

| | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------|---|------|
| RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION | EXAMEN DU BACCALAURÉAT | | Session de contrôle | 2024 |
| | Épreuve : Technologie | (ANCIEN RÉGIME) | Section : Sciences Techniques | |
| | Durée : 4h | | Coefficient de l'épreuve : 3 | |

N° d'inscription

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

CONSTITUTION DU SUJET

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

TRAVAIL DEMANDE

- A. Partie génie mécanique : pages 1/8, 2/8, 3/8 et 4/8 (10 points).
- B. Partie génie 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.

Unité de tri de bouteilles

I. Présentation

Une usine de fabrication de produits liquides comporte une unité de tri de bouteilles (figure 1).

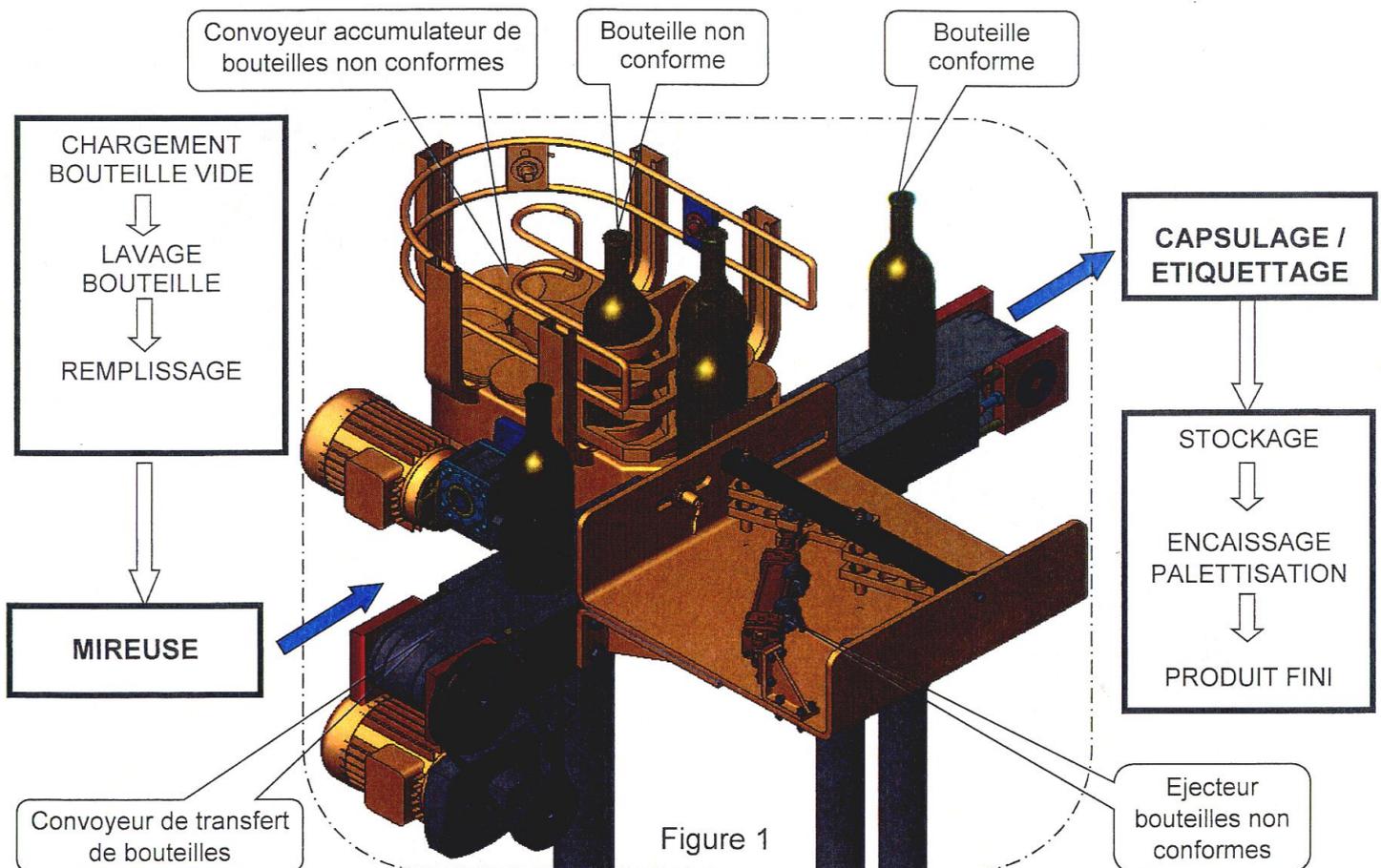


Figure 1

La mireuse intégrant la vision artificielle sert à contrôler la qualité des bouteilles en verre et assurer l'absence de débris de verre (corps étranger). Les bouteilles non conformes sont écartées du convoyeur de transfert vers un convoyeur accumulateur pour le stockage. Leur évacuation est effectuée manuellement.

II. Fonctionnement de l'unité de tri

Vers capsulage /étiquetage

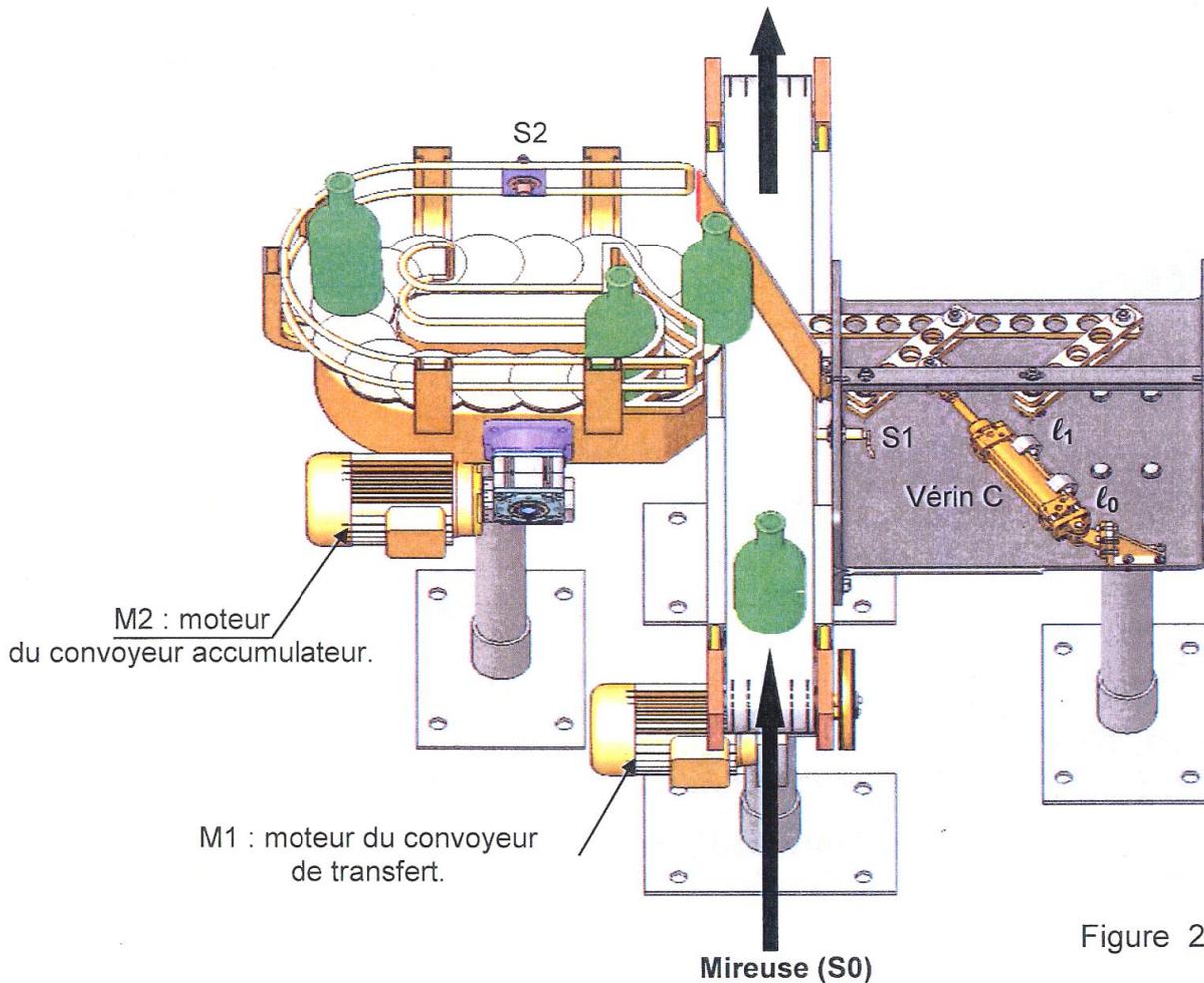
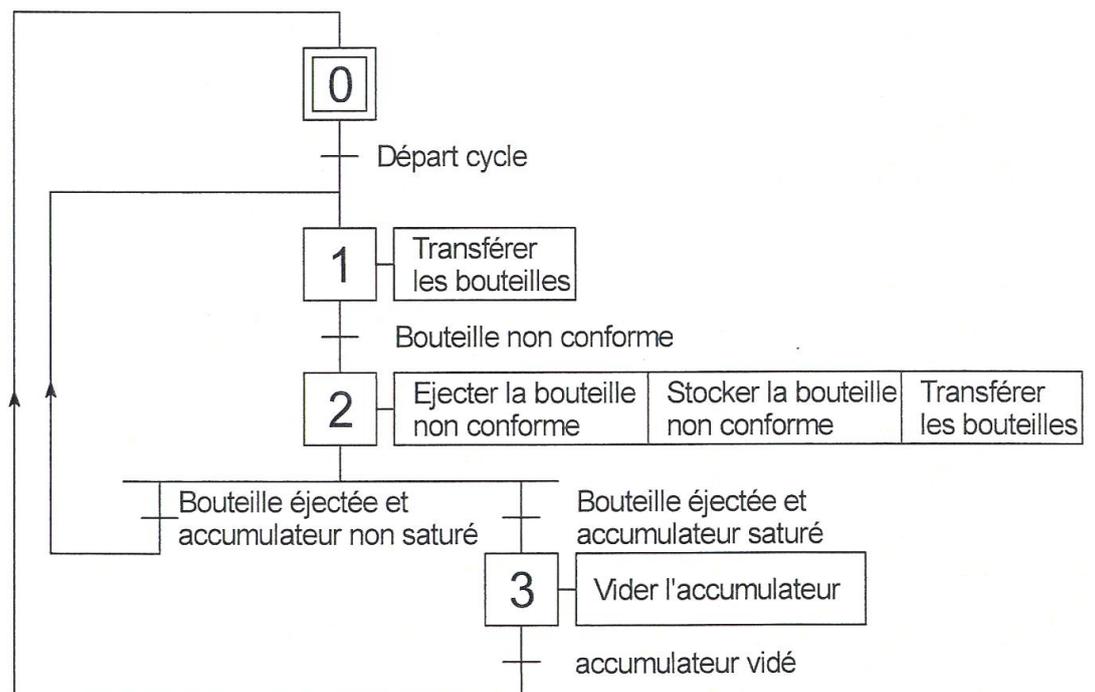


Figure 2

Le fonctionnement de l'unité de tri de bouteilles est décrit par le Grafcet d'un point de vue système ci-contre :

- La capacité de l'accumulateur est limitée à 7 bouteilles ($N=1$) ;
- L'accumulateur est vidé manuellement par un opérateur ;
- Deux signalisations : l'une sonore et l'autre lumineuse seront enclenchées lorsque l'accumulateur est saturé ;



- Sur le tapis de transfert, deux bouteilles consécutives sont suffisamment espacées de telle sorte que la détection de la bouteille suivante à la zone d'éjection (S1) ne s'effectue qu'après la fin de l'opération d'éjection de la bouteille précédente ;
- Pour des raisons de simplification, le cas de la présence d'une deuxième bouteille non conforme (S1) au cours de l'opération d'éjection de la première n'est pas traité par le Grafcet.

III. Choix technologique

| Actions | Actionneurs | Préactionneurs | Capteurs/ Boutons/ Informations |
|--|-------------------------|--|---------------------------------------|
| Transférer les bouteilles | Moteur M1 | KA | - |
| Ejecter les bouteilles non conformes | Vérin double effet C | Avance tige : 14M Retour tige : 12M | l_1 l_0 |
| Stocker les bouteilles non conformes | Moteur M2 | KM2 | - |
| Signalisation lumineuse | Voyant H1 | | - |
| Signalisation sonore | Buzzer H2 | | - |
| Présence bouteille non conforme au poste de mirage (mireuse) | | | S0 |
| Présence bouteille au poste d'éjection | | | S1 |
| Bouteille non conforme stockée | | | S2 |
| Accumulateur vidé | | | Raz |
| Départ cycle | | | Dcy |
| Nombre de bouteilles non conformes stockées = 7 | | | N=1 |
| Nombre de bouteilles non conformes stockées < 7 | | | N=0 |

IV. Document constructeur du compteur-décompteur binaire synchrone (74191)

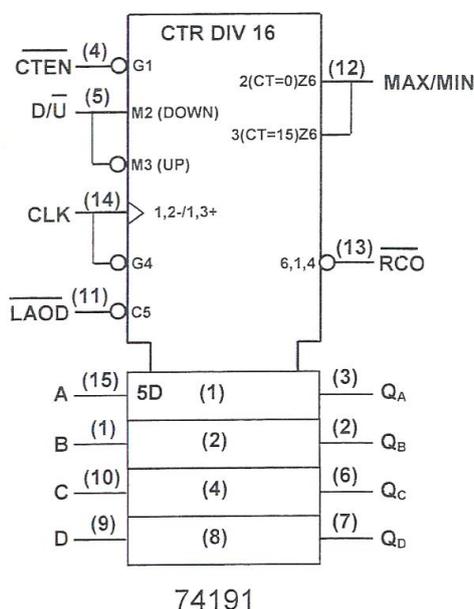


Table de fonctionnement

| \overline{LOAD} | D / \overline{U} | \overline{CTEN} | Mode de fonctionnement |
|-------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| 0 | X | 0 | Chargement |
| 1 | 1 | 0 | Décomptage |
| 1 | 0 | 0 | Comptage |
| X | X | 1 | Blocage |

Figure 3

V. Caractéristiques techniques du moteur M1

Le moteur M1 est un moteur asynchrone triphasé hexapolaire à rotor en court-circuit alimenté par un secteur 230/400V, 50Hz et portant sur sa plaque signalétique les caractéristiques nominales suivantes :

230/400V; 50Hz; 960 tr/min; 0.55 KW; $\cos\phi=0.8$; $\eta=88\%$

VI. Fonctionnement du motoréducteur à embrayage-frein

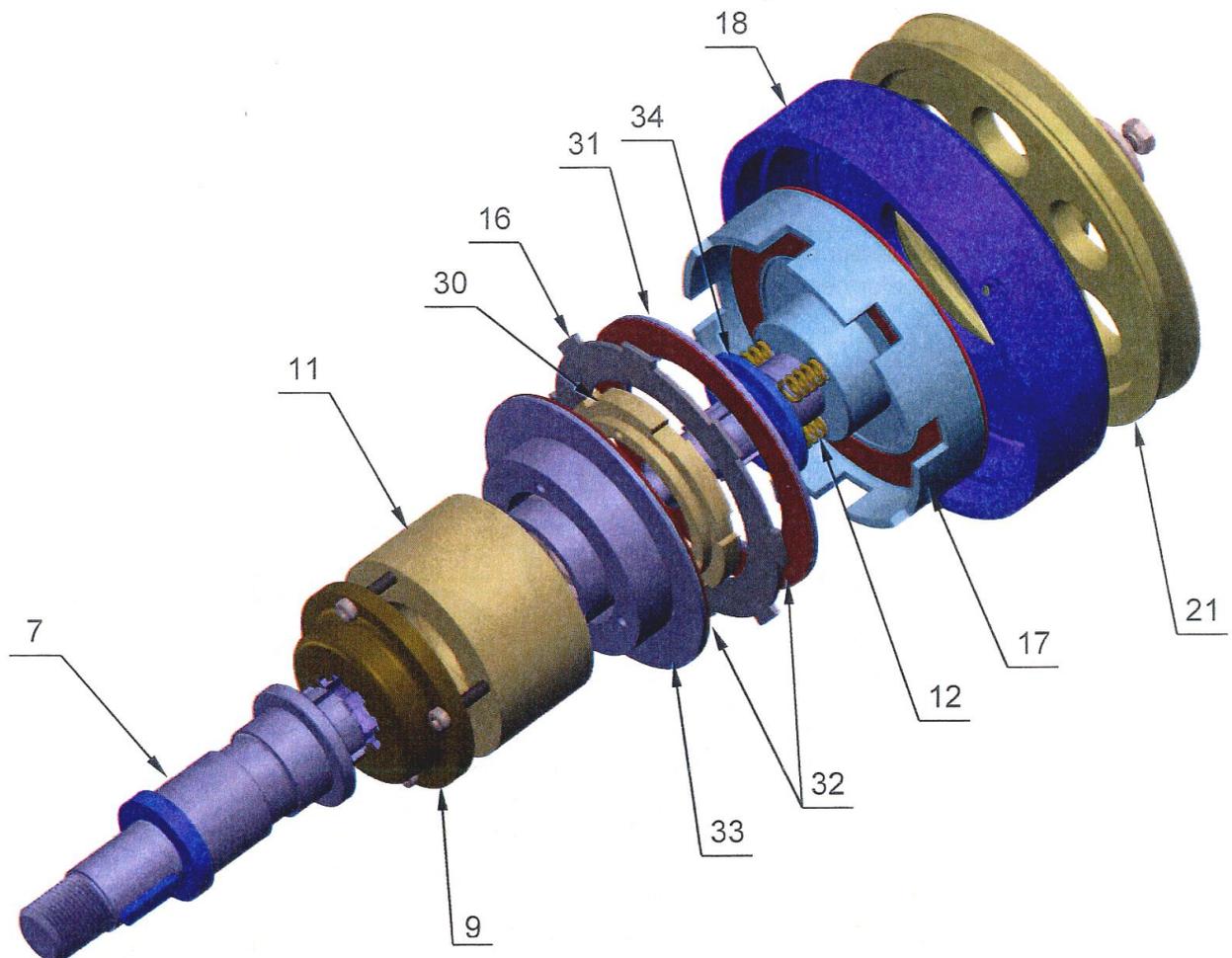
Le déplacement horizontal du convoyeur de transfert des bouteilles est assuré par :

- Un moteur M1 ;
- Un réducteur à engrenages (1,2) et (4,5) ;
- Un embrayage frein ;
- Un système poulie-courroie.

La rotation de l'arbre moteur (50) est transmise et adaptée à l'arbre de sortie du réducteur (7) par un train d'engrenages à deux étages.

Un embrayage-frein à commande électromagnétique (voir figure ci-dessous) assure la rotation ou l'arrêt de la poulie (21) selon l'état de la bobine KA (14) :

- Bobine excitée : position embrayée → Rotation de la poulie (21) ;
- Bobine non excitée : position freinée → Arrêt de la poulie (21).



Eclaté de l'embrayage frein (sans 14 et 38)

VII. Solution câblée de comptage de bouteilles non conformes

La carte électronique (figure 4) est à base d'un compteur intégré 74191 et d'un A.L.I. supposé parfait. Cette carte est destinée au comptage du nombre de bouteilles non conformes stockées. Une variable N est égale à 1 quand 7 bouteilles sont éjectées dans le convoyeur accumulateur.

- Le phototransistor T1 et le transistor T2 sont supposés parfaits.

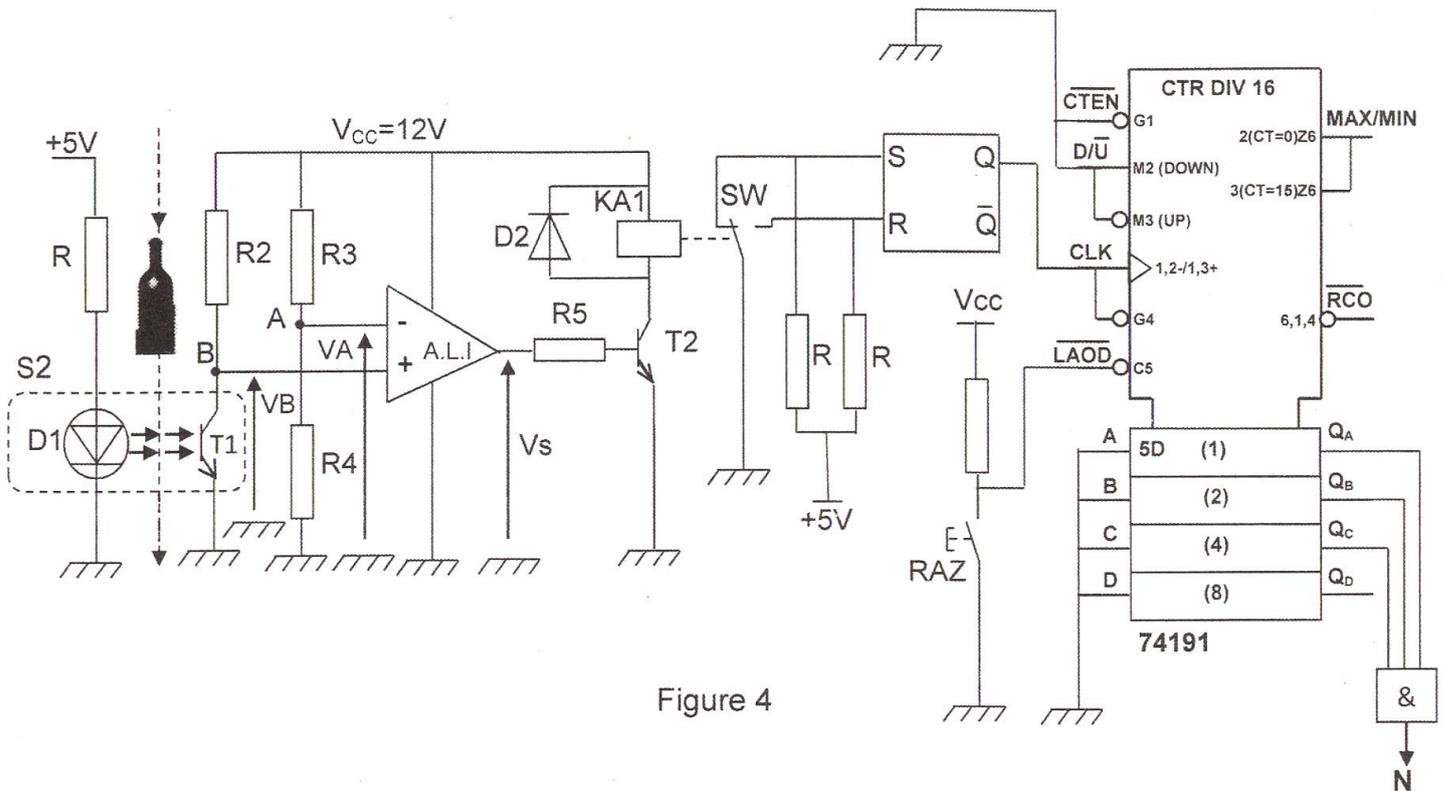


Figure 4

VIII. Solution programmée de comptage des bouteilles non conformes

Les bouteilles non conformes sont stockées dans un accumulateur (maximum 7 bouteilles) afin d'être dégagées manuellement. On se propose de réaliser une carte de commande à base de microcontrôleur qui assure cette opération de comptage en affichant à chaque fois le nombre de bouteilles stockées. Lorsque l'accumulateur est saturé, deux signalisations: sonore et lumineuse seront enclenchées. L'opérateur doit ainsi vider l'accumulateur et actionner le bouton de remise à zéro (RAZ).

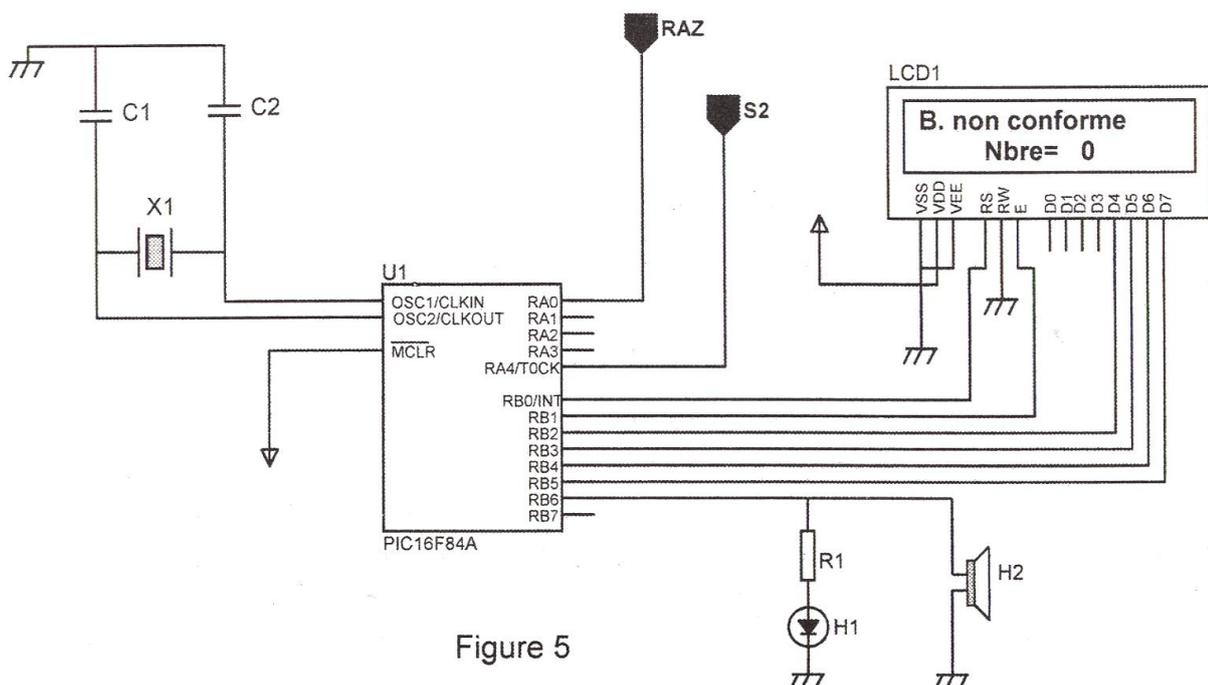
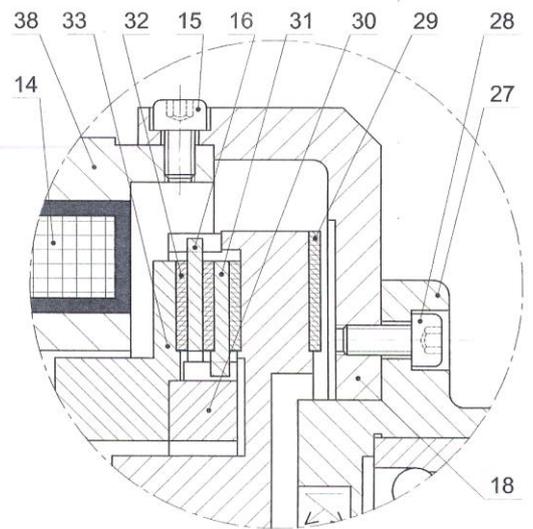
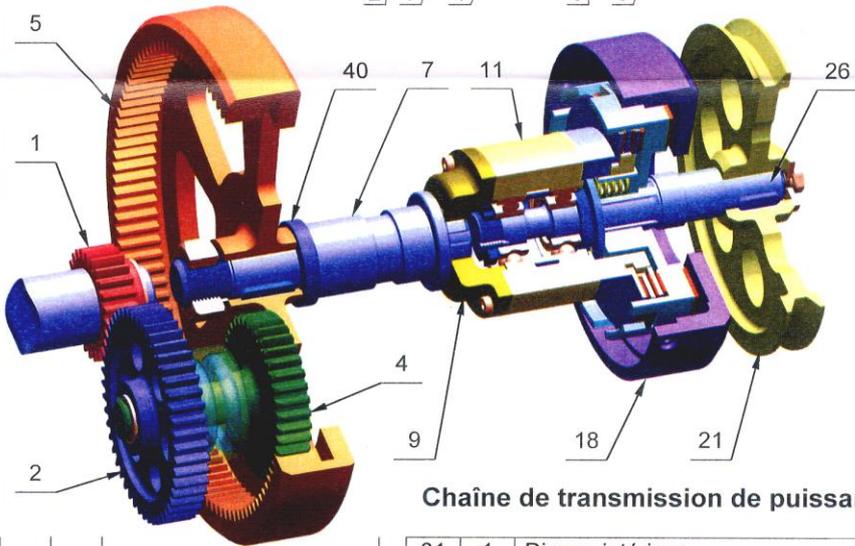
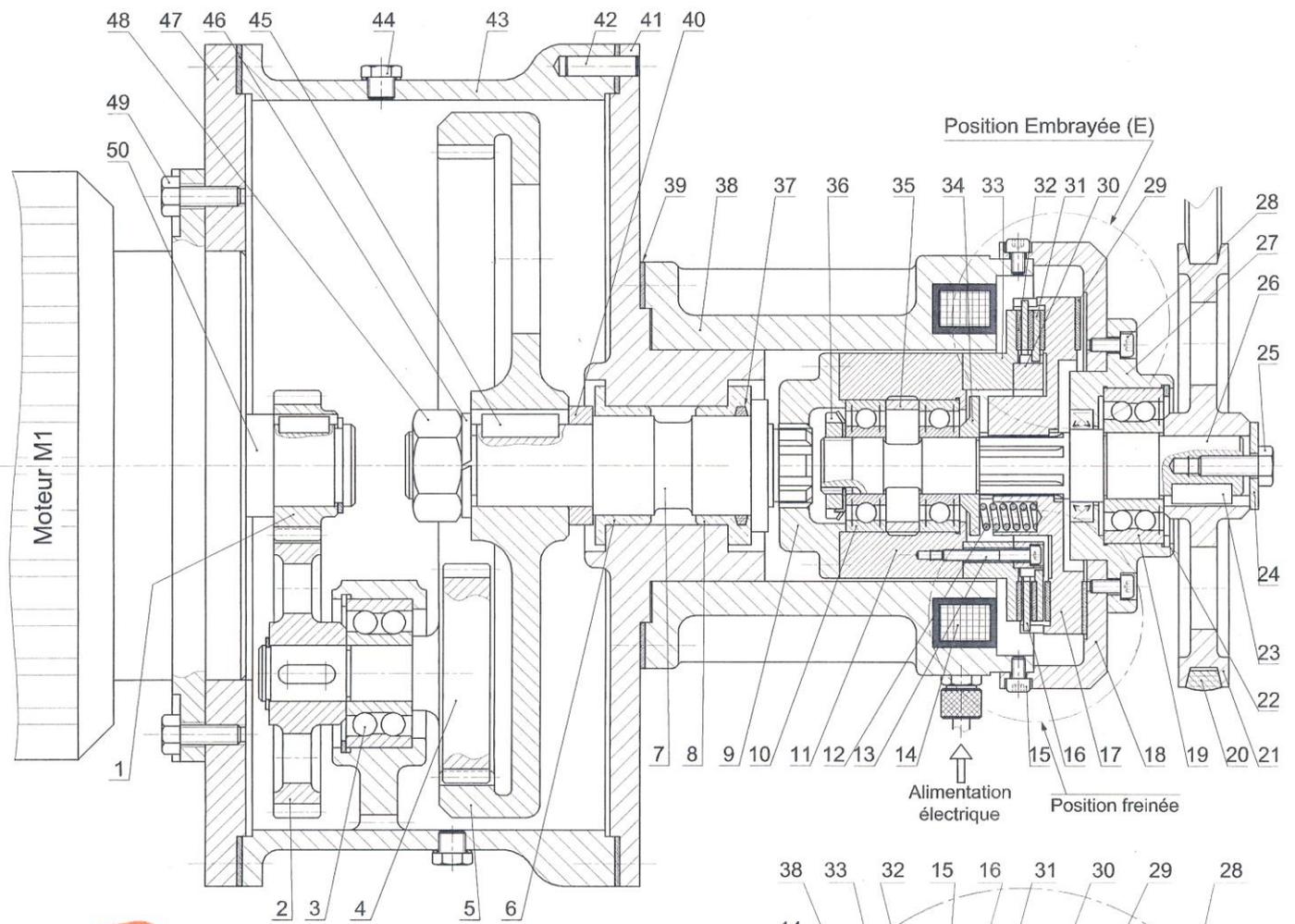


Figure 5



Chaîne de transmission de puissance

Détail E

| | | |
|----|---|------------------------|
| 50 | 1 | Arbre moteur |
| 49 | 4 | Vis à tête hexagonale |
| 48 | 1 | Écrou hexagonal |
| 47 | 1 | Flasque gauche |
| 46 | 1 | Rondelle grower |
| 45 | 1 | Clavette parallèle |
| 44 | 2 | Bouchon |
| 43 | 1 | Carter |
| 42 | 2 | Pied de positionnement |
| 41 | 1 | Flasque droit |
| 40 | 1 | Bague |
| 39 | 1 | Joint plat |
| 38 | 1 | Boîtier |
| 37 | 1 | Joint feutre |
| 36 | 1 | Écrou à encoches |
| 35 | 1 | Bague entretoise |
| 34 | 1 | Platine |
| 33 | 1 | Plateau embrayage |
| 32 | 3 | Garniture embrayage |

| | | |
|----|---|------------------------------------|
| 31 | 1 | Disque intérieur |
| 30 | 1 | Porte disque intérieur |
| 29 | 1 | Garniture frein |
| 28 | 4 | Vis à tête cylindrique |
| 27 | 1 | Boîtier |
| 26 | 1 | Arbre de sortie |
| 25 | 1 | Vis à tête hexagonale |
| 24 | 1 | Rondelle plate |
| 23 | 1 | Clavette parallèle |
| 22 | 1 | Anneau élastique pour alésage |
| 21 | 1 | Poulie |
| 20 | 1 | Courroie trapézoïdale |
| 19 | 1 | Roulement à deux rangées de billes |
| 18 | 1 | Plateau fixe pour frein |
| 17 | 1 | Plateau mobile |
| 16 | 1 | Disque extérieur |

| | | |
|----|----|---|
| 15 | 4 | Vis à tête Cylindrique à six pans creux |
| 14 | 1 | Bobine KA |
| 13 | 3 | Vis à tête cylindrique |
| 12 | 3 | Ressort |
| 11 | 1 | Moyeu |
| 10 | 2 | Roulement à billes à contact radial |
| 9 | 1 | Couvercle d'accouplement |
| 8 | 1 | Coussinet à collerette |
| 7 | 1 | Arbre de sortie du réducteur |
| 6 | 1 | Coussinet à collerette |
| 5 | 1 | Couronne ; $Z_5 = 108$ dents |
| 4 | 1 | Pignon arbré ; $Z_4 = 36$ dents |
| 3 | 1 | Roulement à deux rangées de billes |
| 2 | 1 | Roue dentée ; $Z_2 = 48$ dents |
| 1 | 1 | Pignon moteur ; $Z_1 = 24$ dents |
| Rp | Nb | Désignation |



Moto-réducteur à embrayage frein

Dossier technique
page : 6:6

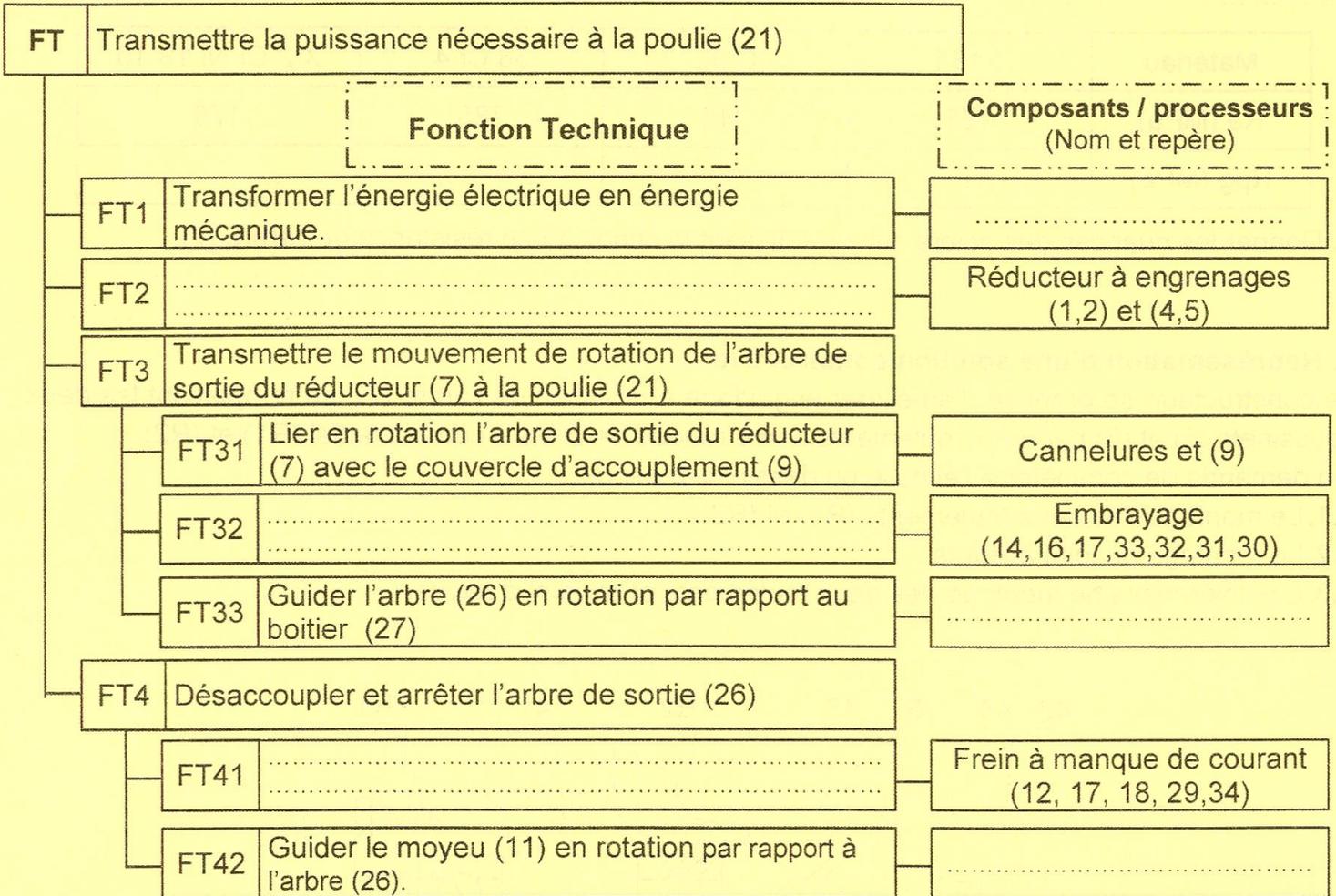
Echelle : 2 : 3

Unité de tri de bouteilles

A. PARTIE GENIE MECANIQUE

1. Etude fonctionnelle

1.1. En se référant au dossier technique, compléter le diagramme FAST descriptif partiel relatif à la fonction technique FT : « Transmettre la puissance nécessaire à la poulie (21) »



1.2. Quel est le rôle des pièces suivantes ? Cocher la bonne réponse.

| | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------|
| Les deux coussinets à collerette (6) et (8) | Guider en rotation | <input type="checkbox"/> |
| | Transmettre le mouvement de rotation | <input type="checkbox"/> |
| Garniture (32) | Guider en rotation | <input type="checkbox"/> |
| | Augmenter l'adhérence | <input type="checkbox"/> |
| | Diminuer les frottements | <input type="checkbox"/> |

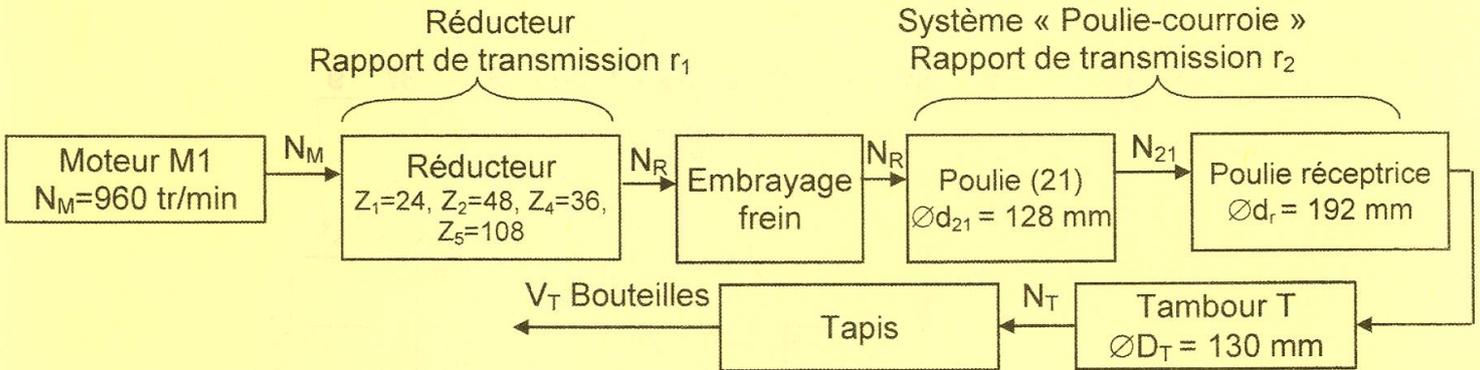
1.3. Compléter le tableau de l'assemblage suivant :

| | Éléments et surfaces qui assurent la mise en position | Les éléments qui assurent le maintien en position | Ajustement |
|--|---|---|------------|
| Assemblage du plateau fixe (18) et le boîtier (38) | | | |

Ne rien écrire ici

2. Etude du motoréducteur du convoyeur de transfert

On donne ci-dessous la chaîne de transmission de puissance du convoyeur de transfert :



Le cahier de charges fonctionnel impose que la vitesse de translation des bouteilles ne doit pas dépasser $V_{TMaxi} = 0,8 \text{ m/s}$.

2.1. Calculer les rapports de transmission r_1 et r_2 .

.....

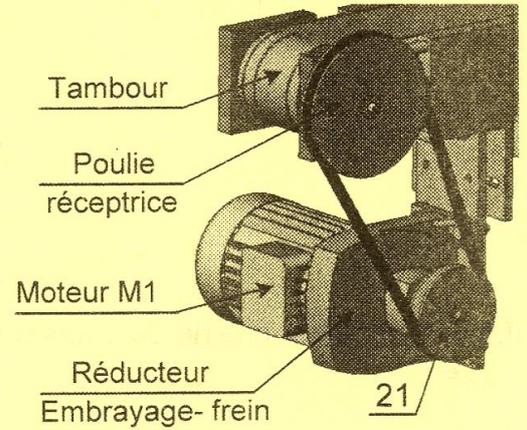
.....

.....

.....

$r_1 =$

$r_2 =$



2.2. Déduire le rapport global du convoyeur de transfert r_g .

.....

$r_g =$

2.3. Calculer la vitesse de rotation N_r de la poulie réceptrice.

.....

$N_r =$

2.4. Calculer la vitesse de translation des bouteilles V_T .

.....

$V_T =$

2.5. Vérifier si la condition du cahier de charges est respectée.

.....

3. Etude de l'embrayage

3.1. A partir du dessin d'ensemble relever le nombre de surfaces de frictions et les rayons correspondants :

$R =$ mm $r =$ mm $n =$

3.2. On donne le coefficient de frottement $f = 0,6$, l'effort de la bobine $F_B = 850 \text{ N}$ et l'effort des ressorts $F_r = 200 \text{ N}$ et le couple d'adhérence $C_t = \frac{2}{3} \cdot N \cdot f \cdot n \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$; Calculer le couple transmissible C_t .

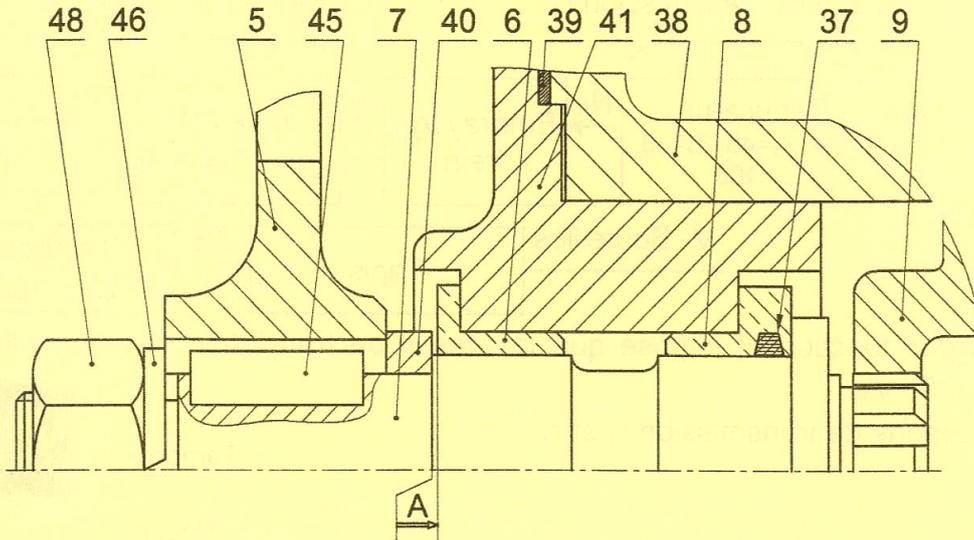
.....

$C_t =$

Ne rien écrire ici

4. Cotation fonctionnelle

4.1. Tracer la chaîne de cotes relative à la condition « A ».



4.2. A partir de la chaîne de cotes relative à la condition « A », écrire les équations de A_{Maxi} et A_{mini} .

$A_{mini} = \dots\dots\dots$

$A_{Maxi} = \dots\dots\dots$

5. Etude de l'arbre (7) à la torsion

L'arbre (7) est assimilé à une poutre cylindrique pleine de diamètre $d_7 = 18$ mm sollicitée à la torsion simple.

On donne :

- La puissance transmise par l'arbre (7) est $P = 750$ W.
- La vitesse de rotation de l'arbre (7) est $N_7 = 160$ tr/min.

5.1. Calculer le couple « C » supporté par cet arbre.

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

C =

5.2. Calculer la contrainte tangentielle maximale τ_{max} .

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

τ_{max} =

Ne rien écrire ici

5.3. On donne dans le tableau ci-dessous les matériaux disponibles en stock et leurs résistances élastiques à l'extension R_e . Sachant que $R_{eg}=0.5R_e$ et que le coefficient de sécurité $s=3$.

a. Calculer et compléter sur le tableau ci-dessous la valeur de R_{pg} pour chaque matériau.

| | | | | |
|-----------|-------|-------|---------|-----------------|
| Matériau | S185 | C 32 | 38 Cr 4 | X 2 Cr Ni 18-10 |
| Re (MPa) | 185 | 315 | 785 | 175 |
| Rpg (MPa) | ..... | ..... | ..... | ..... |

b. Donner les nuances des aciers qui garantissent la condition de résistance de l'arbre (7).

6. Représentation d'une solution constructive

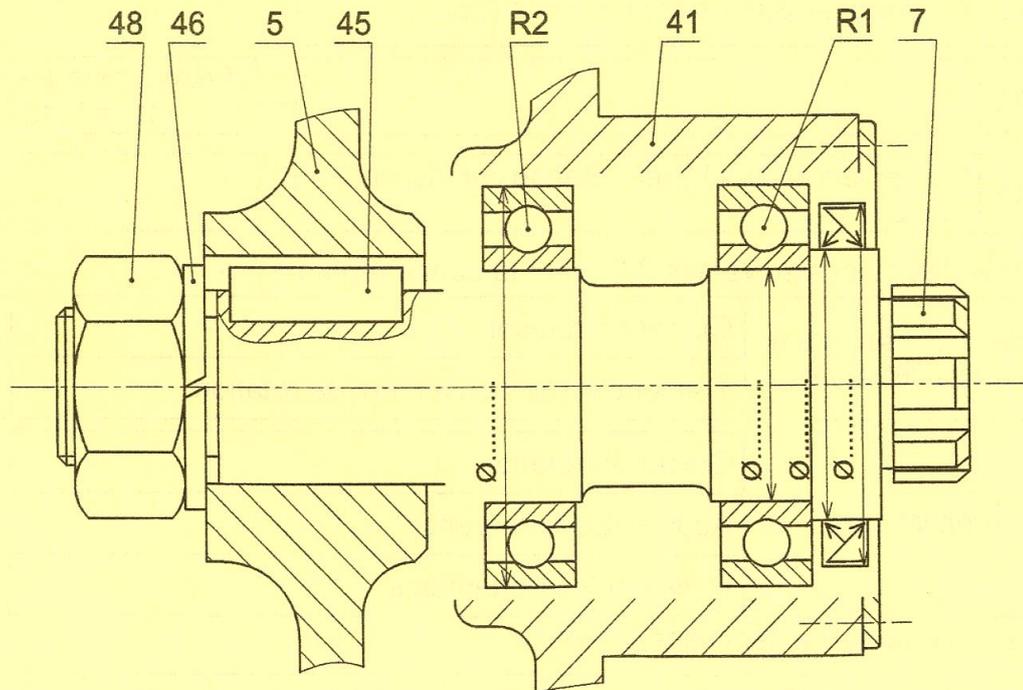
Le constructeur, se propose d'améliorer le guidage en rotation de l'arbre (7), en remplaçant les deux coussinets (6) et (8) par deux roulements à une rangée de billes à contact radial (R1) et (R2).

On demande de compléter à l'échelle du dessin ci-dessous :

6.1. Le montage des deux roulements (R1) et (R2).

6.2. Le montage du joint à lèvres.

6.3. Les tolérances de montage des deux roulements et du joint à lèvres.



Echelle : 1 : 1

Section : N° d'inscription : Série : Signatures des surveillants

Nom et Prénom :

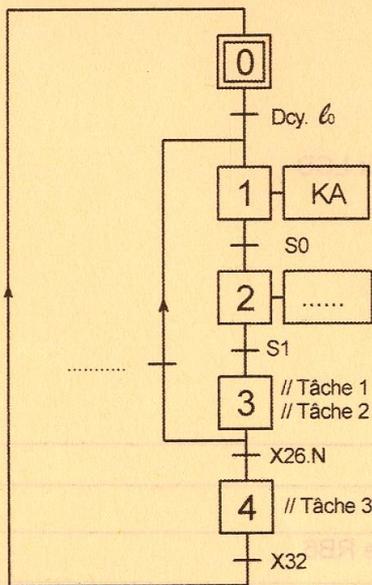
Date et lieu de naissance :

B. PARTIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

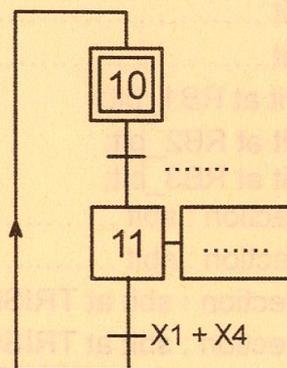
I. Description temporelle

En se référant aux pages 1/6, 2/6 et 3/6 du dossier technique, compléter le GRAFCET synchronisé d'un point de vue de la partie commande de l'unité de tri de bouteilles non conformes.

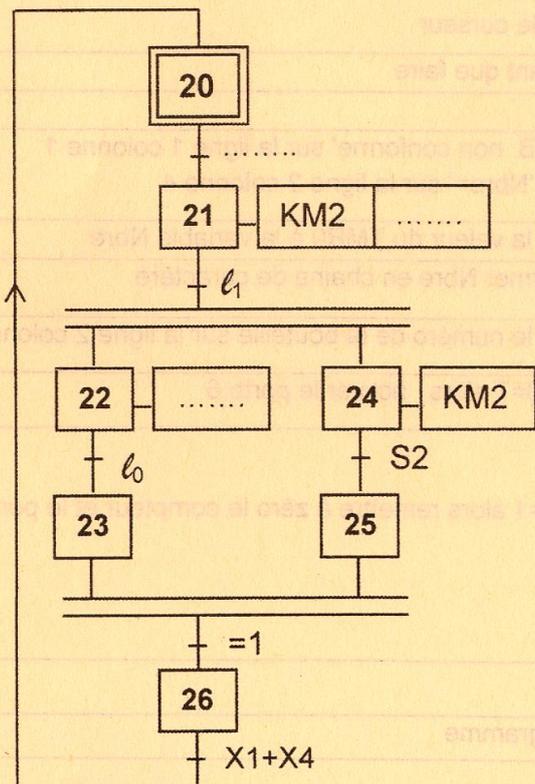
GRAFCET de coordination



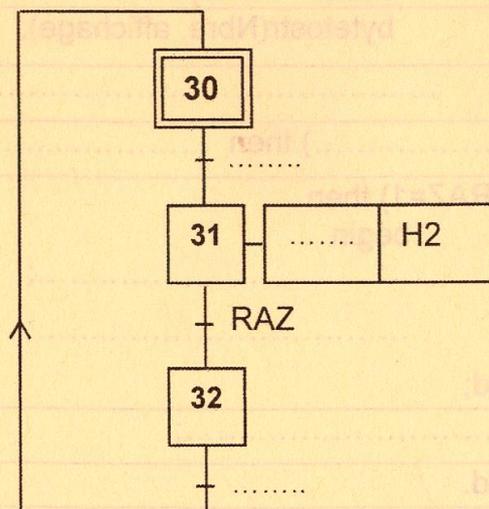
Tâche (1) : Transférer les bouteilles



Tâche (2): Ejecter et stocker les bouteilles non conformes



Tâche (3): Signaler accumulateur saturé et le vider



Ne rien écrire ici

II. Etude du circuit de comptage des bouteilles non conformes

Se référer, dans cette partie, aux pages 3/6 et 5/6 du dossier technique.

1- Quel est le rôle de la bascule RS dans le circuit de la figure 4 ?

.....

2- Exprimer V_A en fonction de R_3 , R_4 et V_{cc} . Puis, calculer sa valeur pour $R_3=R_4$.

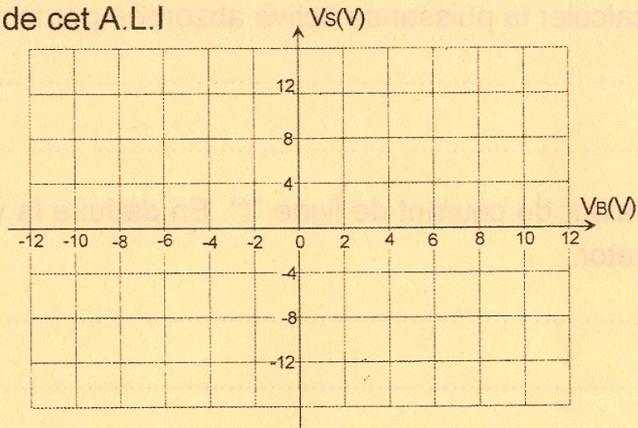
.....

.....

3- Quel est le régime de fonctionnement de l'A.L.I ?

.....

4- Tracer la caractéristique de transfert de cet A.L.I



5- Compléter le tableau suivant :

| | T1 (saturé ou bloqué) | V_B (en V) | V_s (en V) | T2 (saturé ou bloqué) | S (0 ou 1) | R (0 ou 1) | Q (0 ou 1) |
|-----------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Absence bouteille | Saturé | ..... | ..... | Bloqué | 0 | ..... | ..... |
| Présence bouteille | Bloqué | 12 | ..... | ..... | ..... | 0 | ..... |

6- Compléter le tableau suivant par les valeurs logiques (0 ou 1) de chaque sortie $Q_D Q_C Q_B Q_A$ et de N.

| Passage | $Q_D Q_C Q_B Q_A$ | N |
|----------------------------|-------------------|-------|
| 1 ^{ère} bouteille | | |
| 7 ^{ème} bouteille | | |

7- Le compteur étant validé, quelle est la valeur logique de chaque sortie du compteur lorsque l'entrée \overline{LOAD} est active ?

$Q_D Q_C Q_B Q_A =$

8- Quel est le rôle de l'entrée \overline{LOAD} dans ce circuit ? Cocher la réponse correcte.

Validation

Remise à zéro

Horloge

III. Etude du moteur M1 d'entraînement du convoyeur de transfert de bouteilles

En se référant aux caractéristiques du moteur M1 données à la page 3/6 du dossier technique :

1- Déterminer la vitesse de synchronisme "ns" en (tr/min).

.....

Ne rien écrire ici

2- Exprimer puis calculer la valeur du glissement "g".

.....

.....

.....

3- Donner le type de couplage des enroulements statoriques. Justifier la réponse.

.....

.....

4- Exprimer puis calculer la puissance active absorbée par le moteur en fonctionnement nominal.

.....

.....

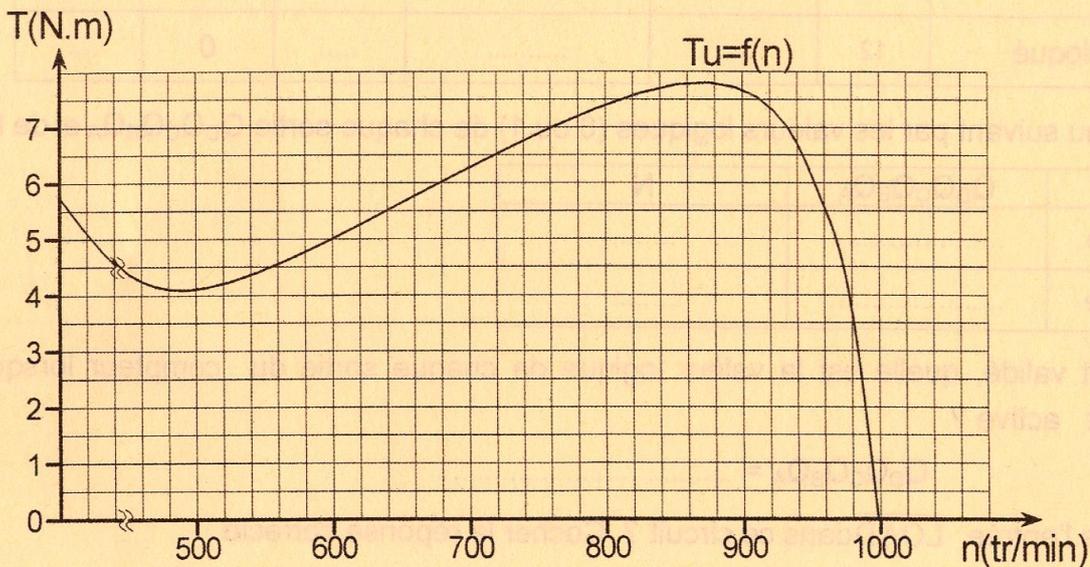
5- Déterminer la valeur du courant de ligne "I". En déduire la valeur du courant "J" traversant chaque enroulement du stator.

.....

.....

.....

6- Le moteur entraîne le convoyeur de transfert présentant un couple résistant constant $T_r = 3,5 \text{ Nm}$. Tracer sur la figure ci-dessous la caractéristique mécanique $T_r = f(n)$.



7- Déterminer les coordonnées du point de fonctionnement "P"

P (..... ;)

8- Calculer pour ce point "P", la puissance utile P_u .

.....

.....

Ne rien écrire ici

IV. Programmation par microcontrôleur

Compléter le programme correspondant au montage de la figure 5 à la page 5/6 du dossier technique. Les broches non connectées sont considérées comme des entrées.

| | |
|--|--|
| program solution2; | // Entête du programme |
| var | //Déclaration des variables |
| Nbre: byte; H1:bit; H2:bit; | |
| affichage :string[3]; | // "affichage" chaine de 3 caractères |
| S2:sbit at; RAZ:sbit | //Connexion des variables d'entrées |
| var LCD_RS : sbit at RB0_bit; var LCD_D6 : sbit; var LCD_D7 : sbit; var LCD_EN : sbit at RB1_bit; var LCD_D4 : sbit at RB2_bit; var LCD_D5 : sbit at RB3_bit; var LCD_D4_Direction : sbit; var LCD_D5_Direction : sbit; var LCD_RS_Direction : sbit at TRISB0_bit; var LCD_EN_Direction : sbit at TRISB1_bit; var LCD_D6_Direction : sbit at TRISB4_bit; var LCD_D7_Direction : sbit at TRISB5_bit; | //Connexion de l'afficheur LCD |
| Begin | //Début |
| trisA:= | //Configuration du port A |
| portB.6:= | //Initialisation de la sortie RB6 |
| option_reg:=\$F8; | // TMR0 en mode compteur à front montant sur RA4 |
| TMR0:=0; | //initialisation du TMR0 |
| lcd_init(); | //initialisation de l'afficheur LCD |
| lcd_cmd(_lcd_cursor_off); | //éteindre le curseur |
| while true do | //Boucle tant que faire |
| Begin | //début |
| lcd_out (.....); | //Afficher 'B. non conforme' sur la ligne 1 colonne 1 |
| lcd_out (.....); | // Afficher 'Nbre=' sur la ligne 2 colonne 4 |
| Nbre:= TMR0; | // Affecter la valeur du TMR0 à la variable Nbre |
| bytetostr(Nbre, affichage); | // Transformer Nbre en chaine de caractère |
|; | // Afficher le numéro de la bouteille sur la ligne 2 colonne 9 |
| if (.....) then | // Si TMR0=7 alors activer le portb.6 |
| if (RAZ=1) then begin;; end; | // Si RAZ=1 alors remettre à zéro le compteur et le portb.6 |
|; | // Fin si ; |
| end. | // Fin programme |