

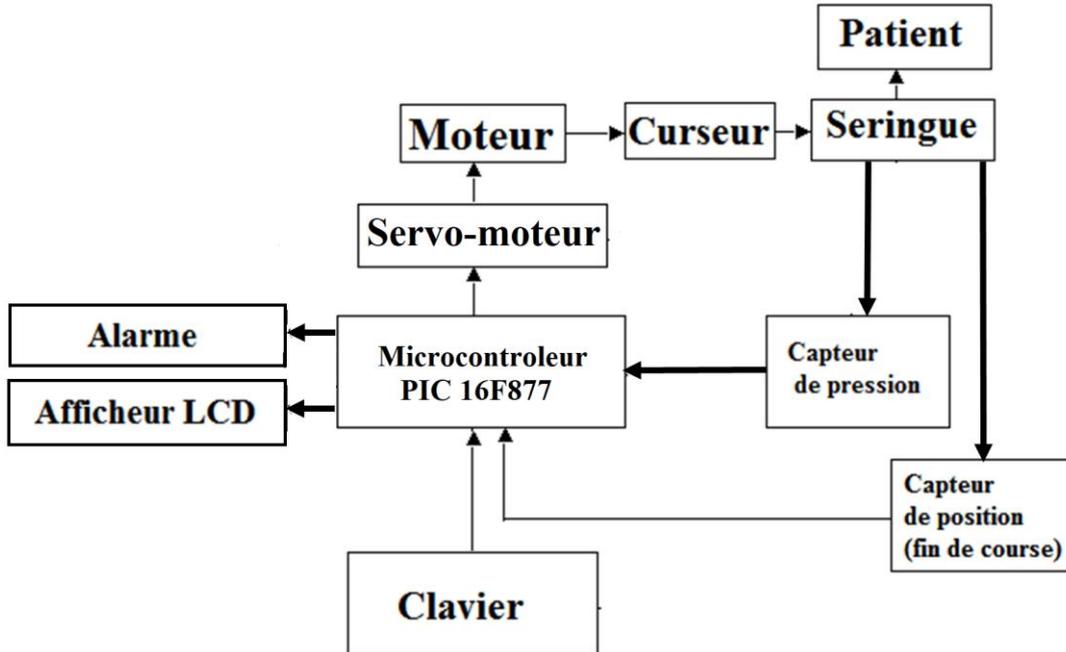
1. PRÉSENTATION DU SYSTÈME :

Le pousse-seringue électrique (PSE) sert, comme son nom l'indique, à pousser une seringue, de façon continue, lente et sans intervention humaine. Il s'agit d'un appareil électronique, pratique et précis permettant l'administration des médicaments (Perfusion) à débit continu et constant, en fonction de la programmation indiquée par le praticien.



2. DESCRIPTION DU SYSTÈME : (voir figure ci-dessous)

Le pousse-seringue, objet de l'étude, se compose de :



3. FONCTIONNEMENT :

La procédure de mise en fonctionnement est la suivante :

- Charger la seringue ;
- Relier l'appareil au secteur ;
- Appuyer sur la touche « # » du clavier jusqu'à ce que le liquide s'écoule ;
- Choisir le débit (en **ml/h**) de perfusion à l'aide du clavier ;
- Appuyer sur « **Départ** » pour lancer la perfusion ;
- Un témoin vert « **marche** » pour indiquer que le pousse seringue fonctionne.

4. SITUATIONS D'ÉVALUATION :

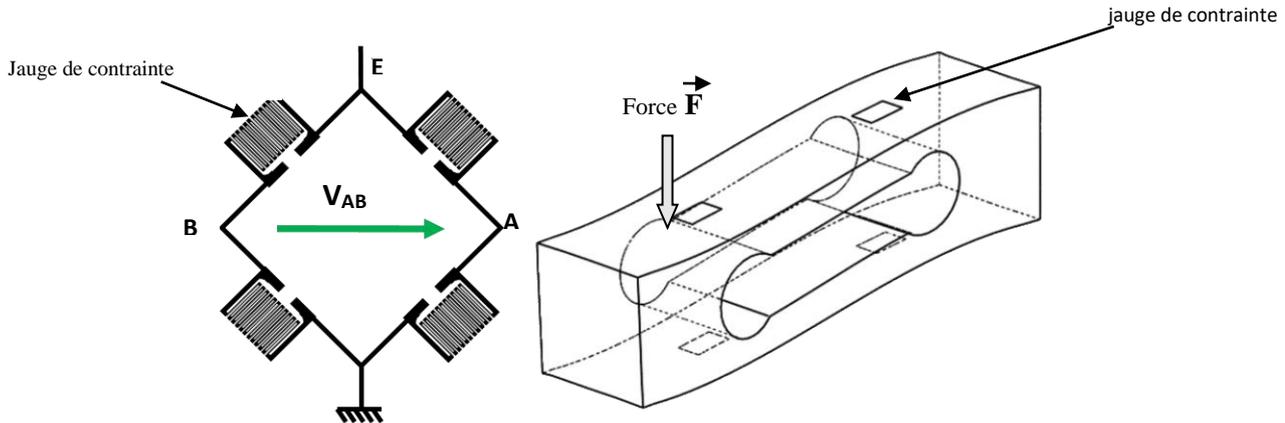
SEV 1

ACQUISITION ET CONDITIONNEMENT

21 POINTS

Tâche 1 : Système de mesure de la pression :

La surveillance de l'évolution de la pression de perfusion est possible grâce à un capteur de pression, qui permet ainsi de prévenir l'imminence d'une occlusion. Ce capteur est constitué d'un capteur de force intégré au poussoir du pousse-seringue, il se compose d'une pièce métallique sur laquelle sont collées quatre jauges de contraintes qui se déforment sous l'effort F de la tige. Cet effort est dû à la pression dans la seringue. Voir figure ci-dessous.



Capteur de Force.

En utilisant le document **DRES 01** :

- Q.1-** Quel est le rôle du capteur de force dans le système pousse seringue ? **1 pt**
- Q.2-** Quelle est la grandeur physique d'entrée de ce capteur ? **1 pt**
- Q.3-** Quelle est la grandeur physique de sortie du capteur ? **1pt**
- Q.4-** Ce capteur est-il actif ou passif ? (Justifier votre réponse). **1 pt**
- Q.5-** Quelle est la force maximale de la surcharge supportée par le capteur avant détérioration ? **1 pt**
- Q.6-** Quelle est l'étendue de mesure du capteur ? **1 pt**
- Q.7-** Pour une mesure de force de 25 N donner l'erreur relative. **1 pt**
- Q.8-** A quelle grandeur la déformation de la jauge de contrainte est proportionnelle ? **1 pt**
- Q.9-** Le capteur est alimenté sous une tension de 5V. Donner la sensibilité nominale du capteur annoncée par le constructeur. En déduire sa sensibilité. **2 pts**

La pression de perfusion maximale est réglée à 0,5 bar la seringue utilisée est de diamètre : 24 mm.

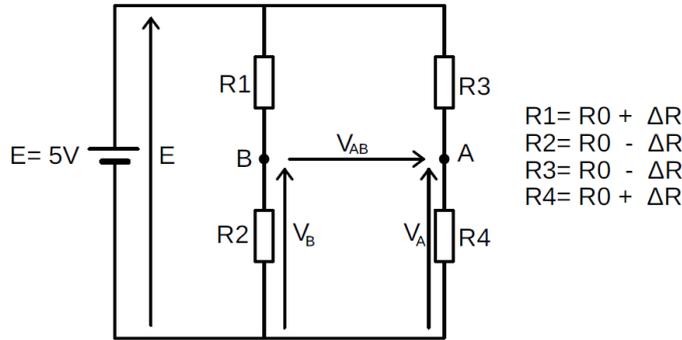
- Q.10-** Déterminer la force F exercée sur le capteur lorsque la surpression est atteinte. **2 pts**

Tâche 2 : Conditionneur du capteur :

Les quatre jauges de contrainte **R1**, **R2**, **R3** et **R4** se déforment sous l'action de la pression.

Avec : $R1 = R4 = R0 + \Delta R$ et $R2 = R3 = R0 - \Delta R$. (voir schéma page suivante)

R_0 est la résistance au repos ; ΔR est la variation de la résistance proportionnelle à la force F selon la relation : $(\Delta R/R_0) = k \cdot F$



Q.11- Donner le nom du circuit de la figure ci-dessus. 1 pt

Q.12- Déterminer l'expression de la tension V_B en fonction de E , R_1 et R_2 . 1 pt

Q.13- Déduire l'expression de V_B en fonction de R_0 , ΔR et E . 1 pt

Q.14- Déterminer l'expression de la tension V_A en fonction de E , R_3 et R_4 . 1 pt

Q.15- Déduire l'expression de V_A en fonction de R_0 , ΔR et E . 1 pt

Q.16- En déduire que $V_{AB} = E(\Delta R/R_0)$. 1 pt

Q.17- La tension de déséquilibre s'écrit $V_{AB} = \alpha F$; donner l'expression de α en fonction de k et E . 1 pt

Lorsqu'on soumet le capteur de force à une force $F = 25 \text{ N}$, la variation de résistance des jauges est $\Delta R = 0,35 \Omega$. Sachant que $R_0 = 350 \Omega$.

Q.18- Calculer les valeurs des tensions V_A , V_B et V_{AB} , ainsi que la valeur du coefficient α . (prendre 4 chiffres après la virgule) 2 pts

SEV 2

CHAÎNE DE TRAITEMENT ET D'AFFICHAGE

34 POINTS

Le schéma de principe du système étudié est donné à la figure 1 de la page suivante.

Ce schéma permet :

- ✓ A l'aide d'un clavier matriciel 4x4 l'acquisition des consignes d'initialisation, et de commande ;
- ✓ Détection de la position maximale et minimale du piston de la seringue ;
- ✓ L'acquisition de la pression ;
- ✓ La commande de l'afficheur LCD 2x32 ;
- ✓ La commande du Moteur ;
- ✓ L'arrêt de l'injection une fois le Bouton arrêt d'urgence est enfoncé ;
- ✓ L'allumage de la Led *injection en cours* lors de la phase d'injection de la seringue ;
- ✓ Le clignotement de la LED *d'arrêt d'urgence* lors d'un appui sur le bouton poussoir **Arrêt Urgence** ou lorsque la pression dépasse la consigne.

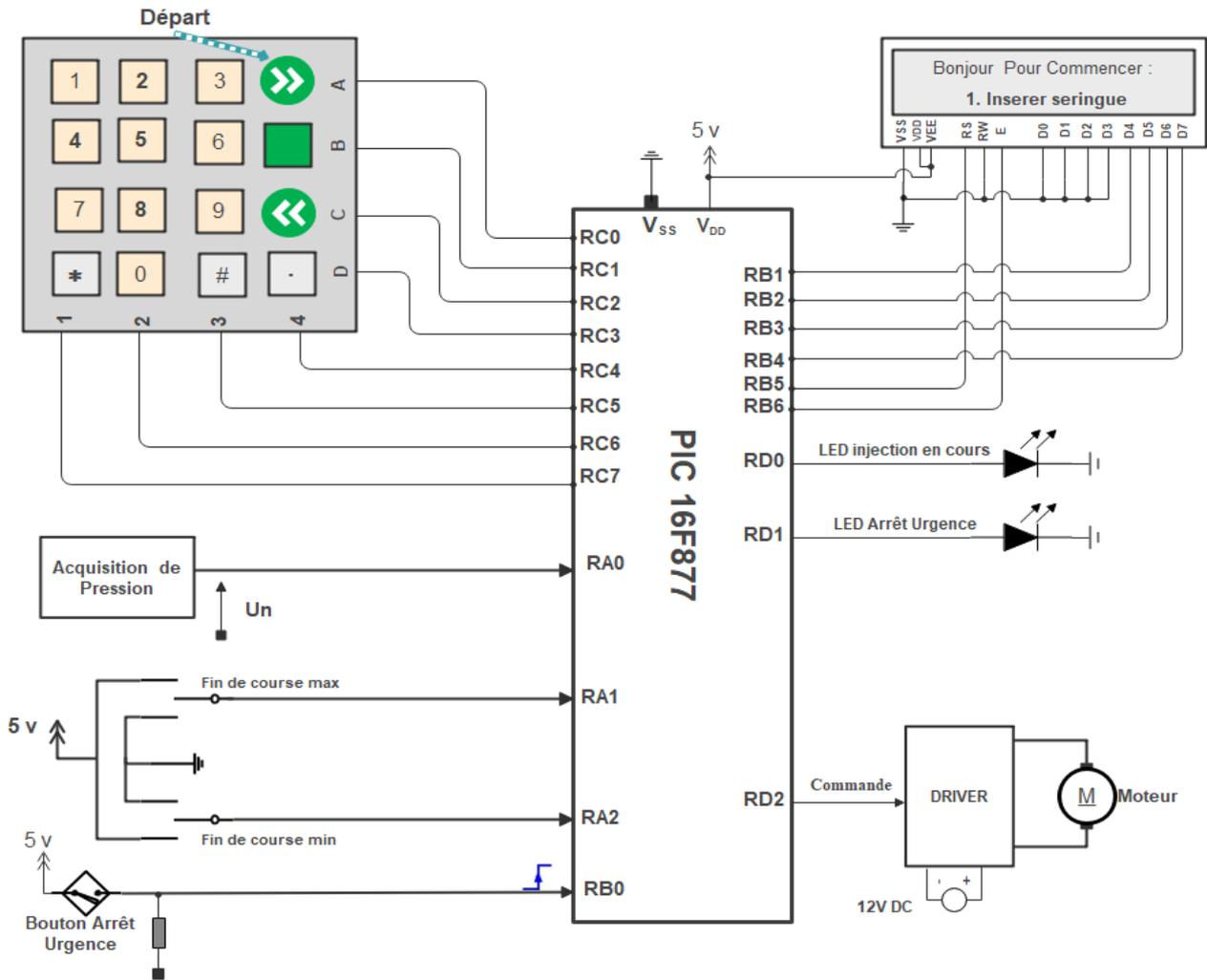


Figure 1 : Schéma de principe du pousse seringue.

L'organigramme de fonctionnement est donné sur (*DRES 02*, Figure 2, *page 10*) avec :

- **Initialisation** : Sous-programme qui permet la préparation initiale de la seringue ;
- **Affichage_LCD** : Sous-programme qui gère l'afficheur **LCD 2x32** ;
- **Commande_Moteur** : Sous-programme qui génère un signal de commande du moteur.

Tâche 1 : Traduction de l'organigramme de fonctionnement en assembleur :

A partir de la Figure 1 ci-dessus :

Q.19- Identifier la nature (*digitale* ou *analogique*) des entrées **RA0**, **RA1**, **RA2**, **RB0**. **1 pt**

Q.20- Déterminer les mots en binaire et en hexadécimal à donner aux registres **TRISA**, **TRISB** et **TRISD** pour configurer leurs ports associés (les bits non utilisés sont *mis à 0*). **1.5 pt**

Q.21- En utilisant le document **DRES 03**, Compléter le programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système (figure 2 du **DRES 02**). **3 pts**

Tâche 2 : Gestion d'alarmes par interruption :

La surveillance de la pression ainsi que l'arrêt du processus de perfusion suite à un défaut sont assurés par interruption, le programme d'interruption est donné sur **la figure 3 du document DRES 02**. Ce programme se limite uniquement à l'étude de l'interruption générée lors **d'un front montant** sur l'entrée **RB0** (appui sur arrêt d'urgence).

Q.22- En utilisant le document **DRES 02**, Déterminer le mot en binaire et en hexadécimal de configuration du registre **INTCON** (les bits non utilisés sont **mis à 0**). **1.5 pt**

Q.23- Compléter le programme d'**interruption** correspondant à l'organigramme de la figure 3 du document **DRES 02**. **2.5 pts**

La durée du sous-programme **Tempo** est voisine de **0,5 s**, cette temporisation est réalisée par le **TMR0** du **PIC**. Le **TIMER0** utilise l'**horloge interne** avec : $f_{osc} = 4 \text{ Mhz}$ et un pré-diviseur = **256**.

Q.24- Calculer la durée T_c (en μs) d'un cycle machine. ($f_c = \frac{f_{osc}}{4}$) **1 pt**

Q.25- En utilisant le document **DRES 02**, compléter le mot en binaire et en hexadécimal de configuration du registre **OPTION** (les bits non utilisés sont **mis à 0**). **1.5 pt**

Le programme assembleur relatif au sous-programme **Tempo** est le suivant :

Label	instruction	Commentaire
<i>Tempo</i>	MOVLW 0x07	
	MOVWF De compt	
LAB2	CLRF TMR0	; initialisation du TMR0
LAB1	BTFSS INTCON, TOIF	; Fin comptage
	GOTO LAB1	
	BCF INTCON, TOIF	; remise à zéro de témoin TOIF
	DECFSZ De compt, f	
	GOTO LAB2	
	RUTURN	; retour

Q.26- A partir de ce programme, quelle est la valeur initiale **val_T** du registre **TMR0**. **1 pt**

Q.27- Quel est le nombre d'impulsion à compter pour que le **TMR0** déborde. **1 pt**

Q.28- A partir de ce programme, Combien de fois le **TMR0** a débordé. **1 pt**

Q.29- Compléter l'organigramme relatif au sous-programme **Tempo**. **2 pts**

Tâche 4 : programmation du pic en MikroC :

Q.30- Compléter les lignes de définition du **PIC16F877** en MikroC. **2 pts**

Q.31- Compléter les lignes de déclarations des variables externes. **1pt**

Q.32- Compléter en MikroC les lignes de configuration de la fonction **interruption** relative à l'organigramme de la **figure 3** du **DRES 02**. **3 pts**

Q.33- Compléter en MikroC les lignes de configuration de la fonction **Clig_LED_Urgence** relative à l'organigramme de la **figure 4** du **DRES 02**. **3 pts**

Q.34- Compléter les lignes de connexion de l'afficheur en MikroC. Utiliser le document **DRES 04** **2 pts**

Le clavier matriciel 4x4 est composé de 4 lignes (A B C D) et de 4 colonnes (1 2 3 4). Lorsqu'une touche est enfoncée, une connexion entre une ligne et une colonne est établie. Le microcontrôleur explore judicieusement les codes ASCII déjà établis pour définir le code hexadécimal de la touche enfoncée.

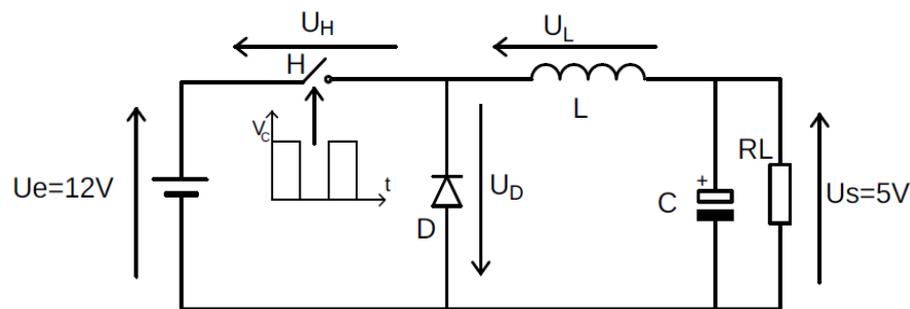
Q.35- Compléter les lignes de configuration de la fonction **codage_Clavier** en MikroC. Utilisé le document **DRES 4**. **3 pts**

Q.36- Compléter les lignes de la fonction principale correspondant à l'organigramme de fonctionnement du système (Figure 2 **DRES 02**). **3 pts**

SEV 3**CIRCUIT DE PUISSANCE****10 POINTS**

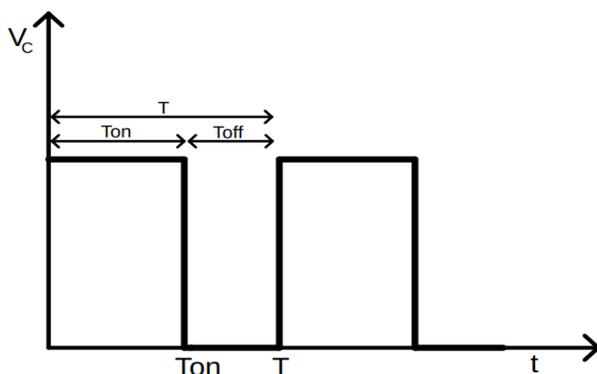
Le pousse seringue est équipé d'une alimentation à découpage série pour convertir une tension continue $U_e = 12\text{ V}$ en tension continue stable $U_s = 5\text{ V}$.

Le schéma de principe du circuit de puissance est le suivant :



D est une diode idéale sans seuil. **H** est un interrupteur parfait commandé par une tension V_C .

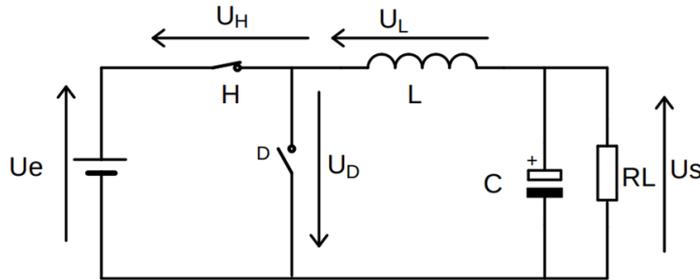
Le chronogramme du signal de commande V_C est le suivant :



Avec :

- $T = T_{on} + T_{off}$: La période de hachage ;
- T_{on} : durée de l'état haut ;
- T_{off} : durée de l'état bas ;
- $\alpha = T_{on} / T$: rapport cyclique.

Sur l'intervalle $[0, T_{ON}]$, l'interrupteur **H** est fermé, la diode se comporte comme un interrupteur ouvert, le schéma équivalent est le suivant :

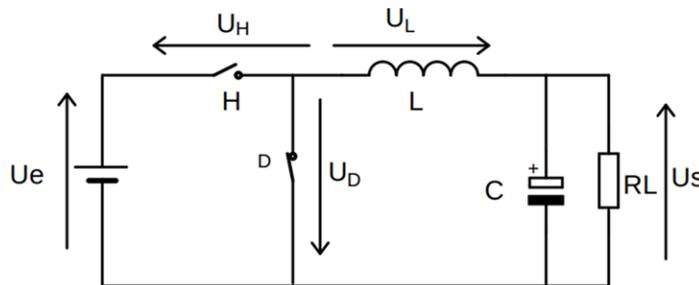


Q.37- Dans ce cas, quelles sont les valeurs des tensions U_H et U_D ? cocher la bonne réponse. **1pt**

Q.38- Exprimer la tension U_L en fonction de U_e et U_s . **1pt**

Q.39- Sachant que $U_L = L \cdot di/dt = L \cdot \Delta I / T_{on}$, exprimer l'expression de ΔI en fonction U_e , U_s et T_{on} **1.5pt**

Sur l'intervalle $[T_{ON}, T]$, l'interrupteur **H** est ouvert, la diode **D** se comporte comme un interrupteur fermé, le schéma équivalent est le suivant :



Q.40- Dans ce cas, quelles sont les valeurs des tensions U_H et U_D ? cocher la bonne réponse. **1pt**

Q.41- Exprimer la tension U_L en fonction de U_s . **1pt**

Q.42- Sachant que $U_L = L \cdot di/dt = L \cdot \Delta I / T_{off}$. Exprimer l'expression de ΔI en fonction U_s et T_{off} . **1.5pt**

Q.43- Montrer que $U_s = \alpha U_e$. **2pts**

Q.44- Calculer la valeur de α . **1pt**

SEV 4

MICRO-ÉLECTRONIQUE ET NANOTECHNOLOGIE

5 POINTS

Q.45- Mettre une croix dans la case convenable. **1 pt**

Q.46- Cocher la (ou les) bonne(s) réponse(s). **1 pt**

Q.47- Classer par ordre chronologique les étapes de fabrication des circuits intégrés. **1 pt**

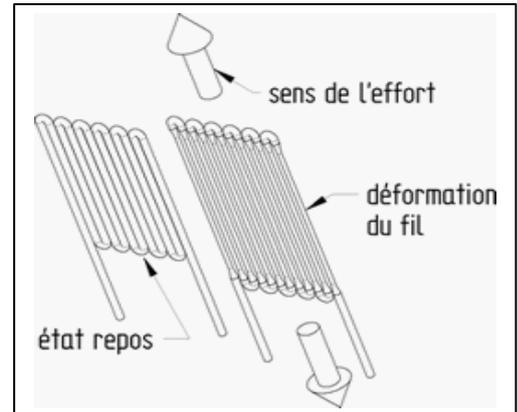
Q.48- Cocher la (ou les) bonne(s) réponse(s). **1 pt**

Q.49- Compléter par vrai ou faux les définitions. **1 pt**

**Principe de fonctionnement d'une
 jauge de contrainte**

DRES 01

1-Définition : La jauge de contrainte repose sur le principe d'un fil que l'on déforme. Le fil, très fin, est placé préférentiellement longitudinalement par rapport à la déformation. En agissant par traction ou compression sur le fil, celui-ci devient plus ou moins long par rapport à son état repos. Cette variation de longueur (dl) modifie la résistance électrique du fil (dR). On mesure alors cette variation de résistance entre l'état repos et l'état sous contrainte.



Jauge de contrainte

La résistance de la jauge est donnée par la formule :

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Avec : l : Longueur du fil

S : Section du fil

ρ : Résistivité du matériau qui est constante pour un matériau donné

Les jauges de contrainte sont souvent associées par 4 sur un pont de Wheatstone.

Caractéristiques du capteur de force :

TABLEAU : CARACTÉRISTIQUE DU CAPTEUR DE FORCE

Étendue de mesure EM	100 N
Sensibilité Nominale	2mV/V
Non- linéarité	0,03% E.M
Hystérésis	0,03% E.M
Répétabilité	0,03% E.M.
Erreur absolue	0,5 N
Résistance en pont	Input : $350\Omega \pm 3.5\Omega$ Output : $350\Omega \pm 5\Omega$
Résistance d'isolation	bridge to ground: 2000M Ω shield to ground: 1000M Ω
Alimentation recommandée	5V
Alimentation maximale	10V
Surcharge admissible	150 N
Surcharge maximale	200 N

La sensibilité « s » du capteur traduit sa caractéristique entrée/sortie. Elle s'exprime par la relation :

$$s = \text{sensibilité nominale} \times \frac{V_{\text{alim}}}{\text{étendue de mesure}}$$

unités : mV/N



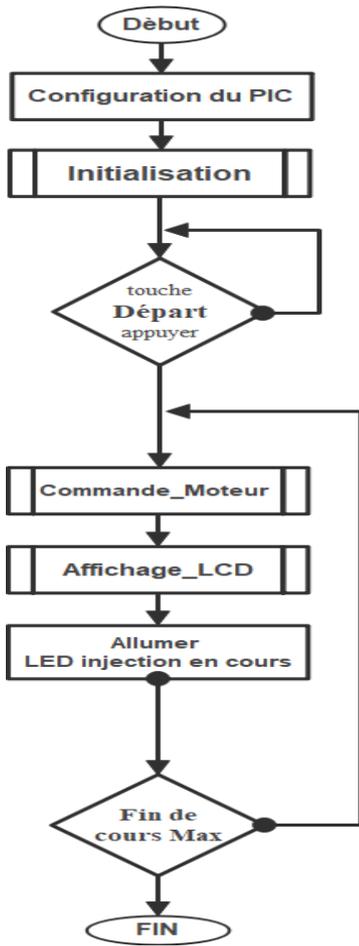


Figure 2 : Organigramme de fonctionnement

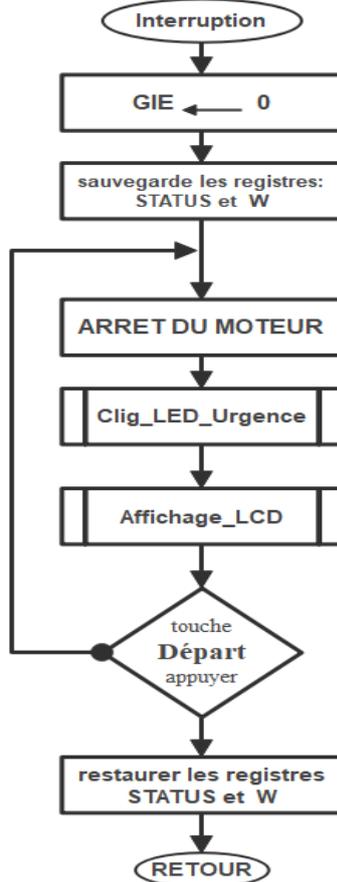


Figure 3 : Organigramme interruption

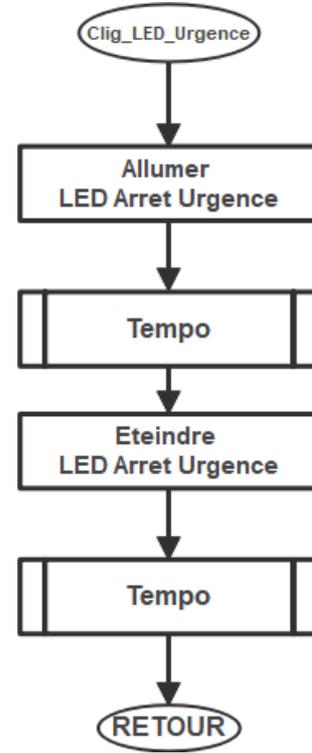


Figure 4 : Organigramme de Clig_LED_Urgence

Le timer : TMRO

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
RBPÜ	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PSO

OPTION_REG

PS2	PS1	PSO	Diviseur
0	0	0	2
0	0	1	4
0	1	0	8
0	1	1	16
1	0	0	32
1	0	1	64
1	1	0	128
1	1	1	256

- **PSA = 0** on utilise le prédiviseur.
- **PSA = 1** pas de prédiviseur.
- **TOCS = 0** Horloge interne « mode TIMER »
- **TOCS = 1** Horloge externe « mode COMPTEUR »

Dans le cas de l'horloge externe, le bit 4 « TOSE » du registre OPTION_REG permet de choisir le front sur lequel le **TIMER0** s'incrémente :

- **TOSE = 0** incrémentation sur fronts montants
- **TOSE = 1** incrémentation sur fronts descendants

- Si **INTEDG = 1**, on a interruption si le niveau sur RB0 passe de 0 vers 1. « front montant »
- Si **INTEDG = 0**, l'interruption s'effectuera lors de la transition de 1 vers 0. « front descendant »

Le registre : INTCON

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

GIE : « Global Interrupt Enable » mis à 1 autorise toutes les interruptions non masquées par leur bit individuel.

EEIE : « EEPROM write completed Interrupt Enable » : autorise les interruptions de fin d'écriture dans l'EEPROM.

TOIE : « Timer 0 Interrupt Enable » : mis à 1 autorise les interruptions dues au débordement du timer 0.

INTE : « Interrupt Enabled » : mis à 1, autorise les interruptions sur RB0/INT. L'interruption a lieu sur le front montant de l'impulsion si le bit INTEG (Interrupt Edge) du registre OPTION est à 1 ; elle a lieu sur le front descendant si ce bit est à 0.

RBIE : « RB Interrupt Enable » : mis à 1, autorise les interruptions sur RB4 à RB7.

TOIF : « Timer 0 Interrupt Flag » : est mis à 1 en cas de débordement du timer 0.

INTF : « Interrupt Flag » : est mis à 1 si une interruption est générée sur RB0/INT.

RBIF : « RB Interrupt Flag », est mis à 1 lors d'un changement d'état sur une des lignes RB4 à RB7.

Jeu d'instructions du microcontrôleur 16F877

DRES 03

1. Jeu d'instructions :

INSTRUCTIONS OPERANT SUR UN REGISTRE			Indicateurs	Cycles
ADDWF	F, d	$W + F \rightarrow \{W, F ? d\}$	C, DC, Z	1
ANDWF	F, d	$W \text{ AND } F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
CLRF	F	$0 \rightarrow F$	Z	1
CLRW		$0 \rightarrow W$	Z	1
CLRWD		$0 \rightarrow WDT$	TO', PD'	1
COMF	F, d	Complémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
DECF	F, d	Décrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
DECFSZ	F, d	Décrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$ et saut si 0		1(2)
INCF	F, d	Incrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
INCFSZ	F, d	Incrémente F $\rightarrow \{W, F ? d\}$ et saut si 0		1(2)
IORWF	F, d	$W \text{ OR } F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
MOVF	F, d	$F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
MOVWF	F	$W \rightarrow F$		1
RLF	F, d	Rotation à gauche de F à travers C $\rightarrow \{W, F ? d\}$	C	1
RRF	F, d	Rotation à droite de F à travers C $\rightarrow \{W, F ? d\}$		1
SUBWF	F, d	$F - W \rightarrow \{W, F ? d\}$	C, DC, Z	1
SWAPF	F, d	Permute les 2 quartets de F $\rightarrow \{W, F ? d\}$		1
XORWF	F, d	$W \text{ XOR } F \rightarrow \{W, F ? d\}$	Z	1
INSTRUCTIONS OPERANT SUR UN BIT				
BCF	F, b	Mise à 0 du bit b du registre F		1
BSF	F, b	Mise à 1 du bit b du registre F		1
BTFSZ	F, b	Teste le bit b de F et saut si 0		1(2)
BTFS	F, b	Teste le bit b de F et saut si 1		1(2)
INSTRUCTIONS OPERANT SUR UNE DONNEE				
ADDLW	K	$W + K \rightarrow W$	C, DC, Z	1
ANDLW	K	$W \text{ AND } K \rightarrow W$	Z	1
IORLW	K	$W \text{ OR } K \rightarrow W$	Z	1
MOVLW	K	$K \rightarrow W$		1
SUBLW	K	$K - W \rightarrow W$	C, DC, Z	1
XORLW	K	$W \text{ XOR } K \rightarrow W$	Z	1
INSTRUCTIONS GENERALES				
CALL	L	Branchement à un sous-programme de label L		2
GOTO	L	Branchement à la ligne de label L		2
NOP		Pas d'opération		1
RETURN		Retour d'un sous-programme		2
RETFIE		Retour d'interruption		2
RETLW	K	Retour d'un sous-programme avec K dans W		2
SLEEP		Mode standby	TO', PD'	1

2. Configuration des PORTS :

Tous les ports sont pilotés par deux registres : TRISx et PORTx

- Le registre TRISx, c'est le registre de direction. Il détermine si le PORTx ou certaines lignes de Port sont en entrée ou en sortie. L'écriture d'un 1 logique correspond à une entrée (1 comme Input) et l'écriture d'un 0 logique correspond à une sortie (0 comme Output) ;
- Les registres TRISx appartiennent à la BANK 1 des SFR. Lors de l'initialisation du μC , il ne faut pas oublier de changer de bank mémoire pour les configurer.

3. Description du registre d'état STATUS :

IRP	RP1	RP0	/TO	/PD	Z	DC	C
-----	-----	-----	-----	-----	---	----	---

- Pour le passage entre les BANKs 0 et 1, on positionne les bits correspondants comme suit :
 - ✓ $RP_1 RP_0 = 00 \rightarrow$ Accès à la BANK 0 ;
 - ✓ $RP_1 RP_0 = 01 \rightarrow$ Accès à la BANK 1.

Q.1- Le rôle du capteur de force dans le système pousse seringue :

DREP 01

Q.2- La grandeur physique d'entrée de ce capteur :

Q.3- La grandeur physique de sortie du capteur :

Q.4- Cocher la bonne réponse. Le capteur est :

Passif	Actif	Justification :
.....

Q.5- La force maximale de la surcharge supportée par le capteur avant détérioration :

Q.6- L'étendue de mesure du capteur :

Q.7- L'erreur relative :

Q.8- La déformation de la jauge de contrainte est proportionnelle à : Cocher la bonne réponse :

La tension	La section	La longueur du fil
.....

Q.9- Sensibilité nominale :

Sensibilité :

Q.10- La force exercée sur le capteur :

$F = \dots\dots\dots$

Q.11- Le nom du circuit :

Q.12- L'expression de la tension V_B en fonction de E , R_1 et R_2 :

Q.13- L'expression de V_B en fonction de R_0 , ΔR et E :

Q.14- L'expression de la tension V_A en fonction de E , R_3 et R_4 :

Q.15- L'expression de V_A en fonction de R_0 , ΔR et E :

Q.16-

Q.17- l'expression de α en fonction de k et E :

DREP 02

Q.18- les valeurs sont :

$$V_A = \dots\dots\dots V_B = \dots\dots\dots$$

$$V_{AB} = \dots\dots\dots \alpha = \dots\dots\dots$$

Q.19- La nature des entrées : (mettre une croix dans la case convenable)

	RA0	RA1	RA2	RB0
Digitale				
Analogique				

Q.20- Les mots en binaire et en hexadécimal des registres **TRISA**, **TRISB** et **TRISD** :

Bit n ⁰	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
TRISA
TRISB
TRISD

Q.21- Le programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système de régulation :

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
	BCF STATUS, RP1	; Activer la page 1 (Bank 1) ; Configuration PORTA ; Configuration PORTB ; Configuration PORTD
<i>; lignes de Configuration des registres : OPTION et INTCON</i>		
	BCF STATUS, RP0	; Activer la page 0 (Bank 0)
<i>; lignes de Configuration du registre : ADCON0</i>		
	..... ..... ..... ..... .....	; Appel du sous-programme <i>Initialisation</i>
LAB1	MOVLW 0xE7 BTFSS STATUS, Z GOTO LAB1	; charger W par la valeur 0xE7 ; soustraction W du PORTC ; test si le résultat est nul ; saut
LAB2	CALL Commande_Moteur	; Appel du sous-programme <i>Commande_Moteur</i> ; Appel du sous-programme <i>Affichage_LCD</i> ; Allumer LED injection en cours
		Test si le bouton Départ (Code 0xE7) est appuyé

	; test si <i>fin de course max</i> atteinte	DREP 03
	; saut	
END	; Fin	

Q.22- Le mot en binaire et en hexadécimal de configuration du registre **INTCON** :

Bit n ⁰	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
INTCON

Q.23- Le programme d'interruption :

Label	instruction	Commentaire		
LAB1	BCF INTCON, GIE			
	MOVWF w_temp	; sauver registre <i>W</i> dans <i>w_temp</i>	Sauvegarder les registres (<i>W</i> et STATUS)	
	SWAPF STATUS, W	; swap <i>STATUS</i> avec résultat dans <i>W</i>		
	.....	; sauver registre <i>W</i> dans <i>Status_temp</i>	
	; Arrêt du Moteur	
	; Appel du sous-programme <i>Clig_LED_Urgence</i>	
	; Appel du sous-programme <i>Affichage_LCD</i>	
	MOVLW 0xE7	; charger <i>W</i> par la valeur 0xE7	Test si le bouton Départ est appuyé	
	.....	; soustraction <i>w</i> du <i>PORTC</i>	
	.....	; test si le résultat est nul	
	.....	; saut	
	SWAPF Status_temp, W	; swap ancien <i>status</i> , résultat dans <i>W</i>	Restaurer les registres (<i>W</i> et STATUS)	
MOVWF STATUS	; restaurer <i>status</i>			
.....	; swap <i>status_temp</i>			
.....	.....	; swap ancien <i>w_temp</i> , résultat dans <i>W</i>	
.....	.....	; retour au programme principal	

Q.24- La durée **T_C** d'un cycle machine en (µs):

.....

Q.25- Le mot en binaire et en hexadécimal de configuration du registre **OPTION** :

Bit n ⁰	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
OPTION	1	...	...	...	...	...	...	...	.....

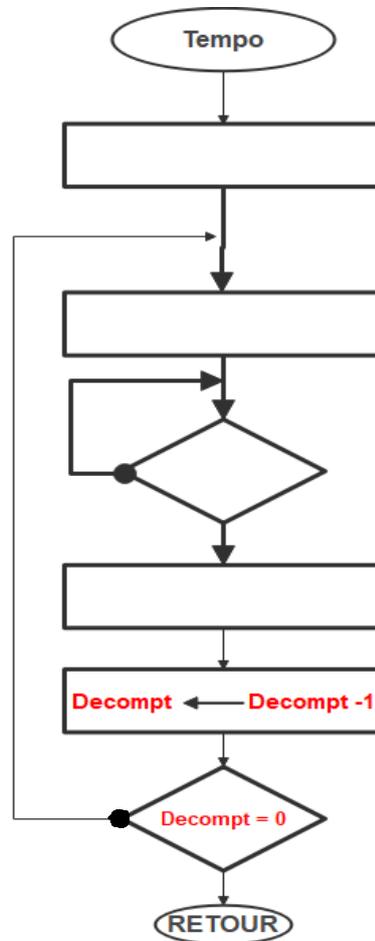
Q.26- La valeur initiale **val_T** du **TMRO** :

Q.27- Le nombre d'impulsion avant le débordement du TMRO: Impulsions.

DREP 04

Q.28- Le nombre de fois que le TMRO a débordé est : Fois.

Q.29- L'organigramme relatif au sous-programme **Tempo** :



Q.30- Compléter les lignes de définition du PIC16F877 en MikroC :

```

..... //Définir la référence du PIC
..... //Fichier de définition des registres de PIC de la famille 16F877
..... //Fichier de fonctions prédéfinies pour temporisations
Config H'1FF9' //Directives d'assemblage
  
```

Q.31- Compléter les lignes de déclaration des variables externes :

```

..... // Déclaration d'un entier non signé sur 8 bits nommé kp.
..... // Déclaration d'une chaîne de 32 caractères nommée txt.
  
```

Q.32- Compléter les lignes de configuration de la fonction *interruption* en MikroC :

```

void interru (void)
{ ..... // si RB0 = 1
  
```


Q.35- Les lignes de configuration de la fonction `codage_Clavier` en MikroC :

DREP 06

.....	/* Affectation du PORTC aux lignes et colonnes du clavier */
<code>void Clig_LED_Urgence (void)</code>	
<code>{ unsigned short kp ;</code>	
.....	// Initialisation du Keypad
<code>do</code>	
<code>{</code>	/* renvoie une valeur comprise entre 1 et 16 en fonction de la touche actionnée */
<code>While (!kp);</code>	
	// transformation du code en valeur ASCII
<code>switch (kp)</code>	
<code>{ case 1: kp = 49; break;</code>	// code ASCII de la touche 1
<code>case 2: kp = 50; break;</code>	// code ASCII de la touche 2
<code>case 3: kp = 51; break;</code>	// code ASCII de la touche 3
.....	// code ASCII de la touche Départ
<code>case 5: kp = 52; break;</code>	// code ASCII de la touche 4
<code>case 6: kp = 53; break;</code>	// code ASCII de la touche 5
<code>case 7: kp = 54; break;</code>	// code ASCII de la touche 6
.....	// code ASCII de la touche PAUSE
<code>case 9: kp = 55; break;</code>	// code ASCII de la touche 7
<code>case 10: kp = 56; break;</code>	// code ASCII de la touche 8
<code>case 11: kp = 57; break;</code>	// code ASCII de la touche 9
<code>case 12: kp = 82; break;</code>	// code ASCII de la touche RETOUR
<code>case 13: kp = 42; break;</code>	// code ASCII de la touche *
<code>case 14: kp = 48; break;</code>	// code ASCII de la touche 0
.....	// code ASCII de la touche #
<code>case 16: kp = 46; break;</code>	// code ASCII de la touche .
<code>}</code>	
<code>}</code>	
<code>}</code>	

Q.36- Les lignes de la fonction principale correspondent à l'organigramme :

DREP 07

Void **main** ()

```
{   INTCON = 0x90           // configuration du registre INTCON
    .....                 // configuration du Port A
    .....                 // configuration du Port B
    .....                 // configuration du Port D

IF (Kp = 65)              //si la touche Départ est enfoncée
{   do
    .....                 //appel de la fonction Commande_Moteur
    Affichage_LCD;       // appel de la fonction Affichage_LCD
    .....                 // Allumer LED injection en cours
    .....                 // tant-que la fin de course max n'est pas atteinte
}
}
```

Q.37- Les valeurs des tensions U_H et U_D : cocher les bonnes réponses

- $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = -12 \text{ V}$
 $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$
 $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 12 \text{ V}$
 $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$

Q.38- Expression de la tension U_L :

.....

Q.39- Expression du ΔI :

.....

Q.40- Les valeurs des tensions U_H et U_D : cocher les bonnes réponses

- $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 12 \text{ V}$
 $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$
 $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = 12 \text{ V}$
 $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$

Q.41- Expression de la tension U_L :

.....

Q.42- Expression du ΔI :

.....

Q.43- Expression de U_s :

.....

Q.44- La valeur de α :

DREP 08

Q.45- Le dopage de **type P** est une technique permettant :

- L'augmentation de la densité des trous à l'intérieur du matériau semi-conducteur ;
- L'augmentation de la densité des électrons à l'intérieur du matériau semi-conducteur ;
- L'ajout du phosphore à l'intérieur du matériau semi-conducteur.

Q.46- Le wafer est un :

- Disque de galium de 15 mm d'épaisseur environ comportant des millions de transistor ;
- Disque de germanium d'épaisseur 1 mm environ conçu pour la fabrication des circuits intégrés ;
- Disque de silicium très fin de matériau semi-conducteur, conçu pour la fabrication des circuits intégrés ;

Q.47- Classement par ordre chronologique des étapes de fabrication des circuits intégrés :

Numéro	Etape
6	L'enlèvement de la résine pour obtenir un wafer structuré demandé.
.....	La dissolution des régions non exposées de la résine.
1	Le dépôt de la résine sur le wafer.
.....	L'insolation de la résine (le rayonnement par la lumière ultraviolet).
3	La modulation du motif à réaliser.
5	La diffusion des ions pour le dopage du silicium par le phosphore (dopage de type N) dans les régions non recouvertes de résine.

Q.48- Les semi-conducteurs sont des matériaux :

- Avec les caractéristiques des isolants, pouvant conduire l'électricité dans certaines conditions ;
- Avec les caractéristiques des isolants, pouvant conduire l'électricité dans les basses températures ;
- A atomes tétravalents tels que le silicium ou le germanium conduisant l'électricité sous une tension alternative.

Q.49- Tableau à compléter par vrai ou faux :

		Vrai ou Faux
Métrologie	Est la science de mesurage, permettant d'effectuer des mesures et d'avoir une confiance suffisante dans leurs résultats.	.....
Etalonnage	Est la comparaison avec un étalon l'exactitude des indications d'un instrument de mesure.	.....
Incertitude	Est la variabilité des valeurs obtenues dans un mesurage.	.....

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2024

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP

مخاض الإجابة

NR 216A

4h

مدة الإجازة

اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية

المادة

10

المعامل

شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية

الشعبة أو المسلك

Éléments de correction

Q.1- Le rôle du capteur de force dans le système pousse seringue :

1 pt

Le capteur surveille ou mesure la **pression** à laquelle la seringue est actionnée.

Q.2- La grandeur physique d'entrée de ce capteur :

1 pt

La grandeur physique mesurée par la jauge de contrainte est la force F ou la pression

Q.3- La grandeur physique de sortie :

1 pt

Variation de la résistance électrique.

Q.4- Cocher la bonne réponse. Le capteur est :

(0,5x2) 1 pt

Passif	Actif	Justification : il a besoin d'une source d'alimentation pour donner le signal de mesure
X	

Q.5- La force maximale de la surcharge supportée par le capteur avant détérioration :

1 pt

200 N

Q.6- L'étendue de mesure du capteur :

1 pt

100 N

Q.7- L'erreur relative : (Erreur absolue / Mesure) = 0.02 = 2 %

1 pt

Q.8- La déformation de la jauge de contrainte est proportionnelle à : Cocher la bonne réponse :

La tension	La section	La longueur du fil
.....	.....	X

Q.9- Sensibilité nominale = 2 mV/V ;

(1 x 2) 2 pts

Sensibilité = $2 \times 5 / 100 = 0,1$ mV/N

Q.10- La force F est : ON a $F = P.S = 22,608$ N

(1.5 + 0.5) 2 pts

Q.11- Le nom du circuit : **1 pt**

Le pont de Wheatstone

Q.12- L'expression de la tension V_B en fonction de E , $R1$ et $R2$: **1 pt**

$$V_B = E \cdot R2 / (R1 + R2)$$

Q.13- L'expression de V_B en fonction de $R0$, ΔR et E : **1 pt**

$$V_B = E \cdot (R0 - \Delta R) / 2 \cdot R0$$

Q.14- L'expression de la tension V_A en fonction de E , $R3$ et $R4$: **1 pt**

$$V_A = E \cdot R4 / (R3 + R4)$$

Q.15- L'expression de V_A en fonction de $R0$, ΔR et E : **1 pt**

$$V_A = E \cdot (R0 + \Delta R) / 2R0$$

Q.16- L'expression de V_{AB} : **1 pt**

$$V_{AB} = E \cdot (\Delta R / R0).$$

Q.17- L'expression de α en fonction de k et E : **1 pt**

$$V_{AB} = EKf = \alpha F \text{ donc } \alpha = KE$$

Q.18- Les valeurs sont : **(0.5 x4) 2pts**

$$V_A = E \cdot (R0 + \Delta R) / 2R0 = 2,5025 \text{ V}$$

$$V_B = E \cdot (R0 - \Delta R) / 2R0 = 2,4975 \text{ V}$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = 2,5025 - 2,4975 = 0,005 \text{ V}$$

$$\alpha = V_{AB} / F = 0,0002 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ V/N}$$

Q.19- La nature des entrées : (mettre une croix dans la case convenable)

(0.25 x4) 1 pt

	RA0	RA1	RA2	RB0
Digitale		X	X	X
Analogique	X			

Q.20- Les mots en binaire et en hexadécimal des registres TRISA, TRISB et TRISD :

1.5 pt (0.25pt x6)

Bit n ⁰	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
TRISA	0	0	0	0	0	1	1	1	0x07
TRISB	0	0	0	0	0	0	0	1	0x01
TRISD	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00

Q.21- Le programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système de régulation :

3 pts (0.5pt x12)

Label	instruction	Commentaire
	BCF STATUS, RP1 BSF STATUS, RP0 MOVLW 0x07 MOVWF TRISA MOVLW 0x01 MOVWF TRISB CLRF TRISD	; Activer la page 1 (Bank 1) ; Configuration PORTA ; Configuration PORTB ; Configuration PORTD
; lignes de Configuration des registres : OPTION et INTCON		
	BCF STATUS, RP0	; Activer la page 0 (Bank 0)
; lignes de Configuration du registre : ADCON0		
LAB1	CALL Initialisation	; Appel du sous-programme <i>Initialisation</i>
	MOVLW 0xE7	; charger W par la valeur 0xE7
	SUBWF PORTC, 1	; soustraction w du PORTC
	BTFSS STATUS, Z	; test si le résultat est nul
	GOTO LAB1	; saut
		Test si le bouton Départ (Code 0xE7) est appuyé

LAB2	CALL	Commande_Moteur	; Appel du sous-programme <i>Commande_Moteur</i>
	CALL	Affichage_LCD	; Appel du sous-programme <i>Affichage_LCD</i>
	BSF	PORTD, RD0	; Allumer LED injection en cours
	BTFSS	PORTA, RA1	; test si <i>fin de course max</i> atteinte
	GOTO	LAB2	; saut
	END		; Fin

Q.22- Le mot en binaire et en hexadécimal de configuration du registre *INTCON* :

1.5 pt (1+ 0.5)

Bit n ⁰	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
INTCON	1	0	0	1	0	0	0	0	0x90

Q.23- Le programme d'interruption :

2.5 pts (0.25pt x10)

Label	instruction	Commentaire	
LAB1	BCF	INTCON, GIE	
	MOVWF	w_temp	; sauver registre W dans <i>w_temp</i>
	SWAPF	STATUS, W	; swap <i>STATUT</i> avec résultat dans W
	MOVWF	Status_temp	; sauver registre W dans <i>Status_temp</i>
	BCF	PORTD, RD2	; Arrêt du Moteur
	CALL	Clig_LED_Urgence	; Appel du sous-programme <i>Clig_LED_Urgence</i>
	CALL	Affichage_LCD	; Appel du sous-programme <i>Affichage_LCD</i>
	MOVLW	0xE7	; charger W par la valeur 0xE7
	SUBWF	PORTC, f	; soustraction w du <i>PORTC</i>
BTFSSZ	STATUS, Z	; test si le résultat est nul	
GOTO	LAB1	; saut	

Test si le bouton **Départ** est appuyé

SWAPF	Status_temp, w	; swap ancien <i>status</i> , résultat dans <i>w</i>	Restaurer les registres (W et STATUS)
MOVWF	STATUS	; restaurer <i>status</i>	
SWAPF	Status_temp, f	; swap <i>status_temp</i>	
SWAPF	w_temp, w	; swap ancien <i>w_temp</i> , résultat dans <i>w</i>	
RETFIE		; retour au programme principal	

Q.24- La durée T_c d'un cycle machine en (μs): **1 pt**

$$T_c = 1 \mu s$$

Q.25- Le mot en binaire et en hexadécimal de configuration du registre **OPTION** :

1.5 pt (1 + 0.5)

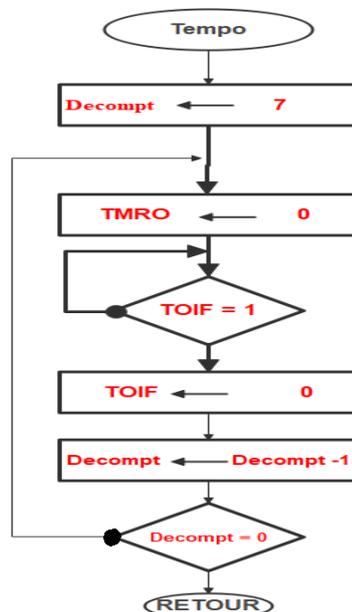
Bit n ⁰	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
OPTION	1	1	0	0	0	1	1	1	0xC7

Q.26- La valeur initiale val_T du **TMRO** :**00**..... **1 pt**

Q.27- Le nombre d'impulsion avant le débordement du **TMRO** :**256**... Impulsions. **1.25 pt**

Q.28- Le nombre de fois que le **TMRO** a débordé est : ...**7**..... Fois. **1.25 pt**

Q.29- L'organigramme relatif au sous-programme **Tempo** : **2 pts (0.5 x4)**



Q.30- Compléter les lignes de définition du PIC16F877 en MikroC : **1.5 pt (0.5 x3)**

```

List p=16F877 //Définir la référence du PIC

include<p16F877.inc> //Fichier de définition des registres de PIC de la famille 16F877

include<delay.h> //Fichier de fonctions prédéfinies pour temporisations

Config H'1FF9' // Directives d'assemblage

```

Q.31- Compléter les lignes de déclaration des variables externes : **1pt (0.5 x2)**

```

unsigned short kp ; // Déclaration d'un entier non signé sur 8 bits nommé kp.

Char txt [32] ; // Déclaration d'une chaîne de 32 caractères nommée txt.

```

Q.32- Compléter les lignes de configuration de la fonction *interruption* en MikroC : **3 pts (0.5 x6)**

void <i>interruption</i> (void)	
{ if (PORTB.F0 == 1)	// si RB0 = 1
{do	
{ PORTD.F2 = 0 ;	// Arrêt du Moteur
Clig_LED_Urgence ;	// Appel de la fonction Clig_LED_Urgence
Affichage_LCD ;	// Appel de la fonction Affichage_LCD
}	
While (PORTC != 0xE7) ;	
}	
else return;	
}	

Q.33- Les lignes de configuration de la fonction *Clig_LED_Urgence* : **3 pts (0.5 x6)**

```
void Clig_LED_Urgence (void)
```

{ PORTD.F2 = 1 ;	// Allumer LED Arrêt Urgence
delay_s (0,5) ;	// Attente de 0,5 s
PORTD.F2 = 0 ;	// Eteindre LED Arrêt Urgence
delay_s (0,5) ;	// Attente de 0,5 s
return ;	// Retour
}	

Q.34- Les lignes de connexion et initialisation de l'afficheur *Affichage_LCD* en MicroC :

2 pts (0.25 x8)

```
// connexion de l'afficheur LCD 2x32
sbit LCD_RS at RB5_bit;
sbit LCD_EN at RE6_bit;
sbit LCD_D4 at RB1_bit;
sbit LCD_D5 at RB2_bit;
sbit LCD_D6 at RB3_bit;
sbit LCD_D7 at RB4_bit;
sbit LCD_RS_Direction at TRISB5_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISE6_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISB1_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISB2_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISB3_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISB4_bit;
// Initialisation de l'affichage sur le LCD 2x32
Lcd_Init (); // Initialisation d'afficheur LCD
Lcd_Cmd (_LCD_CLEAR); // effacer l'écran LCD
Lcd_Cmd (_LCD_CURSOR_OFF); // curseur OFF
```

Q.35- Les lignes de configuration de la fonction `codage_Clavier` en MikroC :

3 pts (0.5 x6)

<code>char keypadPort at PORTC;</code>	<code>/* Affectation du PORTC aux lignes et colonnes du clavier */</code>
<code>void Clig_LED_Urgence (void)</code>	
<code>{ unsigned short kp ;</code>	
<code>Keypad_Init();</code>	<code>// Initialisation du Keypad</code>
<code>do</code>	
<code>{ kp = Keypad_Key_Click();</code>	<code>/* renvoie une valeur comprise entre 1 et 16 en fonction de la touche actionnée */</code>
<code>While (!kp);</code>	
<code>// transformation du code en valeur ASCII</code>	
<code>switch (kp)</code>	
<code>{ case 1: kp = 49; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 1</code>
<code>case 2: kp = 50; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 2</code>
<code>case 3: kp = 51; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 3</code>
<code>case 4: kp = 65; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche Départ</code>
<code>case 5: kp = 52; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 4</code>
<code>case 6: kp = 53; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 5</code>
<code>case 7: kp = 54; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 6</code>
<code>case 8: kp =66; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche PAUSE</code>
<code>case 9: kp = 55; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 7</code>
<code>case 10: kp = 56; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 8</code>
<code>case 11: kp = 57; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 9</code>
<code>case 12: kp = 82; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche RETOUR</code>
<code>case 13: kp = 42; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche *</code>
<code>case 14: kp = 48; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche 0</code>
<code>case 15: kp = 35; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche #</code>
<code>case 16: kp = 46; break;</code>	<code>// code ASCII de la touche .</code>
<code>}</code>	
<code>}</code>	
<code>}</code>	

Q.36- Les lignes de la fonction principale correspondent à l'organigramme : **3 pts (0.5 x6)**

Void **main** ()

```

{   INTCON = 0x90           // configuration du registre INTCON
    TRISA=0x07 ;           // configuration du Port A
    TRISB=0x01 ;           // configuration du Port B
    TRISD=0x00 ;           // configuration du Port D

IF (Kp = 65)              // si la touche Départ est enfoncée
{   do
    Commande_Moteur ;      //appel de la fonction Commande_Moteur
    Affichage_LCD ;       // appel de la fonction Affichage_LCD
    PORTD.F0 = 1 ;        // Allumer LED injection en cours

    While (PORTA.F1 == 0) ; // tant-que la fin de course max n'est pas atteinte
}
}

```

Q.37- Les valeurs des tensions U_H et U_D : **1pt**

- $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = -12 \text{ V}$
 $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$
 $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 12 \text{ V}$
 $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$

Q.38- Expression de la tension U_L : **1pt**

$$U_L = U_e - U_s$$

Q.39- Expression du ΔI : **1.5pt**

$$U_L = U_e - U_s = L \Delta I / T_{ON}$$

$$\Delta I = (U_e - U_s) T_{ON} / L$$

Q.40- Les valeurs des tensions U_H et U_D : **1pt**

- $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 12 \text{ V}$
 $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$
 $U_H = 0 \text{ V}$ et $U_D = 12 \text{ V}$
 $U_H = 12 \text{ V}$ et $U_D = 0 \text{ V}$

Q.41- Expression de la tension U_L : **1pt**

$$U_L = U_S$$

Q.42- Expression du ΔI : **1.5pt**

$$\Delta I = U_S \cdot T_{OFF} / L$$

Q.43- Expression de la tension U_S : **2pts**

$$\Delta I = (U_e - U_S) T_{ON} / L = U_S T_{OFF} / L \rightarrow \Delta I = (U_e - U_S) T_{ON} = U_S T_{OFF} \rightarrow U_S = U_e T_{ON} / T = \alpha U_e$$

Q.44- Valeur de α : **1pt**

$$\alpha = 5 / 12 = 0,417$$

Q.45- Le dopage de **type P** est une technique permettant : **1 pt**

- L'augmentation de la densité des trous à l'intérieur du matériau semi-conducteur ;
- L'augmentation de la densité des électrons à l'intérieur du matériau semi-conducteur ;
- L'ajout du phosphore à l'intérieur du matériau semi-conducteur.

Q.46- Le wafer est un : **1 pt**

- Disque de galium de 15 mm d'épaisseur environ comportant des millions de transistors ;
- Disque de germanium d'épaisseur 1 mm environ conçu pour la fabrication des circuits intégrés ;
- Disque de silicium très fin de matériau semi-conducteur, conçu pour la fabrication des circuits intégrés;

Q.47- Classement par ordre chronologique des étapes de fabrication des circuits intégrés : **1 pt**

Numéro	Etape
6	L'enlèvement de la résine pour obtenir un wafer structuré demandé.
4	La dissolution des régions non exposées de la résine.
1	Le dépôt de la résine sur le wafer.
2	L'insolation de la résine (le rayonnement par la lumière ultraviolette).
3	La modulation du motif à réaliser.
5	La diffusion des ions pour le dopage du silicium par le phosphore (dopage de type n) dans les régions non recouvertes de résine.

Q.48- Les semi-conducteurs sont des matériaux : **1 pt**

- Avec les caractéristiques des isolants, pouvant conduire l'électricité dans certaines conditions ;
- Avec les caractéristiques des isolants, pouvant conduire l'électricité dans les basses températures ;
- A atomes tétravalents tels que le silicium ou le germanium conduisant l'électricité sous une tension alternative.

Q.49- Tableau à compléter par vrai ou faux : **1 pt**

		Vrai ou Faux
Métrologie	Est la science de mesurage, permettant d'effectuer des mesures et d'avoir une confiance suffisante dans leurs résultats.	Vrai
Etalonnage	Est la comparaison avec un étalon l'exactitude des indications d'un instrument de mesure.	Vrai
Incertitude	Est la variabilité des valeurs obtenues dans un mesurage.	Vrai