

<b>RÉPUBLIQUE TUNISIENNE</b>  <b>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION</b>	<b>EXAMEN DU BACCALAURÉAT</b>		<b>Session de contrôle</b>	<b>2024</b>
	Épreuve : <b>Technologie</b>	<b>(NOUVEAU RÉGIME)</b>	Section : <b>Sciences Techniques</b>	
	Durée : <b>4h</b>		Coefficient de l'épreuve : <b>3</b>	

N° d'inscription

### CONSTITUTION DU SUJET

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

## Système automatique de stockage de batteries

### 1. Mise en situation

Le système présenté par la figure 1 est utilisé pour la manutention automatique de batteries. Ce qui permet à l'entreprise de remplacer les chariots manuels et d'améliorer la gestion du stock.

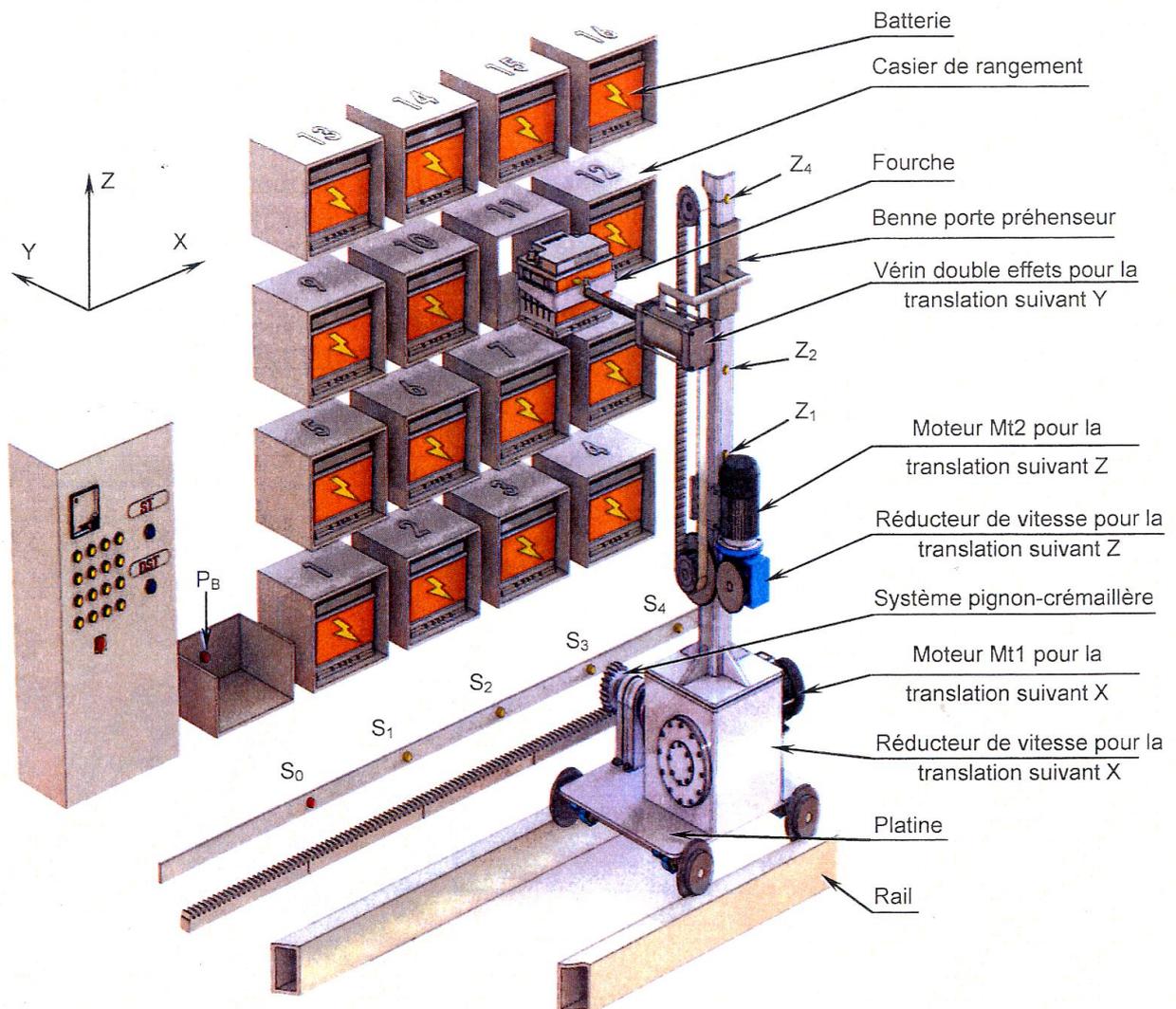
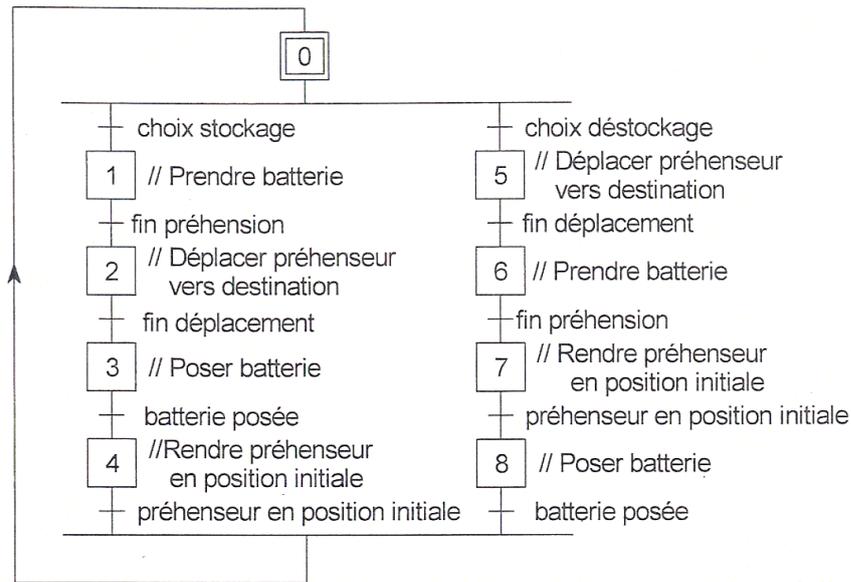


Figure 1 : Vue d'ensemble du système

## 2. Fonctionnement

Le système étant à sa position initiale ( $S_0, Z_1$  et  $\ell_0$  sont actionnés), l'opérateur appui sur le bouton poussoir ST ou DST pour réaliser un cycle de stockage ou de déstockage comme le montre le grafctet suivant :



On donne, ci-dessous, les actions effectuées par le système correspondantes à chaque tâche.

<p><b>Tâche 1 : Prendre batterie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avancer fourche</li> <li>- Monter préhenseur durant 2 secondes</li> <li>- Reculer fourche</li> <li>- Descendre préhenseur</li> </ul>	<p><b>Tâche 2 : Déplacer préhenseur vers destination</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déplacer préhenseur vers la droite</li> <li>- Monter préhenseur jusqu'au niveau de la case de destination</li> </ul>
<p><b>Tâche 3 : poser batterie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monter préhenseur durant 2 secondes</li> <li>- Avancer fourche</li> <li>- Descendre préhenseur</li> <li>- Reculer fourche</li> </ul>	<p><b>Tâche 4 : Rendre préhenseur en position initiale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descendre préhenseur</li> <li>- Déplacer préhenseur vers la gauche</li> </ul>

## 3. Choix technologique

Entrées	
Désignation	Fonction
$S_0$	Système de stockage à gauche
$S_1, S_2, S_3, S_4$	Capteurs déplacement selon l'axe X
$Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$	Capteurs déplacement selon l'axe Z
$\ell_0$	fourche reculée
$\ell_1$	fourche avancée
$Cv_{11}$	Capteur case n°11: $Cv_{11} = 0$ : case n°11 vide $Cv_{11} = 1$ : case n°11 chargée
$P_B$	Présence batterie à stocker
ST	Demande de stockage
DST	Demande de déstockage

Sorties		
Actionneur	Préactionneur	Fonction
Moteur Mt1	KM11	Déplacer à droite
	KM12	Déplacer à gauche
Moteur Mt2	KM21	Monter préhenseur
	KM22	Descendre préhenseur
Vérin à double effet C	14M	Avancer fourche
	12M	Reculer fourche

Le schéma illustre un capteur de case n°11. Une flèche pointe vers le capteur lui-même, et une autre flèche pointe vers la case n°11 qu'il surveille.

#### 4. Cycle de stockage ou de déstockage d'une batterie vers ou depuis la case n°11

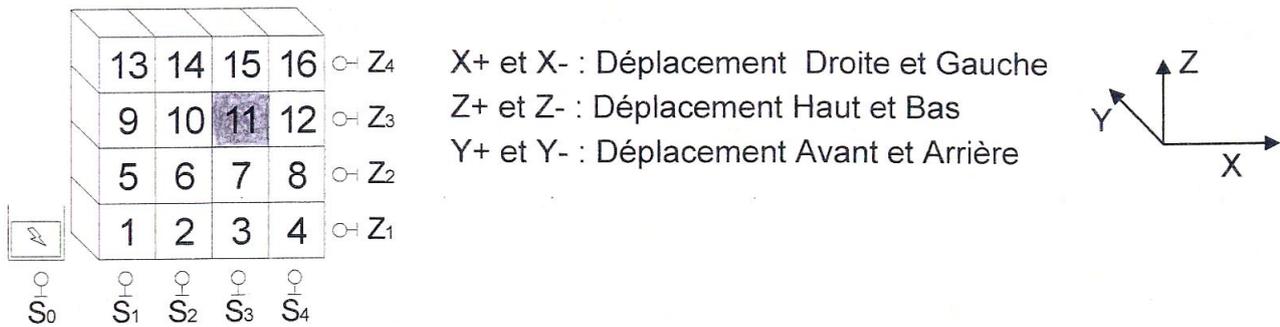


Figure 2

### 5. Étude du mécanisme de déplacement suivant l'axe « X »

#### 5.1. Présentation du mécanisme

L'étude de la partie génie mécanique se rapporte au mécanisme de déplacement du chariot suivant l'axe horizontal « X ». Ce mécanisme est monté au-dessus d'une platine guidée sur deux rails par quatre galets. Il est composé essentiellement par un réducteur, un palier, un accouplement et un système de transformation de mouvement.

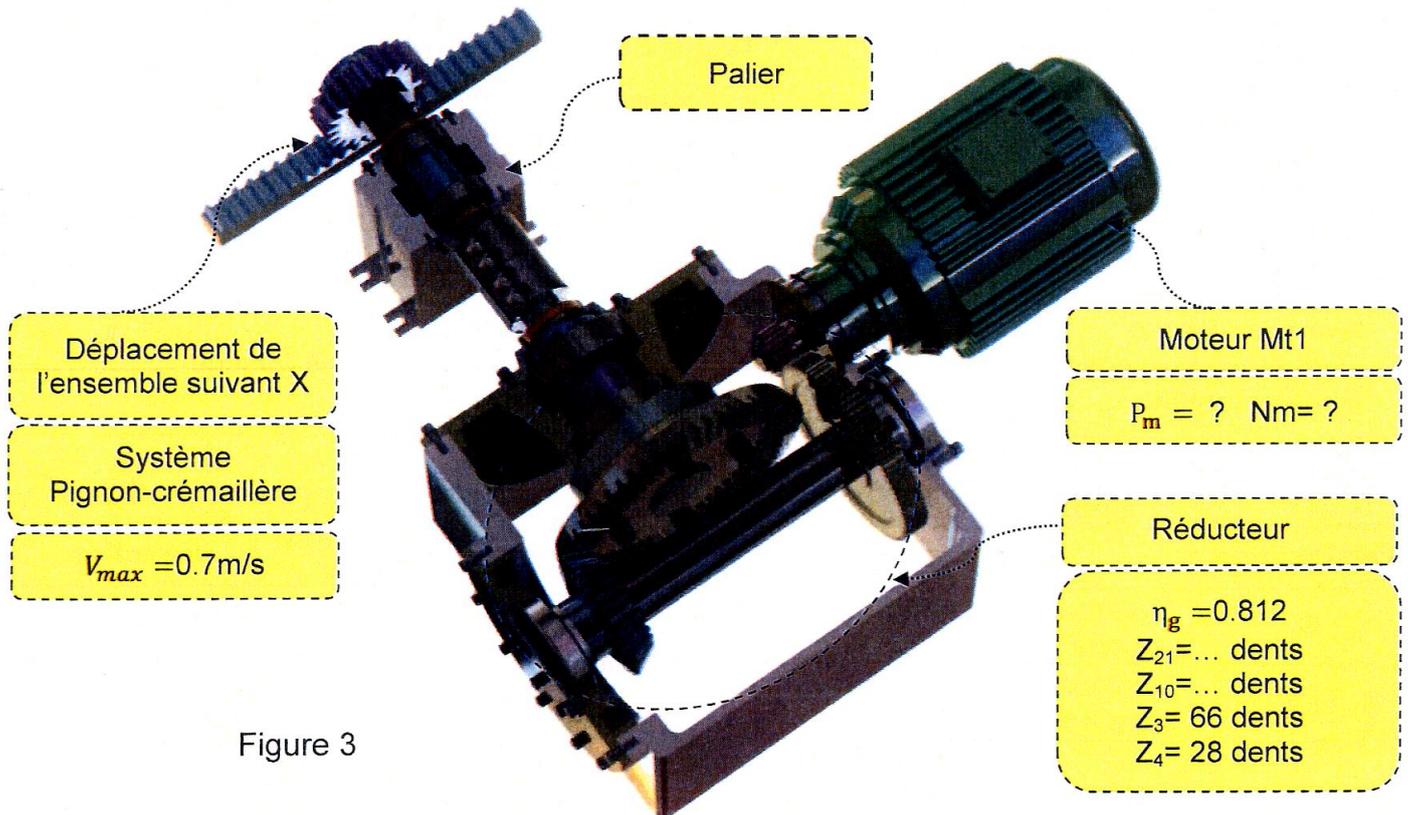


Figure 3

#### 5.2. Description fonctionnelle du mécanisme

Le mouvement de rotation du moteur Mt1 (voir dessin d'ensemble page 7/7 et vues en 3D) est réduit grâce à un train à deux couples d'engrenages (21,10) et (4,3). Un accouplement (28+45) assure la transmission de mouvement entre l'arbre de sortie du réducteur (42) et l'arbre porte-pignon (38).

Le pignon (39) engrène avec une crémaillère fixe afin de transformer le mouvement de rotation en un mouvement de translation de tout l'ensemble de préhension.

### 5.3. Nomenclature

Rep	NB	Désignation
1	1	Carter
2	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux
3	1	Roue dentée conique $Z_3=66$ dents ; $m=2$ mm
4	1	Pignon conique $Z_4=28$ dents ; $m=2$ mm
5	1	Cale de réglage
6	1	Clavette parallèle
7	1	Arbre intermédiaire
8	1	Couvercle
9	1	Boitier
10	1	Roue dentée: $Z_{10}=...$ dents ; $m=2$ mm
11	...	Cale clinquant
12	1	Cale de réglage
13	1	Clavette parallèle
14	1	Couvercle
15	2	Roulement à rouleaux coniques
16	16	Vis à tête cylindrique à six pans creux
17	1	Clavette parallèle
18	1	Arbre moteur
19	1	Support moteur
20	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux
21	1	Pignon: $Z_{21}=...$ dents ; $m=2$ mm
22	24	Vis à tête cylindrique à six pans creux
23	1	Boitier

Rep	NB	Désignation
24	1	Bague entretoise
25	1	Couvercle
26	1	Joint à lèvres
27	3	Clavette parallèle
28	1	Manchon
29	1	Écrou à encoches
30	1	Rondelle frein
31	1	Couvercle
32	1	Bague entretoise
33	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial
34	1	Palier
35	1	Couvercle
36	16	Vis à tête cylindrique à six pans creux
37	1	Joint à lèvres
38	1	Arbre porte pignon
39	1	Pignon: $Z_{39}=36$ dents ; $m=2$ mm
40	1	Écrou à encoches
41	1	Bouchon
42	1	Arbre de sortie du réducteur
43	1	Écrou à encoches
44	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial
45	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux

### 5.4. Problème posé

Après un certain temps de fonctionnement, on remarque l'apparition de vibrations et un échauffement du mécanisme, notamment au niveau du moteur électrique. Cela est accompagné d'une dégradation du rendement de l'ensemble. En plus la présence accidentelle de déchets sur la crémaillère peut engendrer des difficultés de fonctionnement.

On propose de procéder à une analyse du mécanisme et particulièrement des différents guidages et moyens de transmission pour identifier les causes et trouver des solutions.

### 5.5. Ressources

#### a. Moteurs électriques

Référence moteur	LS 56P	LS71P	LS80L	LS90L	LS100L
Puissance moteur $P_m$ (kw)	0.12	0.75	1.1	1.8	3
Vitesse de rotation $N_m$ (tr/min)	1500	3000	3000	1500	3000

#### b. Accouplement élastique / limiteur de couple à friction conique

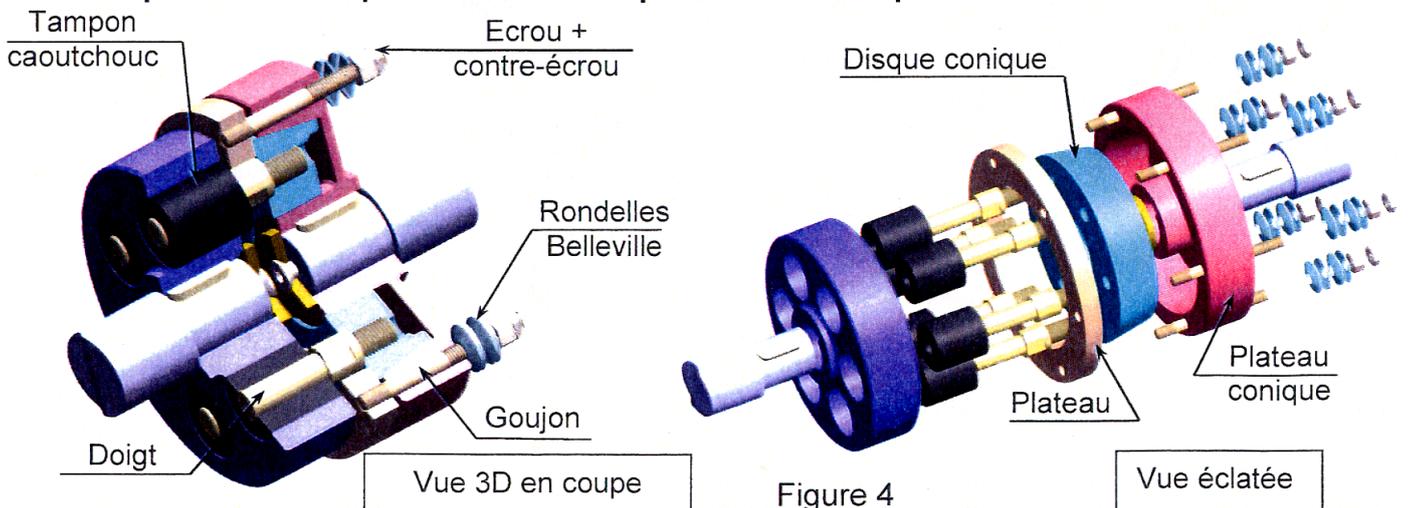
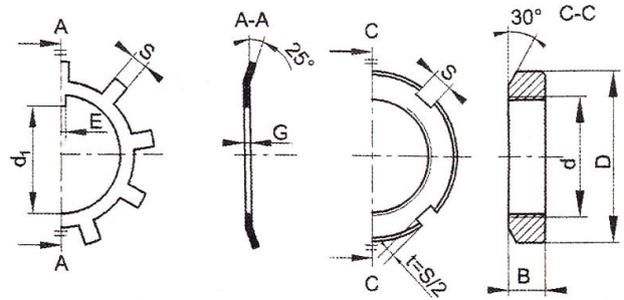


Figure 4

Vue éclatée

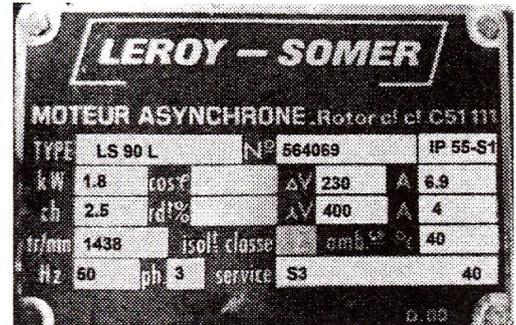
### c. Ecrou à encoches

dxpas	D	B	S	d1	E	G
M30x1.5	45	7	5	27.5	5	1.25
M40x1.5	58	9	6	37.5	6	1.25
M50x1.5	70	11	6	47.5	6	1.25



## 6. Caractéristiques du moteur Mt1

Le moteur Mt1 est du type asynchrone triphasé dont les caractéristiques nominales sont inscrites sur sa plaque signalétique représentée ci-contre.



## 7. Gestion de déplacement du préhenseur

Dans le but d'augmenter la capacité de stockage et de minimiser le nombre de capteurs de position, on se propose d'utiliser une roue codeuse solidaire du mécanisme d'entraînement du chariot. La roue codeuse délivre "n" impulsions à chaque passage du chariot d'une colonne à l'autre.

De même, une deuxième roue codeuse solidaire de l'arbre du motoréducteur Mt2 délivre "m" impulsions à chaque passage du préhenseur d'un niveau à l'autre.

L'opérateur choisit la case de destination par action sur les switchs SWX (selon l'axe X) et SWZ (selon l'axe Z).

### 7.1. Solution câblée

La mise en œuvre de la tâche 2 est assurée par une carte électronique dont le schéma structurel est présenté ci-dessous.

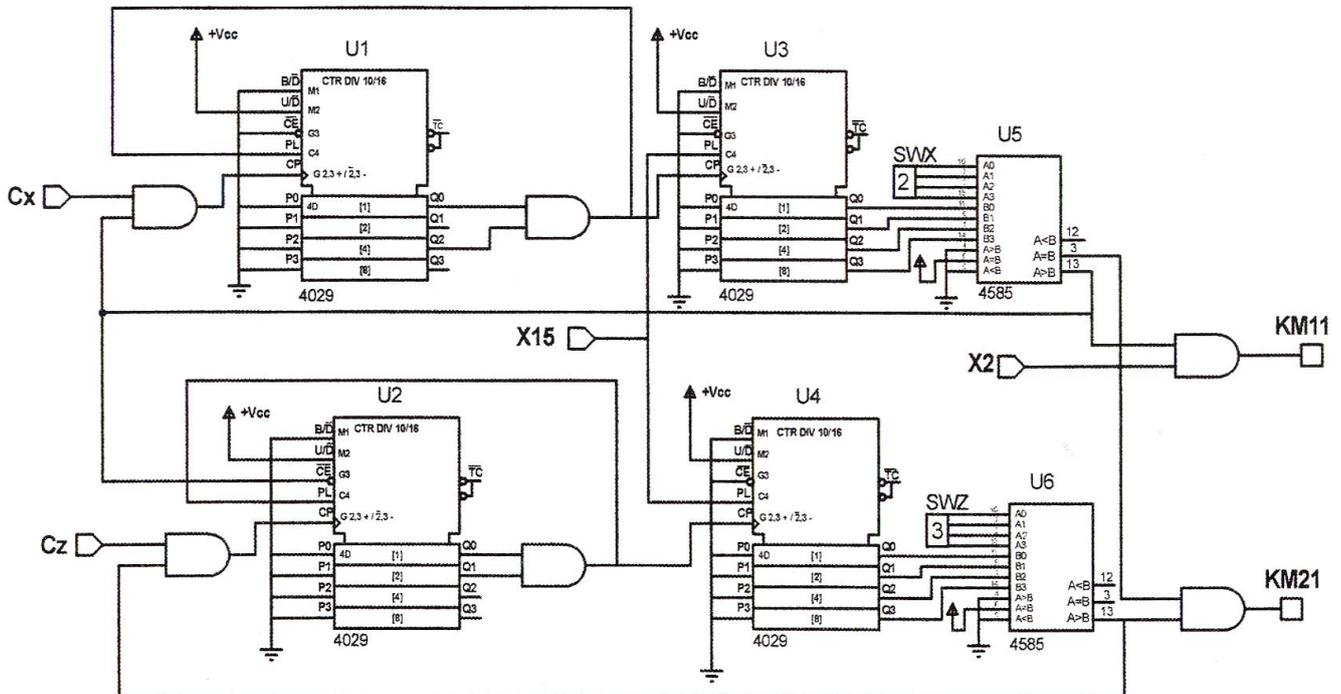


Figure 5

X2, X15 : variables binaires associées aux étapes du grafcet tâche 2.

## 7.2. Solution programmée

La mise en œuvre de la tâche 2 selon le GRAFCET ci-dessous est assurée par une carte électronique à base de microcontrôleur type PIC 16F877A dont le schéma structurel de simulation est le suivant :

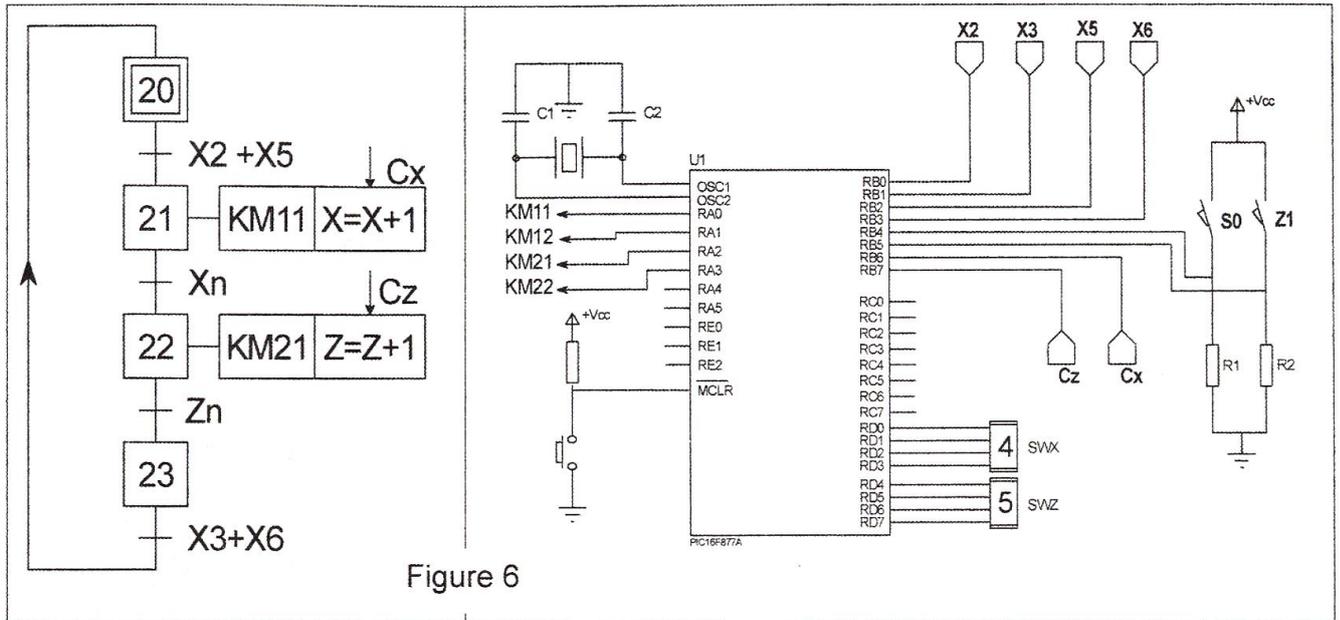


Figure 6

## 8. Circuit de mise en forme

Le conditionnement du signal délivré par la roue codeuse "Cx" est réalisé selon le schéma structurel ci-contre.

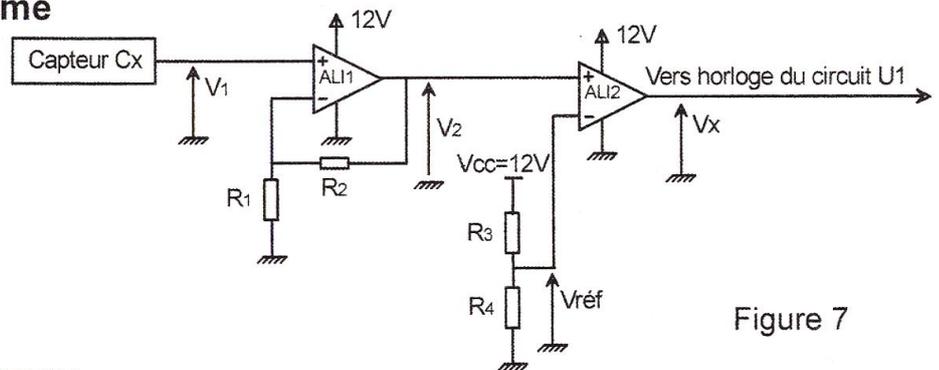
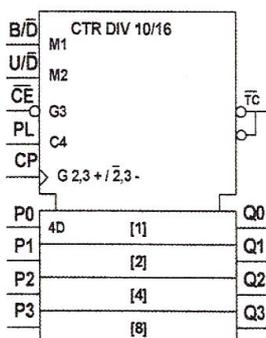


Figure 7

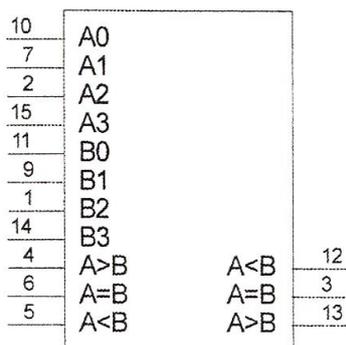
## 9. Documents constructeurs

### 9.1. Compteur / Décompteur synchrone décimal / binaire « 4029 »



Désignation	Description
PL	Entrée de chargement parallèle asynchrone activée au niveau haut
CE	Entrée de validation activée au niveau bas
CP	Entrée d'horloge activée au front montant
P3,P2,P1,P0	Entrées des données parallèles
Q3,Q2,Q1,Q0	Sorties
TC	Sorties de report ou de retenue
U/D	1 logique : Compteur ; 0 logique : Décompteur
B/D	1 logique : Compteur - décompteur binaire 0 logique : Compteur - décompteur décimal

### 9.2. Comparateur binaire "4585"



Entrées des nombres				Entrées de mise en cascade			Sorties		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A>B	A<B	A=B	A>B	A<B	A=B
A3 > B3	x	x	x	x	x	x	1	0	0
A3 < B3	x	x	x	x	x	x	0	1	0
A3 = B3	A2 > B2	x	x	x	x	x	1	0	0
A3 = B3	A2 < B2	x	x	x	x	x	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	x	x	x	x	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	x	x	x	x	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	x	x	x	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	x	x	x	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	1	0	0	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	1	0	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	0	1	0	0	1
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	x	x	1	0	0	1
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	1	1	0	0	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	0	0	1	1	0

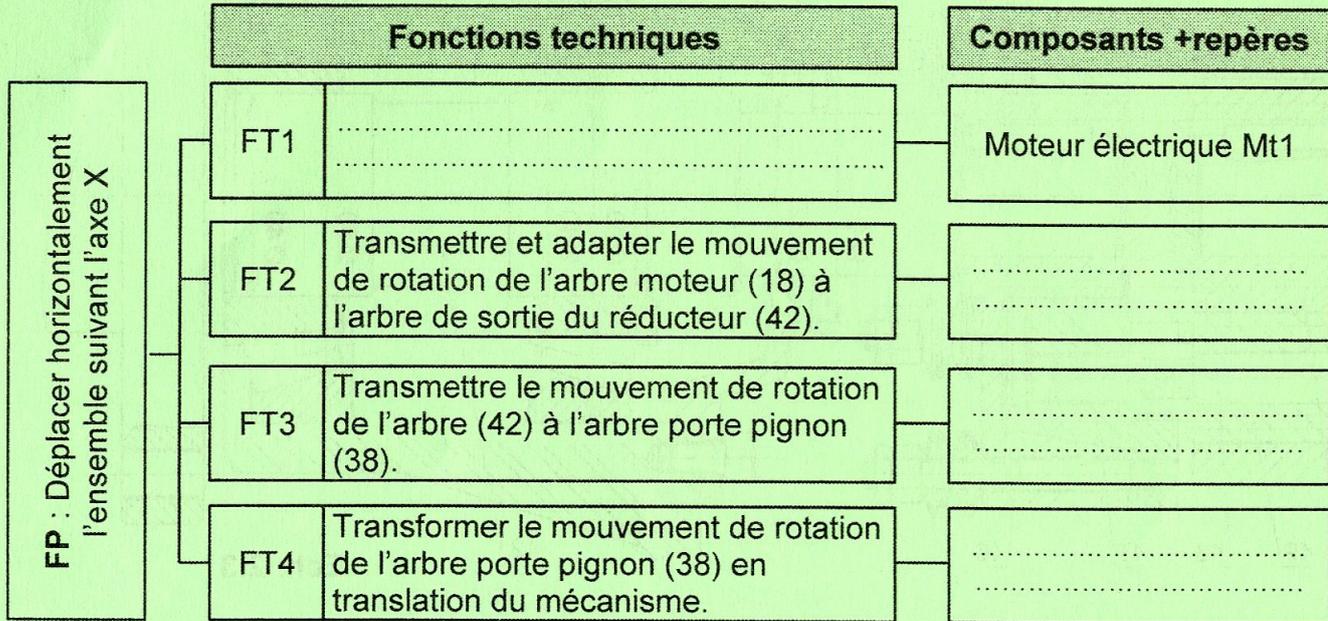


## A. PARTIE GÉNIE MÉCANIQUE

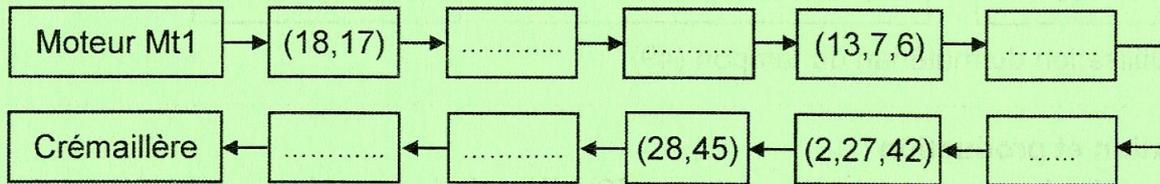
### A.1. Analyse fonctionnelle

En se référant au dessin d'ensemble (page 7/7 du dossier technique)

1.1. Compléter le diagramme F.A.S.T partiel relatif à la fonction FP : « Déplacer horizontalement l'ensemble suivant l'axe X », en indiquant les fonctions techniques ou les composants manquants.



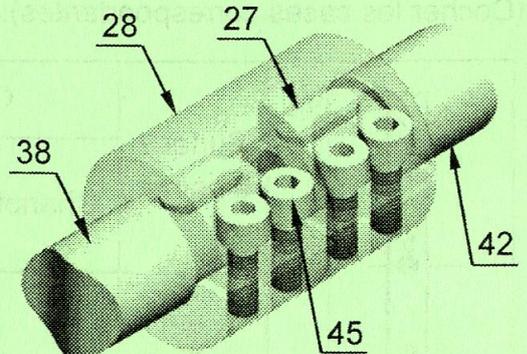
1.2. En se référant au dossier technique, Compléter la chaîne de transmission de mouvement du mécanisme de déplacement horizontal suivant X (repères).



1.3. La liaison entre l'arbre (42) et l'arbre porte pignon (38) est assurée par un organe de transmission. (Voir figure ci-contre).

a. Indiquer le type de cet organe. (Cocher la bonne réponse).

Accouplement rigide	<input type="checkbox"/>
Accouplement élastique	<input type="checkbox"/>
Joint de cardan	<input type="checkbox"/>



b. Donner le rôle des vis (45).

c. Compléter le tableau ci-dessous par « vrai » ou « faux ».

Ce type d'organe demande un alignement parfait des deux arbres à accoupler	.....
Ce type d'organe assure une transmission sécurisée	.....
Ce type d'organe absorbe les vibrations	.....

Ne rien écrire ici

## A.2. Analyse structurelle et conception

### 2.1. Vérification du choix du moteur

a. Déterminer le nombre de dents des roues dentées  $Z_{21}$  et  $Z_{10}$ . On donne le rapport de réduction global  $r_{18-42} = 0.10878$  et l'entraxe  $a_{7-18} = 98$  mm.

$Z_{21} = \dots\dots\dots$        $Z_{10} = \dots\dots\dots$

b. Citer deux conditions d'engrènement des roues coniques (3,4)

c. Calculer la vitesse de rotation  $N_{18}$  de l'arbre moteur sachant que  $N_{38} = N_{42} = 159$  tr/min.

$N_{18} = \dots\dots\dots$

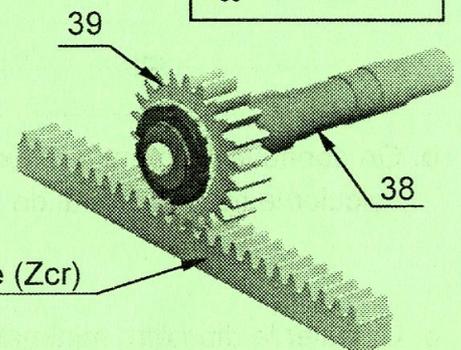
d. Sachant que la course « C » du mécanisme pour atteindre la dernière position du casier est  $C=1500$ mm. On donne :  $m_{39-cr} = 2$  mm,  $Z_{39} = 36$  dents et  $N_{39} = 159$  tr/min.

Calculer le nombre de tours  $n_{39}$  nécessaire effectués par le pignon (39) pour avoir la course «C».

$n_{39} = \dots\dots\dots$

e. En déduire le nombre de dents nécessaire  $Z_{cr}$  de la crémaillère.

$Z_{cr} = \dots\dots\dots$



f. Calculer la vitesse de déplacement de l'ensemble suivant X «  $V_{39}$  ».

$V_{39} = \dots\dots\dots$

g. On donne le rendement global  $\eta_g = 0.812$  ; le couple exercé sur l'arbre (42) :  $C_{42} = 85$  N.m, calculer la puissance du moteur  $P_m$ .

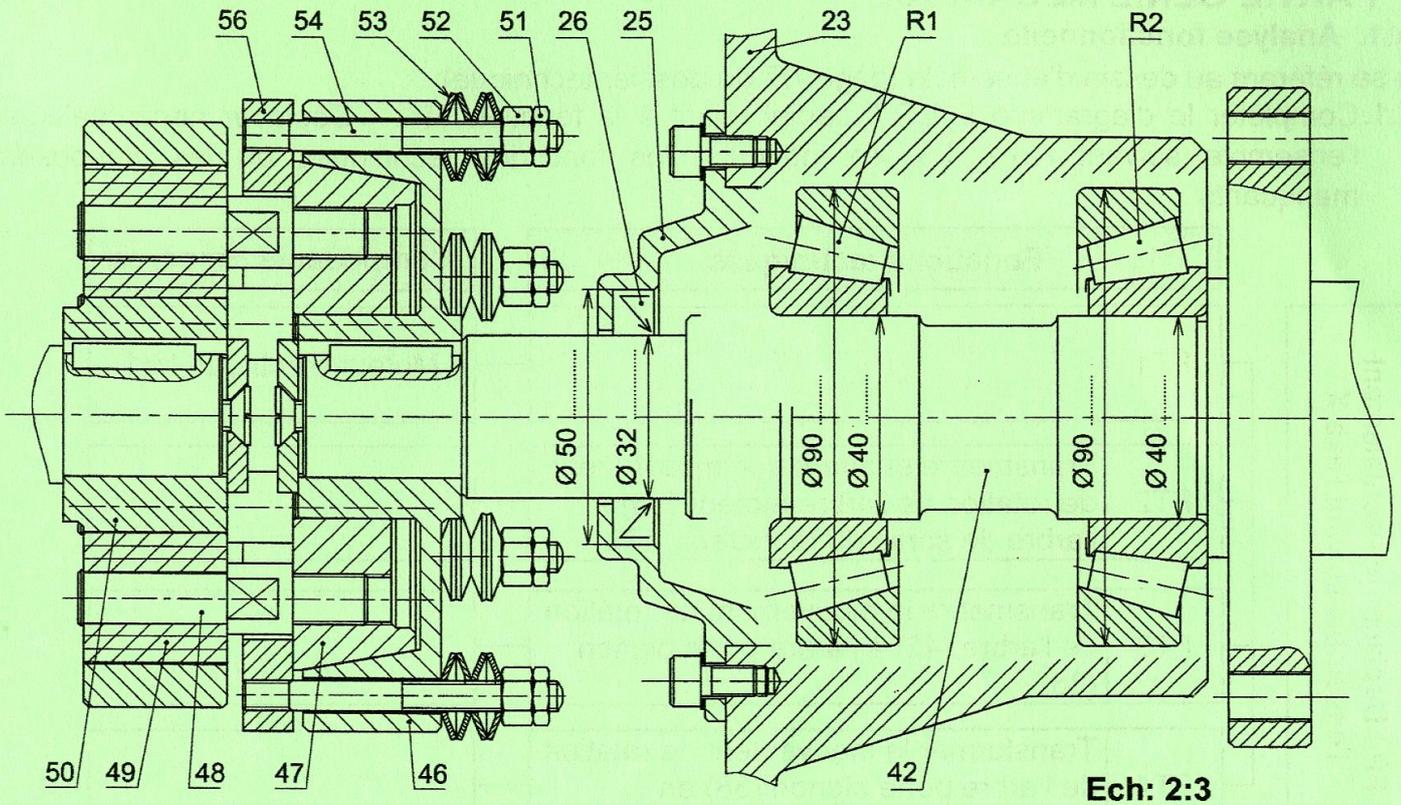
$P_m = \dots\dots\dots$

h. Le constructeur a utilisé un moteur de référence « LS90L ». En se référant au dossier technique page 4/7, vérifier si son choix est conforme ? Justifier. Sachant que  $V_{max} = 0.7$  m/s.

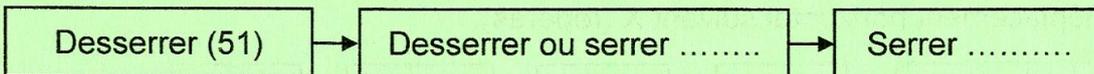


Ne rien écrire ici

a. A l'échelle du dessin, compléter le montage des roulements R1 et R2 et placer les tolérances demandées. (Voir page 5/7 du dossier technique)



b. En se référant à la page 4/7 du dossier technique et au dessin ci-dessus compléter le graphe pour le réglage du couple d'adhérence du limiteur (repères).

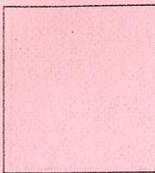


c. Justifier l'utilisation du matériau du tampon (49).

### A.3. Réalisation et production

On se propose d'usiner une série du plateau (56). D'après le croquis de phase, on demande d'identifier les opérations et choisir les outils nécessaires à la réalisation des surfaces : ① et ②. (Cocher les cases correspondantes).

	Surface à usiner	Opérations d'usinages			Outils à utiliser		
		Chariotage	Dressage	Perçage			
①							
②							



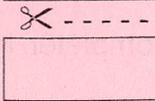
Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Signatures des surveillants

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

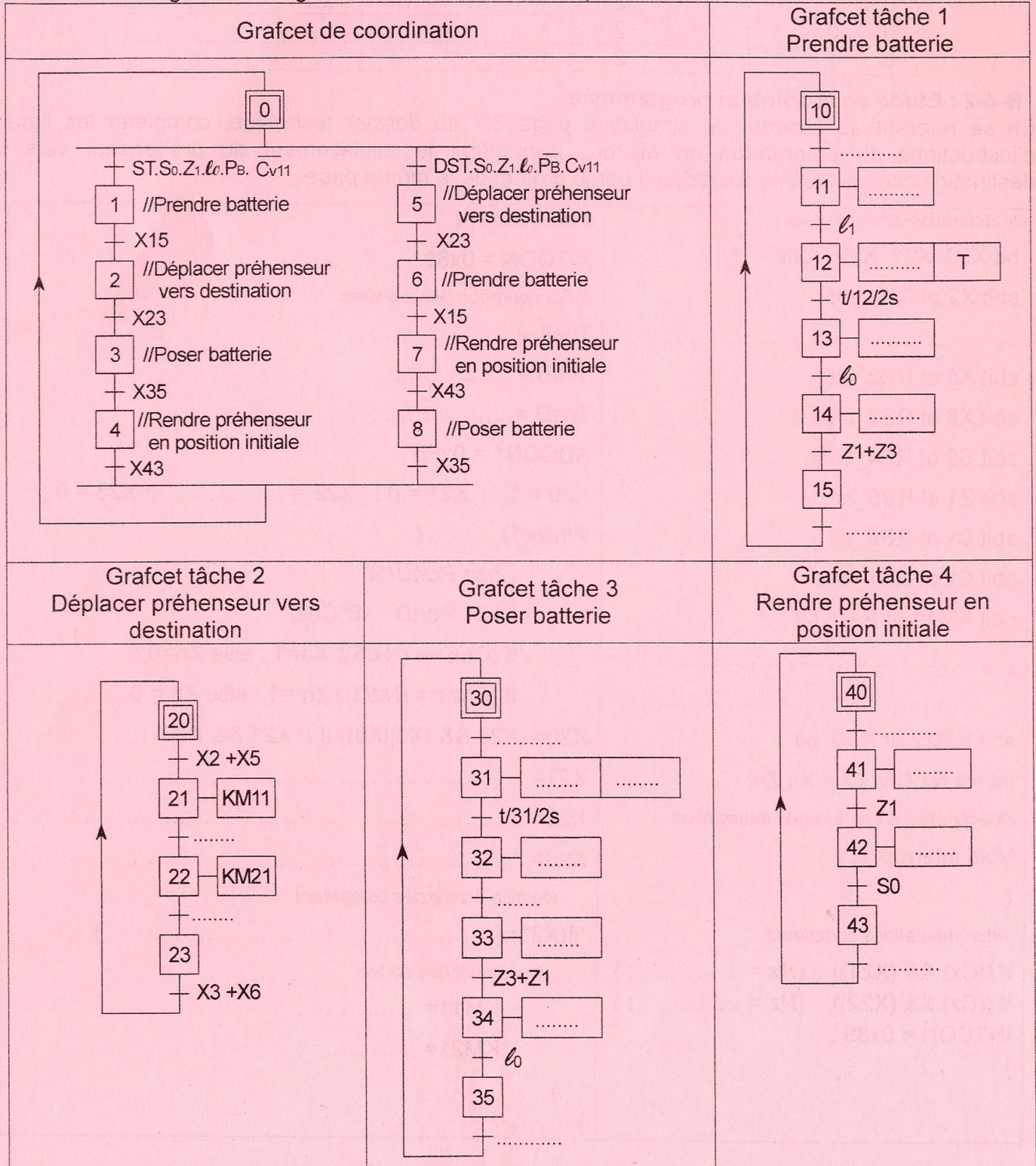
.....  
.....



## B. PARTIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

### B.1. Etude du GRAFCET

En se référant aux pages 1/7, 2/7 et 3/7 du dossier technique, compléter les grafquets ci-dessous relatifs au stockage/déstockage d'une batterie vers ou depuis **la case n°11**.



**B.2. Etude du circuit de mise en forme**

Se référer, dans cette partie, à la page 6/7 du dossier technique

1. Quel est le régime de fonctionnement de chacun des amplificateurs A.L.I1 et A.L.I2 ?

A.L.I1 : .....

A.L.I2 : .....

2. Donner l'expression de  $V_2$  en fonction de  $V_1$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

.....

3. En déduire le nom du montage à base d'A.L.I1.

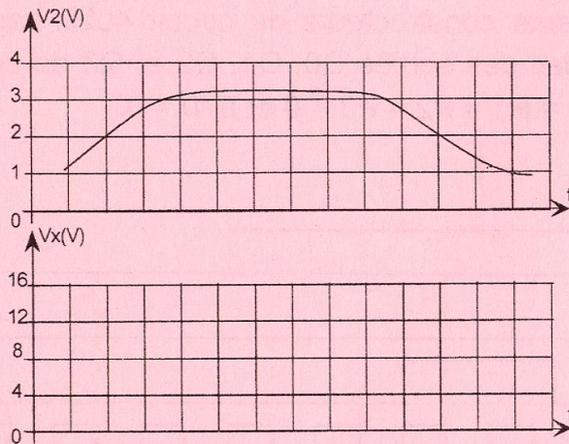
.....

4. Exprimer  $V_{réf}$  puis calculer sa valeur pour  $R_3= 10K\Omega$  et  $R_4=2K\Omega$ .

.....

.....

5. Compléter l'oscillogramme de  $V_x$  ci-dessous.



**B.3. Etude du moteur Mt1**

Le moteur Mt1 est branché au réseau triphasé 230/400V ; 50Hz. En se référant à sa plaque signalétique page 5/7 du dossier technique :

1. Indiquer le couplage des enroulements du stator sur le réseau disponible, justifier.

.....  
.....

2. Donner la vitesse de synchronisme.

.....

3. Exprimer le glissement nominal puis calculer sa valeur.

.....

.....

4. En régime nominal, la mesure de la puissance par la méthode de deux wattmètres a donné :  $P_1= 1588 W$  ;  $P_2= 628 W$ . Exprimer puis calculer la valeur de la puissance active «  $P_a$  » absorbée par le moteur.

.....

.....

**Ne rien écrire ici**

5. Exprimer le rendement «  $\eta$  » puis calculer sa valeur.

6. Exprimer le facteur de puissance «  $\cos\varphi$  » puis calculer sa valeur.

7. Exprimer puis calculer de deux méthodes différentes la valeur de la puissance réactive «  $Q_a$  » absorbée par le moteur.

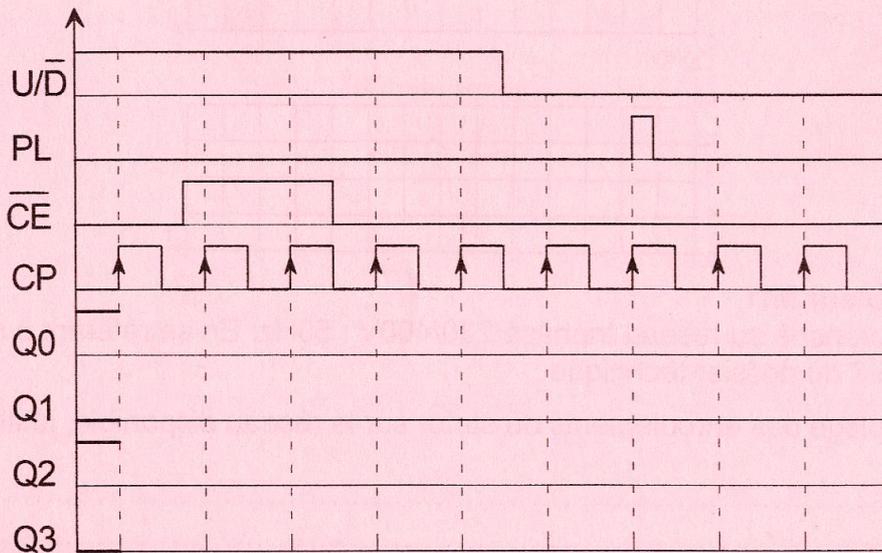
Méthode 1 : .....

Méthode 2 : .....

### B.4. Gestion de déplacement du préhenseur

#### B.4.1 : Etude de la solution câblée

1. En se référant aux documents constructeurs du circuit 4029 page 6/7 du dossier technique, compléter les chronogrammes des sorties Q0, Q1, Q2 et Q3 de ce circuit en fonction des états des entrées sachant que  $P_0 = P_1 = P_2 = P_3 = 0$  et  $B/\bar{D} = 0$ .



2. Indiquer le mode de fonctionnement des 4 circuits U1, U2, U3 et U4 (page 5/7 du dossier technique) en cochant la réponse correcte.

Compteurs binaires

Compteurs décimaux

Décompteurs binaires

Décompteurs décimaux

3. Déterminer le modulo de chacun des circuits U1 et U2.

	Modulo
Circuit U1	.....
Circuit U2	.....

Ne rien écrire ici

4. En se référant au schéma de simulation donné la page 5/7 du dossier technique, compléter le tableau suivant.

Sorties du circuit U3				SWX <sub>(10)</sub>	X2	Sorties du circuit U5			KM11
Q3	Q2	Q1	Q0			A<B	A = B	A>B	
0	0	0	0	2	0	....	....	....	....
0	0	0	1	2	1	....	....	....	....
0	0	1	0	2	1	....	....	....	....
0	1	0	0	2	1	....	....	....	....

**B-4-2 : Etude de la solution programmée**

En se référant au schéma de simulation page 6/7 du dossier technique, compléter les lignes d'instructions du programme en MikroC, permettant le déplacement du préhenseur vers la destination choisie comme il est décrit par le grafcet de la même page.

<pre>//Déclaration des variables bit X20, X21, X22, X23 ; sbit X2 at RB0_bit ; ..... ; sbit X5 at RB2_bit ; sbit X6 at RB3_bit ; sbit S0 at RB4_bit ; sbit Z1 at RB5_bit ; sbit Cx at RB6_bit ; sbit Cz at RB7_bit ; sbit KM11 at RA0_bit ; ..... ; ..... ; sbit KM22 at RA3_bit ; int Nx,Nz,Chx,Chz,Xn,Zn; //Déclaration d'une fonction interruption Void interrupt () { //incrémentations compteurs if ((Cx) &amp;&amp; (X21)) {Nx = ..... ;} if ((Cz) &amp;&amp; (X22)) {Nz = ..... ;} INTCON = 0x88 ; }</pre>	<pre>void main () { INTCON = 0x88 ; // Configuration des registres TrisA = ..... ; TrisB = ..... ; TrisD = ..... ; ADCON1 = 0xF6 ; X20 = 1 ; X21 = 0 ; X22 = ..... ; X23 = 0 ; While(1) { Chz= PortD/16 ; Chx= PortD - 16*Chz; if (Chx == (Nx/5)) Xn=1 ; else Xn=0 ; if (Chz == (Nz/3)) Zn =1 ; else Zn = 0 ; X20= (X23 &amp;&amp; (X3  X6))    (! X21 &amp;&amp; X20) ; X21= ..... ; X22= ..... ; X23= ..... ; //remise à zéro des compteurs if(X23) { ..... ; ..... ; } //traitement des sorties KM11= ..... ; KM21= ..... ; } }</pre>
---	--