l'étanchéité (coté R1) par un joint à lèvres.
- c- Indiquant les ajustements nécessaires pour le bon fonctionnement du mécanisme.

N.B : Utiliser, selon le besoin, les composants normalisés de la page 4/6 du dossier technique.

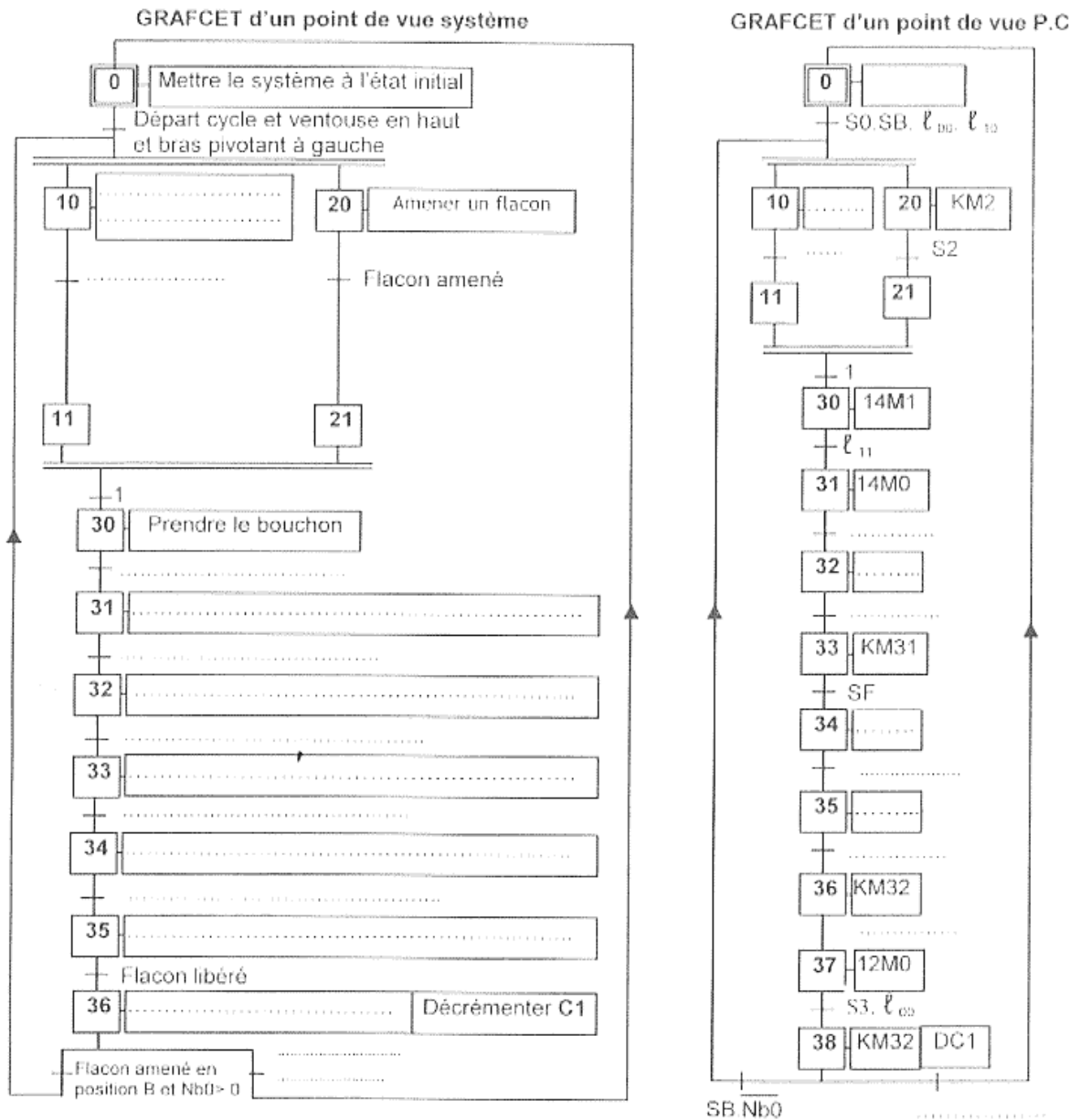


Echelle 1 : 1

A – ANALYSE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

A3- Analyse fonctionnelle de la Partie Commande

1- En se référant au dossier technique (page 1/6 et 2/6), compléter le GRAFCET d'un point de vue système et celui d'un point de vue partie commande



2 – Donner l'équation d'activation de l'étape X_{10} et celle de désactivation de X_{30} du GRAFCET PC

Act. X_{10} =

Des. X_{30} =

B – CALCUL DE PREDETERMINATION OU DE VERIFICATION

B2- Partie Commande

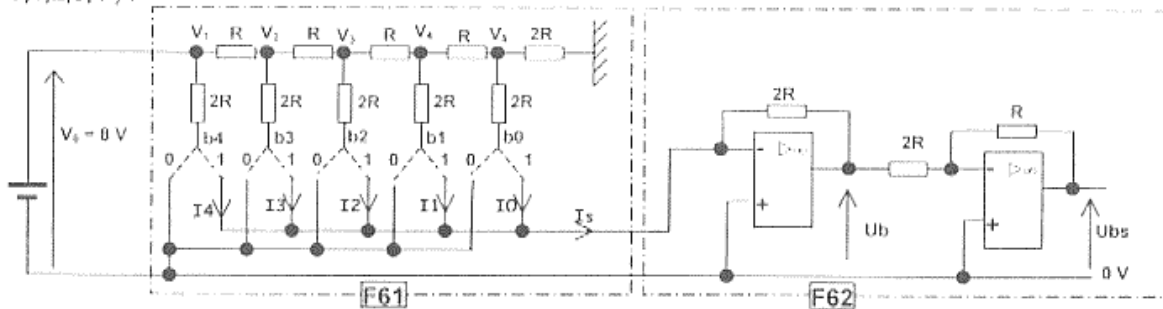
B2 – 1 Etude du circuit de commande du moteur Mt4.

Le moteur **Mt4** qui entraîne le tapis **Tr3** est commandé par le circuit de la **figure 2** (dossier technique page 3/6) où :

- U_{b0} = 32 valeurs de tensions fixées par l'opérateur (de 0 à 7.75V) et images du nombre de flacons **Nb0**.
- **S3** : capteur infrarouge de détection d'un flacon bouchonné libéré dans le carton .

1 - Etude de la fonction F6 :

La fonction **F6** est réalisée comme l'indique la figure suivante où **bi** sont les bits issus de la fonction **F5** ($i = 0,1,2,3,4$) :



a- Compléter le tableau suivant.

	Type du signal d'entrée	Type du signal de sortie	Nom
F6

b- Compléter, dans le tableau suivant, les valeurs des tensions V_2 , V_3 et V_4 et les expressions des courants I_3 , I_2 , I_1 , et I_0 .

$V_1 = V_0 = 8 \text{ V}$	$V_2 = \dots\dots\dots$	$V_3 = \dots\dots\dots$	$V_4 = \dots\dots\dots$	$V_5 = (V_0/16) = 0,5\text{V}$
$I_4 = 8.b_4/2.R$	$I_3 = \dots\dots\dots$	$I_2 = \dots\dots\dots$	$I_1 = \dots\dots\dots$	$I_0 = \dots\dots\dots$

c- Donner l'expression du courant I_s en fonction de I_0 , I_1 , I_2 , I_3 et I_4 :

.....

d- Calculer le courant I_s en fonction de R et b_i :

.....

e- Calculer U_{bs} en fonction de I_s , puis en fonction de b_i :

.....

f- En déduire la tension pleine échelle U_{bsPE} et le pas de progression du convertisseur.

.....

2 – Analyse de fonctionnement du circuit de la figure 2 :

Compléter le tableau suivant si l'opérateur fixe une tension $U_{b0} = 6 \text{ V}$

	U_{bs}	U_1	Etat de T1	Etat de KM4	Etat de M4
Nb = 20	.....	.....	Saturé	.....	Arrêt
Nb = 24	6 V	.....	bloqué	.....	.....

B2 – 2 Etude du moteur Mt2 d'entraînement du tapis Tr2 :

Le moteur **Mt2** est du type à courant continu à flux constant créé par un aimant permanent. Dans les conditions nominales, le moteur absorbe un courant de **5 A**, une puissance de **250 W**, tourne à la vitesse $n_n = 10 \text{ tr/s}$ et dissipe des pertes par effet joule de **25 W**. Les pertes constantes p_c valent **20 W**.

1 – Calculer la tension **U** qui sera maintenue constante aux bornes de l'induit

2 - Dans les conditions nominales , calculer :

a - La résistance interne **R** d'induit et la chute de tension $R \cdot I_n$;

b- La f.c.e.m E'_n ;

3 - Si le moteur absorbe un courant $I_2 = 2 \text{ A}$:

a- Calculer la F.c.e.m E'_2 ;

b- Calculer la vitesse de rotation du moteur n_2 .

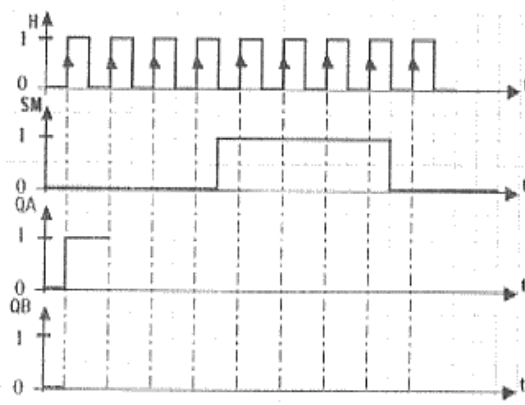
B2 – 3 : Etude du moteur Mt3 :

En se référant à la plaque signalétique et au circuit de commande du moteur pas à pas Mt3 (voir page 3/6 du dossier technique)

1 - Déterminer les équations de D_A et D_B en fonction de Q_A , Q_B et SM

$D_A = \dots\dots\dots$; $D_B = \dots\dots\dots$

2 - Tracer les chronogrammes des sorties Q_A et Q_B en fonction de SM et H et compléter la table de vérité ci-dessous



H	SM	Q_B^n	Q_A^n	Q_B^{n+1}	Q_A^{n+1}	P_1	P_2	P_3	P_4
↑	0	0	0	0	1	1	0	1	0
↑	0	0	1						
↑	0								
↑	0								
↑	1	0	0	1	0	1	0	1	0
↑	1	1	0						
↑	1								
↑	1								

Q_i^n : état de Q_i avant le front montant de l'horloge H
 Q_i^{n+1} : état de Q_i après le front montant de l'horloge H

3 - Combien de sens possède le moteur ?

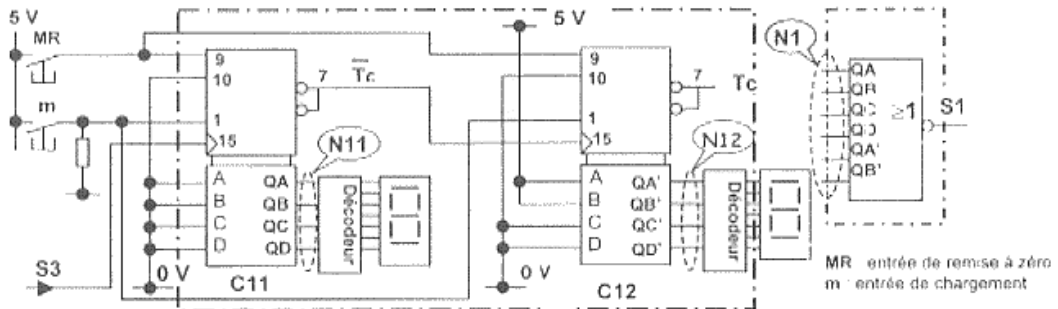
4 - Calculer le nombre de pôles $2p$ du rotor du moteur .

C – PRODUCTION D'UNE SOLUTION OU D'UNE MODIFICATION

C2 – Partie commande

Etude du circuit de commande de M14 :

Pour réduire les erreurs dues à la conversion numérique-analogique en circuit de commande du moteur M14 décrit à la page 3/6 du dossier technique ; on se propose de la remplacer par une autre solution à base du circuit intégré 4510 (voir dossier technique page 4/6). Ce circuit génère l'information S1 de commande du moteur à courant continu M14 qui entrainera le tapis Tr3 lorsque le nombre de flacons Nb0 mis dans le carton est atteint :



N11 : sortie binaire de C11 , N12 : sortie binaire de C12 , N1 : Sortie binaire de la carte

1 - Compléter le tableau si le contenu initial de C11 est à la valeur N11 = 0000 et celui de C12 est à la valeur N12 = 0000:

	N11 : QDQCQBQA	N12 : QD'QC'QB'QA'
MR = 1 et m = 0	0000	.....
MR = 0 et m = 1	.....	.....

2 - Déterminer l'équation de S1.

3 - Donner la combinaison de QB' , QA' , QD , QC , QB et QA après la libération de 20 flacons bouchonnés dans le carton (20 actions sur S3).

4 - Donner la valeur de S1 après le remplissage du carton (30 flacons bouchonnés dans le carton).

5 – Compléter le schéma dans le but de charger le circuit par un nombre Nb0 = 24.

