

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT		Session principale	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 1/7, 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.

ASCENSEUR À TROIS NIVEAUX

1. Présentation

L'ascenseur électrique est un système servant au transport vertical de personnes entre les différents étages d'un immeuble.

Il est constitué essentiellement d' :

- une cabine se déplaçant dans une gaine ; elle est guidée par des rails, (guides) ;
- un treuil : ensemble des organes moteurs assurant le mouvement et l'arrêt de l'ascenseur ;
- un contrepoids : une grande masse servant à équilibrer le poids de la cabine et à diminuer ainsi l'énergie fournie par le moteur ;
- un coffret de commande situé à l'intérieur de la cabine, comportant les boutons d'appel interne.
- trois boutons d'appel externe situés à chaque niveau (non représentés).

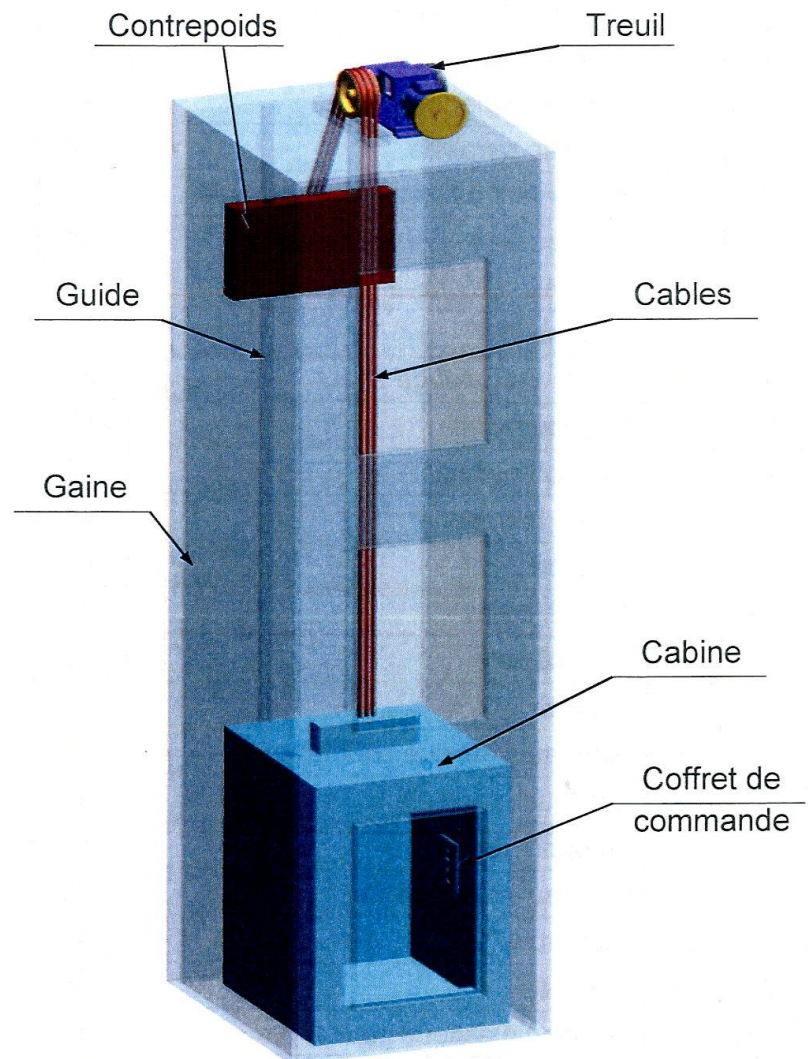
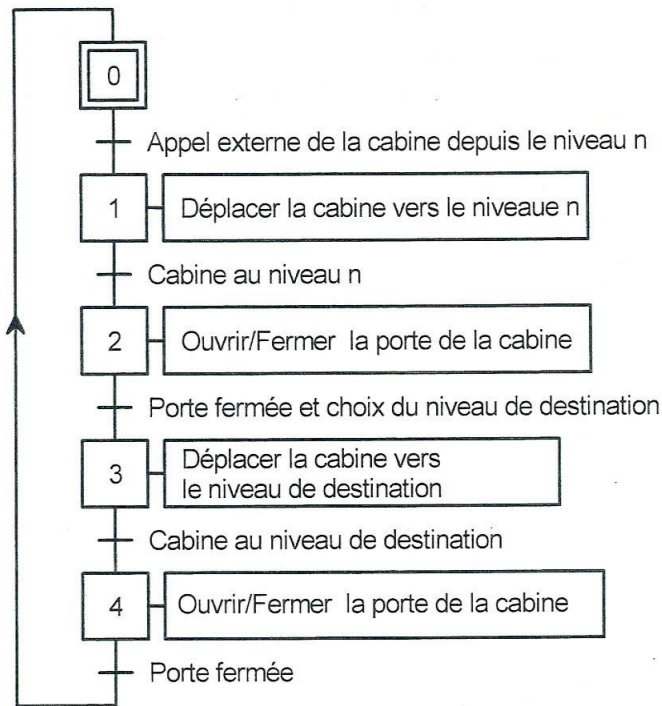


Figure 1

2. Fonctionnement

On donne, ci-dessous, le GRAFCET d'un point de vue système qui décrit le fonctionnement simplifié de l'ascenseur à 3 niveaux (rez-de-chaussée et 2 niveaux).



Remarque : La porte de la cabine est reliée mécaniquement à la porte de l'étage, de sorte que les deux portes s'ouvrent et se ferment simultanément.

3. Choix technologiques

3.1. Table d'affectation des entrées

Désignation	Fonction	
I1	Bouton poussoir interne de choix du niveau 1	
I2	Bouton poussoir interne de choix du niveau 2	
I3	Bouton poussoir interne de choix du niveau 3	
E1	Bouton poussoir d'appel externe depuis le niveau 1	
E2	Bouton poussoir d'appel externe depuis le niveau 2	
E3	Bouton poussoir d'appel externe depuis le niveau 3	
P1	Capteur cabine au niveau 1	
P2	Capteur cabine au niveau 2	
P3	Capteur cabine au niveau 3	
Co	Capteur porte de la cabine ouverte	
Cf	Capteur porte de la cabine fermée	
Cs	Cs=0 : absence obstacle à la porte	
	Cs=1 : présence obstacle à la porte	
P	Capteur de poids	P=0 charge normale
		P=1 surcharge

3.2. Table d'affectation des sorties

Actionneur	Action	Préactionneur
Mt1 : Moteur asynchrone triphasé	Monter cabine	KM1
	Descendre cabine	KM2
Mt2 : Moteur à courant continu	Ouvrir porte cabine	KM3
	Fermer porte cabine	KM4

4. Caractéristiques du moteur Mt1

Le moteur utilisé pour déplacer la cabine verticalement est un moteur asynchrone triphasé branché sur le réseau $U = 400V$, son facteur de puissance est $\cos\varphi = 0,65$. La résistance d'un enroulement statorique $R = 2,77\Omega$.

On donne, ci-dessous, la caractéristique mécanique du moteur $T_u = f(n)$ et celle de la charge $T_r = f(n)$.

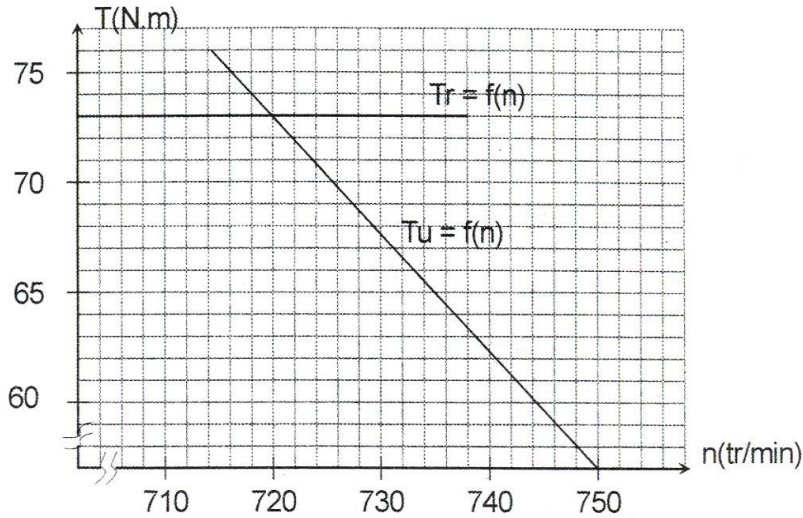


Figure 2

5. Contrôle du poids dans la cabine

La cabine de l'ascenseur est équipée d'un capteur électronique de poids pour mesurer la charge ou le poids des personnes présentes à l'intérieur. Ce capteur est essentiel pour garantir que la charge maximale autorisée n'est pas dépassée.

On donne, ci-dessous, le schéma structurel de la carte électronique du capteur qui commande deux diodes LED : l'une, verte pour une charge normale et l'autre rouge pour une surcharge.

Tous les amplificateurs sont supposés parfaits et polarisés par $\pm 12V$.

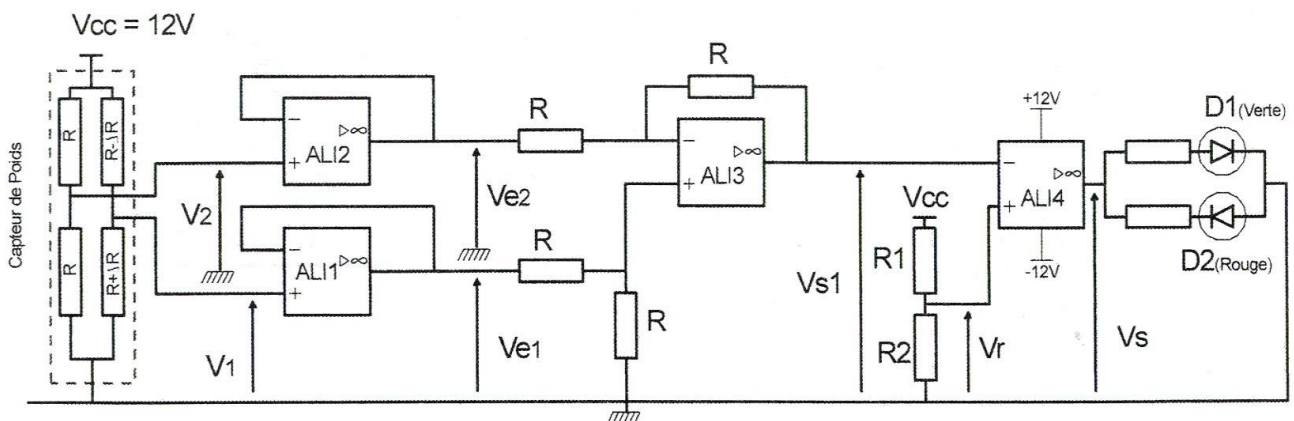


Figure 3

6. Description du mécanisme d'entraînement de l'ascenseur

Le déplacement en translation de la cabine est assuré par un treuil constitué essentiellement par :

- un moteur électrique (36) ;
- un réducteur à deux étages d'engrenages (39,49) et (45,41) ;
- une poulie multi-gorges (1) qui entraîne trois câbles. L'une des extrémités de chaque câble est fixée à la cabine de l'ascenseur et l'autre au contrepoids. Lorsque la cabine monte, le contrepoids descend ;
- un frein permettant le ralentissement et l'arrêt de la cabine au niveau demandé.

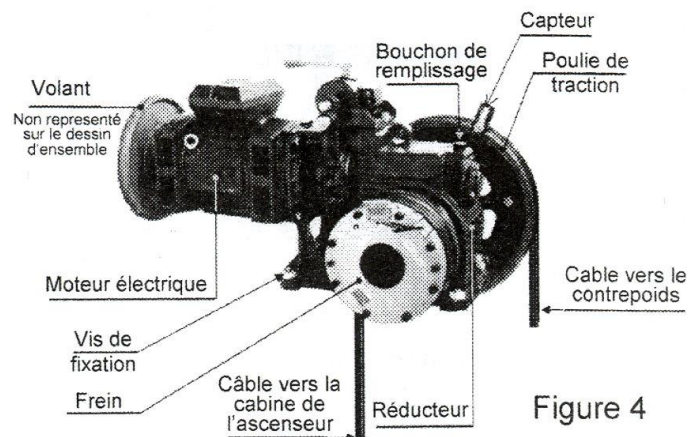


Figure 4

7. Nomenclature

Rep	Nb	Désignation
1	1	Poulie de traction multi-gorge
2	1	Anneau élastique pour arbre
3	8	Vis à tête cylindrique à six pans creux
4	1	Arbre de sortie
5	1	Cale de réglage
6	1	Clavette parallèle
7	2	Roulement à billes à contact radial
8	1	Anneau élastique pour alésage
9	3	Vis à tête cylindrique à six pans creux
10	1	Plateau fixe
11	3	Tirant de guidage
12	1	Plateau mobile
13	1	Support bobine
14	3	Ecrou hexagonal
15	1	Ressort
16	1	Contre écrou
17	1	Vis spéciale
18	1	Capot
19	1	Anneau élastique pour arbre
20	2	Clavette parallèle
21	2	Support disque
22	1	Plateau intermédiaire
23	4	Garniture
24	2	Disque
25	1	Anneau élastique pour arbre
26	1	Couvercle

Rep	Nb	Désignation
27	1	Joint à lèvres
28	3	Câble
29	1	Cale d'appui
30	1	Rondelle
31	1	Ecrou à encoches
32	1	Rondelle frein
33	1	Support poulie
34	8	Vis à tête hexagonale
35	8	Ecrou hexagonal
36	1	Moteur
37	1	Joint plat
38	5	Vis à tête cylindrique à six pans creux
39	1	Pignon moteur
40	1	Couvercle supérieur
41	1	Roue creuse
42	1	Bouchon de remplissage
43	2	Joint plat
44	1	Couvercle
45	1	Vis sans fin
46	1	Corps
47	2	Roulement à billes à contact radial
48	1	Bouchon de vidange
49	1	Roue dentée
50	1	Clavette parallèle
51	1	Anneau élastique pour arbre
52	1	Arbre moteur

8. Circuit de commande de la cabine

8.1. Solution câblée (Figure 5)

La montée et la descente de la cabine sont commandées après comparaison entre :

- la sortie d'un codeur qui génère un mot binaire (B3, B2, B1, B0) relatif à l'appuie sur l'un des boutons d'appel (E1,E2,E3,I1,I2 ou I3).
- la sortie d'un compteur recevant des impulsions fournies par un capteur inductif solidaire de la poulie de traction. Ce capteur délivre quatre impulsions à chaque déplacement de la cabine d'un niveau à un autre.

Les boutons d'appel internes et externes sont reliés à travers des opérateurs logiques au circuit 4043 composé de 4 bascules RS asynchrones initialement mises à zéro.

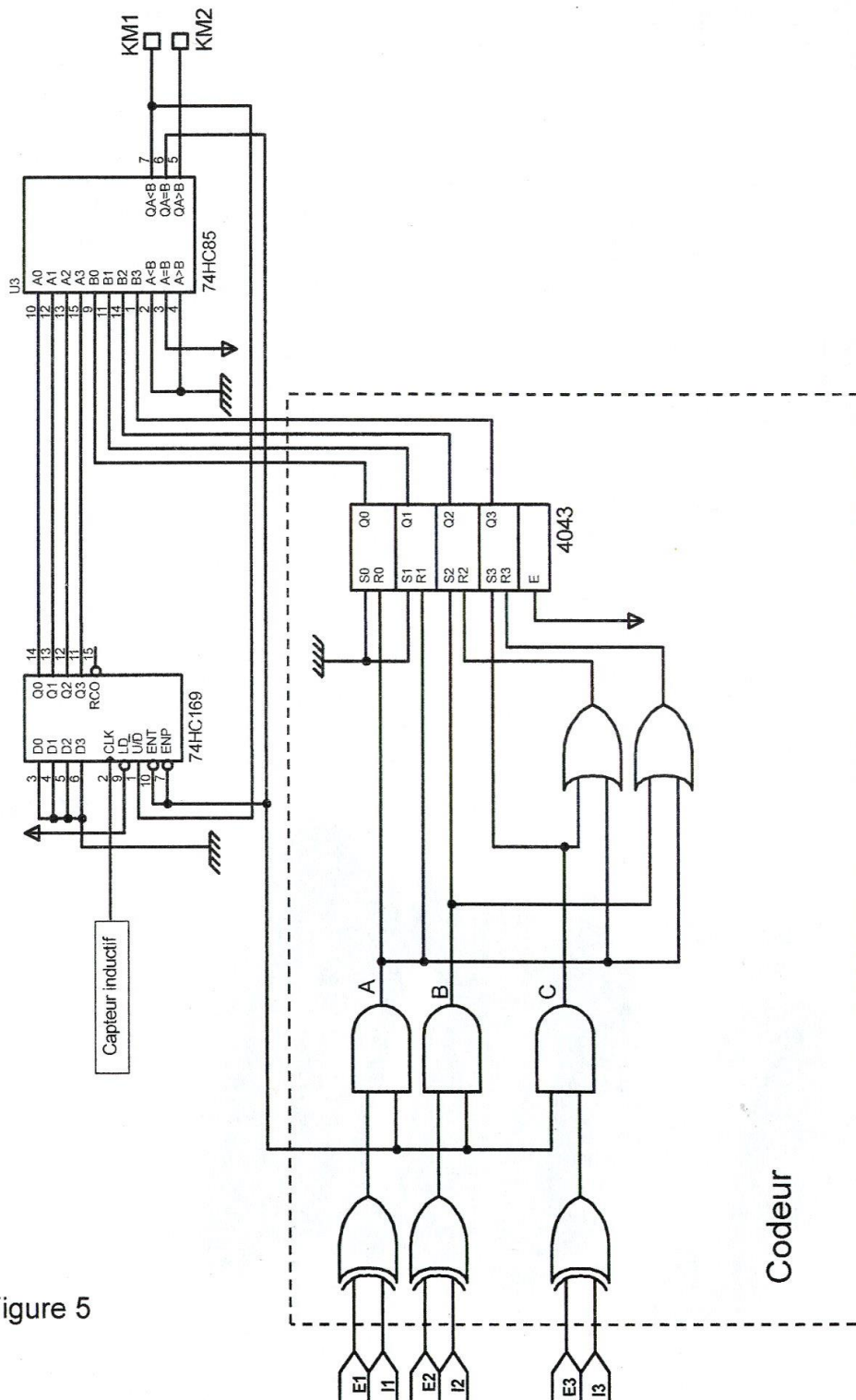


Figure 5

8.2. Solution programmée (Figure 6)

Pour minimiser le nombre de composants de la solution câblée proposée précédemment, on adopte une deuxième solution à base d'un microcontrôleur PIC 16F628A comme le montre la figure 6.

Le capteur inductif génère des impulsions appliquées sur la broche RB0.

L'action sur l'un des boutons d'appel (E1, E2, E3, I1, I2, ou I3) génère un code X. Ce code est comparé au contenu Y d'un compteur/décompteur interne.

La montée, la descente ou l'arrêt de la cabine sont obtenus selon les résultats de la comparaison.

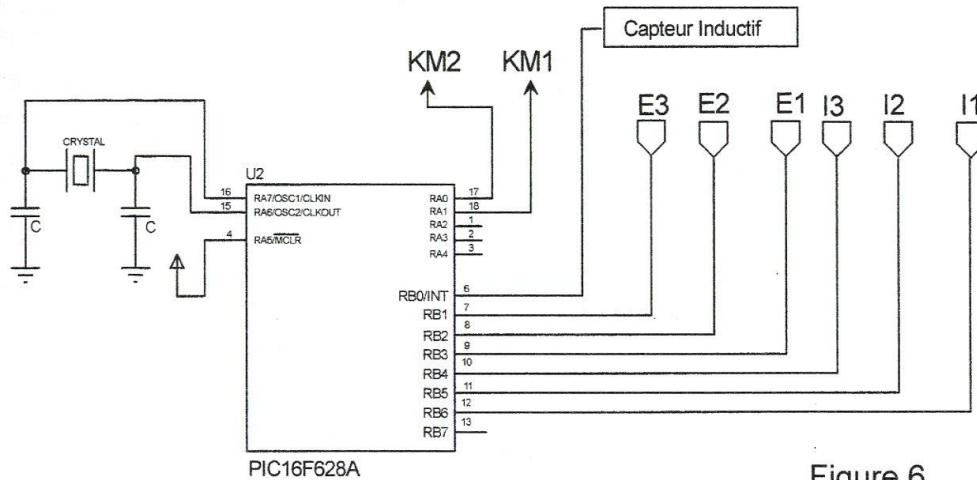


Figure 6

9. Documents constructeurs

9.1. Circuit 74HC169 : Compteur-décompteur binaire synchrone

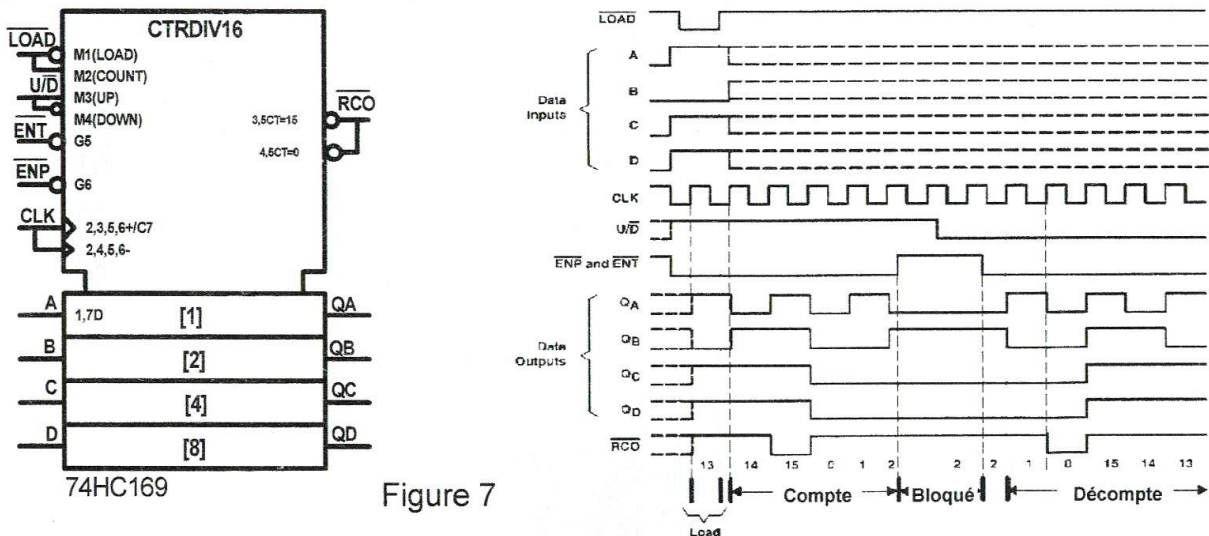
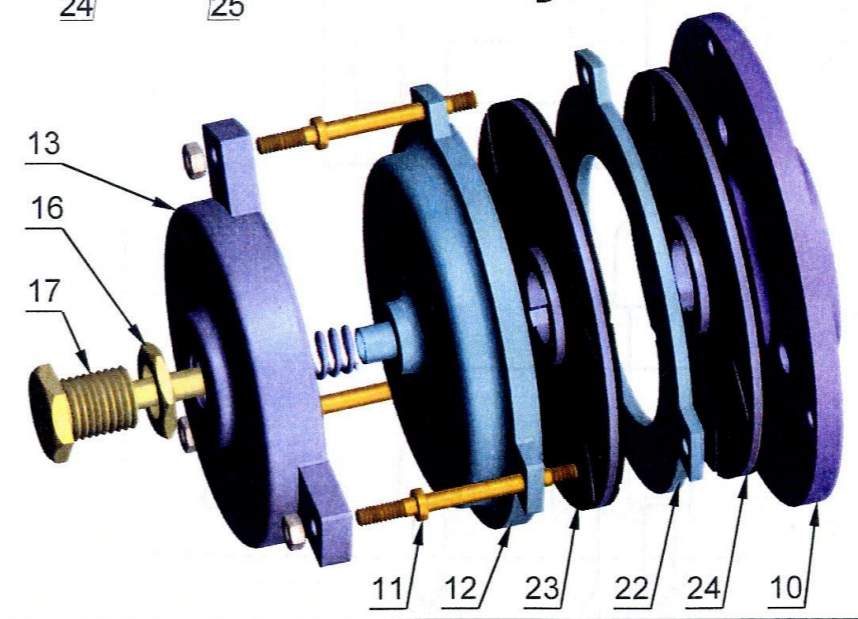
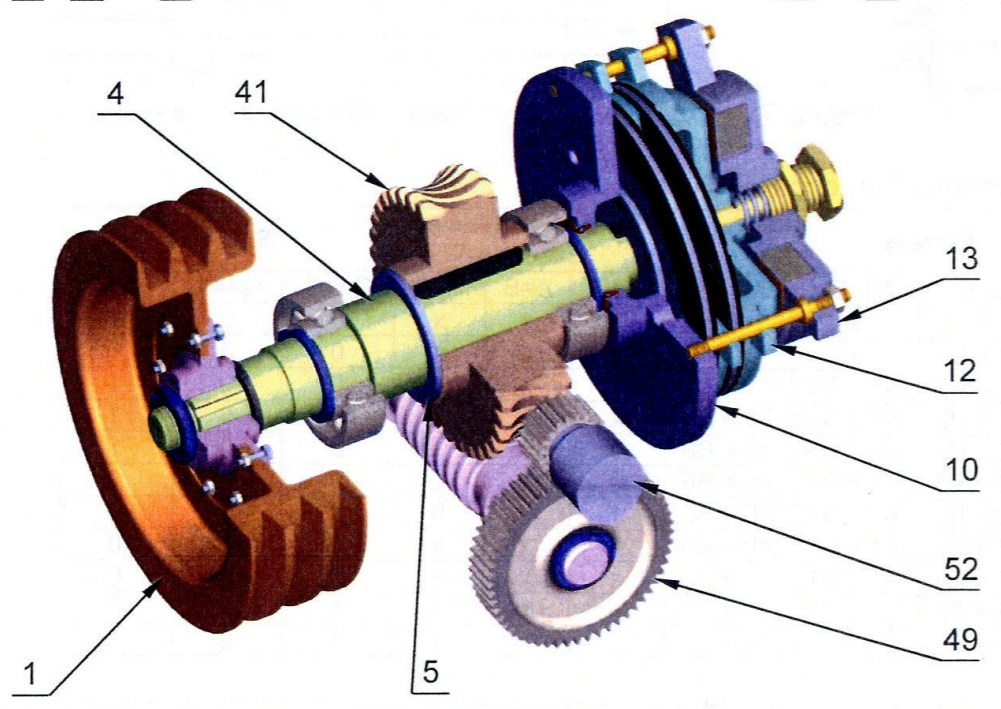
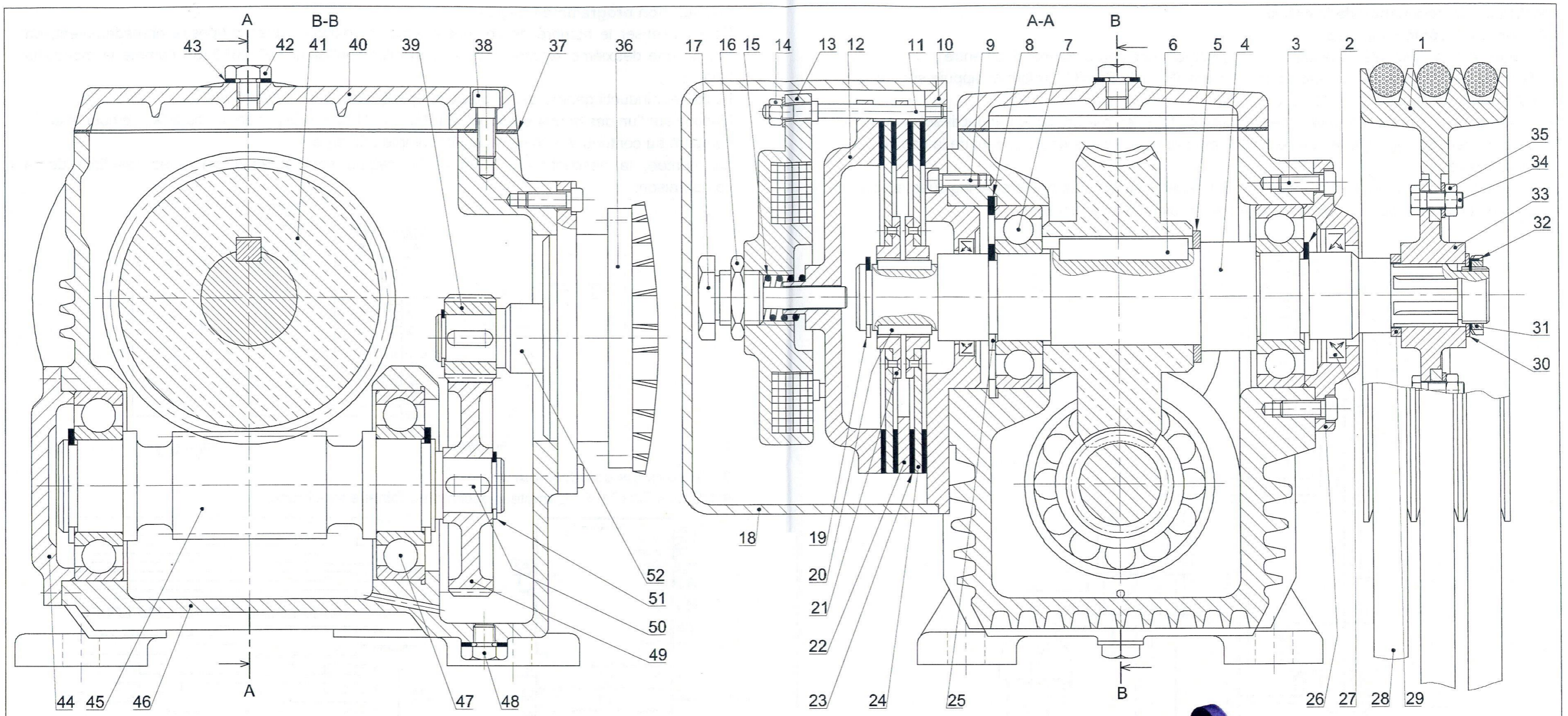




Figure 7

9.2. Table de fonctionnement du circuit 74HC85

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



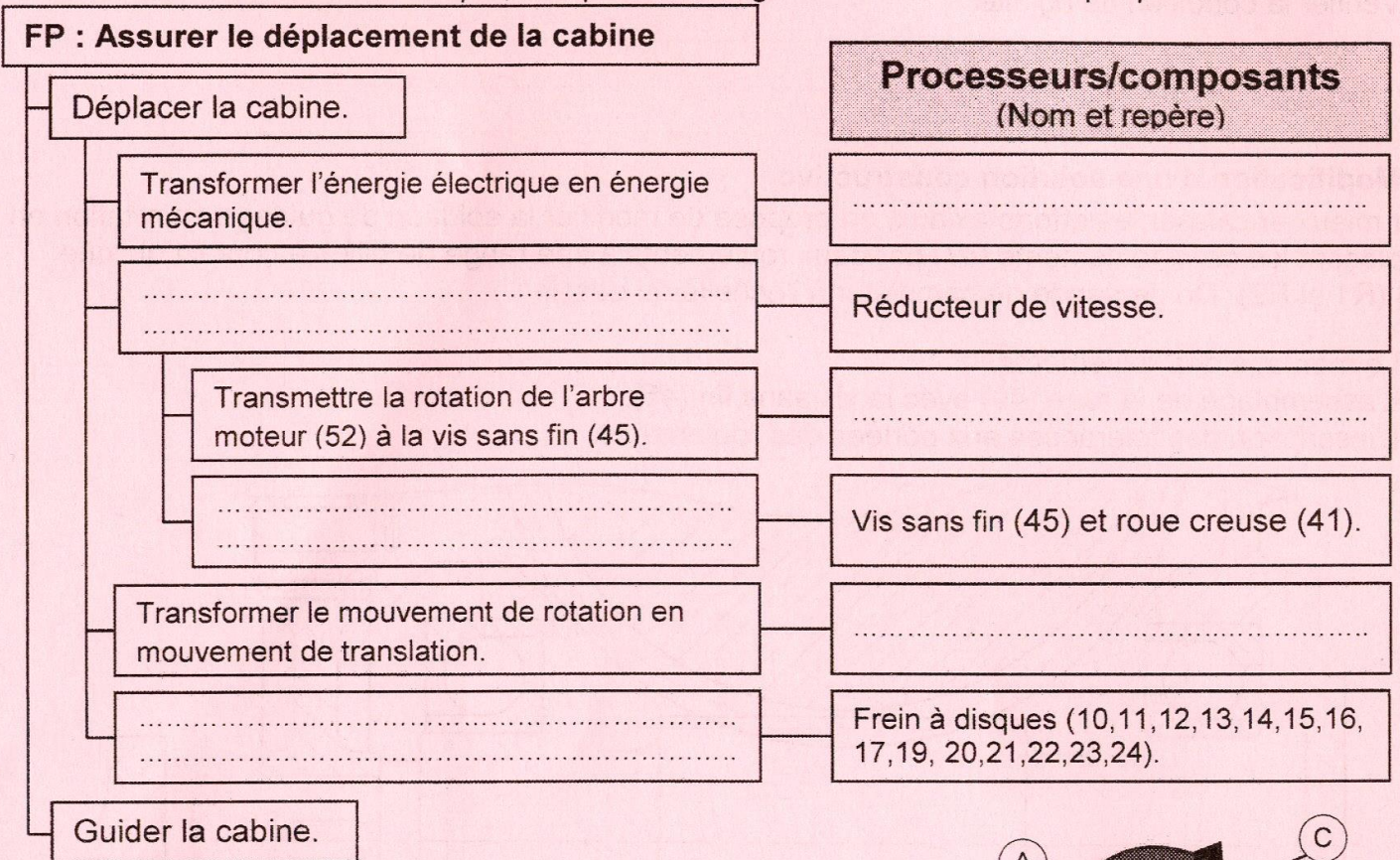
Echelle 1: 5	Treuil	Dossier technique page 7/7
 	ASCENCEUR À TROIS NIVEAUX	

Section : N° d'inscription : Série : Signatures des surveillants
 Nom et Prénom :
 Date et lieu de naissance :

A. PARTIE GÉNIE MÉCANIQUE

1- Analyse fonctionnelle

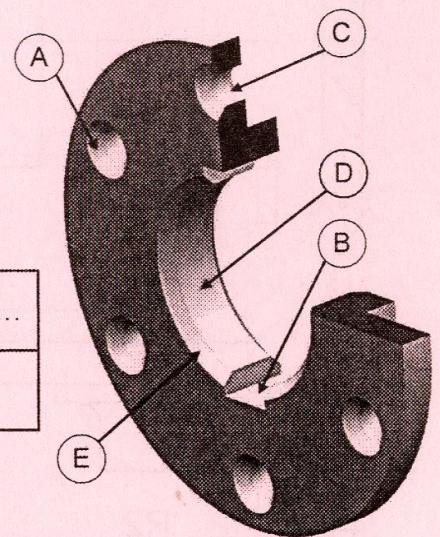
En se référant au dossier technique, compléter le diagramme F.A.S.T descriptif partiel suivant :



2- Etude technologique :

2.1. En se référant au dessin ci-contre du support disque (21) et au dessin d'ensemble, compléter le tableau suivant par l'indication des noms ou des repères des détails qui manquent.

Nom	.....	Fraisure	Alésage	.....	.....
Repère	E	.....	.....	C	B



Support disque (21)

2.2. Donner la fonction de la cale de réglage (5).

2.3. Compléter le tableau de l'assemblage suivant :

	Éléments et surfaces qui assurent la mise en position	Éléments qui assurent le maintien en position	Ajustement
Assemblage de la roue creuse(41) et l'arbre de sortie (4)

Ne rien écrire ici

3- Etude du frein

3.1. Identifier le type du frein utilisé et la nature de sa commande. Cocher les bonnes réponses.

Frein multi-disques	Frein à tambour	Frein à commande hydraulique
Frein mono-disque	Frein à sangle	Frein à commande électromagnétique

3.2. Donner dans l'ordre les repères des pièces à manœuvrer pour régler le couple de freinage.



3.3. Pour une valeur maximale de l'effort presseur du ressort (15) $F_r = 450\text{ N}$, identifier en justifiant votre choix, la bobine convenable pour ce frein.

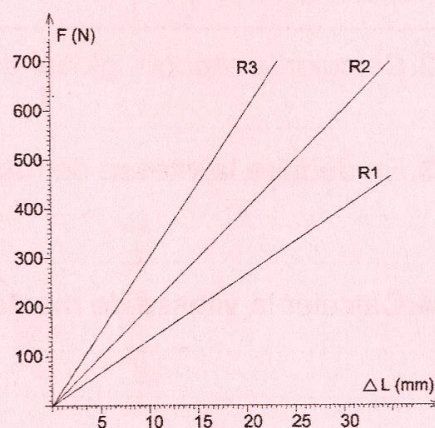
	Bobine 1	Bobine 2	Bobine 3
F_{att}	600 N	400 N	150 N

Choix :

Justification :

3.4. L'attraction de la bobine permet un raccourcissement total du ressort $\Delta L = 20\text{ mm}$. A partir de la figure ci-contre, choisir le ressort convenable pour ce frein.

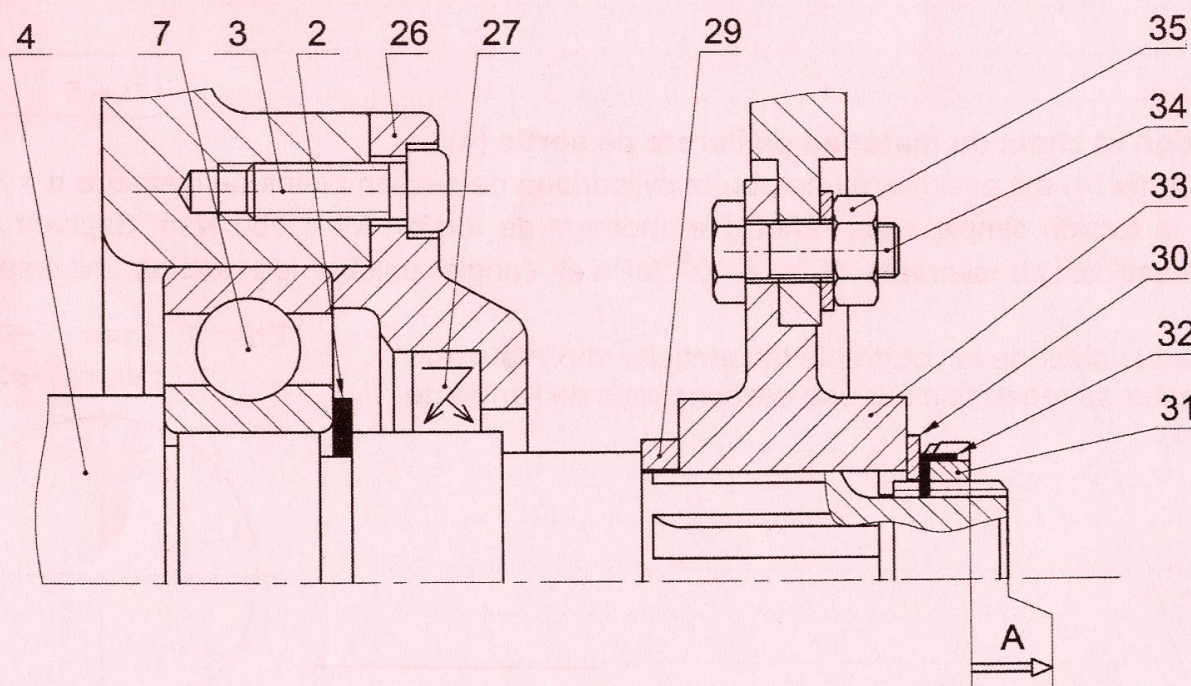
Ressort R1 Ressort R2 Ressort R3



4- Cotation fonctionnelle

4.1. Justifier la présence de la condition A.

4.2. Tracer la chaîne de cotes minimale relative à la condition A.



Ne rien écrire ici

5- Etude cinématique et dynamique du treuil

On donne la puissance du moteur ; $P_m = 5500 \text{ W}$

La vitesse de rotation de l'arbre moteur (52) ; $N_m = 750 \text{ tr/min}$

Le diamètre moyen de la poulie multi-gorge (1) ; $d_1 = 550 \text{ mm}$.

5.1. Compléter les caractéristiques des roues dentées du treuil.

Roue	Nombre de dents «Z»	Module «m»	Diamètre primitif «d»	Rrapport
Pignon moteur (39)	.....	.....	100 mm	.....
Roue dentée (49)	50 dents	5 mm	.....
Vis sans fin (45)	1 filet	10 mm		.....
Roue creuse (41)	30 dents	.....	

5.2. Calculer le rapport global du réducteur r_g .

.....

$r_g = \dots\dots\dots$

5.3. En déduire la vitesse de rotation N_1 de la poulie multi-gorge (1).

.....

$N_1 = \dots\dots\dots$

5.4. Calculer la vitesse de montée linéaire de la cabine en m/s. V_{cabine} .

.....

$V_{cabine} = \dots\dots\dots \text{m/s}$

5.5. Déterminer la charge maximale soulevée F_{Max} en Newton sachant que le rendement du treuil est $\eta = 0.75$. Le poids de la cabine étant équilibré par le contrepoids.

.....

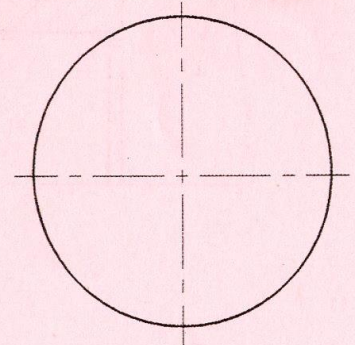
$F_{Max} = \dots\dots\dots$

6- Vérification et choix du matériau de l'arbre de sortie (4):

L'arbre de sortie (4) est assimilé à une poutre cylindrique de section pleine de diamètre $d = 80 \text{ mm}$, sollicitée à la torsion simple sous l'effet d'un moment de torsion $M_t = 950 \text{ N.m}$. Sachant que le module d'élasticité transversale $G = 8 \cdot 10^4 \text{ MPa}$ et l'angle unitaire de torsion maximale est $\theta_{Maxi} = 2^\circ/\text{m}$.

6.1. Calculer la valeur de la contrainte tangentielle maximale puis représenter sa répartition sur une section droite de l'arbre de sortie (4).

Ech : $d : 2 \text{ mm} \rightarrow 1 \text{ mm}$
 $\tau : 1 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 2 \text{ mm}$



.....

$\tau_{max} = \dots\dots\dots$

Ne rien écrire ici

6.2. Déterminer l'angle unitaire de torsion.

$\theta = \dots\dots\dots$

6.3. Vérifier la condition de rigidité.

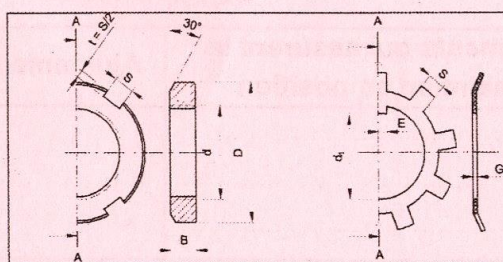
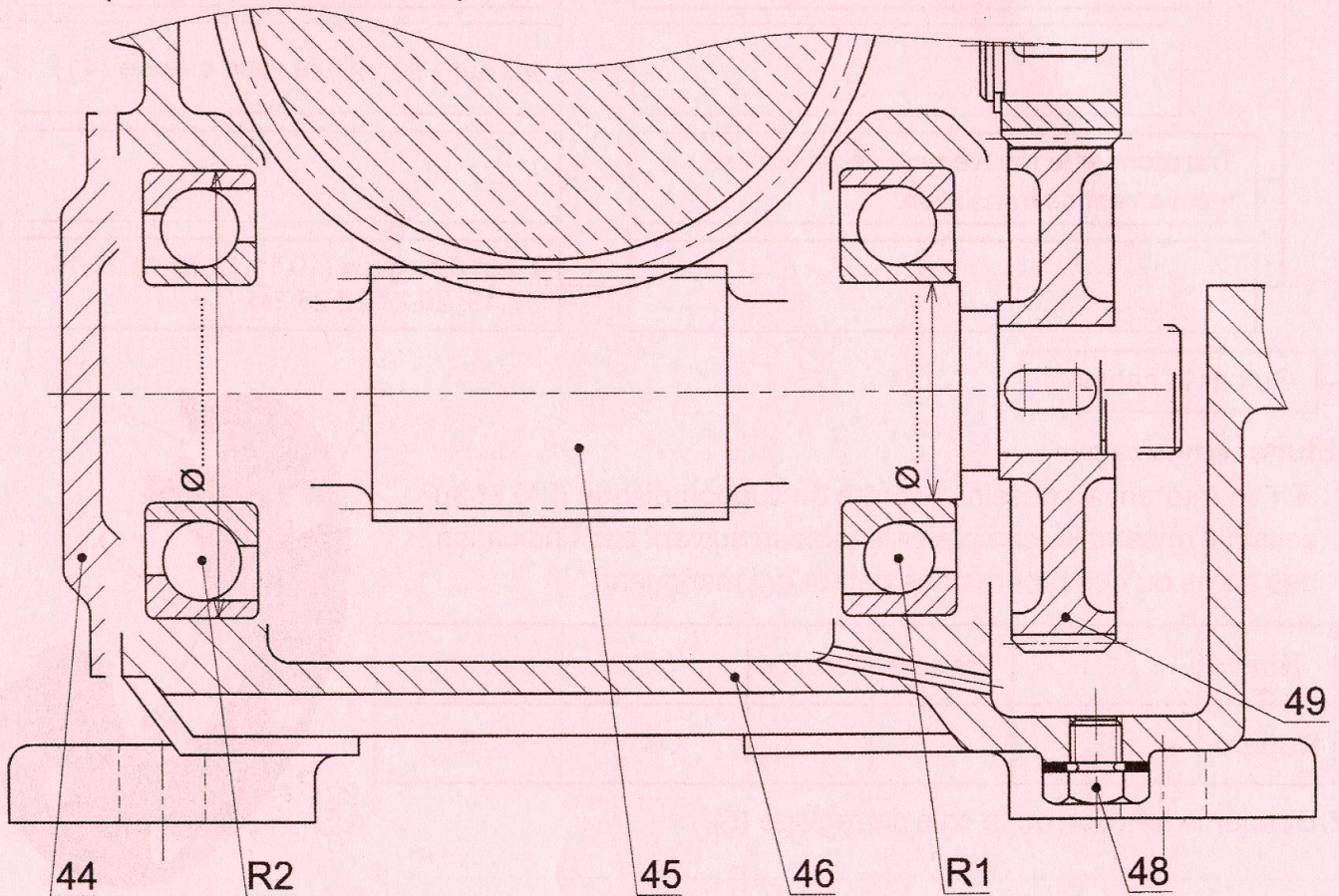
7- Modification d'une solution constructive

Pour mieux encaisser les efforts axiaux, on propose de modifier la solution de guidage en rotation en remplaçant les deux roulements (47) par deux roulements à une rangé de billes à contact oblique (BT) (R1 et R2). On demande de compléter à l'échelle du dessin :

7.1. Le montage des roulements.

7.2. L'assemblage de la roue (49) avec la vis sans fin (45).

7.3. L'inscription des tolérances aux portées des roulements.



d x pas	D	B	S	d ₁	E	G
M12 x 1	22	4	3	10.5	3	1
M15 x 1	25	5	4	13.5	4	1
M17 x 1	28	5	4	15.5	4	1



Section : N° d'inscription : Série :

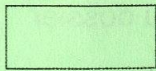
Signatures des surveillants

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

.....

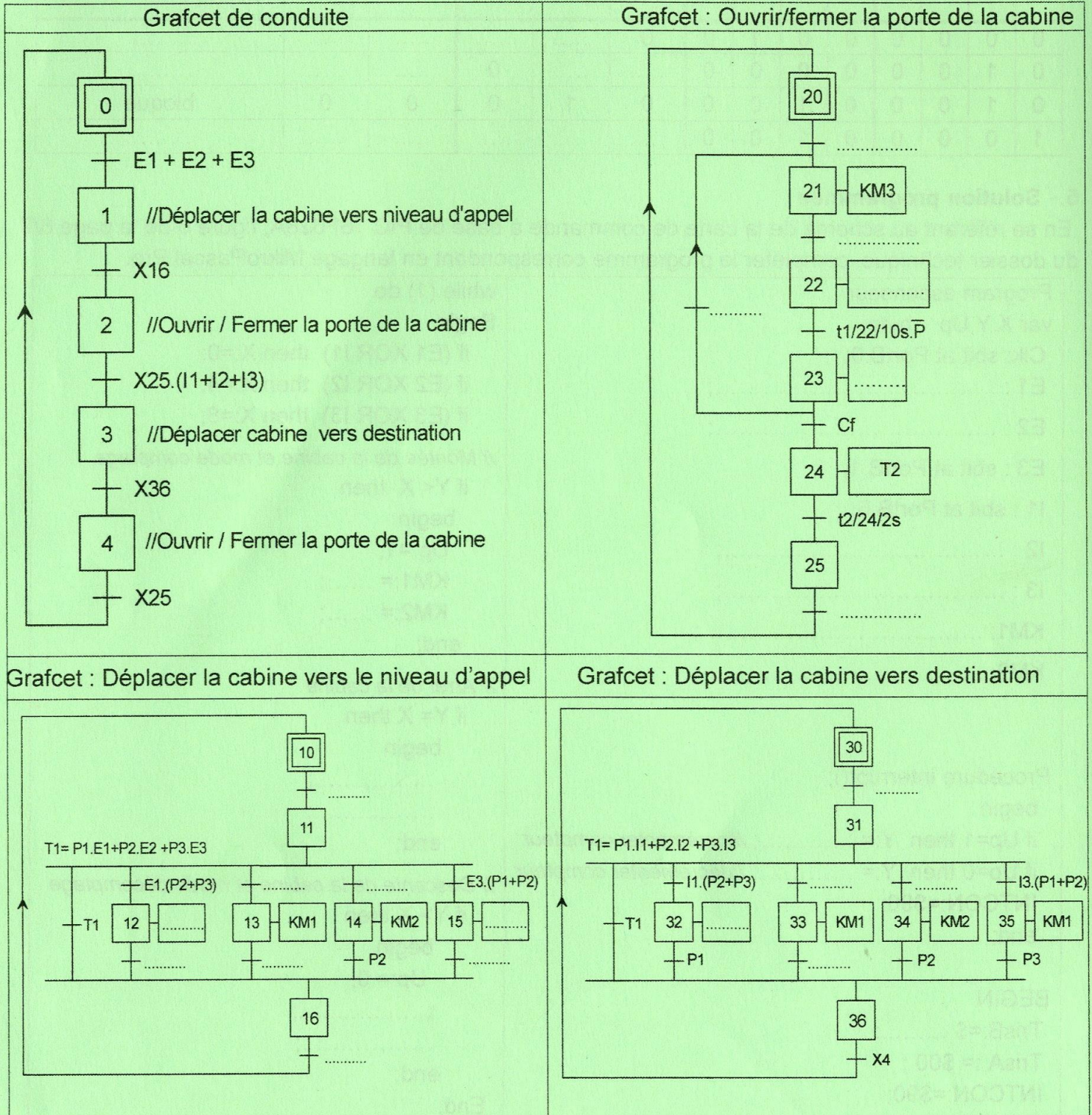
.....



B. PARTIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

1. Etude du GRAFCET

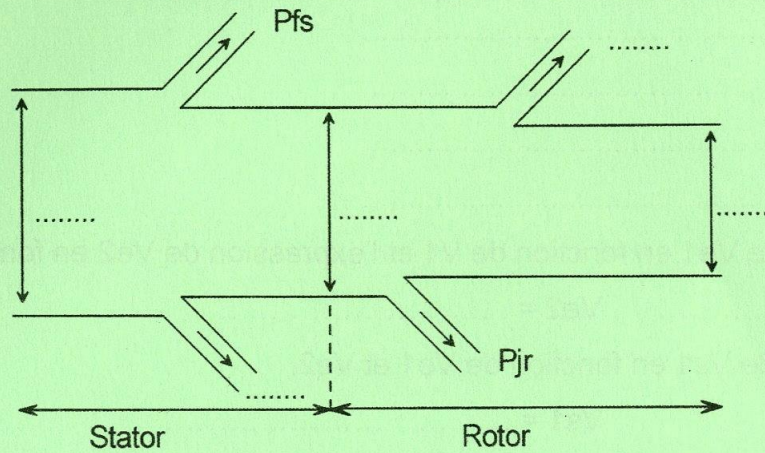
En se référant au dossier technique pages 1/7 et 2/7, compléter les GRAFCET suivants :



2. Etude du moteur Mt1

Se référer, dans cette partie, aux caractéristiques du moteur page 3/7 du dossier technique.

2.1. Compléter le bilan ci-dessous par les désignations des différentes puissances mises en jeu.



2.2. Déterminer, à partir de la figure 2, la vitesse de synchronisme n_s supposée égale à la vitesse à vide.

.....

2.3. Déterminer pour le point de fonctionnement : la vitesse du rotor n et le couple utile T_u

.....

2.4. Calculer le glissement g

.....

.....

2.5. Calculer la puissance utile P_u

.....

.....

2.6. Déterminer la puissance P_a absorbée par le moteur sachant que le rendement est de 82,3%.

.....

.....

2.7. Déterminer le courant de ligne absorbé I .

.....

.....

2.8. Les pertes par effet joule statorique $P_{js} = 610W$,

a. Vérifier, par calcul, la valeur des P_{js} pour les deux types de couplage possibles.

✓ Cas du couplage étoile :

✓ Cas du couplage triangle :

b. En déduire le couplage choisi pour le moteur.

.....

Ne rien écrire ici

3. Etude du circuit de contrôle du poids dans la cabine

Se référer, dans cette partie, à la page 3/7 du dossier technique.

3.1. Donner le régime de fonctionnement de chaque A.L.I.

A.L.I.1 :

A.L.I.2 :

A.L.I.3 :

A.L.I.4 :

3.2. Donner l'expression de V_{e1} en fonction de V_1 et l'expression de V_{e2} en fonction de V_2 .

$V_{e1} = \dots\dots\dots$ $V_{e2} = \dots\dots\dots$

3.3. Donner l'expression de V_{s1} en fonction de V_{e1} et V_{e2} .

$V_{s1} = \dots\dots\dots$

3.4. Exprimer V_r en fonction de R_1 , R_2 et V_{cc} . Calculer sa valeur pour $R_1 = 5R_2$ et $V_{cc} = 12V$.

.....

3.5. Analyser le fonctionnement du circuit de la figure 3 de la page 3/7 du dossier technique en complétant le tableau ci-dessous.

Poids (Kg)	$V_1(V)$	$V_2(V)$	$V_{e1}(V)$	$V_{e2}(V)$	$V_{s1}(V)$	$V_r(V)$	$V_s(V)$	D1 (0 ou 1)	D2 (0 ou 1)
700	7,75	6	7.75	.....	.....	2	.....	.....	.....
860	8,15	6	.....	6	.....	2	.....	.....	.....

4. Etude du circuit de commande de la cabine

En se référant à la figure 5 de la page 5/7 du dossier technique,

4.1. déterminer les équations logiques des entrées de remise à zéro R2 et R3 des bascules du circuit 4043 en fonction des variables logiques A,B et C.

.....

4.2. analyser le fonctionnement du circuit en complétant le tableau suivant :

A	B	C	S3	R3	S2	R2	S1	R1	S0	R0	Sortie codeur				
											$Q_3=B_3$	$Q_2=B_2$	$Q_1=B_1$	$Q_0=B_0$	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Ne rien écrire ici

4.3. En se référant à la figure 5 de la page 5/7 et aux documents constructeurs page 6/7 du dossier technique, compléter le tableau ci-dessous.

Sorties codeur				Sorties compteur "74HC169"				Sorties Comparateur "74HC85"			KM1	KM2	Fonctionnement du C.I 74HC169 (compteur/décompteur)
B ₃	B ₂	B ₁	B ₀	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	QA<B	QA=B	QA>B			
0	0	0	0	0	0	1	0	0	.....	.....	.....	.....	.....
0	1	0	0	0	0	0	0	.....	.....	0	.....	.....	.....
0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	bloqué
1	0	0	0	0	1	0	0	.....	.....	.....	.....	.....	.....

5. Solution programmée

En se référant au schéma de la carte de commande à base de PIC 16F628A, figure 6 de la page 6/7 du dossier technique, compléter le programme correspondant en langage MikroPascal Pro.

<pre> Program ascenseur ; var X,Y,Up : byte; Clk: sbit at PortB.0; E1 :; E2 :; E3 : sbit at PortB.1; I1 : sbit at PortB.6; I2 :; I3 :; KM1:; KM2:; Procédure interrupt(); begin if Up=1 then Y:=; //incrémenter compteur if Up=0 then Y:=; //décrémenter compteur INTCON:=\$90; end; BEGIN TrisB:=\$; TrisA := \$00 ; INTCON:=\$90; X:=0; Y:=0; </pre>	<pre> while (1) do Begin if (E1 XOR I1) then X:=0; if (E2 XOR I2) then X:=4; if (E3 XOR I3) then X:=8; // Montée de la cabine et mode comptage if Y< X then begin Up:=1; KM1:=; KM2:=; end; // Arrêt de la cabine if Y= X then begin;; end; // Descente de la cabine et mode décomptage if Y> X then begin Up:= 0;;; end; End; END. </pre>
--	--