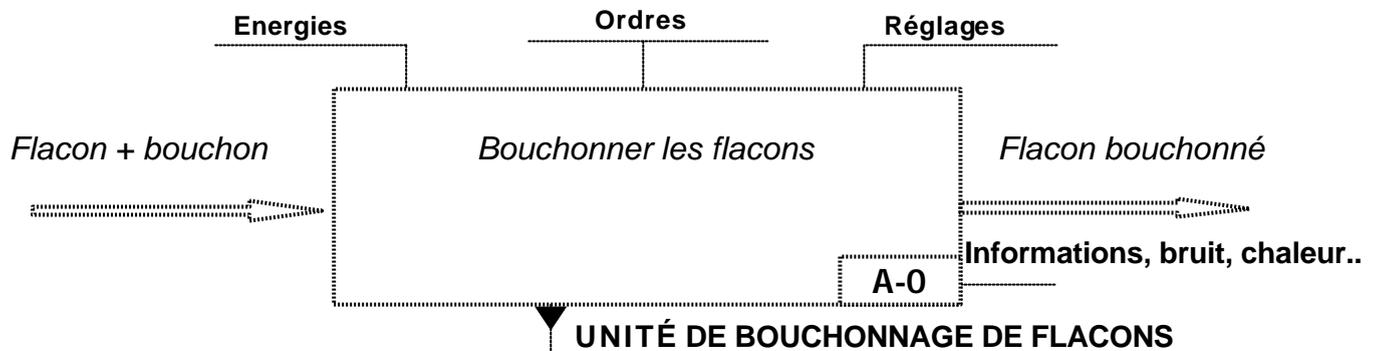


# SECTION TECHNIQUE CORRIGE DU SUJET DE LA SESSION DE CONTROLE 2006

## A – ANALYSE FONCTIONNELLE D'UN SYSTÈME PLURITECHNIQUE

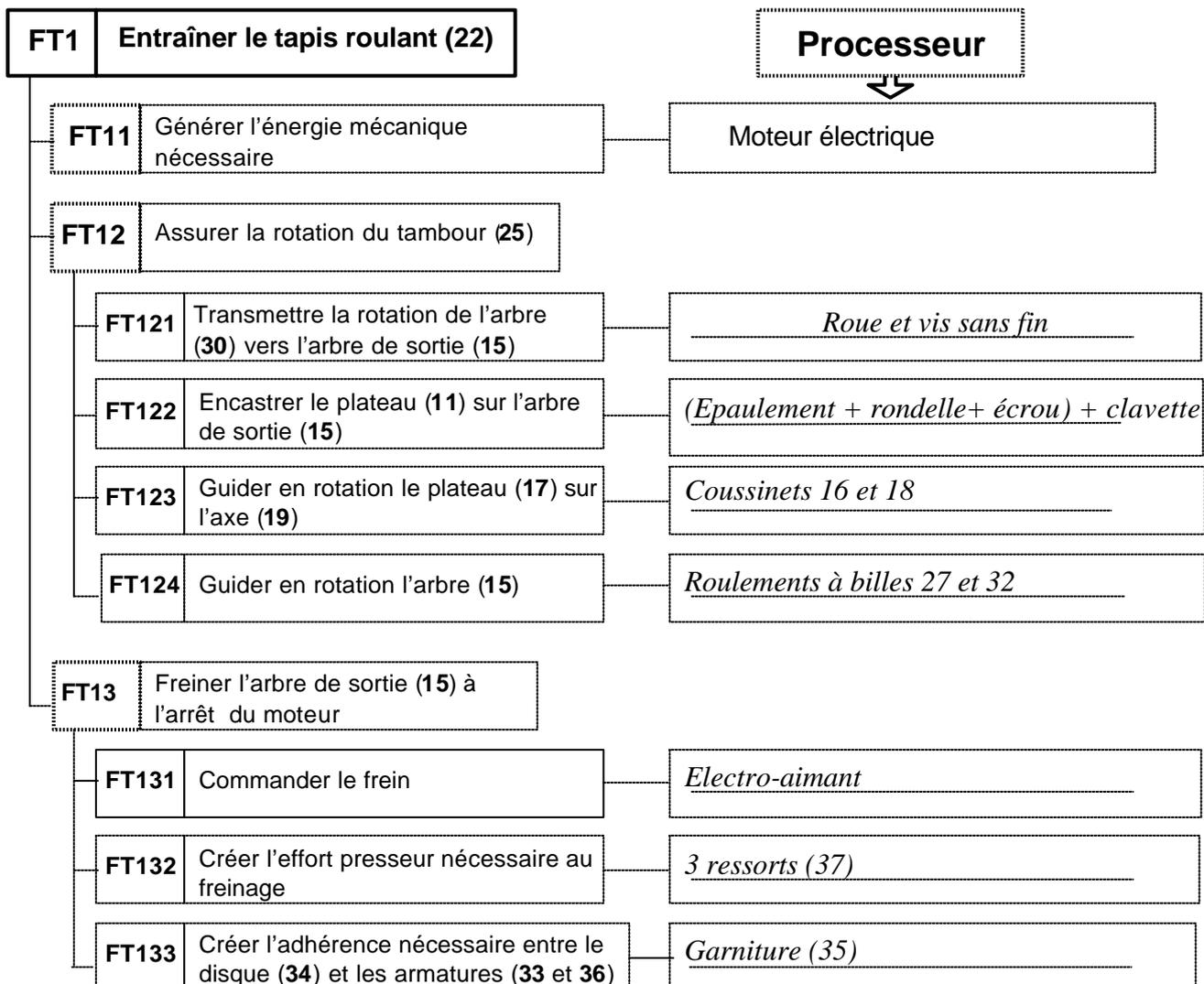
### A1 – Analyse fonctionnelle globale

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).

$$r_{29-5} = \frac{Z_{29}}{Z_5} \Rightarrow Z_5 = \frac{Z_{29}}{r_{29-5}} = \frac{2}{0,05} = 40 \text{ dents}$$

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

$$r_{29-5} = \frac{N_{15}}{N_e} \Rightarrow N_{15} = r_{29-5} \times N_e = 0,05 \times 1200 = 60 \text{ tr/min}$$

#### 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/mm<sup>2</sup> et de module d'élasticité transversale  $G = 80000$  N/mm<sup>2</sup>.

a/ Calculer le module de torsion  $I_0/r$ .

$$\frac{I_0}{r} = \frac{\rho \cdot d^3}{16} = \frac{\rho \cdot 12^3}{16} = 339,292 \text{ mm}^3$$

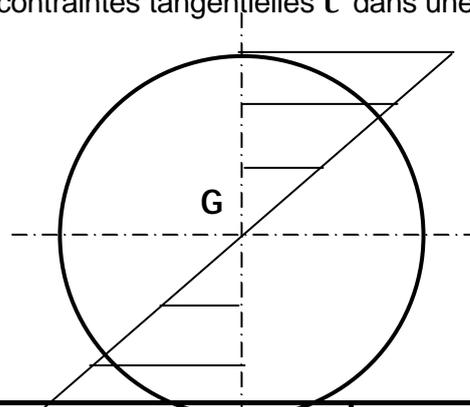
b/ Calculer la contrainte tangentielle maximale  $\|\bar{t}_{\max}\|$  et vérifier la condition de résistance à la torsion de l'arbre.

$$\|\bar{t}_{\max}\| = \frac{M_t}{\left(\frac{I_0}{r}\right)} = \frac{18 \cdot 10^3}{339,292} = 53,05 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{\max} = 53,05 \text{ N/mm}^2 < R_{pg} \Rightarrow$  L'arbre résiste à la torsion

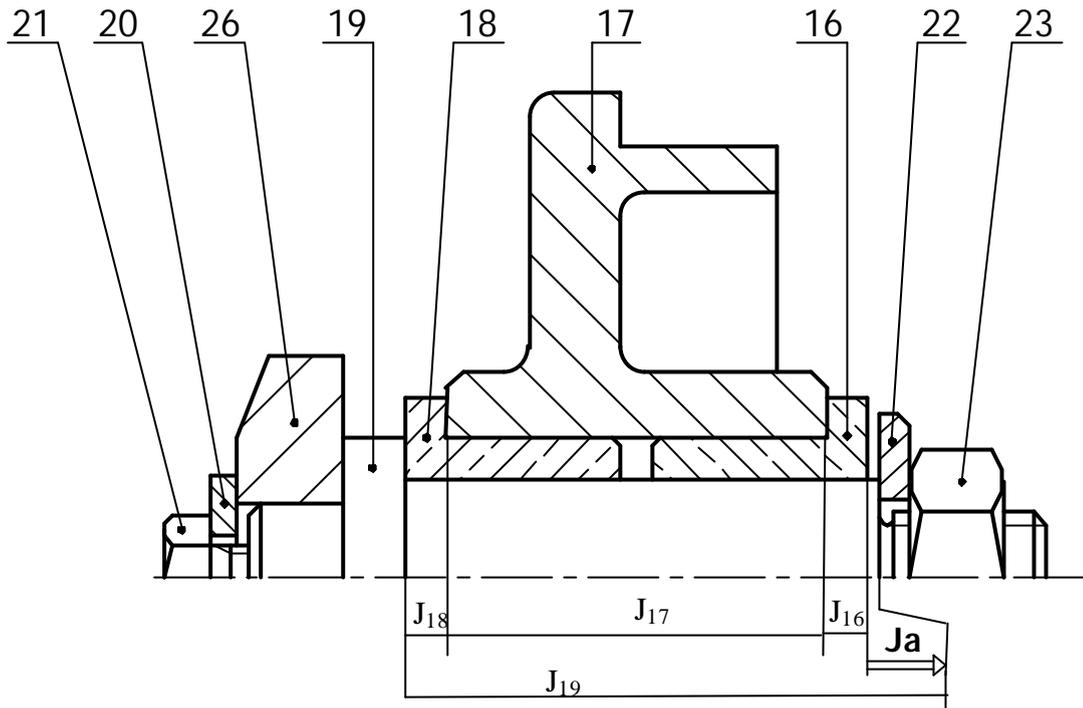
c/ Représenter, sur la figure ci-dessous, la répartition des contraintes tangentielles  $\bar{t}$  dans une section de l'arbre.

**Echelle :**  $\bar{t} : 10 \text{ N/mm}^2$  ——— 5 mm  
 $d : 1 \text{ mm}$  ——— 4 mm



### B1-3 Cotation fonctionnelle

Tracer la chaîne de cotes minimale relative à la condition **Ja** :



### B1-4 Etude de fabrication

En se référant au dessin de définition du plateau (17) et au résumé de sa gamme d'usinage de la page 5/6 du dossier technique, on demande de :

a) Mettre en place et calculer les cotes de fabrication relatives à l'usinage des surfaces : 1, 2, 3 et 4.

$$Cf1 = 41^{\pm 0.1} ; Cf2 = 33^{\pm 0.1}$$

$$Cf3 = 27^{\pm 0.1}$$

$$A_{nom} = Cf3_{nom} - Cf4_{nom} ; A = 17^{\pm 0.2}$$

$$\Rightarrow Cf4_{nom} = Cf3_{nom} - A_{nom} = 27 - 17 = 10$$

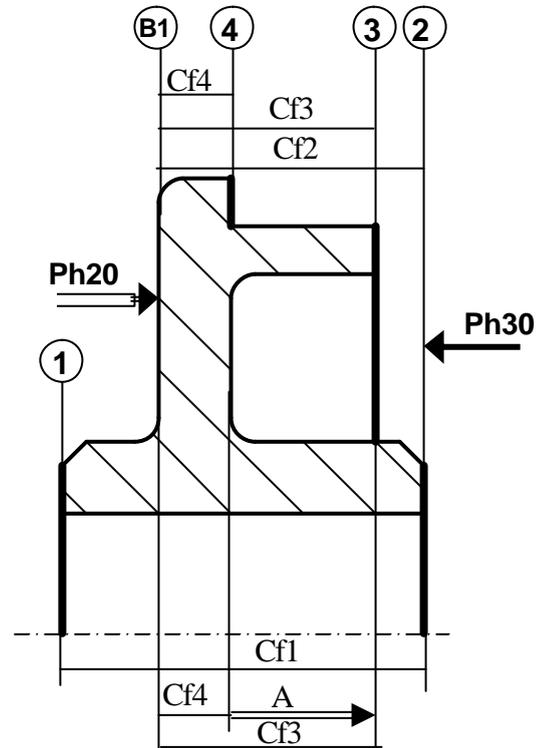
$$A_{max} = Cf3_{max} - Cf4_{min}$$

$$\Rightarrow Cf4_{min} = Cf3_{max} - A_{max} = 27.1 - 17.2 = 9.9$$

$$A_{min} = Cf3_{min} - Cf4_{max}$$

$$\Rightarrow Cf4_{max} = Cf3_{min} - A_{min} = 26.9 - 16.8 = 10.1$$

$$Cf4 = 10^{\pm 0.1}$$



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

### C1 – Partie opérative

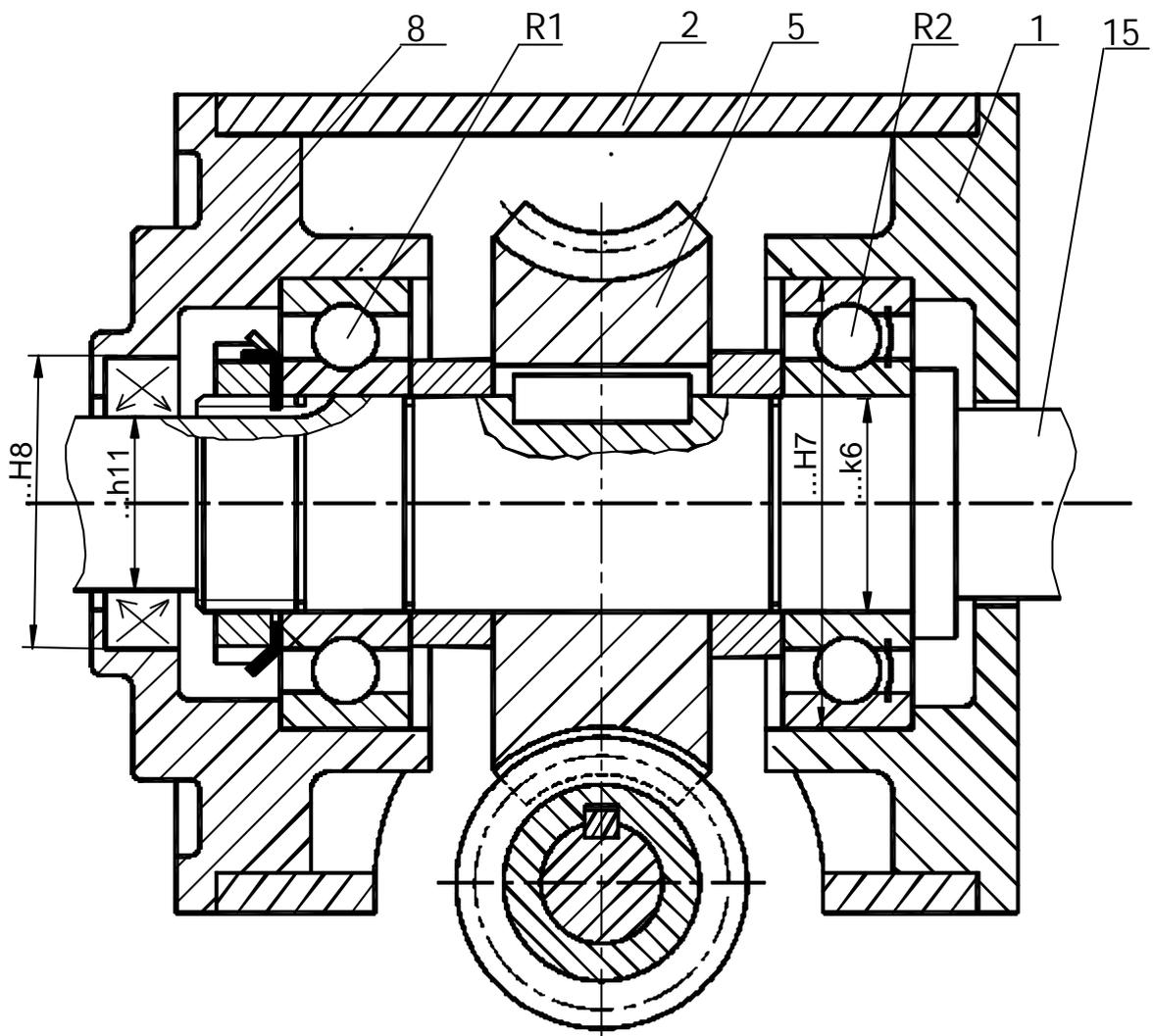
Le guidage en rotation de l'arbre (15) est assuré par deux roulements à une rangée de billes à contact oblique, type BT. Les efforts axiaux appliqués sur l'arbre sont modérés.

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 coté.)

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

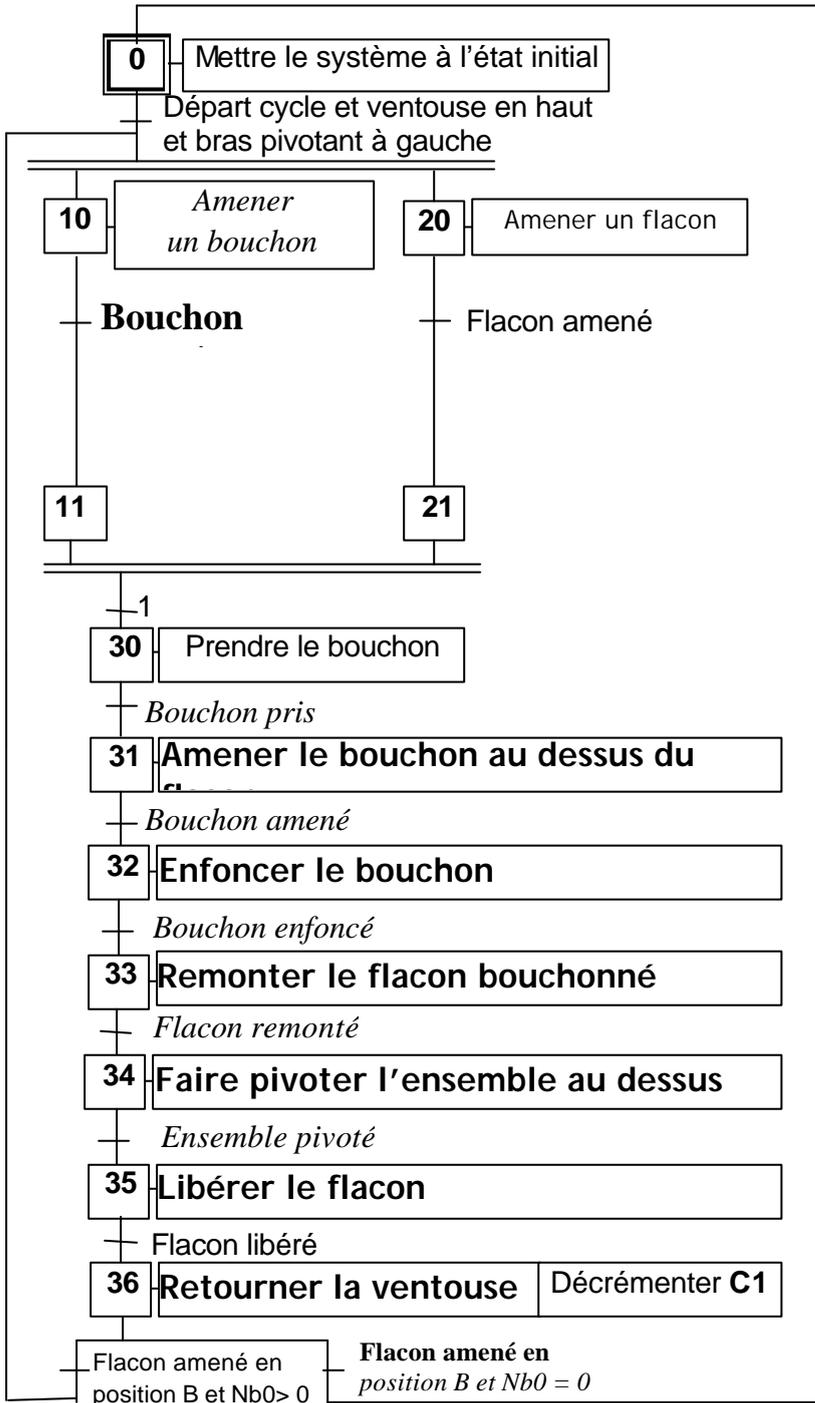
Solution à titre indicatif

# A – ANALYSE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

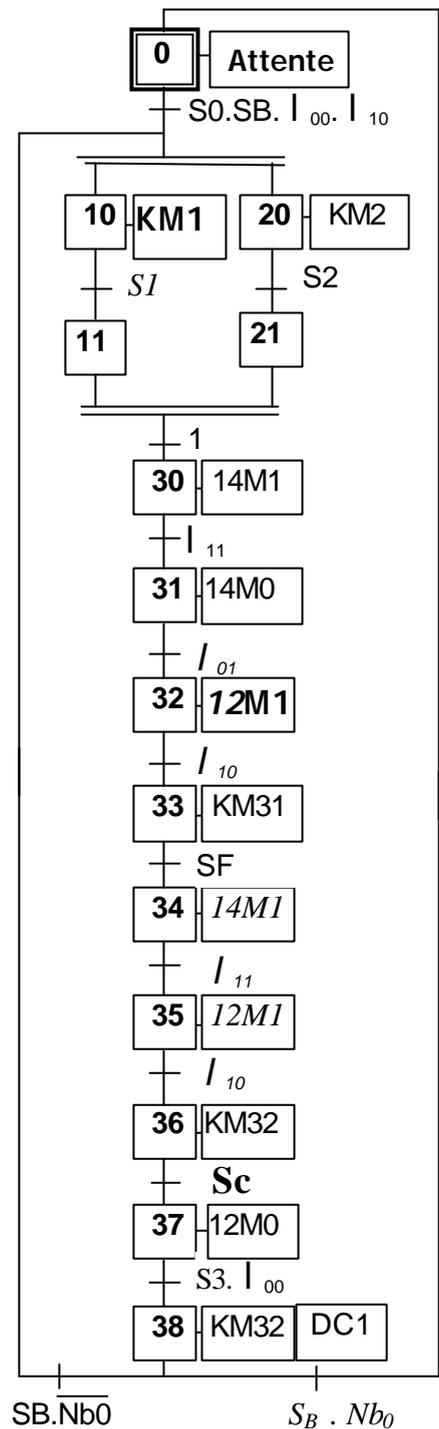
## A3- Analyse fonctionnelle de la Partie Commande

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

**GRAF CET d'un point de vue système**



**GRAF CET d'un point de vue P.C**



2 – Donner l'équation d'activation de l'étape  $X_{10}$  et celle de désactivation de  $X_{38}$  du GRAFCET PC

$$\text{Act.}X_{10} = X_0 \cdot S_0 \cdot S_B \cdot I_{00} \cdot I_{10} + X_{38} \cdot S_B \cdot \overline{Nb_0}$$

$$\text{Des.}X_{38} = X_{10} \cdot X_{20} + X_0$$

## B – CALCUL DE PREDETERMINATION OU DE VERIFICATION

### B2- Partie Commande

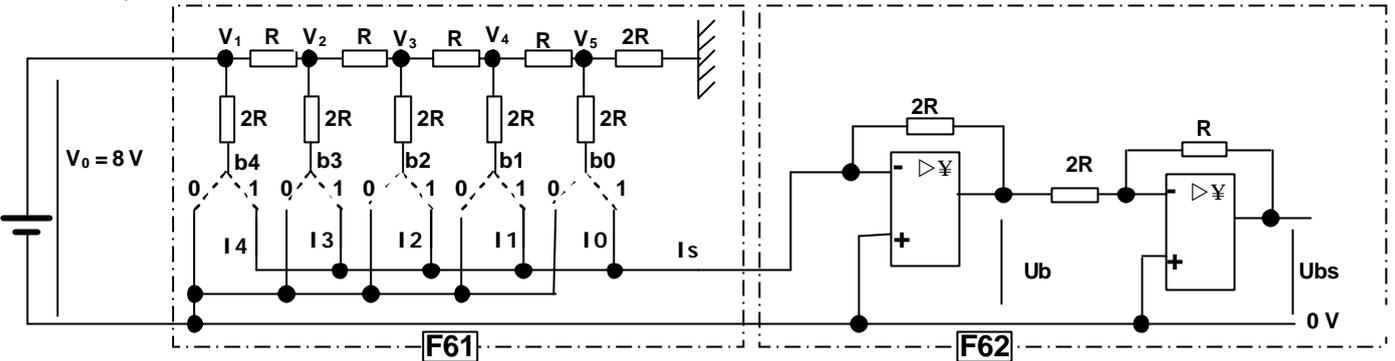
#### B2 – 1 Etude du circuit de commande du moteur Mt4.

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  $N_{b0}$ .
- ❖  $S3$  : 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  $b_i$  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
<b>F6</b>	<i>numérique</i>	<i>analogique</i>	<i>C.N.A (R – 2R)</i>

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  $I_0$ .

$V_1 = V_0 = 8\text{ V}$	$V_2 = V_0 / 2 = 4\text{ V}$	$V_3 = V_0 / 4 = V_2 / 2 = 2\text{ V}$	$V_4 = V_0 / 8 = V_3 / 2 = 1\text{ V}$	$V_5 = (V_0 / 16) = 0,5\text{ V}$
$I_4 = 8.b_4 / 2.R$	$I_3 = 4.b_3 / 2.R$	$I_2 = 2.b_2 / 2.R$	$I_1 = 1.b_1 / 2.R$	$I_0 = 0,5.b_0 / 2.R$

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

$$I_s = I_0 + I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

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

$$I_s = (0,5b_0 / 2R) + (1.b_1 / 2R) + (2b_2 / 2R) + (4b_3 / 2R) + (8.b_4 / 2.R)$$

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

$$U_{bs} = (-R/2R).U_b = (-R/2R).(-2R).I_s = R.I_s$$

$$U_{bs} = R.I_s$$

$$U_{bs} = R . [ (0,5b_0 / 2R) + (1.b_1 / 2R) + (2b_2 / 2R) + (4b_3 / 2R) + (8.b_4 / 2.R) ]$$

$$U_{bs} = 0,25b_0 + 0,5b_1 + 1b_2 + 2b_3 + 4b_4 \quad \text{P} \quad U_{bs} = 0,25.(b_0 + 2b_1 + 4b_2 + 8b_3 + 16b_4) ; \text{ soit } U_{bs} = 0,25.N$$

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

$$U_{bsPE} = 0,25.(2^n - 1) = 0,25.(2^5 - 1) = 7,75\text{ V} ; q = U_{bsPE} / (2^n - 1) = 7,75 / 31 = 0,25\text{ V}$$

$$U_{bsPE} = 7,75\text{ V}$$

$$q = 0,25\text{ V}$$

**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
<b>Nb = 20</b>	5V	+12V	Saturé	0	Arrêt
<b>Nb = 24</b>	6 V	0V	bloqué	1	rotation

**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

$$P_a = U . I_n \quad \text{P} \quad U = P_a / I_n = 250 / 5 = 50\text{ V}$$

$$U = 50\text{ V}$$

2 - Dans les conditions nominales, calculer :

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

$$P_{j\text{induit}} = R . I_n^2 \quad \text{P} \quad R = P_{j\text{induit}} / I_n^2 = 25 / 5^2 = 10 \quad ; \quad R . I_n = 1 \cdot 5 = 5\text{ V}$$

$$R = 10 \quad ; \quad R . I_n = 5\text{ V}$$

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

$$E'_n = U - R.I_n = 50 - 5 = 45V$$

$$E'_n = 45V$$

3 - Si le moteur absorbe un courant  $I_2 = 2 A$  :

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

$$E'_2 = U - R.I_2 = 50 - 1 \cdot 2 = 48V$$

$$E'_2 = 48V$$

b- Calculer la vitesse de rotation du moteur  $n_2$ .

$$E'_n / E'_2 = n_n / n_2 \Rightarrow n_2 = (E'_2 / E'_n) \cdot n_n = (48/45) \cdot 10 = 10,66 \text{tr/s}; \boxed{n_2 = 10,66 \text{tr/s}}; \text{ soit } n_2 = 640 \text{tr/min}$$

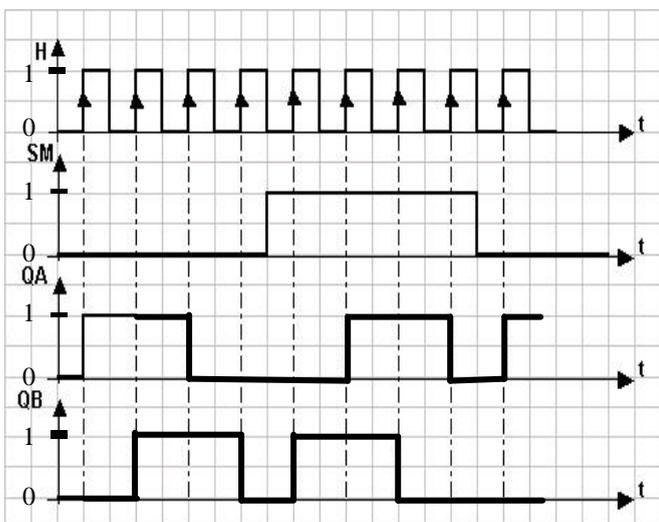
### B2 – 3 : Etude du moteur Mt3 :

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  $SM$

$$D_A = SM \cdot Q_B + \overline{SM} \cdot \overline{Q_B} \quad ; \quad D_B = Q_A \cdot SM + \overline{Q_A} \cdot \overline{SM}$$

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	1	1	0	1	1	0
↑	0	1	1	1	0	0	1	0	1
↑	0	1	0	0	0	1	0	0	1
↑	1	0	0	1	0	1	0	1	0
↑	1	1	0	1	1	1	0	0	1
↑	1	1	1	0	1	0	1	0	1
↑	1	0	1	0	0	0	1	1	0

$Q_i^n$  : 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 ?

le moteur possède **deux** sens de rotation

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

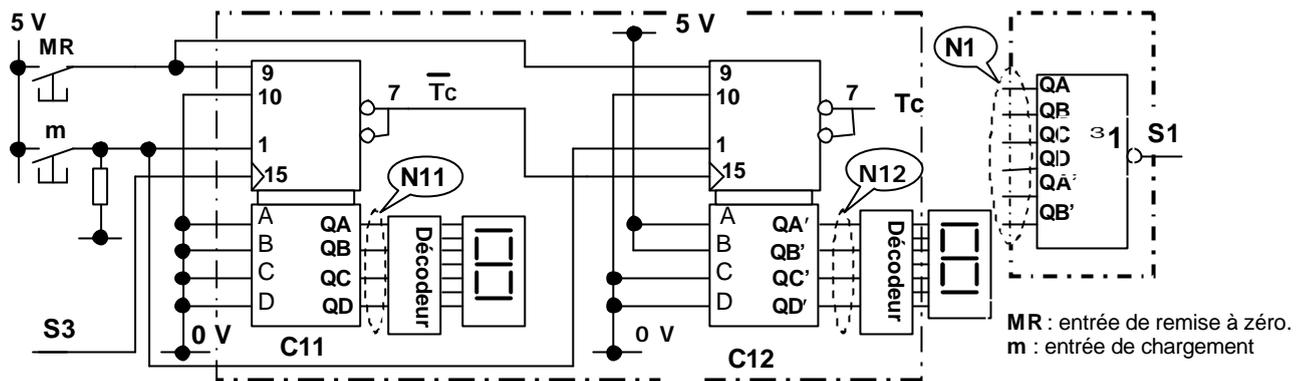
$$p = \frac{N_{p/tr}}{m.K_1.K_2} \Rightarrow 2p = \frac{2.N_{p/tr}}{m.K_1.K_2} = \frac{2 \cdot 96}{4 \cdot 1 \cdot 1} = 48 \text{ pôles}$$

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

### C2 – Partie commande

Etude du circuit de commande de Mt4 :

Pour réduire les erreurs dues à la conversion numérique-analogique en circuit de commande du moteur Mt4 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 **Mt4** qui entraînera 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**:

	<b>N11 : QDQCQBQA</b>	<b>N12 : QD'QC'QB'QA'</b>
<b>MR = 1 et m = 0</b>	0000	0000
<b>MR = 0 et m = 1</b>	0000	0011

2 - Déterminer l'équation de **S1**.

$$S1 = \overline{Q_A + Q_B + Q_C + Q_D + Q'_A + Q'_B}$$

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**).

$$Q'_B Q'_A Q_D Q_C Q_B Q_A = 010000$$

4 - Donner la valeur de **S1** après le remplissage du carton (**30** flacons bouchonnés dans le carton ).  
**S1 = 1**

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

