




| | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------------|
| MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION  DIRECTION REGIONALE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION DE KAIROUAN | | DEVOIR DE SYNTHESE N°1 | |
| SECTION : SCIENCES TECHNIQUES | | | |
| EPREUVE : TECHNOLOGIE | | DUREE: 4 heures | COEFFICIENT: 3 |

SUJET: AUTOMATE COOKSEE

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- PARTIE MECANIQUE: Pages 1/8 – 2/8 – 3/8 et 4/8. (10 points)
- B- PARTIE ELECTRIQUE: Pages 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8. (10 points)

Observations

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



I- PRESENTATION GENERALE

Le groupe cooksee technologie est le concepteur du premier automate préparateur et distributeur de pizzas. Cet automate cooksee propose aux consommateurs une pizza de qualité, préparée devant eux en dix minutes au prix d'une pizza à emporter, de jour comme de nuit et sept jours sur sept.

Il se présente comme un distributeur automatique (voir **Figures 1 et 2**), muni d'une surface vitrée qui dévoile chaque étape de la préparation et de la cuisson de la pizza. Le client choisit une recette parmi un large éventail de propositions.

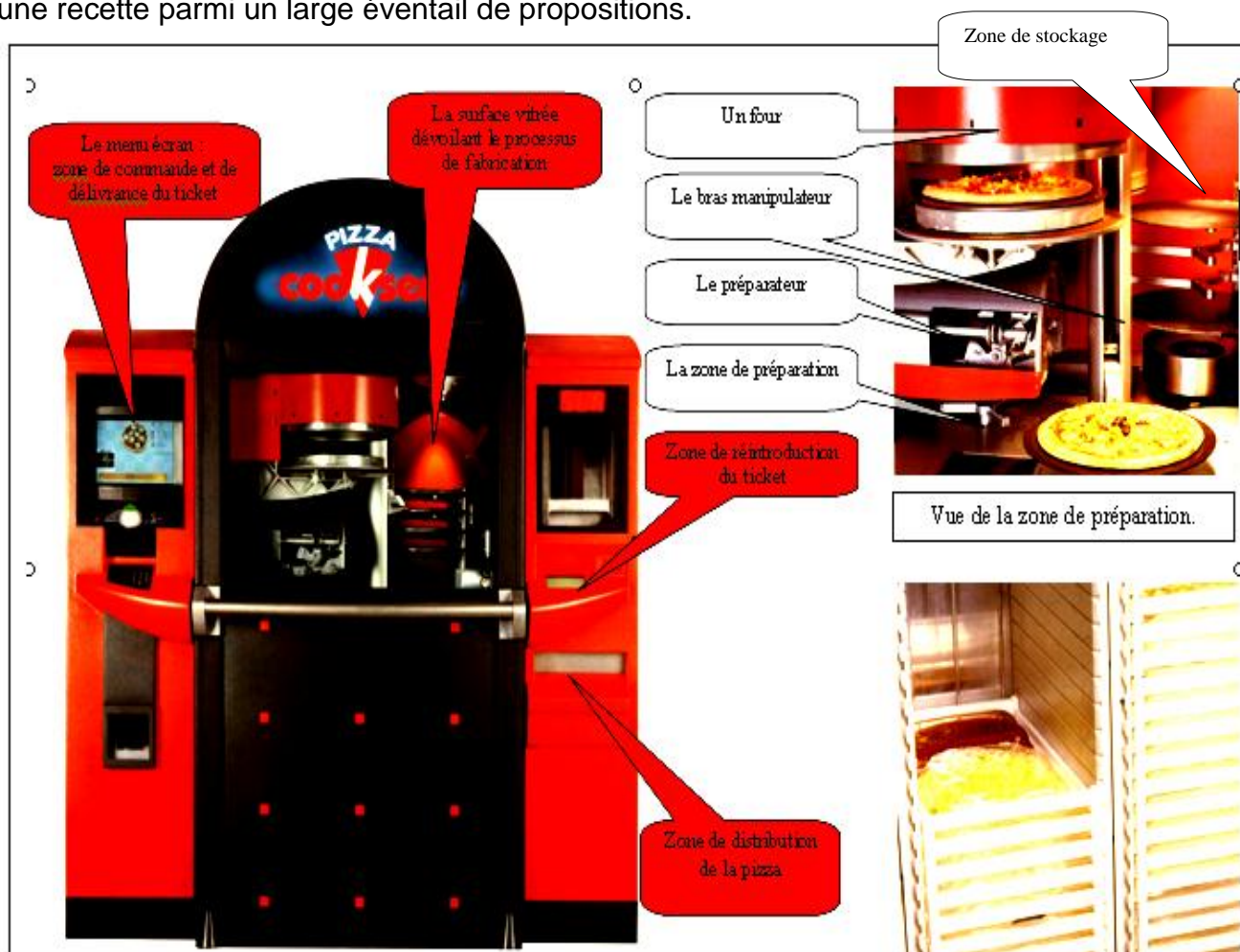


Figure 1

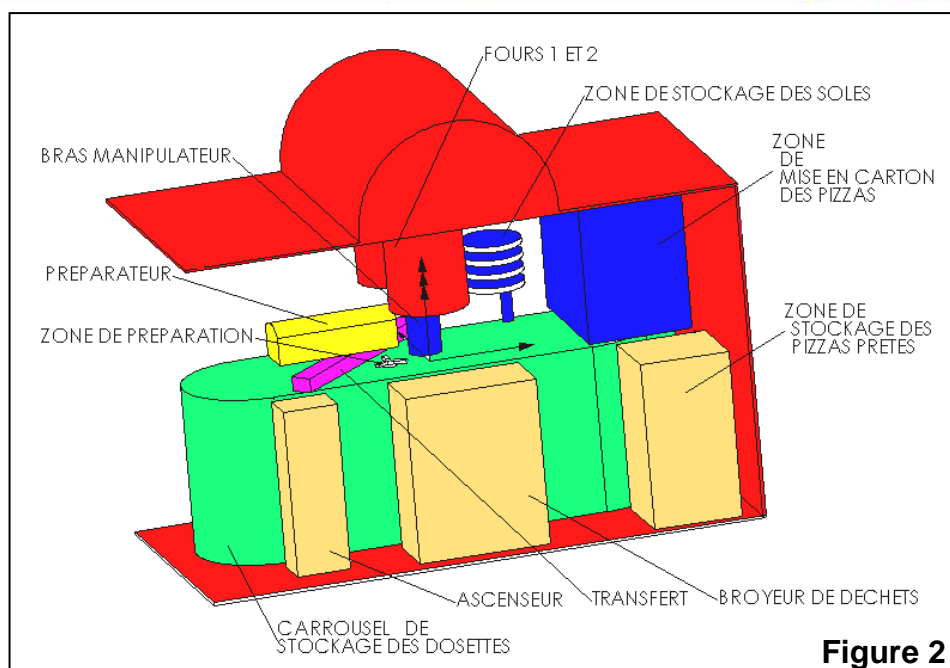


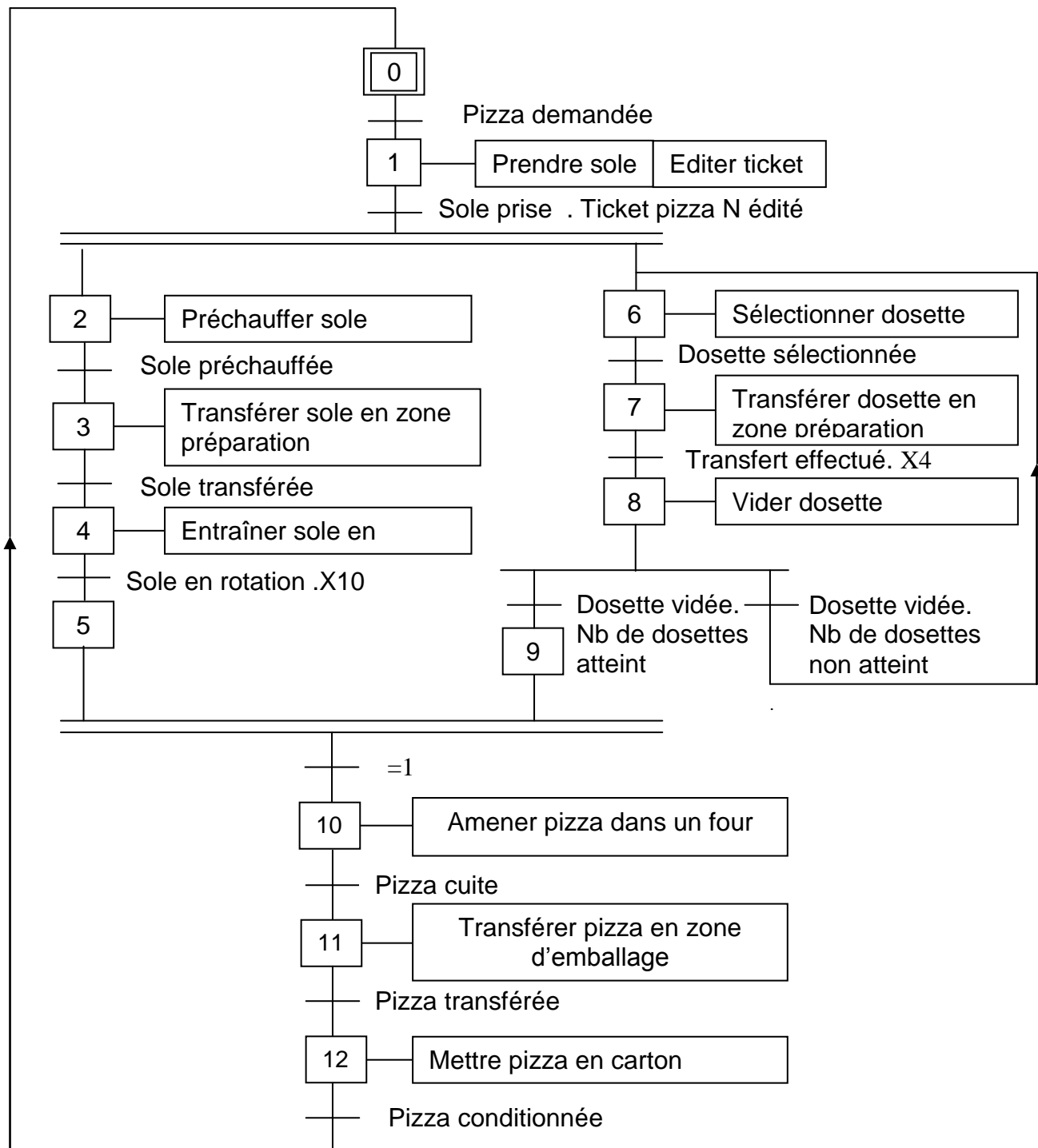
Figure 2

II- FABRICATION D'UNE PIZZA :

La fabrication d'une pizza repose sur l'utilisation de **dosettes** qui contiennent la juste proportion des ingrédients nécessaires à sa confection. Trois types de dosettes sont requises pour la fabrication d'une pizza :

- ❑ Dosettes de type A : elles contiennent la pâte.
- ❑ Dosettes de type B : elles contiennent la tomate et le fromage.
- ❑ Dosettes de type C : elles contiennent les ingrédients de personnalisation (trois ingrédients par dosettes : champignons, olives...).

Le grafcet d'un point de vue système, donné ci-dessous, permet de mieux appréhender le cycle de fabrication d'une pizza. Ce grafcet a été volontairement simplifié, il ne prend notamment pas en compte la possibilité de préparation simultanée de plusieurs pizzas ou la gestion des deux fours.



III- ETUDE DU BRAS MANIPULATEUR:

L'élément central de l'automate est le bras manipulateur qui permet de déplacer les soles vides (puis les soles garnies de pizzas) entre les différentes zones (zone de stockage des soles, zone de préparation, fours et zone de transfert pour la mise en carton). Il est défini par une vue en trois dimensions sur le **Figure 3**.

Notre étude portera sur l'étude du bras manipulateur lors du déplacement des soles de la zone de stockage à la zone de préparation.

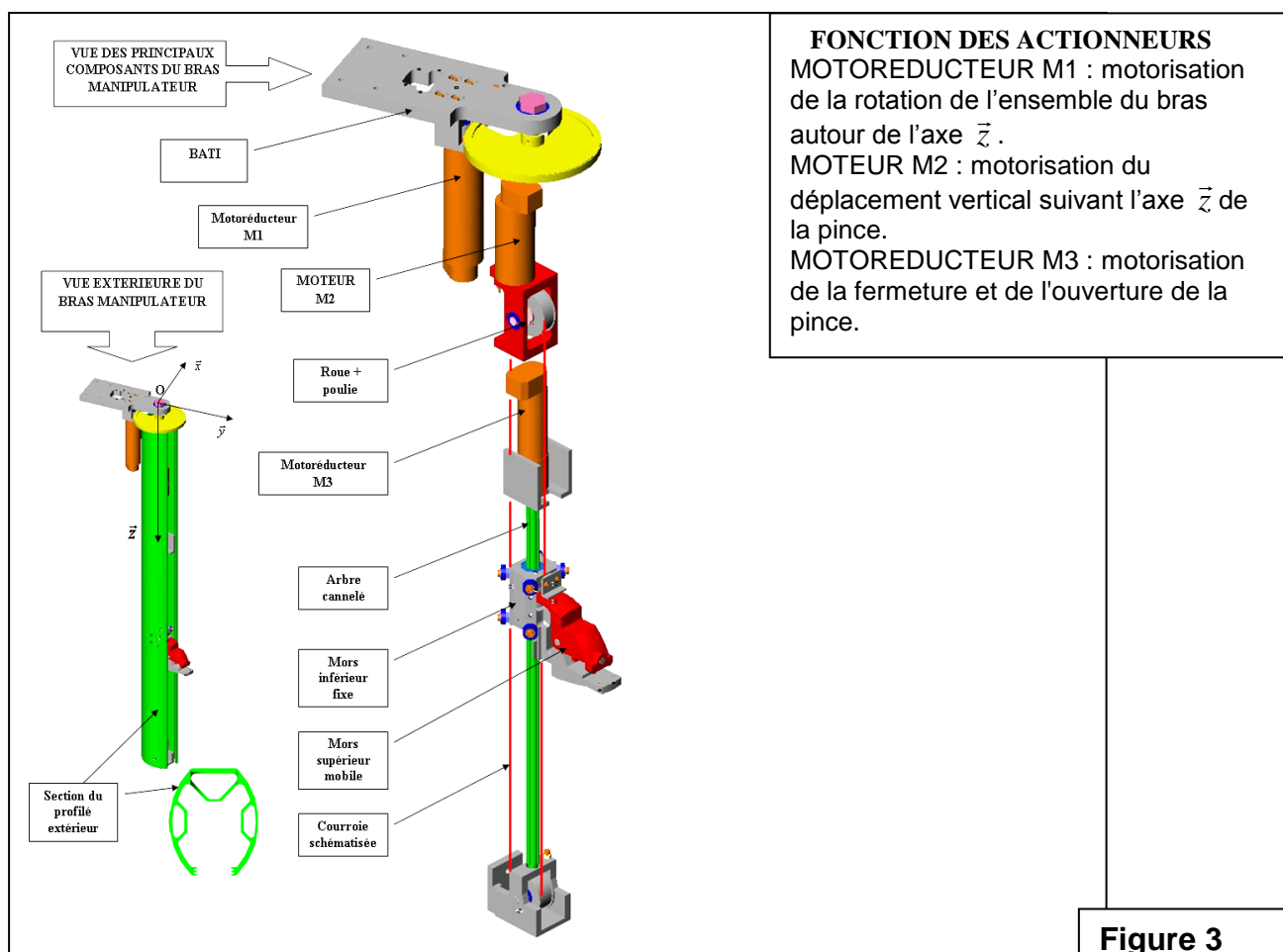


Figure 3

• **Table des affectations:**

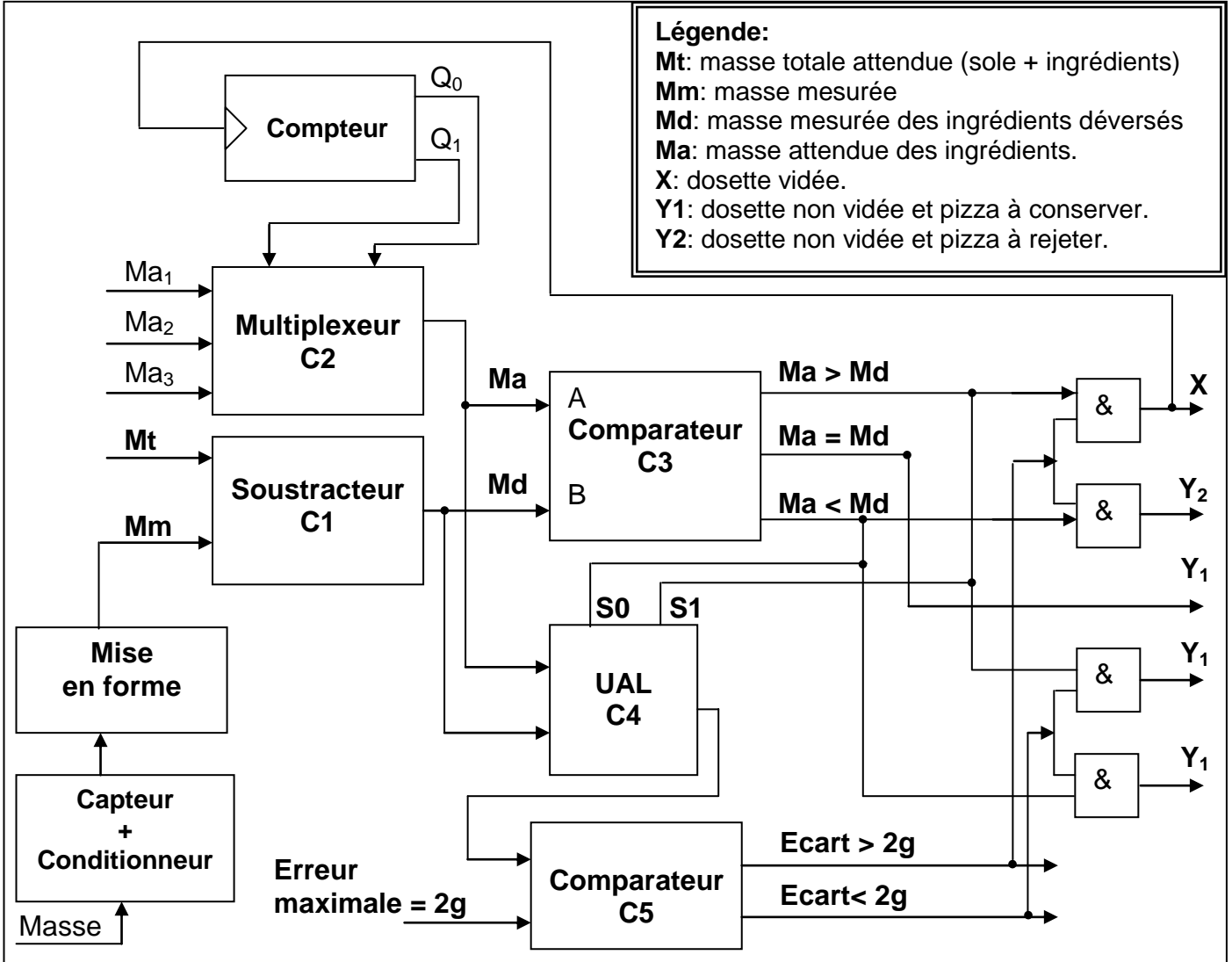
| Actions réalisées par le bras dans l'ordre chronologique | Actionneurs | Pré actionneurs | | | Capteurs | | |
|---|-------------|-----------------|-----|-------|----------|-----|-------|
| | | Système | AEG | TSX | Système | AEG | TSX |
| Amener sole de la zone de stockage vers la zone de préparation (descente) | M2 | KM2 | Q2 | %Q1.2 | d | I2 | %I1.2 |
| Rotation à gauche du bras manipulateur pour mettre sole en face de la zone de préparation | M1 | KM1 | Q1 | %Q1.1 | g | I1 | %I1.1 |
| Ouverture de la pince pour la dépose de la sole | M3 | KM3 | Q3 | %Q1.3 | po | I3 | %I1.3 |
| | | | | | Sc | | |

NB: le capteur Sc correspond à la fin de préchauffage des soles.

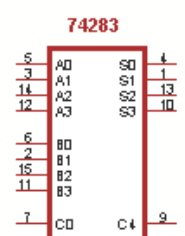
IV- ETUDE DU DISPOSITIF DE CONTROLE DES DOSETTES

Le contrôle de la fin de l'action associée à l'étape 9 "Vider dosette" s'effectue par pesée de l'ensemble "sole + ingrédients". En réalité, après chaque mesure, l'unité de pesage est tarée ce qui fait que les trois derniers résultats correspondent chaque fois à la masse d'ingrédient déversée. Ainsi donc la réceptivité "dosette vidée" correspond en réalité à la comparaison entre la "masse mesurée" et la "masse attendue".

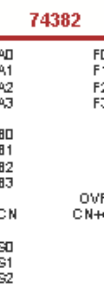
- Schéma synoptique de l'unité de pesage de dosettes:



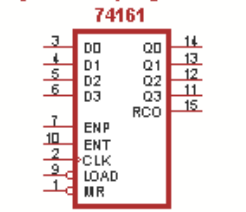
Additionneur 4 bits



UAL 4 bits



Compteur binaire synchrone programmable



Chronogrammes du compteur 74161

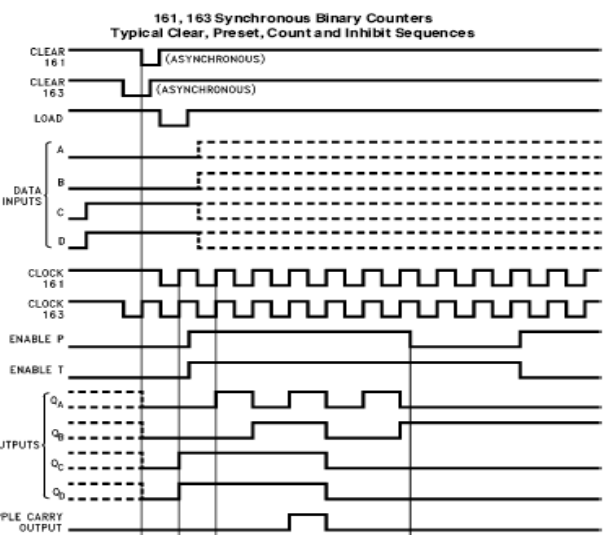
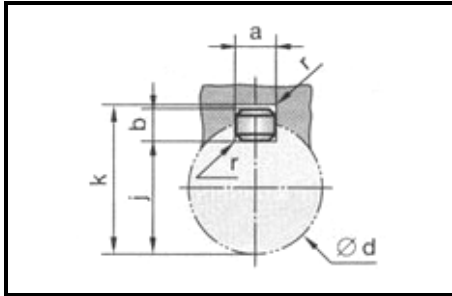


Table de fonctionnement de l'UAL: 74382

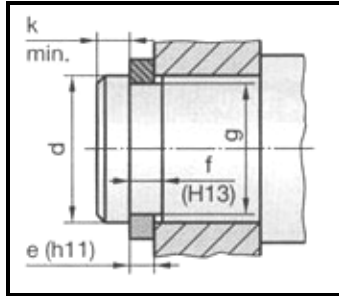
| Fonctions Arithmétique/ logique | Entrées | | |
|---------------------------------|---------|----|----|
| | S2 | S1 | S0 |
| Clear | 0 | 0 | 0 |
| B moins A | 0 | 0 | 1 |
| A moins B | 0 | 1 | 0 |
| A plus B | 0 | 1 | 1 |
| A XOR B | 1 | 0 | 0 |
| A OU B | 1 | 0 | 1 |
| A ET B | 1 | 1 | 0 |

ELEMENTS STANDARDS



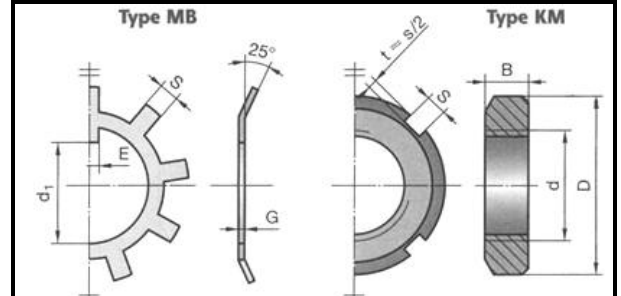
Clavette parallèle

| d | a | b | j | k |
|---------|----|---|-------|-------|
|]8,10] | 3 | 3 | d-1,8 | d+1,4 |
|]10,12] | 4 | 4 | d-2,5 | d+1,8 |
|]12,17] | 5 | 5 | d-3 | d+2,3 |
|]17,22] | 6 | 6 | d-3,5 | d+2,8 |
|]22,30] | 8 | 7 | d-4 | d+3,3 |
|]30,38] | 10 | 8 | d-5 | d+3,3 |



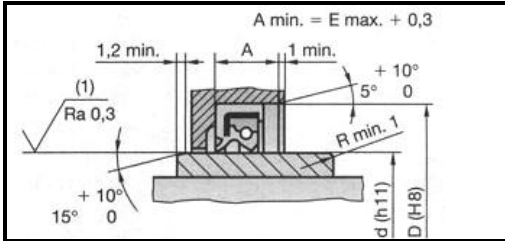
Anneau élastique

| d | e | c | g |
|----|-----|------|------|
| 12 | 1 | 19,6 | 11,5 |
| 14 | 1 | 22 | 13,4 |
| 17 | 1 | 23,2 | 14,3 |
| 20 | 1 | 25,6 | 16,2 |
| 22 | 1,2 | 29 | 19 |
| 25 | 1,2 | 31,4 | 21 |



Ecrou à encoches & rondelle frein

| dxp | D | B | G | d1 |
|--------|----|---|------|------|
| M12x1 | 22 | 4 | 1 | 10,5 |
| 15x1 | 25 | 5 | 1 | 13,5 |
| 17x1 | 28 | 5 | 1 | 15,5 |
| 20x1 | 32 | 6 | 1 | 18,5 |
| 25x1,5 | 38 | 7 | 1,25 | 23 |
| 30x1,5 | 45 | 7 | 1,25 | 27,5 |



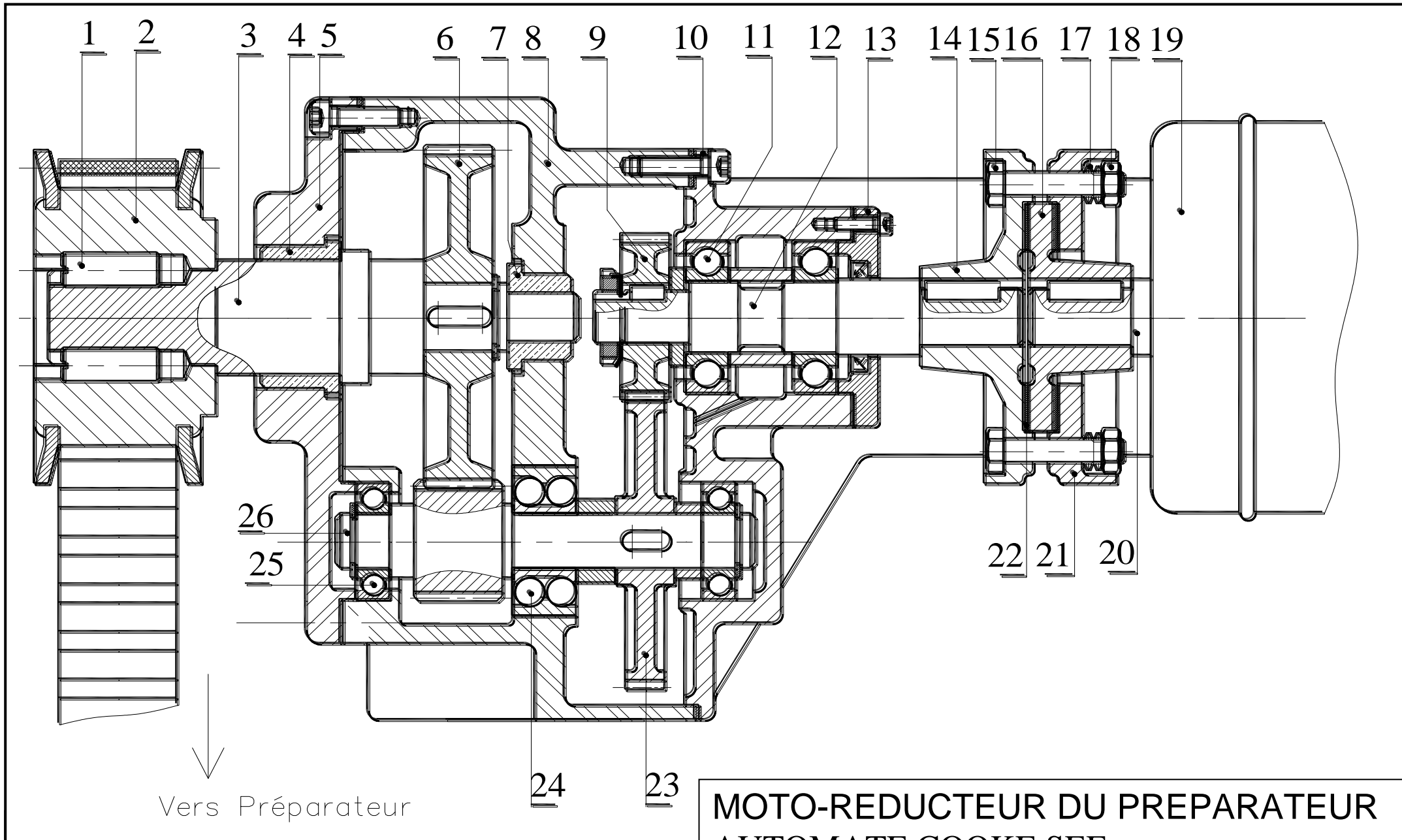
Joint d'étanchéité dynamique

| d | D | E |
|----|----|---|
| 25 | 35 | 7 |
| | 40 | |
| | 42 | |
| | 47 | |


NOMENCLATURE :

| | | | | | | | |
|----|---|------------------------|-----------|----|----|-----------------------|--------|
| 13 | 1 | Couvercle | C55 | 26 | 1 | Arbre intermédiaire | 25 CD4 |
| 12 | 1 | Arbre primaire | 25 CD4 | 25 | 2 | Roulement BC | |
| 11 | 2 | Roulement BC | | 24 | 1 | Roulement BE | |
| 10 | 1 | Boîtier | A-U5GT | 23 | 1 | Roue dentée | 45SCD6 |
| 9 | 1 | Pignon | 45SCD6 | 22 | 2 | Garniture | Ferodo |
| 8 | 1 | Corps | A-U5GT | 21 | 1 | Plateau moteur | C55 |
| 7 | 1 | Coussinet à collerette | Cu Sn 10P | 20 | 1 | Arbre moteur | 25 CD4 |
| 6 | 1 | Roue dentée | 45SCD6 | 19 | 1 | Moteur | |
| 5 | 1 | Couvercle | FGL 200 | 18 | 4 | Ecrou | 38C4 |
| 4 | 1 | Coussinet à collerette | Cu Sn 10P | 17 | 16 | Rondelle Belleville | 55S7 |
| 3 | 1 | Arbre de sortie | 25 CD4 | 16 | 1 | Plateau intermédiaire | C55 |
| 2 | 1 | Poulie crantée | | 15 | 1 | Vis H | |
| 1 | 2 | Vis | | 14 | 1 | Plateau récepteur | C55 |

| Rep | Nbr | Désignation | Matière | Rep | Nbr | Désignation | Matière |
|--|-----|-------------|---------|-----|-----|-------------|---------|
| AUTOMATE COOKSEE MOTO-REDUCTEUR | | | | | | | |



**MOTO-REDUCTEUR DU PREPARATEUR
AUTOMATE COOKE SEE**

| | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------------|
| MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION  DIRECTION REGIONALE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION DE KAIROUAN | | DEVOIR DE SYNTHESE N°1 | |
| SECTION : SCIENCES TECHNIQUES | | | |
| EPREUVE : TECHNOLOGIE | | DUREE: 4 heures | COEFFICIENT: 3 |

SUJET: AUTOMATE COOKSEE

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:

C- PARTIE MECANIQUE: Pages 1/8 – 2/8 – 3/8 et 4/8. (10 points)

D- PARTIE ELECTRIQUE: Pages 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8. (10 points)

Observations

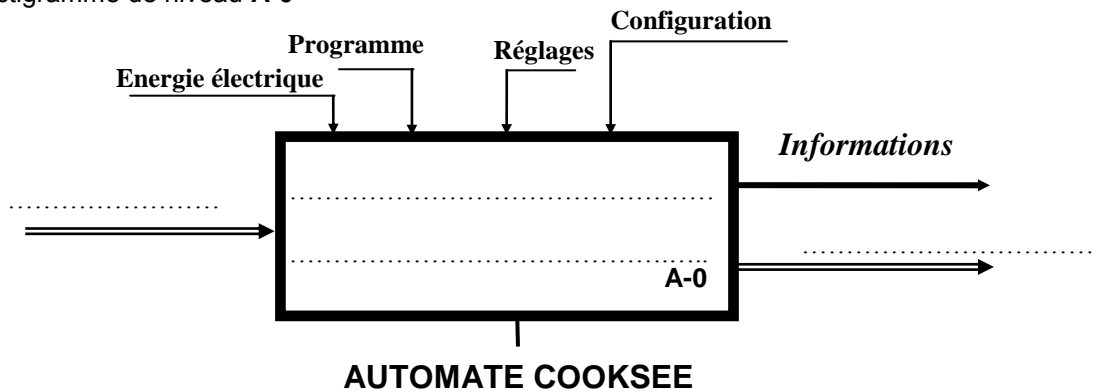
- 🔑 Aucune documentation n'est autorisée.
- 🔑 L'utilisation de la calculatrice est permise.



A - PARTIE MECANIQUE :

I-1- Analyse fonctionnelle globale :

En se referant au dossier technique et au schéma d'implantation du système technique.
Compléter l'actigramme de niveau **A-0**



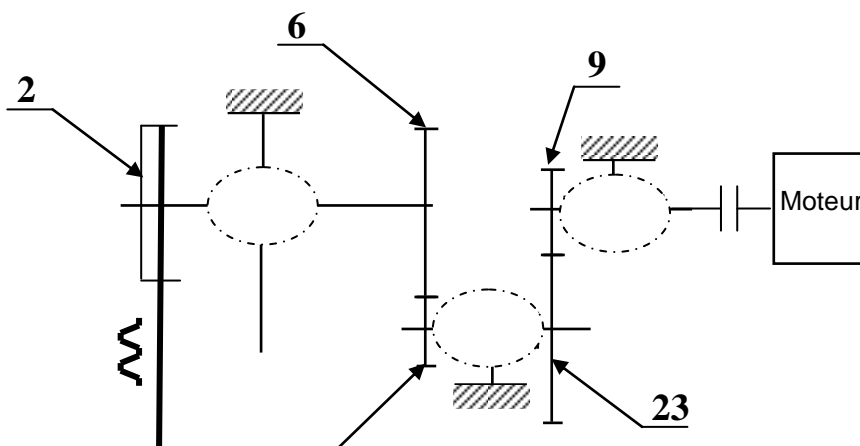
I-2- Analyse fonctionnelle de la partie opérative :

En se referant au dessin d'ensemble du moto-réducteur du préparateur page 6 / 6 du dossier technique.
Compléter le tableau suivant :

| Fonction | Processeur |
|---|------------|
| Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique | |
| Transmettre le mouvement de rotation du moteur au réducteur | |
| Réduire la vitesse | |
| Transmettre le mouvement de rotation à l'arbre du préparateur | |

II-1 – Schéma cinématique :

En se référant au dessin d'ensemble du moto-réducteur du préparateur ; Compléter le schéma cinématique ci-dessous par les symboles normalisés des liaisons mécaniques.



II- 2 – Etude du limiteur de couple 26

L'expression du couple à transmettre est :

$$Ct = \frac{2}{3} . n . N . f . \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$$

avec Ct : Couple transmissible.

n : nombre de surfaces d'adhérence.

N : Effort normal.

f : Coefficient de frottement.

R et r : les rayons de la surface de d'adhérence (couronne).

On donne : $\|\vec{N}\| = 3250 \text{ N}$, $f = 0,4$

Remarque : Relever les valeurs de R et r à partir du dessin d'ensemble page 6 /6.

R =mm r = mm

a- Calculer le couple transmissible

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

b- Sachant que la vitesse de rotation du moteur à courant continu est $N_m = 300 \text{ tr/min}$.

Calculer la puissance transmise :

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

II- 3 - CALCUL D'ENGRENAGES :

Compléter le tableau suivant :

Donner les expressions des formules

| Roues | m | z | Entraxes | Rapport de transmission |
|-------|-------|-------|-----------------|------------------------------|
| (9) | 2 | 18 | $a_{9-23} = 45$ | $r_{9-23} = \dots\dots\dots$ |
| (23) | ..... | ..... |  |  |
| (26) | 2 | 15 | $a_{26-6} = 45$ | $r_{26-6} = \dots\dots\dots$ |
| (6) | ..... | ..... |  |  |

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

II- 4 – Calcul des vitesses :

Le moteur tourne à la vitesse $N_m = 300 \text{ tr /min}$

1- Calculer le rapport de transmission entre l'arbre moteur (20) et l'arbre de sortie (3)

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

2- En déduire la vitesse de rotation de la poulie (2)

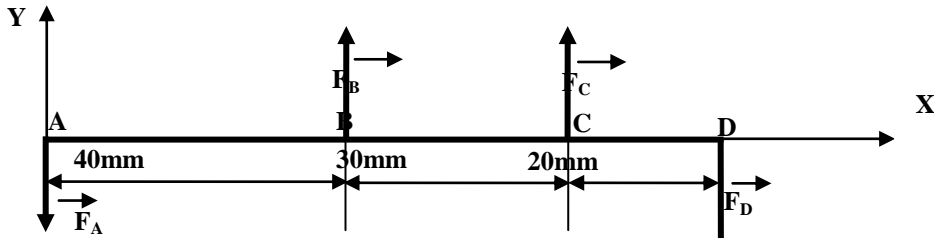
.....
.....
.....

3- Calculer la vitesse linéaire de la courroie crantée sachant que le diamètre de la poulie (2) est $d_2 = 50 \text{ mm}$.

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

II-5 – Résistance des matériaux:

L'arbre (3) assimilée à une poutre cylindrique de diamètre $d = 10 \text{ mm}$ est sollicité à la flexion plane simple sous l'action des forces F_A , F_B , F_C et F_D , comme l'indique la figure ci-dessous.



1- Calculer les réactions F_B et F_D sachant que $F_A = 400 \text{ N}$ et $F_C = 300 \text{ N}$.

.....

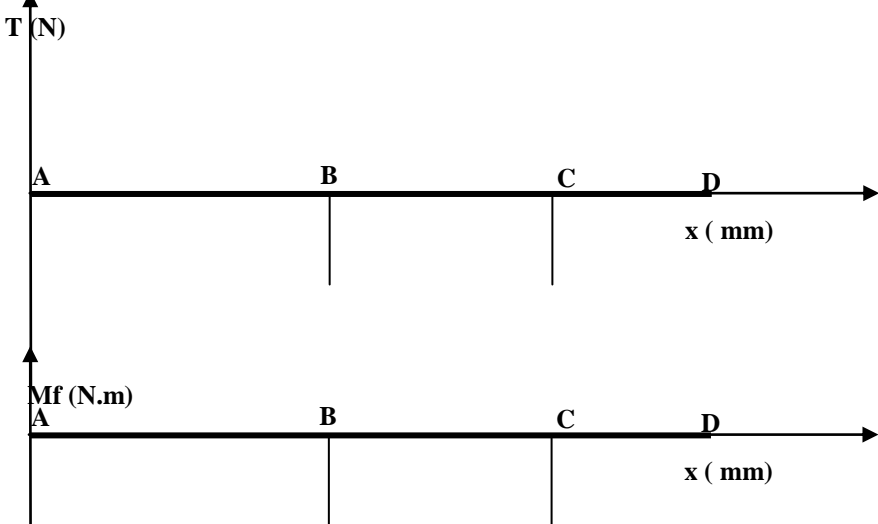
2- Donner les expressions des efforts tranchants et des moments fléchissants .

Zone AB

Zone BC

Zone CD

3- Tracer les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants .



Ech : 0.5 cm → 100 N

$|T_{\text{maxi}}| = \dots\dots\dots$

Ech : 0.5 cm → 4000 N.mm

$|Mf_{\text{maxi}}| = \dots\dots\dots$

4- Calculer la contrainte normale maximale de flexion σ_{maxi}

.....

5- Vérifier la résistance de l'arbre (3) à la flexion sachant que $Re = 400 \text{ N/mm}^2$ et $s = 2$.

.....

III - ETUDE DE CONCEPTION :

On se propose de remplacer le guidage en rotation de l'arbre (3) en utilisant deux roulements de type BC (4) et (7).

- Compléter les formes de l'arbre (3), du corps (8) et du couvercle (5).

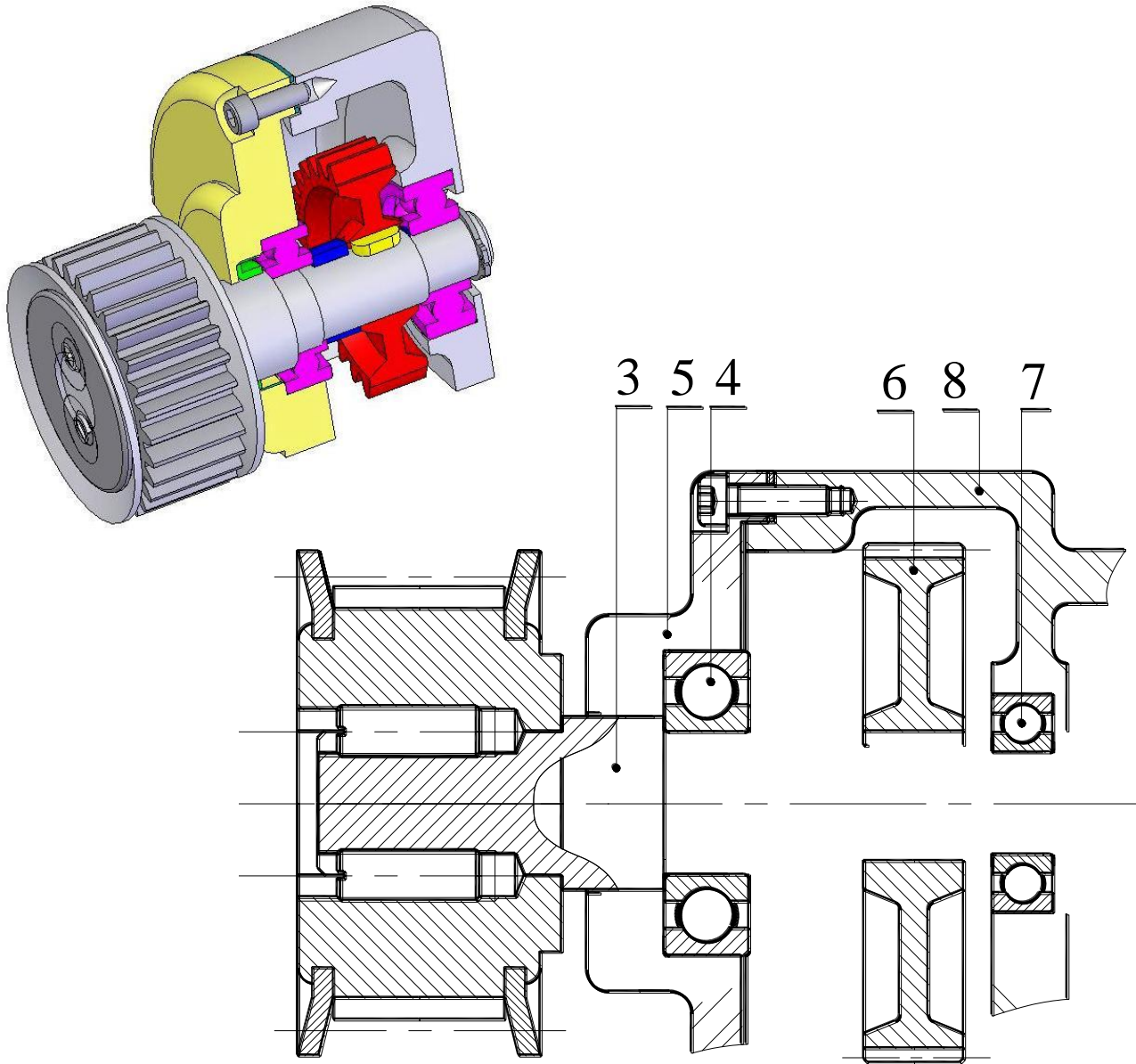
- Prévoir les obstacles et les arrêts axiaux pour les roulements

- Assurer la liaison encastrement de la roue dentée (6) avec l'arbre (3).

- Indiquer les ajustements nécessaires au montage des roulements

- Assurer l'étanchéité dynamique du système.

(Utiliser les composants standards fournis par le dossier technique page 5 / 6)

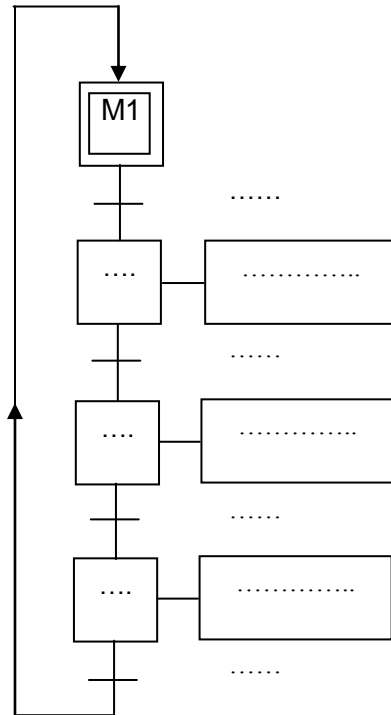
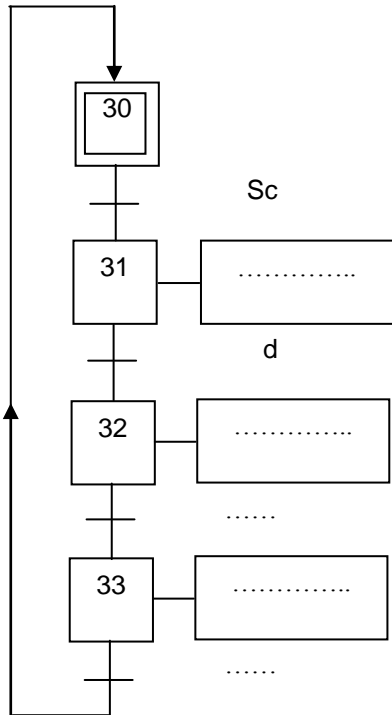


B- PARTIE ELECTRIQUE

1- Commande du bras manipulateur lors du transfert d'une sole en zone de préparation :

En se référant au dossier technique pages (1/6, 2/6 et 3/6), compléter:

- a- le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande du bras manipulateur b- Au choix, le GRAFCET d'un point de vue automate du type AEGA020 ou TSX 3721



c- Compléter le programme sur API du type AEGA020 ou sur API du type TSX 3721 conformément à la question précédente (1-b-):

✓ Programme sur AEGA020

✓ Programme sur TSX 3721

| Ad:instruction | Interpr | Ad:instruction | Interpr |
|----------------|----------------|----------------|------------|
| 1: AM128 | Initialisation | ..... | Etape 30 |
| 2: SLM1 |  | ..... |  |
| 3: AM128 |  | ..... |  |
| 4: RLM128 |  | ..... |  |
| ..... | Etape 31 | ..... | Sortie KM1 |
| ..... |  | ..... | Sortie KM2 |
| ..... |  | ..... | Sortie KM3 |
| ..... | Etape 32 | ..... | Fin |
| | | | |
| ..... | Etape 33 | ..... |  |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Instruction | Interpr | Instruction | Interpr |
|-------------|----------|-------------|------------|
| ..... | Etape 30 | ..... | Etape 33 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| ..... | Etape 31 | ..... | Sortie KM1 |
| ..... |  | ..... | Sortie KM2 |
| ..... |  | ..... | Sortie KM3 |
| ..... | Etape 32 | ..... |  |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

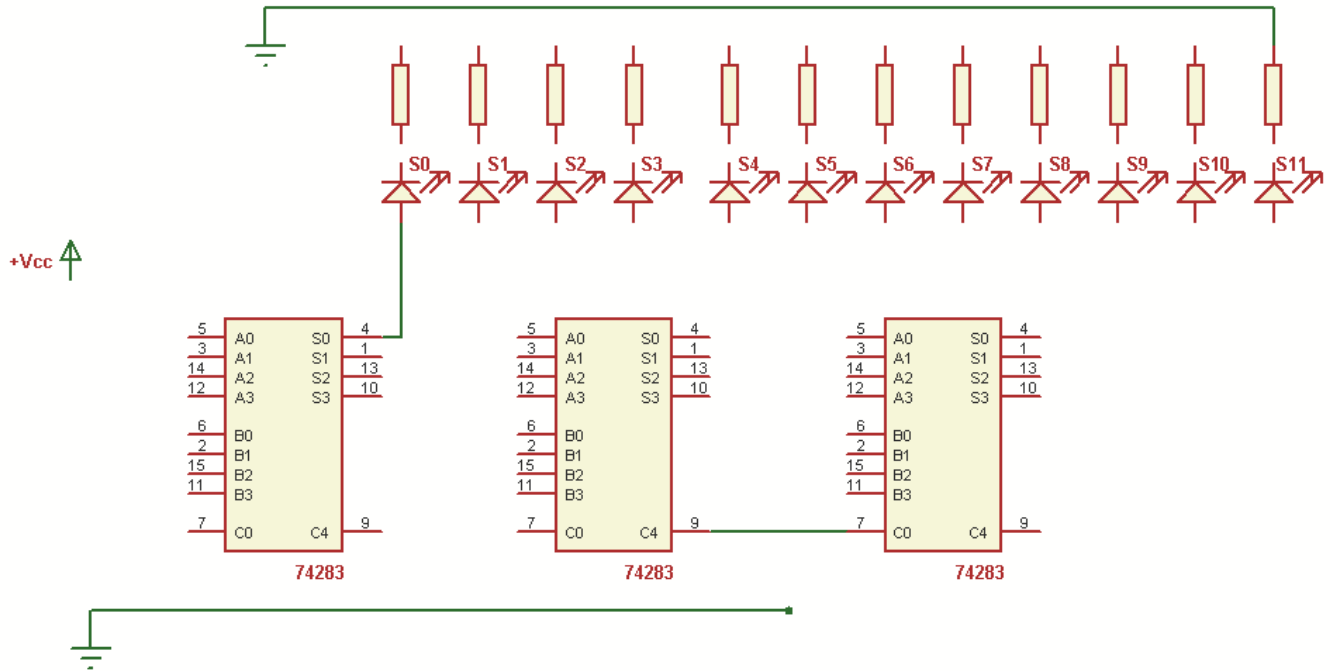
2- Etude de l'unité de pesage des dosettes:

2-1- Etude du soustracteur C1:

a- En se référant au schéma synoptique de l'unité de pesage des dosettes page 4/6 du dossier technique, calculer, en binaire et sur un format de 12 bits, la masse mesurée des ingrédients déversés, sachant que la masse totale attendue est de 4Kg et la masse mesurée est de 3,5Kg;

- Mt = (valeur en g) =(2)
- Mm = (valeur en g) =(2)
- Calcul de Md:
.....
.....
.....
- Résultat: Md =(2)

b- En se référant au document constructeur du circuit 74283 page 4/6 du dossier technique, compléter le schéma de câblage du soustracteur C1;



2-2- Etude de l'unité arithmétique et logique C4:

En se référant au document constructeur du circuit 74382 et au schéma synoptique de l'unité de pesage de dosettes donnés au dossier technique pages 4/6 et 5/6, compléter le tableau suivant:

| Cas | Ma < Md | Ma = Md | Ma > Md |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|
| Fonction réalisée par l'UAL 74382 | | | |

2-3- Etude des comparateurs C3 et C5 :

En se référant au schéma synoptique de l'unité de pesage de dosettes donné au dossier technique pages 4/6, compléter le tableau suivant, sachant que Ma = 500g:

| | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ma (2) | ..... | ..... | ..... | ..... |
| Md (2) | 000111000010 | 000111110011 | 000111110101 | 001000100110 |
| Ecart (2) | ..... | ..... | ..... | 000000110010 |
| Comparateur C3 (Sortie active) | Ma > Md | ..... | ..... | ..... |
| Comparateur C5 (Sortie active) | ..... | ..... | Ecart < 2g | ..... |
| Etat dosette (vidée; non vidée) | ..... | ..... | ..... | ..... |

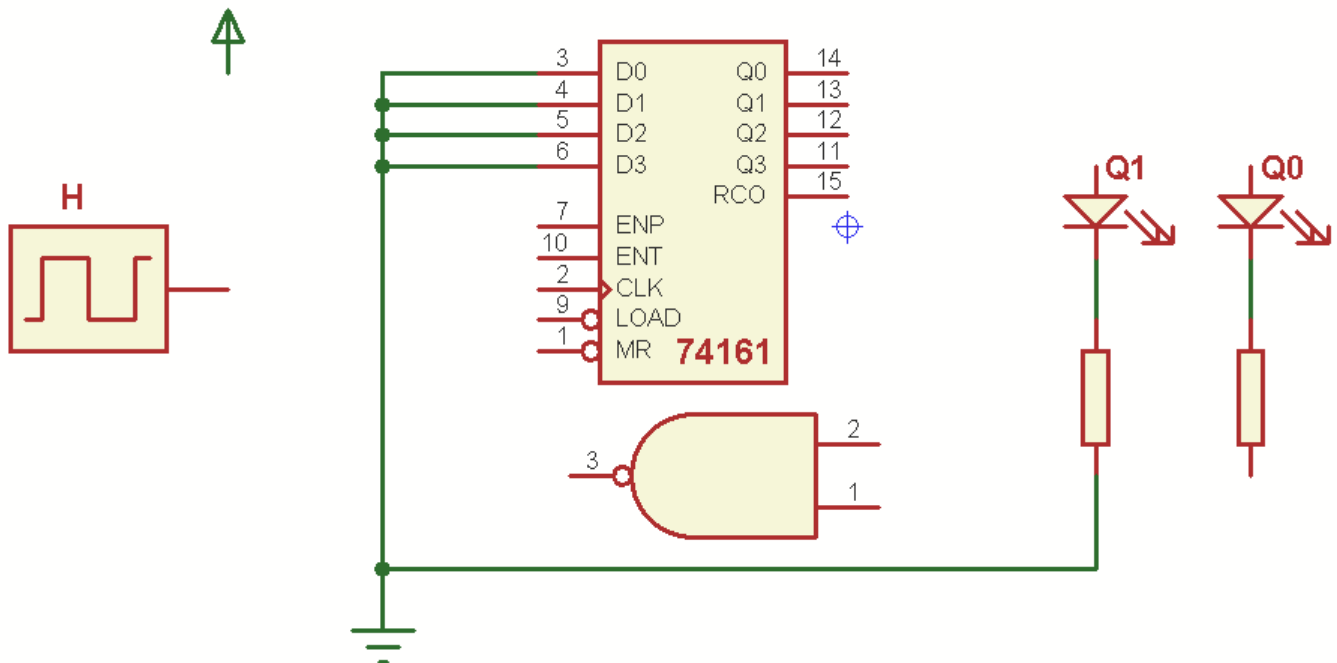
2-4- Etude du comptage:

a- En se référant à la description du fonctionnement de la fabrication d'une pizza page 2/6 et au schéma synoptique de l'unité de pesage de dosettes page 4/6 du dossier technique, déduire le modulo du compteur de dosettes vidées;

.....

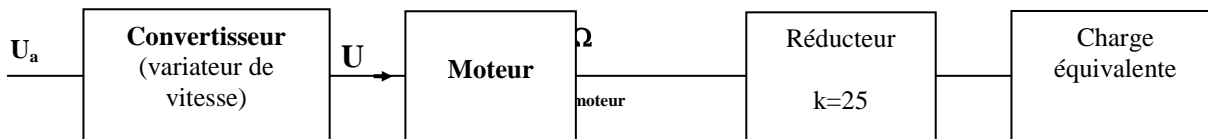
.....

b- Compléter le schéma de câblage du compteur:



3- Etude du moteur M1:

Il s'agit d'un moteur à courant continu à aimant permanent, c'est à dire que son flux est constant. Il entraîne la charge (rotation de l'ensemble du bras manipulateur) par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse.



Le moteur est de la série G42x40 de tension nominale 24V.

| Tension nominale | Vitesse nominale | Vitesse à vide | Courant nominal | Courant à vide | Puissance nominale |
|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| 24V | 313 tr.min ⁻¹ | 405 tr.min ⁻¹ | 1,22 A | 0,175 A | 18,5 W |

Notations utilisées au niveau du moteur:

U: tension qui alimente l'induit ; I: courant dans l'induit ; R: résistance de l'induit

n, Ω : vitesse de rotation en (tr/min) et (rad/s);

C_{em} : couple électromécanique qui entraîne le rotor; C_u : couple utile; C_p : couple de pertes;

$C_{résistant}$ ou C_r : couple résistant de la charge ramené à l'arbre moteur.

K_e : constante de fém (en V/rad/s));

3-1- Exprimer U en fonction de N, I, R et K_e ;

.....

.....

.....

3-2- En vous servant de la relation précédente et des indications fournies pour le point à vide et pour le point nominal, Calculer K_e et R ;

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

3-3- Calculer les valeurs de C_p (couple des pertes) et de C_{un} (valeur nominale de C_u) ;

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

3-4- Déterminer l'expression de C_{em} (couple électromécanique) en fonction de N et de U ;

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