RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session principale
	Épreuve : **Technologie**	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.

UNITE D'IMAGERIE MEDICALE

I. Présentation

L'unité d'imagerie (figure 1) permet de radiographier toutes les parties du corps du patient exposées aux rayons X.
Cette unité est principalement composée d' :

- une table télécommandée ;
- un tube à rayons X associé à un capteur ;
- un pupitre de commande à distance.

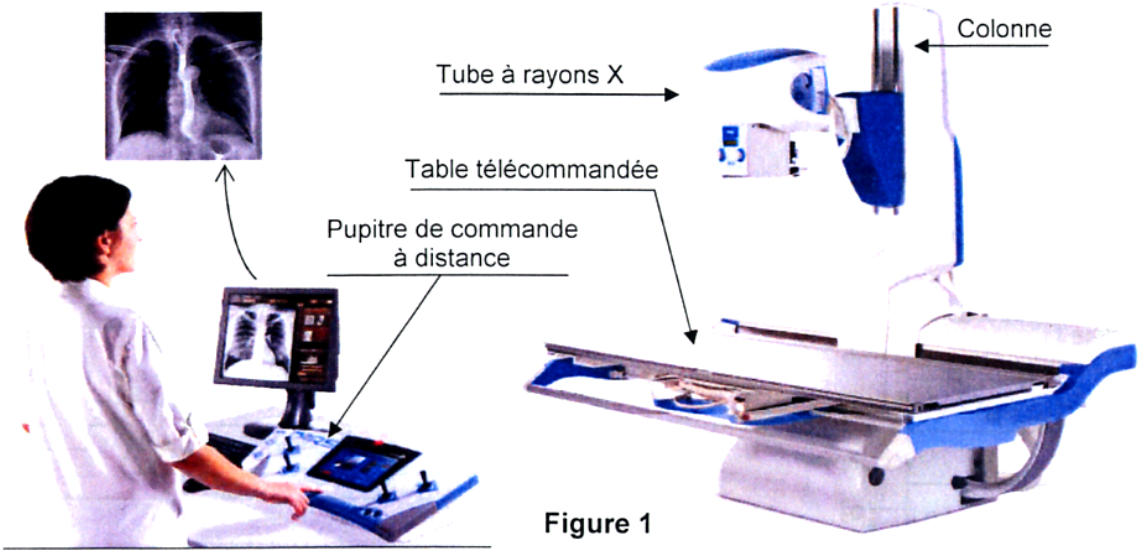


Figure 1

II. Description de l'unité d'imagerie

L'unité d'imagerie est fixée au sol (figure 2). Elle est composée de différentes parties qui peuvent prendre plusieurs positions pour radiographier toutes les parties du corps du patient. Ces positions sont obtenues à partir des mouvements suivants :

- Elévation : déplacement vertical de la table suivant l'axe $\overrightarrow{y_0}$.
- Chariotage : déplacement horizontal du chariot suivant l'axe $\overrightarrow{x_0}$.
- Focal : déplacement vertical du tube et du collimateur le long de la colonne suivant l'axe $\overrightarrow{y_0}$.
- Pivotement : pivotement de la colonne autour de l'axe $\overrightarrow{z_0}$.
- Basculement : pivotement de la table autour de l'axe $\overrightarrow{z_0}$.

www.devoirat.net © 2022

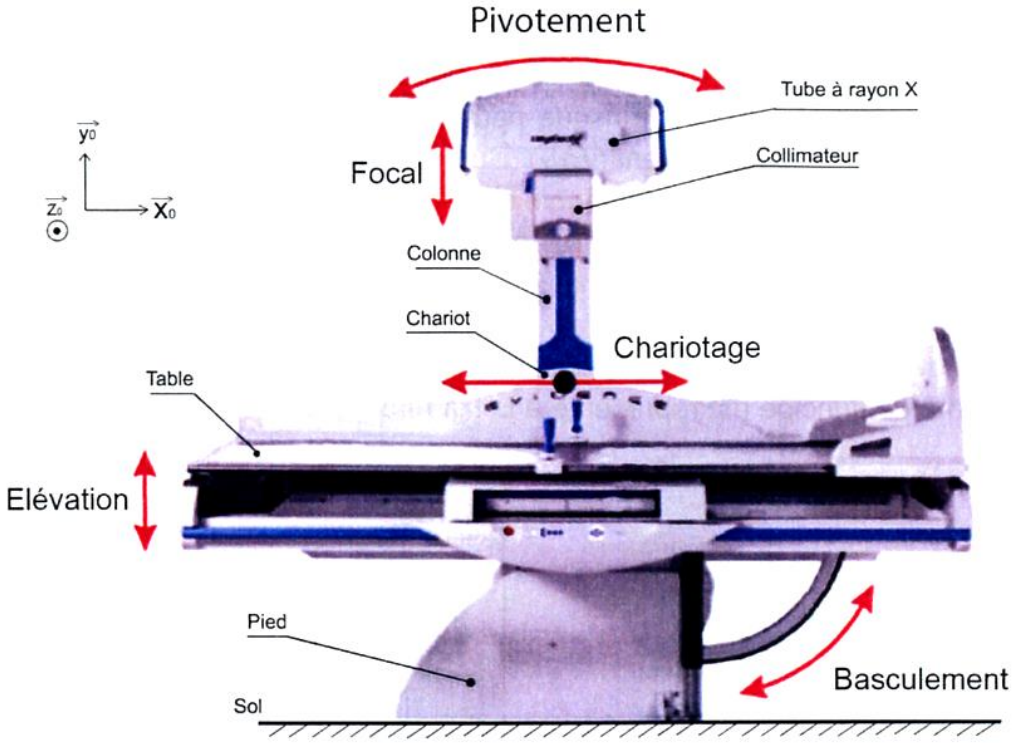


Figure 2

III. Description du mouvement de pivotement de la colonne :

(Figure 3, figure 4 et dessin d'ensemble)

La colonne est équipée d'un moteur à courant continu à deux sens de rotation. Un système roue et vis sans fin (15,2) assure la transmission de mouvement et l'adaptation de la vitesse au pignon (32).

Le mouvement de pivotement de la colonne est réalisé par un système pignon et chaine (32,35). La chaîne (35) est fixée au chariot par ses deux extrémités (figure 4).

Deux pignons fous (37) sont placés de façon à assurer un arc d'enroulement correct de la chaîne autour du pignon (32). Ceci, permet à la colonne de pivoter à gauche ou à droite d'un angle maximal de 40° (figures 3 et 4).

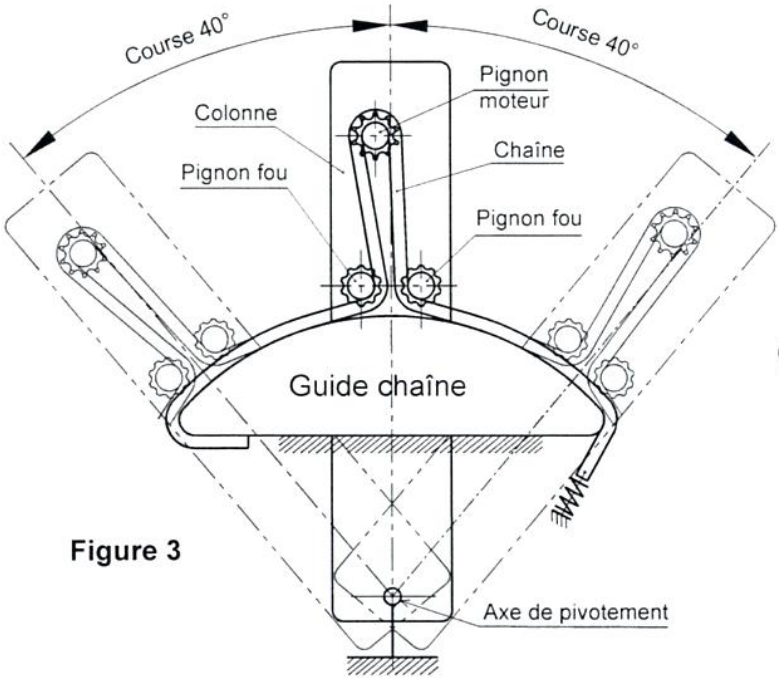


Figure 3

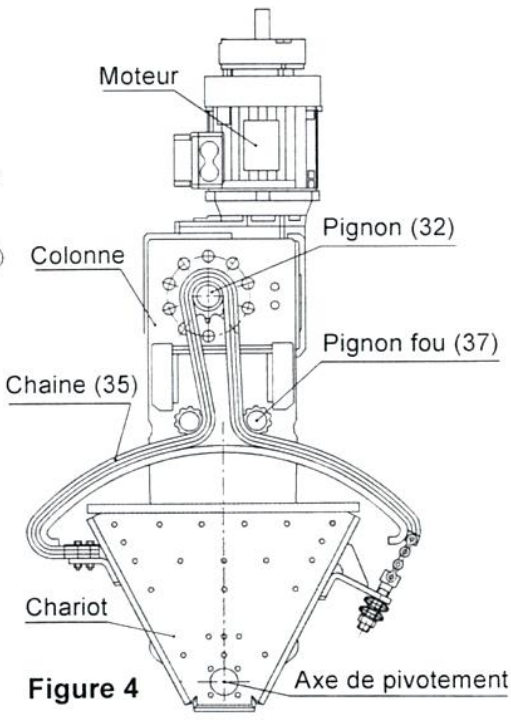


Figure 4

www.devoirat.net © 2022

IV. Gestion du temps d'exposition du patient aux rayons X

L'exposition du corps du patient aux rayons X pendant une durée de temps élevée peut causer des effets graves pour la santé. Ce risque peut être évité en respectant le temps d'exposition en fonction de l'énergie de rayonnement (W_{RX}). Durant ce temps, l'opérateur choisit la partie du corps à radiographier. L'opération de radiographie s'effectue en 2ms.

Le capteur des rayons X (RX-T100) a une sensibilité S = 0,82mV/KeV (milliVolt par KiloélectronVolts). Il ne fournit un signal électrique que si l'énergie de rayonnement (W_{RX}) soit supérieure ou égale à 20KeV.

La gestion du temps d'exposition du patient aux rayons X est assurée par une carte électronique dont le schéma de principe est représenté à la figure 5.

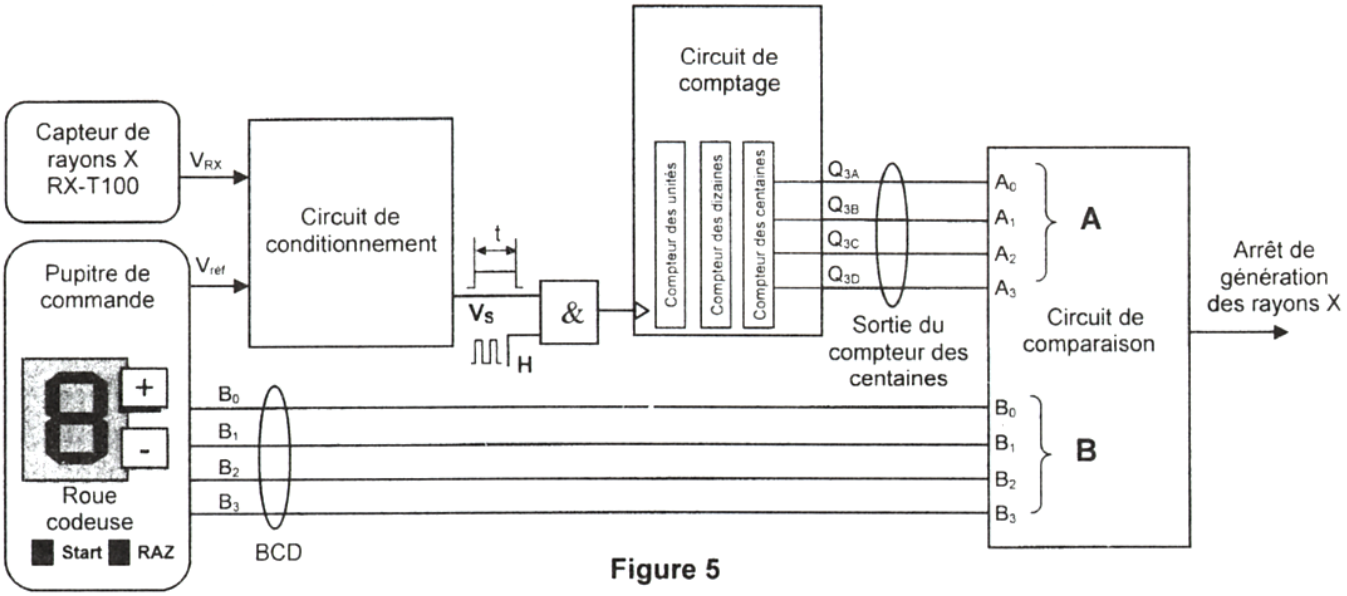


Figure 5

Le signal d'horloge (H) appliqué à l'entrée est un signal de période T_H=10ms. La remise à zéro est manuelle au moyen d'un bouton poussoir (RAZ).

L'opérateur choisit une position (1, 2, 3, 4, 5 ou 6) de la roue codeuse correspondant à l'énergie de rayonnement (W_{RX}) nécessaire au patient comme le montre le tableau ci-dessous.

Position roue codeuse	6	5	4	3	2	1
W_{RX} (KeV)	20	40	60	80	100	120
Temps d'exposition (s)	6	5	4	3	2	1
Sortie roue codeuse (BCD)	0110	0101	0100	0011	0010	0001

A chaque position de la roue codeuse (figure 5) correspond :

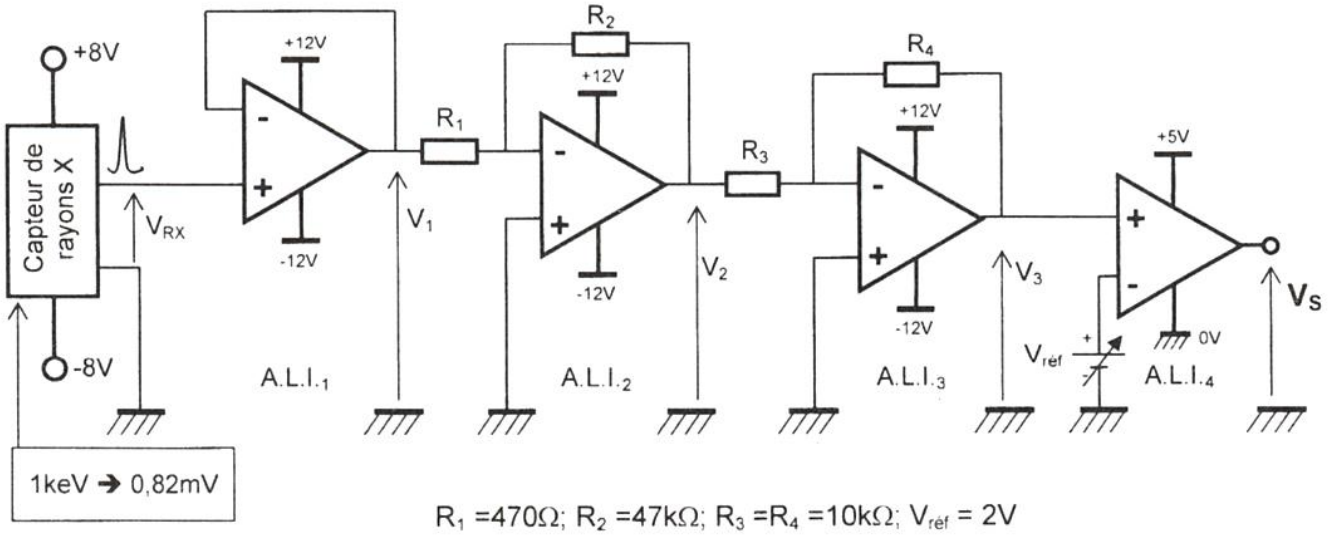
- une énergie de rayonnement (W_{RX}) ;
- un temps d'exposition (t) à ne pas dépasser ;
- un code BCD correspondant à l'équivalent décimal du numéro de la position choisie.

www.devoirat.net © 2022

L'arrêt de génération des rayons X est obtenu par un signal délivré par un circuit de comparaison (figure 5). Ce signal est actif en cas d'égalité entre la sortie (BCD) de la roue codeuse et la sortie du circuit de comptage des centaines (Q_{3A}, Q_{3B}, Q_{3C}, Q_{3D}).

V. Circuit de conditionnement du signal de sortie du capteur RX-T100

Ce circuit (figure 6) est un montage à base d'A.L.I. supposés parfaits de référence μA741.



R_1 =470Ω; R_2 =47kΩ; R_3 =R_4 =10kΩ; $V_{réf}$ = 2V

Figure 6

VI. Circuit de comptage

Le circuit de comptage (figure 5) est composé de 3 circuits intégrés de référence 74192 montés en cascade asynchrone. Le schéma de brochage et le chronogramme sont donnés à la figure 7.

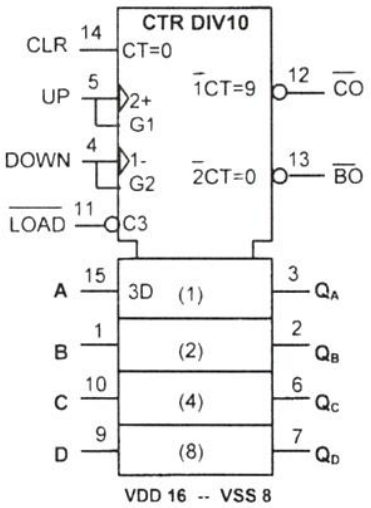
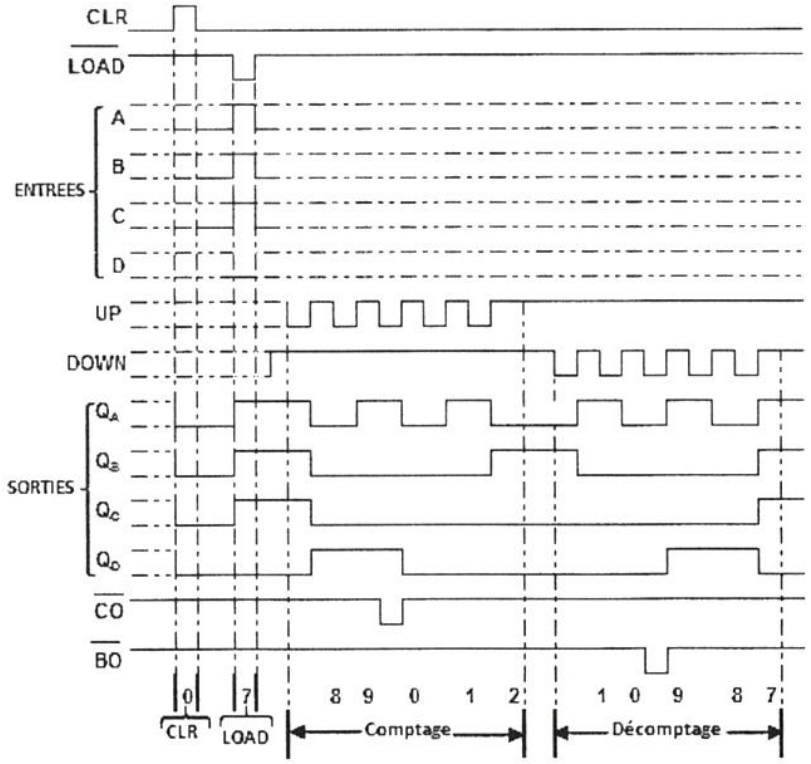


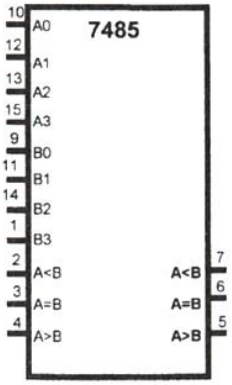
Figure 7



www.devoirat.net © 2022

VII. Circuit de comparaison

Le circuit de comparaison (figure 5) est un circuit intégré 7485 dont le schéma de brochage et le tableau de fonctionnement sont donnés à la figure 8.



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	×	×	×	×	×	×	1	0	0
A3 < B3	×	×	×	×	×	×	0	1	0
A3 = B3	A2 > B2	×	×	×	×	×	1	0	0
A3 = B3	A2 < B2	×	×	×	×	×	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1>B1	×	×	×	×	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1<B1	×	×	×	×	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1=B1	A0 >B0	×	×	×	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1=B1	A0 <B0	×	×	×	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	×	×	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

Figure 8

VIII. Moteur d'entrainement du chariot

Le moteur d'entrainement du chariot est du type asynchrone triphasé à rotor en court-circuit ayant les caractéristiques nominales suivantes :

U = 400V ; f = 50Hz ; n = 1455tr/min ; I = 2,65A ; Pu = 1,1KW

La résistance mesurée à chaud entre phases du stator est : r = 2,5Ω.

IX. Solution programmée

En vue d'améliorer les performances de gestion du temps d'exposition, la solution câblée (figure 5) est remplacée par une carte électronique composée d'un microcontrôleur PIC 16F876A, d'une roue codeuse et d'un afficheur LCD. (figure 9).

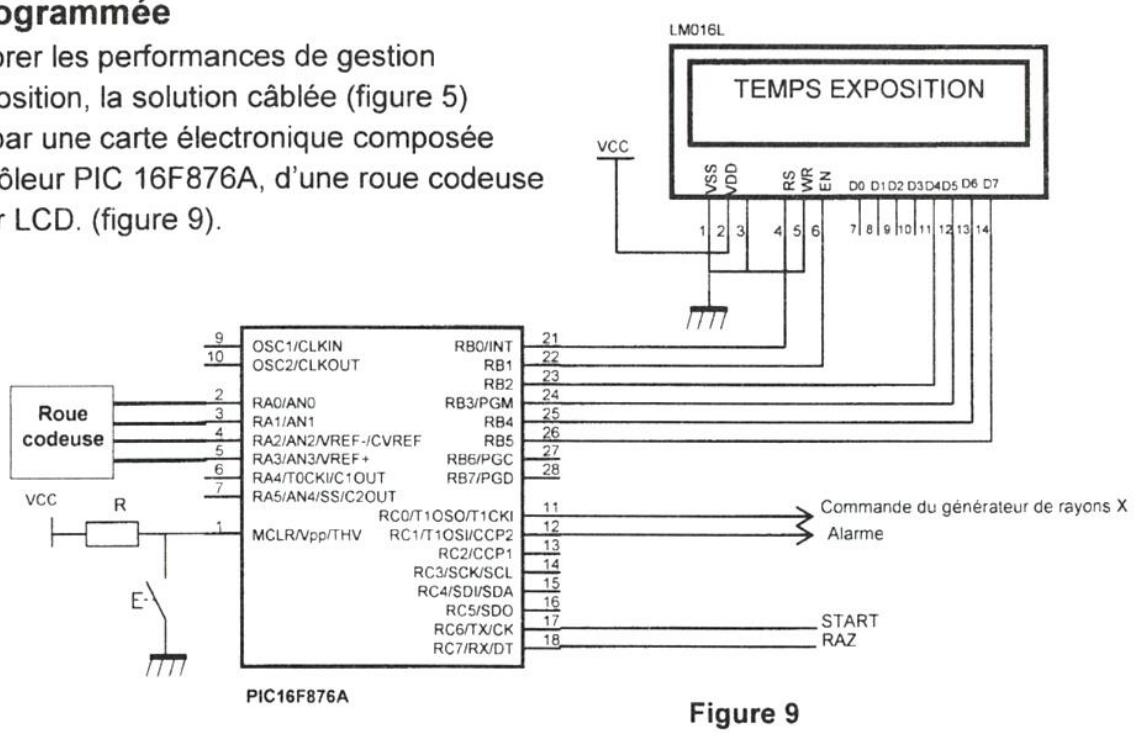
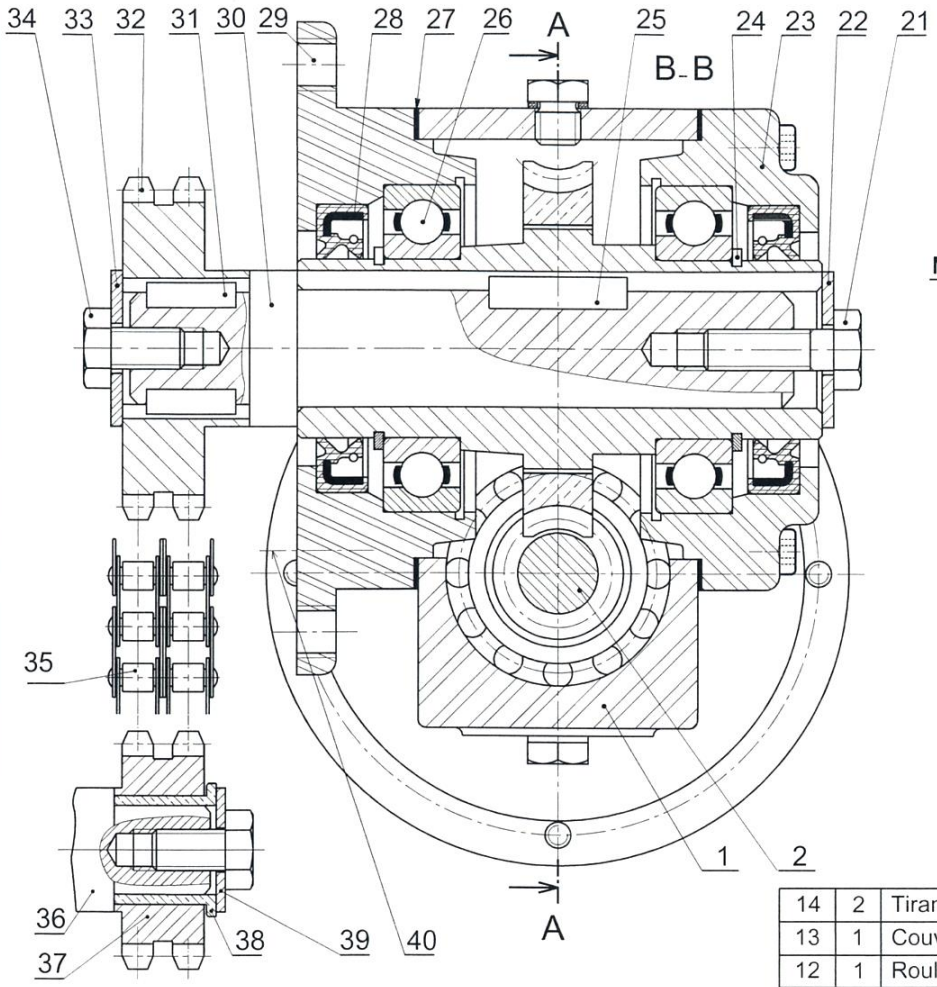
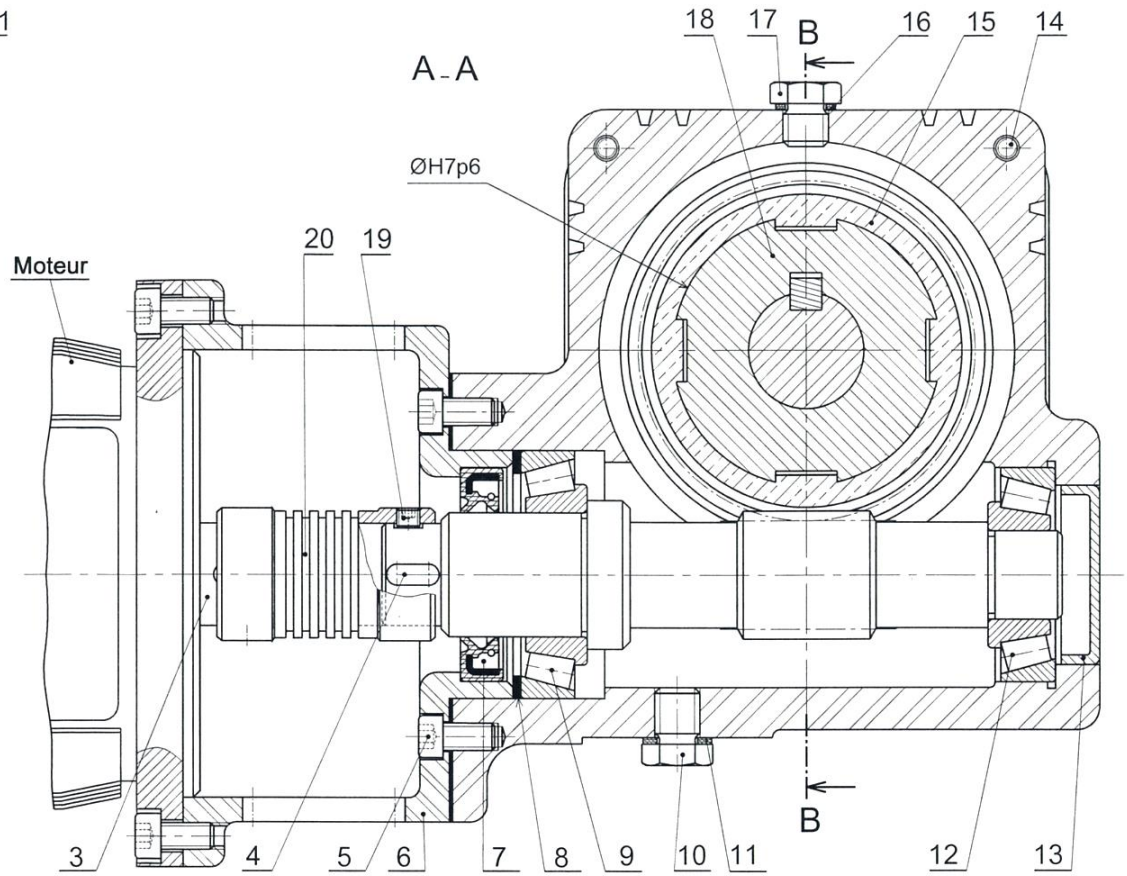


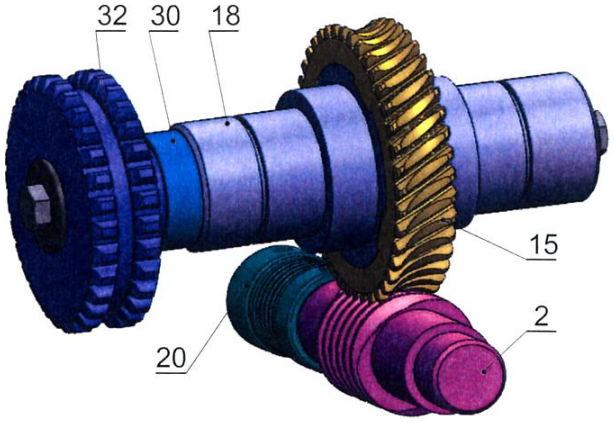
Figure 9

L'action sur l'une des touches du pupitre de commande permet simultanément au microcontrôleur de commander le générateur des rayons X et de compter le temps d'exposition en millisecondes selon les données du tableau à la page 3/6 du dossier technique.

www.devoirat.net © 2022







Rep	Nb	Désignation
14	2	Tirant
13	1	Couvercle
12	1	Roulement à rouleaux coniques
11	1	Joint plat
10	1	Bouchon de vidange
9	1	Roulement à rouleaux coniques
8	...	Cales de réglage
7	1	Joint à lèvres
6	1	Cloche
5	8	Vis CHc
4	2	Clavette parallèle
3	1	Arbre moteur
2	1	Vis sans fin Z= 1 filet
1	1	Corps

Rep	Nb	Désignation
28	2	Joint à lèvres
27	...	Cales de réglage
26	2	Roulement à contact radial
25	1	Clavette parallèle
24	2	Anneau élastique pour arbre
23	1	Boîtier droit
22	1	Rondelle spéciale
21	1	Vis à tête hexagonale
20	1	Accouplement à soufflet
19	2	Vis de pression
18	1	Noix
17	1	Bouchon de remplissage
16	1	Joint plat
15	1	Couronne dentée Z = 40 dents

Rep	Nb	Désignation
40	2	Vis CHc
39	1	Rondelle spéciale
38	1	Coussinet
37	2	Pignon fou Z=16 dents
36	1	Arbre
35	1	Chaîne double
34	2	Vis à tête hexagonale
33	1	Rondelle spéciale
32	1	Pignon Z=24 dents
31	2	Clavette parallèle
30	1	Arbre de sortie
29	1	Boîtier gauche

Echelle: 1:1	UNITE D'IMAGERIE MEDICALE	Dossier technique
	Mécanisme de pivotement de la colonne	Page 6/6

www.devoirat.net © 2022

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

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

.....

.....

A. PARTIE GENIE MECANIQUE

Se référer au dossier technique pour répondre aux questions posées dans cette partie.

1. Analyse fonctionnelle

Compléter le diagramme F.A.S.T relatif à la fonction **FP1** : **« Pivoter la colonne »** en indiquant les fonctions techniques et les composants manquants.

FP1	Pivoter la colonne		
		Fonction Technique	**Composant / processeur** (Nom et repère)
	FT1	Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique	.....
	FT2	Transmettre le mouvement de l'arbre moteur (3) à la colonne	
	FT21	.....	Accouplement à soufflet (20)
	FT22	Guider en rotation la vis sans fin (2)	.....
	FT23	.....	Vis sans fin (2) et roue (15)
	FT24	Guider en rotation l'arbre (30)	.....
	FT25	Lier complètement l'arbre (30) au pignon (32)	.....
	FT26	.....	Pignon (32) et chaine (35)
	FT27	.....	Les pignons fous (37)

2. Etude de l'accouplement (20)

2.1. Donner le type de l'accouplement (20).

.....

.....

2.2. Citer trois défauts qui peuvent être corrigés par cet accouplement.

.....

.....

.....

www.devoirat.net © 2022

Ne rien écrire ici

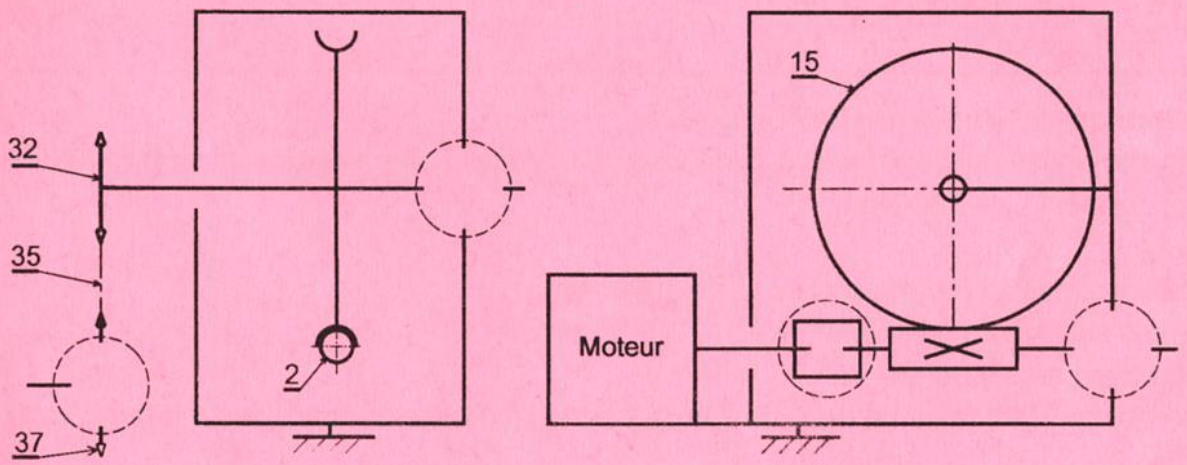
3. Etude des assemblages

Indiquer, sur le tableau ci-dessous, les noms et les repères des éléments et/ou les surfaces assurant la mise et le maintien en position des assemblages proposés.

Assemblage	Mise en position	Maintien en position
La cloche (6) avec le corps (1)	.....	.....
La noix (18) avec l'arbre de sortie (30)	.....	.....
L'accouplement (20) avec la vis sans fin (2)	.....	.....

4. Etude cinématique

En se référant au dessin d'ensemble du mécanisme de pivotement de la colonne (Page 6/6 du dossier technique), compléter le schéma cinématique ci-dessous par les symboles normalisés.



5. Choix du moteur de pivotement de la colonne

Le temps mis pour le pivotement de la colonne impose une vitesse de rotation du pignon fou N_{37} = 51 tr/min avec une puissance P_{37} = 520 W. Les caractéristiques des élements de transmission sont : Z_{15} = 40 dents, Z_2 = 1 filet, Z_{32} = 24 dents et Z_{37} = 16 dents.

5.1. Calculer la vitesse de rotation N_{32} du pignon (32).

.....

.....

.....

N_{32} = ...tr/min

5.2. Déterminer la vitesse de rotation N_2 de la vis sans fin (2).

.....

.....

.....

.....

N_2 = ...tr/min

www.devoirat.net © 2022

Ne rien écrire ici

5.3. Pour la suite du calcul on propose une valeur de la vitesse de rotation de la vis sans fin (2) N_2 = 1380 tr/min.

a. Déduire la vitesse de rotation (N_m) fournie par le moteur.

.....

.....

N_m = ...tr/min

b. Calculer la puissance (P_m) fournie par le moteur sachant que le rendement global du mécanisme est η = 0,8.

.....

.....

P_m = ...W

5.4. En tenant compte des résultats précédents, mettre une croix pour choisir le moteur convenable au mécanisme de pivotement à partir du tableau des caractéristiques techniques indiquées ci-dessous.

Moteur	Puissance nominale (w)	Vitesse de rotation (tr/min)	Choix
Moteur 1	380	750	
Moteur 2	550	1280	
Moteur 3	650	1400	
Moteur 4	840	2000	

6. Dimensionnement de l'arbre de sortie (30)

L'arbre (30) est assimilé à une poutre de section circulaire pleine sollicitée à la torsion simple sous l'action d'un couple C_{30} = 120 Nm.

Sachant que :

- le module d'élasticité transversale G = 80000 N/mm^2 ;
- la limite élastique au glissement Reg = 175 N/mm^2 ;
- le coefficient de sécurité s = 2.

6.1. Calculer le diamètre minimal d_{1mini} de l'arbre pour qu'il résiste en toute sécurité au couple C_{30}.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d_{1mini} = ...

6.2. Calculer le diamètre minimal d_{2mini} de l'arbre pour que l'angle unitaire de torsion θ ne dépasse pas la valeur de 6,97x10^{-5} rd/mm.

.....

.....

.....

.....

d_{2mini} = ...

6.3. Déduire le diamètre minimal d_{30mini} de l'arbre qui vérifie les deux conditions.

.....

d_{30mini} = ...

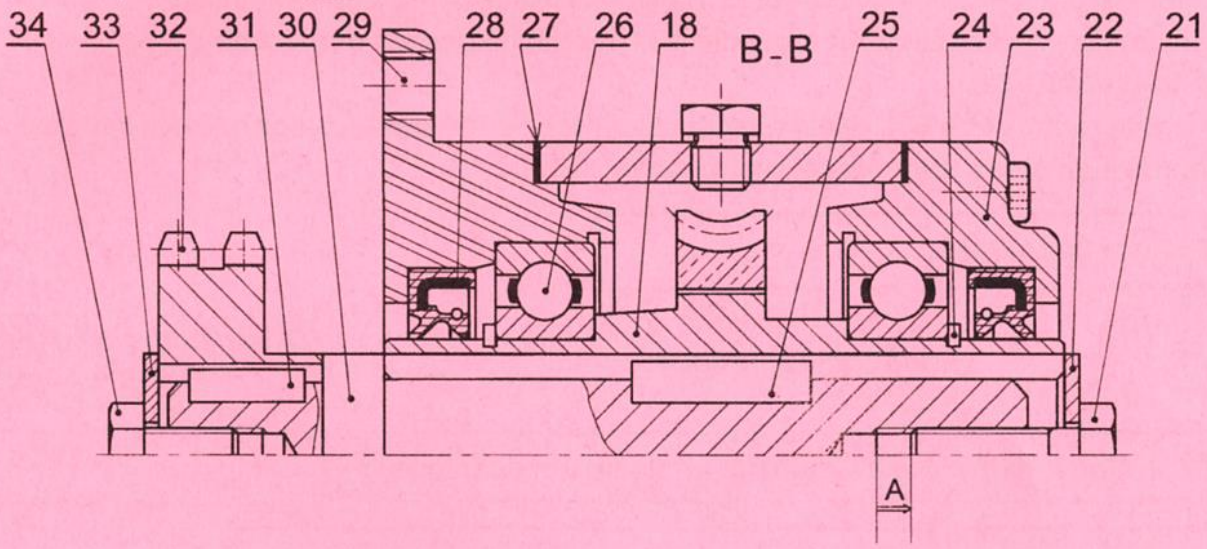
www.devoirat.net © 2022

Ne rien écrire ici

7. Cotation fonctionnelle

7.1. Tracer la chaine de cotes relative à la condition A.

7.2. Ecrire les équations de A_{Maxi} et de A_{mini} relatives à la condition A.



A_{Maxi} = ...

A_{mini} = ...

8. Dessin d'un produit fini

Compléter, à l'échelle 1:1, le dessin de définition de la noix (18) par :

8.1. la vue de face en coupe B-B sans détails cachés ;

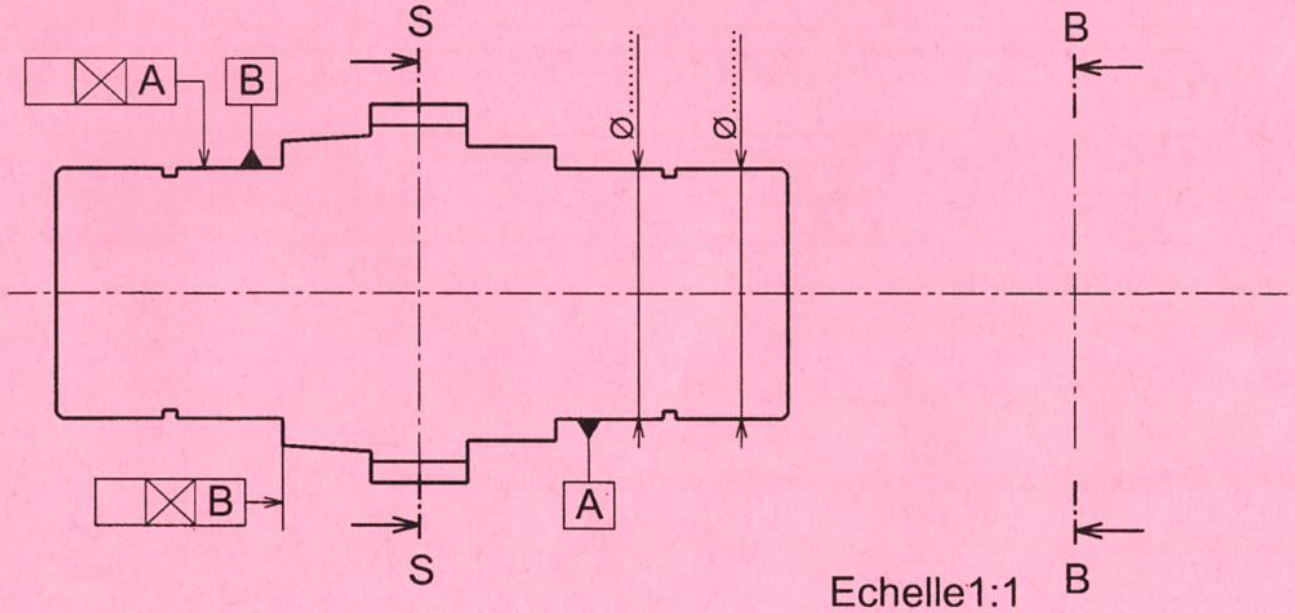
8.2. la section sortie S-S.

Sur le même dessin de définition de la noix (18) :

8.3. reporter la ou les cotes fonctionnelles de la chaine de cotes tracée précédemment (question 7) ;

8.4. indiquer les conditions géométriques ;

8.5. indiquer les tolérances dimensionnelles nécessaires au montage des roulements (26) et des joints à lèvres (28).



www.devoirat.net © 2022

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

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

.....

.....

B. PARTIE GENIE ELECTRIQUE

1. Etude du circuit de conditionnement du signal de sortie du capteur RX-T100

Se référer, dans cette partie, aux pages 3/6 et 4/6 du dossier technique.

Le radiologue a choisi la position 4 de la roue codeuse du pupitre de commande. Ceci est valable pour les questions suivantes.

1.1. Quelle est la valeur de l'énergie délivrée par le générateur des rayons X choisie par le radiologue ? Donner son unité.

.....

1.2. Exprimer la tension V_{RX} délivrée par le capteur RX-T100 en fonction de la sensibilité (S) et l'énergie (W_{RX}). Calculer en (milliVolt) la tension V_{RX} correspondante à la position 4.

.....

.....

1.3. Quelle est la fonction du montage à base d'A.L.I.1 ? En déduire la relation entre V_1 et V_{RX}.

.....

1.4. Exprimer V_2 en fonction V_{RX}, R_1 et R_2. Calculer sa valeur en Volt.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.5. Exprimer la tension V_3 en fonction de V_2, R_3 et R_4. Calculer sa valeur en Volt.

.....

.....

.....

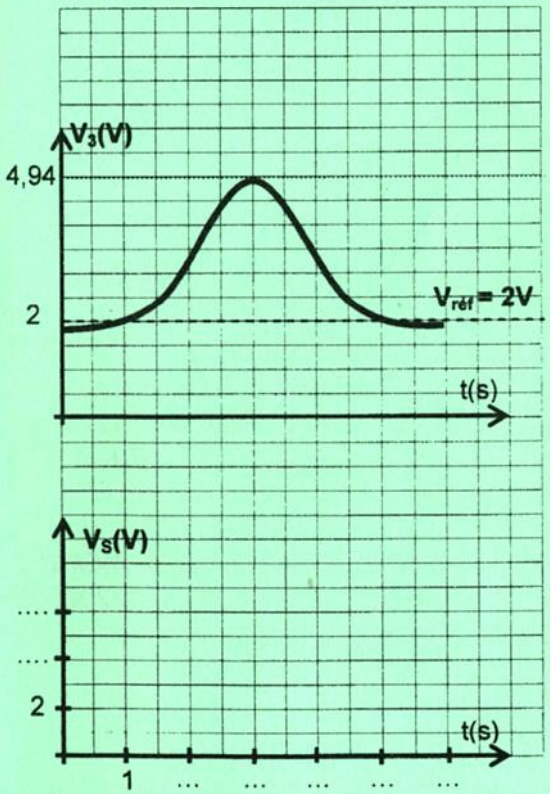
.....

.....

.....

.....

.....



1.6. Compléter la graduation de l'axe de la tension V_S et celui du temps t(s).

1.7. Tracer l'allure de $V_S = f(t)$. Interpréter cette allure.

.....

.....

www.devoirat.net © 2022

Ne rien écrire ici

2. Etude du circuit de comptage et du circuit de comparaison

Se référer, dans cette partie, aux pages 3/6, 4/6 et 5/6 du dossier technique.

2.1 L'opérateur a choisi la position 4 de la roue codeuse du pupitre de commande. Relever à partir du tableau le temps d'exposition et le code en BCD correspondants.

.....

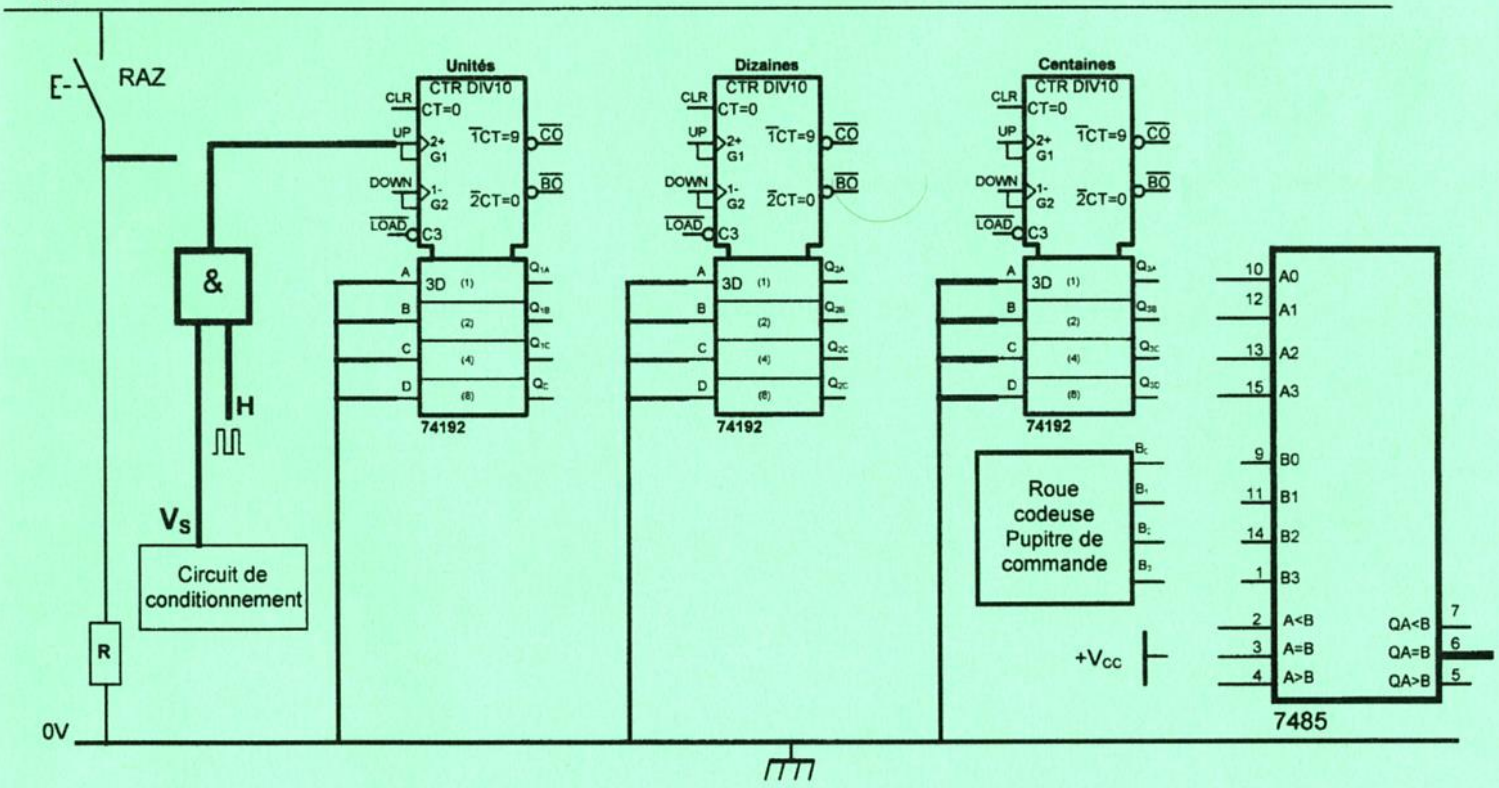
2.2 Déterminer le nombre d'impulsions appliquées à l'entrée d'horloge du compteur. En déduire la combinaison à la sortie du circuit des centaines $Q_{3D}Q_{3C}Q_{3B}Q_{3A}$.

Nombre d'impulsions =.....

$Q_{3D}Q_{3C}Q_{3B}Q_{3A}$ =.....

2.3 Compléter, ci-dessous, le schéma du circuit de comptage en tenant compte de :

- la remise à zéro des trois circuits ;
- la mise en cascade asynchrone ;
- la validation du circuit des unités ;
- la désactivation de l'entrée de programmation ;
- la comparaison entre les sorties de la roue codeuse et celles du compteur des centaines ;
- la configuration des entrées de mise en cascade du comparateur.



2.4 Compléter le tableau ci-dessous en indiquant les valeurs logiques des sorties du comparateur.

B : B_3	B_2	B_1	B_0	A : Q_{3D}	Q_{3C}	Q_{3B}	Q_{3A}	$Q_{A<B}$	$Q_{A=B}$	$Q_{A>B}$
0	0	0	1	0	0	0	0			
0	0	1	0	0	0	0	1			
0	0	1	1	0	0	1	1			
0	1	1	0	0	1	0	1			

www.devoirat.net © 2022

Ne rien écrire ici

3. Etude du moteur d'entrainement du chariot

Se référer, dans cette partie, à la page 5/6 du dossier technique. En régime de fonctionnement nominal, déterminer :

3.1 Le glissement "g"

.....

3.2 Le couple utile "Tu"

.....

3.3 Le couple électromagnétique sachant que les pertes mécaniques p_m=200W.

.....

3.4 La puissance transmise au rotor "P_{tr}"

.....

.....

3.5 Les pertes par effet Joule dans le rotor "p_{jr}"

.....

.....

3.6 Les pertes par effet Joule dans le stator "p_{js}"

.....

3.7 La puissance absorbée "P_a" sachant que que les pertes fer dans le stator p_{fs} = 135W.

.....

.....

3.8 Le rendement du moteur "η"

.....

3.9 Le facteur de puissance "cos(φ)"

.....

.....

4. Etude d'une solution programmée

Se référer, dans cette partie, à la page 5/6 du dossier technique.

La solution proposée consiste à utiliser une carte électronique à base de microcontrôleur PIC16F876A programmé en langage mikroPascal PRO. On demande de compléter, ci-après, les instructions manquantes en s'inspirant des commentaires associés.

www.devoirat.net © 2022

Ne rien écrire ici

program Temps_exposition;	Titre

var
START : sbit ……..; RAZ : ……;
t: …… ;
……, ……, ……, ……, ……, …… : ……;
N: byte;
temps_aff : string[12];
LCD_RS:sbit at portb.0; LCD_EN: ……;
LCD_D4: ……..; LCD_D5:sbit ……;
LCD_D6: ……..; LCD_D7:sbit ……;
LCD_RS_Direction: sbit at TRISb.0;
LCD_EN_Direction: ……;
LCD_D4_Direction: ……;
LCD_D5_Direction: ……;
LCD_D6_Direction: ……;
LCD_D7_Direction: ……;
	// Variables
	// START ➔ portc.6 ; RAZ ➔ portc.7 ;
	// t : type entier;
	// X1,X2, X3,X4, X5,X6 :type octet ;
	// N :type octet ;
	// Texte pour affichage ;
	//Connexion de l'afficheur LCD ;

begin
TrisA:= ……; TrisB:= ……; TrisC:= ……;
portC:=0;
ADCON1:=$87;
t:= ……;
lcd_init();
lcd_cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
lcd_out(1,3,'TEMPS EXPOSITION');
	// DEBUT ;
	//Configurations des registres A, B et C ;
	// Initialisation à 0 du port C ;
	// Choix du port A en entrées numériques ;
	// t🡐 0 ;
	{
	Initialisation de l'afficheur
	}

while (1=1) do	//Boucle infinie

begin
inttostr(t,temps_aff);
lcd_out(……,……,……);
lcd_out(……,……,'……');
	//DEBUT ;
	//instructions d'affichage
	//lcd_out (Ligne 2, colonne 5, temps_aff) ;
	// lcd_out(Ligne 2, colonne 12 , 'ms') ;

begin	DEBUT

begin
begin
N:=(porta);
X1:= not(t=1000)and not(RAZ)and((N=1)and(START)and(t=0)or(X1));
X2:= not(t=2000)and not(RAZ)and((N=2)and(START)and(t=0)or(X2));
X3:= not(t=3000)and not(RAZ)and((N=3)and(START)and(t=0)or(X3));
X4:= not(t=4000)and not(RAZ)and((N=4)and(START)and(t=0)or(X4));
X5:= not(t=5000)and not(RAZ)and((N=5)and(START)and(t=0)or(X5));
X6:= not(t=6000)and not(RAZ)and((N=6)and(START)and(t=0)or(X6));
if(RAZ=1)then
t:=0;
PortC.0:=((X1)OR(X2)OR(X3)OR(X4)OR(X5)OR(X6));
PortC.1:=((t=1000)OR(t=2000)OR(t=3000)OR(t=4000)OR(t=5000)OR(t=6000));
end;
	//DEBUT
	//DEBUT
	{Equations des variables internes destinées à la mémorisation des actions des positions de la roue codeuse 1, 2, 3, 4, 5 et 6
	}
	
	{ SI portc.0=1 ALORS
	t🡐0 ;
	Equation du générateur RX ; Equation de l'alarme ;}
	FIN ;

begin
if((X1)OR……) ……
……
t:= …… ; delay_ms(……);
…… ;
	//DEBUT
	// SI ((X1) +(X2)+(X3)+(X4)+(X5)+(X6))ALORS
	//DEBUT
	// t🡐t+1 ; temporisation 🡐 (1ms)
	//FIN ;

end ; end ; end ; end.	FIN; FIN; FIN; FIN.

www.devoirat.net © 2022