

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاستدراحية 2023

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP

الموضوع

RS 216A

4h	مدة الإجابة	اختبار توافقي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية	الشعبة أو المسلك

Le chauffage électrique

☞ Le sujet comporte au total 18 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 02 à 06 (Couleur Verte) : Socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV) ;
- Pages 07 à 11 (Couleur Rose) : Documents ressources portant la mention **DRES XX** ;
- Pages 12 à 18 (Couleur Blanche) : Documents réponses portant la mention **DREP XX**.

☞ Le sujet comporte 4 situations d'évaluation (SEV) :

- SEV1 : ÉTUDE PARTIELLE DE LA CHAÎNE D'ACQUISITION ET DE CONDITIONNEMENT /21 pts
- SEV2 : ÉTUDE PARTIELLE DE LA CHAÎNE DE TRAITEMENT ET D'AFFICHAGE /36,5 pts
- SEV3 : ÉTUDE PARTIELLE DE CIRCUIT DE PUISSANCE..... /8,5 pts
- SEV4 : NOTIONS SUR LA MICRO-ÉLECTRONIQUE ET LA NANOTECHNOLOGIE /4 pts

☞ N.B :

Les quatre SEV sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture de la présentation, de la description et du fonctionnement.

La numérotation des questions est continue : de la question 1 (Q.1) à la question 47 (Q.47).

- Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses **DREP XX**.
- Les pages portant en haut la mention **DREP XX** doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.
- Le sujet est noté sur **70** points.

- *Aucun document n'est autorisé.*
- *Sont autorisées les calculatrices non programmables.*

1. PRÉSENTATION DU SYSTÈME :

Dans les habitations, les bureaux, les commerces et, en général, dans les locaux fermés, se trouve souvent installés des appareils qui servent à maintenir une température raisonnable pour les personnes.

Le chauffage électrique est un système destiné à la production de chaleur par l'électricité (*électrothermie*). Il s'agit d'un chauffage par effet joule, où une résistance électrique est insérée dans un radiateur. Cette résistance transforme l'énergie électrique provenant du réseau en chaleur. Cette chaleur peut être diffusée soit par convection (chauffage de l'air), par rayonnement (rayonnement infrarouge) ou par conduction (par contact direct).

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

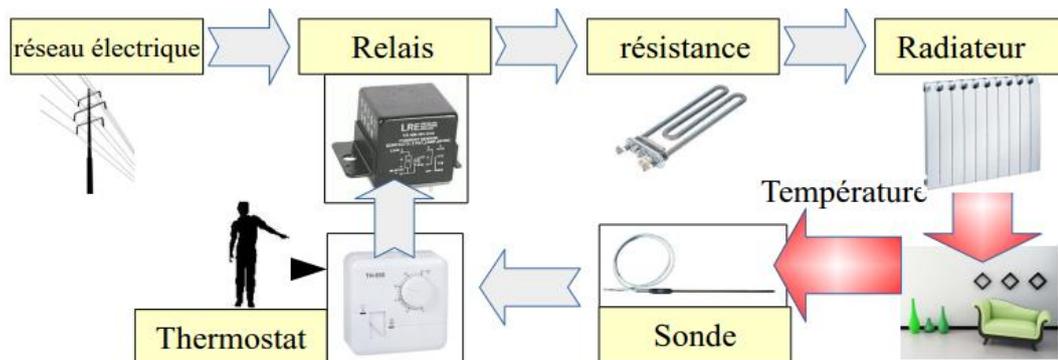


Figure 1 : Schéma descriptif du système

Le système de chauffage électrique est composé essentiellement des composants suivants :

- ✓ **Thermostat** : Est un système électronique permettant de maintenir une température constante et relativement stable. Il se compose principalement de :
 - Une sortie de pilotage ;
 - Boutons de réglage ;
 - Un afficheur LCD ;
 - Un capteur de température (**Sonde thermistance**).
- ✓ **Relais** : Est un interrupteur électronique pour moduler la puissance ;
- ✓ **Résistance** : Est l'élément chauffant ;
- ✓ **Radiateur** : Est un émetteur de chaleur.

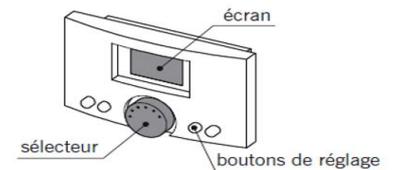


Figure 2: thermostat électronique à affichage digital

3. FONCTIONNEMENT :

Piloté par le microcontrôleur **16F877**, le thermostat permet grâce à trois boutons poussoir de paramétrer une température entre **10 °C** et **30 °C**. Il est équipé d'une sonde thermistance qui mesure en temps réel la température ambiante.

- Si la température mesurée est inférieure à la température de consigne (température désirée), le chauffage s'allume ;
- Si la température mesurée est supérieure à la température de consigne, il s'éteint.

Un afficheur **LCD** visualise la température mesurée et les différents paramètres de commande.

La précision du thermostat n'excède pas ± 1 °C par rapport à la consigne.

Le mode sécurité est mis en service si la température excède **30 °C** ce qui permet l'arrêt du chauffage et le déclenchement d'une alarme.

4. SITUATIONS D'ÉVALUATION :

SEV 1

ACQUISITION ET CONDITIONNEMENT

21 POINTS

Tâche 1 : Étude de la sonde thermistance (Voir document ressources DRES 01)

- Q.1-** Quel est le rôle de la thermistance dans le système de chauffage électrique ? **0,5 pt**
- Q.2-** Quelle est la grandeur physique d'entrée de la thermistance ? Citer trois unités de mesure de cette grandeur. **1 pt**
- Q.3-** Quelle est la grandeur de sortie de la thermistance ? Quelle est son unité ? Quel appareil de mesure permet de mesurer cette grandeur ? **1,5 pt**
- Q.4-** La thermistance est-elle un capteur actif ou passif ? Justifier votre réponse. **1 pt**
- Q.5-** D'après la courbe d'étalonnage de la sonde (DRES 01), comment varie la valeur de la résistance de la thermistance lorsque la température augmente ? déduire le type de la thermistance. **1 pt**
- Q.6-** Le capteur (sonde thermistance) est-il linéaire ? Justifier votre réponse. **1 pt**
- Q.7-** Déterminer graphiquement la valeur de la résistance R_{10} qui correspond à la température $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. **1 pt**
- Q.8-** Déterminer graphiquement la valeur de la résistance R_{30} qui correspond à la température $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. **1 pt**
- Q.9-** Déterminer la sensibilité S (en $\text{k}\Omega/^{\circ}\text{C}$) du capteur dans la plage des températures comprises entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. **1 pt**
- Q.10-** Dans la plage $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ qu'on suppose linéaire. L'expression de la thermistance est de la forme $R_T = a.T + b$, déterminer les valeurs de a et b en précisant leurs unités. **2 pts**

Tâche 2 : Conditionneur du capteur :

La température est convertie en résistance facile à acquérir via une carte d'acquisition à microcontrôleur. Pour cela, on utilise le pont diviseur de tension voir **Figure 3** ci-dessous avec $R = 10\text{ k}\Omega$ et $U = 5\text{ V}$.

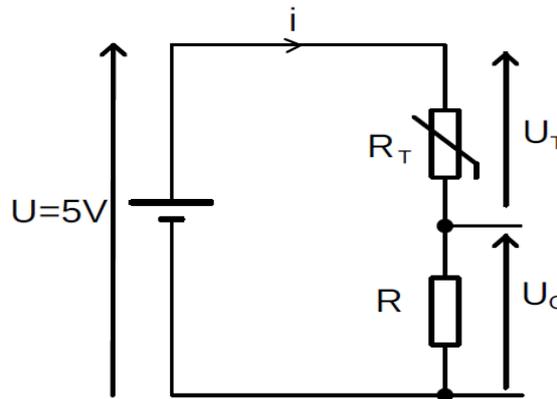


Figure 3 : Pont diviseur de tension

- Q.11-** Exprimer U_0 en fonction de U et U_T . **1 pt**
- Q.12-** Exprimer la tension U_0 en fonction de l'intensité i et de la résistance R . **1 pt**
- Q.13-** Exprimer la tension U_T en fonction de l'intensité i et de la résistance R_T . **1 pt**
- Q.14-** Exprimer le courant i en fonction de U , R et R_T . **1 pt**
- Q.15-** En déduire que $U_0 = [R/(R + R_T)] U$. **1 pt**
- Q.16-** Lorsque R_T baisse, U_0 diminue ou augmente ? Justifier votre réponse. **1,5 pt**
- Q.17-** Comment évolue alors la tension U_0 si la température T augmente ? **1 pt**
- Q.18-** Déterminer les valeurs de R_T et U_0 pour les températures $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. **2,5 pts**

SEV 2

CHAÎNE DE TRAITEMENT ET D’AFFICHAGE

36,5 POINTS

Le schéma de principe du système étudié est donné à la **Figure 4** ci-dessous :

Ce schéma permet :

- ✓ La lecture des états des trois boutons poussoir ;
- ✓ L’acquisition d’une température comprise entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- ✓ La commande de la résistance chauffante ;
- ✓ La commande de l’afficheur **LCD 2x32** ;
- ✓ La génération d’un signal d’alarme.

L’organigramme de fonctionnement est donné au document **DRES 02**.

On dispose des sous programmes suivants :

- **Acquisition_T** : Sous-programme qui convertit le signal V_{IN} image de la Température **T** en un nombre N_T sur **10 bits**, stocké dans les cases mémoire **adr1_T** et **adr2_T** ;
- **Affichage_LCD** : Sous-programme qui informe l’utilisateur via un afficheur **LCD 2x32** sur la température mesurée **TT** et la consigne de température **CT** ;
- **SP_Tempo** : Sous-programme qui réalise une temporisation de **0,5 s**.

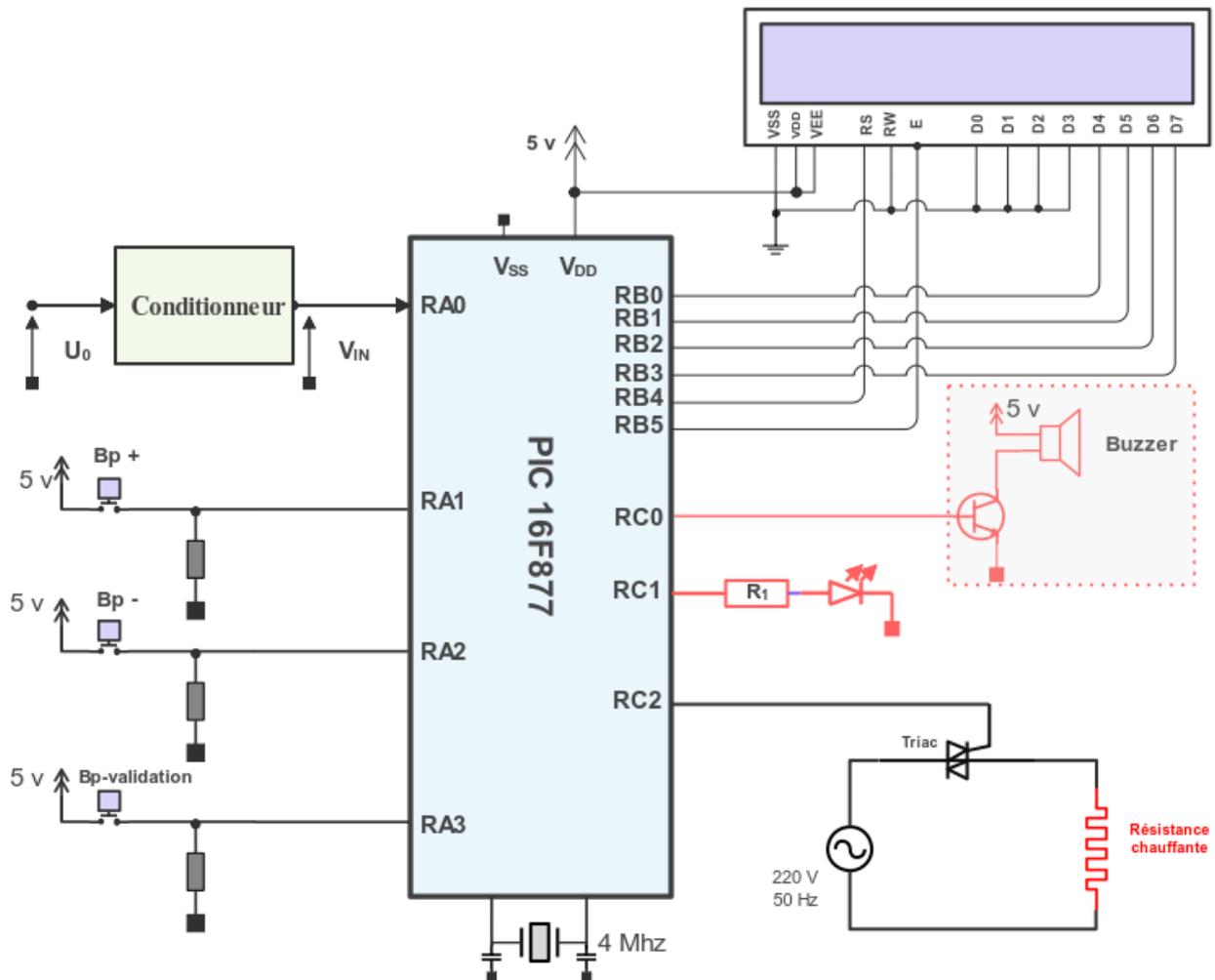


Figure 4 : Schéma de principe du système chauffage électrique

Tâche 1 : Programme en Assembleur de l'organigramme de fonctionnement :

Q.19- Identifier à partir de la **Figure 4 page 4** la nature (*digitale ou analogique*) des entrées **RA0, RA1, RA2 et RA3**. **2 pts**

Q.20- Déterminer les mots en binaire et en hexadécimal à donner aux registres **TRISA, TRISB et TRISC** pour configurer les différents ports utilisés dans le système (les bits non utilisés sont mis à 0). **3 pts**

La température mesurée est appliquée à l'entrée **RA0** du CAN-PIC, avec :

- Vitesse de conversion : **Oscillateur RC interne**.
- Résultat de conversion : **Justifié à gauche**.
- $V_{REF^+} = V_{DD}$ et $V_{REF^-} = V_{SS}$

Q.21- En s'aidant du document ressources **DRES 04**, déterminer les mots de configuration en binaire et en hexadécimal à mettre dans les registres **ADCON0 et ADCON1** (les bits non utilisés sont mis à 0). **2 pts**

Q.22- Le sous-programme **SP_Tempo** utilise une temporisation à base de **TMR0** (utilisé en mode **TIMER**) avec un pré-diviseur **256**, en s'aidant du document ressources **DRES 03**, déterminer le mot de configuration en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre **OPTION** (les bits non utilisés sont mis à 0). **2 pts**

Q.23- En utilisant le document **DRES 05**, Compléter alors l'extrait du programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système. **4 pts**

Tâche 2 : Sous-programme Acquisition_T :

La tension analogique V_{IN} image de la température est appliquée à l'entrée **RA0** du convertisseur CAN du microcontrôleur **PIC 16F877**.

La valeur numérique N_T résultat de la conversion est donnée par la relation suivante :

$$N_T = 1023 \cdot \frac{V_{IN} - V_{ref^-}}{V_{ref^+} - V_{ref^-}}$$

Q.24- Pour $V_{REF^+} = 5 V$ et $V_{REF^-} = 0 V$, donner la nouvelle expression de N_T . **1 pt**

Q.25- Déduire la valeur de quantum q du CAN (en mV). (On rappelle que : $N_T = \frac{V_{IN}}{q}$) **1 pt**

Q.26- On veut lorsque la température T varie entre **10 et 30 °C**, V_{IN} varie linéairement entre **0 et 5 V**, déterminer la tension V_{IN} en fonction de T . **2 pts**

Q.27- Sachant que $V_{IN} = 0,25 \cdot T - 2,5$; montrer que $N_T = 51,15 \cdot T - 511,5$. **1 pt**

Q.28- Compléter le tableau. **1,5 pt**

N_T résultat de la conversion est stocké dans les registres **ADRESH** et **ADRESL** qui seront transférés respectivement aux cases mémoire **Adr1_T** et **Adr2_T**.

Q.29- En utilisant le document **DRES 03**, Compléter alors le programme Assembleur du sous-programme **Acquisition_T**. **3 pts**

Tâche 3 : Le sous-programme (SP_Tempo) :

On réalise la temporisation en utilisant le **TMR0**. Le principe consiste, comme le montre l'organigramme du document **DRES 03**, à initialiser le **TMR0** à une valeur **val_T** puis attendre la fin de la temporisation qui correspond au débordement du **TMR0** (bit **T0IF = 1** du registre **INTCON**) ;

La durée de temporisation est donnée par l'expression suivante : **tempo1 = (256 - val_T) . N_P . T_C**

Avec :

- N_P : valeur du pré-diviseur donnée par les bits (**PS2 PS1 PS0**) du registre **option** ;
- Val_T : valeur initiale du registre **TMR0** ;
- T_C : la durée d'un cycle machine.

Q.30- Compléter le sous-programme **SP_Tempo1** correspondant.

3 pts

Q.31- Sachant que $f_{osc} = 4 \text{ MHz}$, montrer que la durée d'un cycle machine est $T_c = 1 \mu s$.

1 pt

Q.32- Calculer la durée maximale de temporisation **tempo1_max** (en ms).

1 pt

Q.33- On désire avoir une temporisation de **tempo1** = 62,5 ms. Calculer alors la valeur **val_T** sachant que le pré-diviseur $N_P = 256$.

1 pt

Q.34- Pour **tempo1** = 62,5 ms. On désire avoir une temporisation de **tempo** de 0,5 s, combien de fois faut-il répéter le sous-programme **SP_Tempo1** ?

1,5 pt

Tâche 4 : Programmation du PIC en MikroC :

Q.35- Compléter les lignes de déclaration des variables externes.

1,5pt

Q.36- Compléter les lignes de la fonction principale correspond à l'organigramme de fonctionnement du document **DRES 02**.

5 pts

SEV 3

CIRCUIT DE PUISSANCE

8,5 POINTS

Le circuit de puissance qui commande la résistance chauffante est un interrupteur électronique à base de deux thyristors montés en tête-bêche ou d'un triac.

Q.37- Cocher la bonne réponse.

1 pt

Q.38- Cocher la bonne réponse.

1 pt

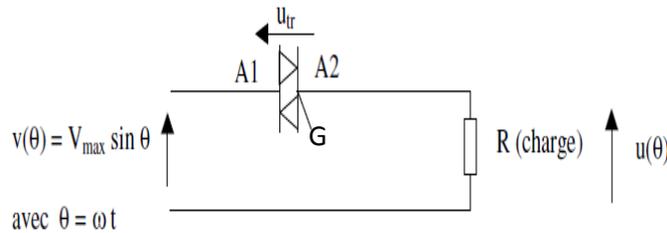
Q.39- Cocher la bonne réponse.

1 pt

Q.40- Cocher la bonne réponse.

1 pt

Soit le montage gradateur suivant : avec $R = 10 \Omega$



Q.41- Tracer l'évolution de $u(\Theta)$.

2 pts

Q.42- La valeur efficace de $u(\Theta)$ est : $U = 220 \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$. Compléter le tableau.

1,5 pt

Q.43- Comment varie la puissance P si l'angle d'amorçage α augmente ?

1 pt

SEV 4

MICRO-ÉLECTRONIQUE ET NANOTECHNOLOGIE

4 POINTS

Q.44- Placer le numéro des termes dans les cases appropriées.

1 pt

Q.45- Classer par ordre chronologique les étapes de fabrication des circuits intégrés.

1 pt

Q.46- Afin de vérifier la fiabilité des composants on les fait subir à différents essais, lesquels ?

1 pt

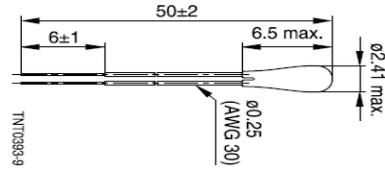
Q.47- Quels sont les procédés de gravure possibles qui permettent d'enlever de la matière dans des zones définies par la lithographie ?

1 pt

Les thermistances

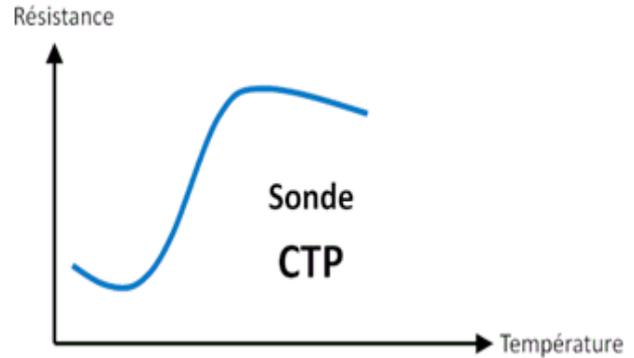
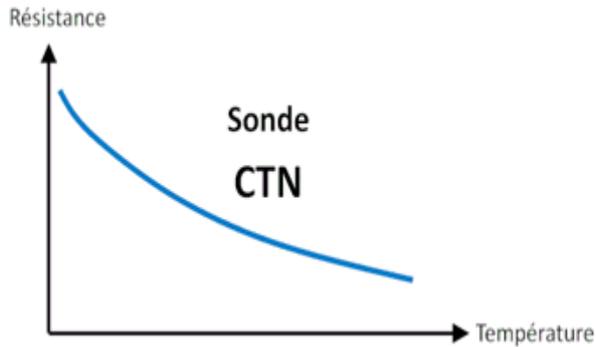
DRES 01

1-Définition :



Les thermistances sont constituées d'un matériau semi-conducteur. Elles sont caractérisées par un coefficient de température :

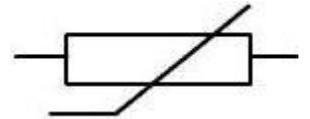
- Si ce coefficient est **positif**, la thermistance est de type **CTP** ;
- Si ce coefficient est **négatif**, la thermistance est de type **CTN**.



Les thermistances **CTP** peuvent servir de limiteurs de courant pour la protection de circuits électriques, à la place d'un fusible par exemple, tandis que les thermistances **CTN** sont principalement utilisées pour la mesure de températures. Ces dernières sont largement répandues dans les thermostats numériques.

2-Symbole :

Dans un schéma de circuit électrique, le symbole de la thermistance est :

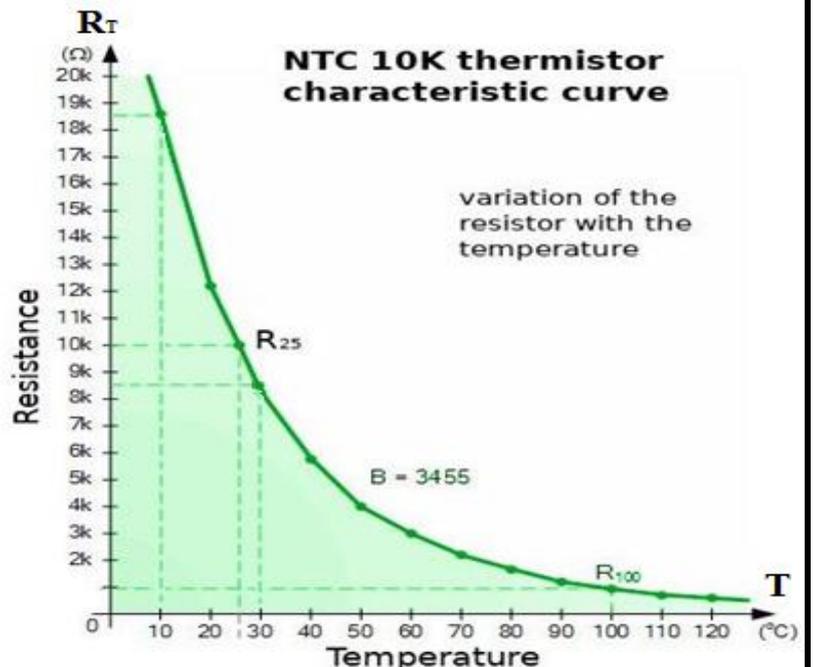


3-Courbe d'étalonnage de la sonde de température du système :

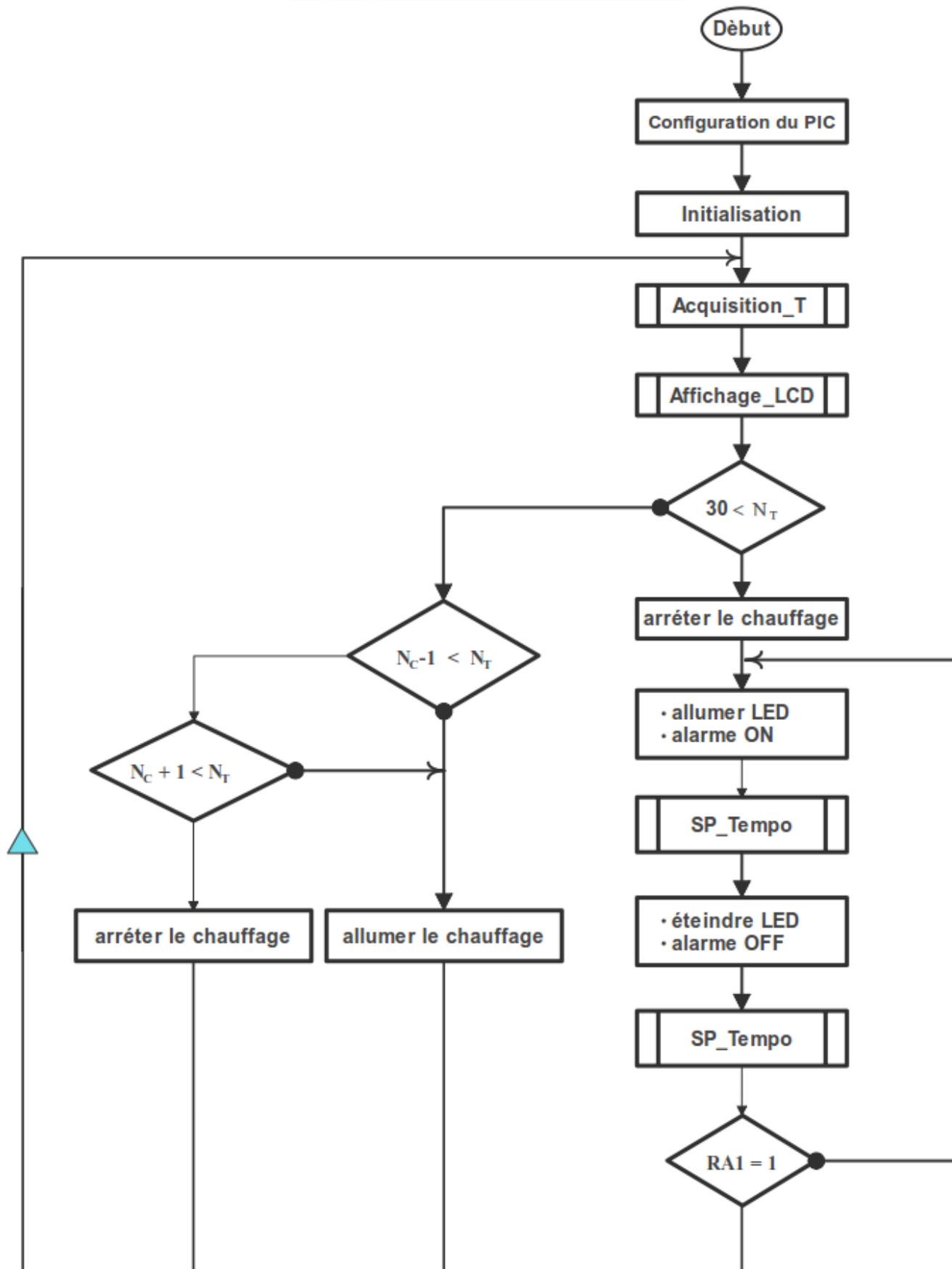
La courbe d'étalonnage d'une thermistance sert à établir une relation mathématique entre la résistance de la thermistance et la température du milieu, voir figure ci-contre.

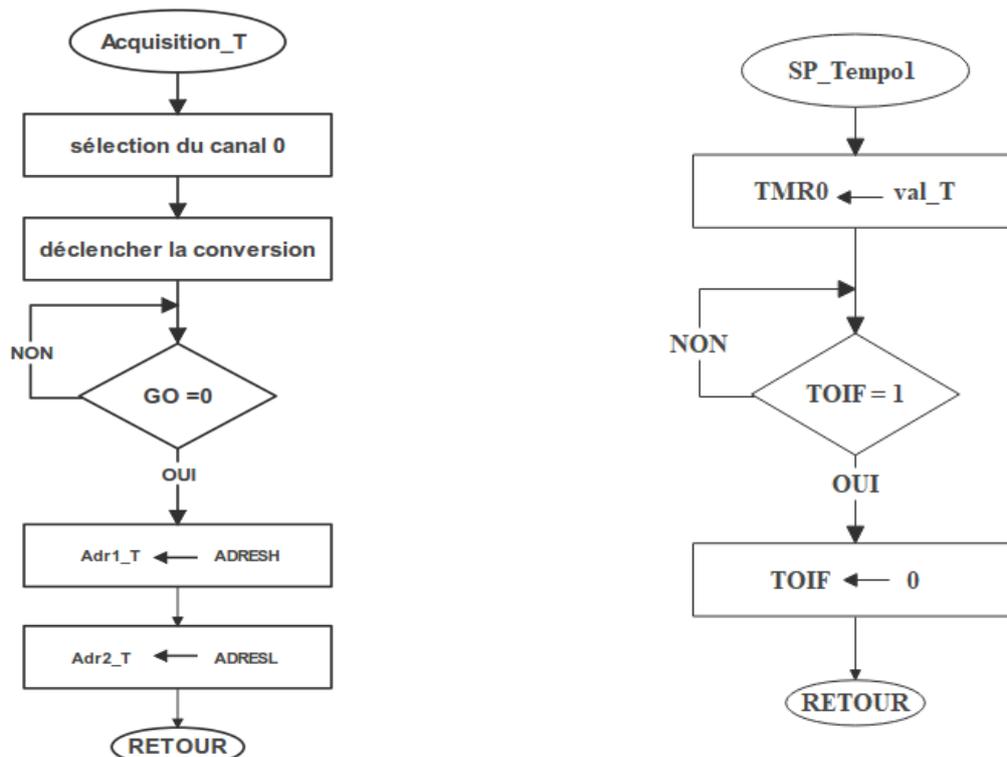
N.B. : Dans la désignation, la valeur indiquée correspond normalement à la résistance de la thermistance pour une température de **25 °C**.

La "**CTN 10 KΩ**" a une résistance de **10KΩ** pour une température de **25 °C**.



Organigramme de fonctionnement

DRES 02




Le timer: TMR0

Le registre TMR0 est un compteur programmable de 8 bits (de 0 à 255).

La configuration du TMR0 est assurée par le registre OPTION « **OPTION_REG** »

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
RBPÜ	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0

OPTION_REG

PS2	PS1	PS0	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

Le TMR0 est incrémenté en permanence soit par :

- L'horloge interne ($f_{osc}/4$) « **mode TIMER** »
- L'horloge externe appliquée à la broche **RA4** du portA « **mode compteur** »

Le choix de l'horloge se fait à l'aide du **bit 5** du registre **OPTION_REG** « **TOCS** »

- **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**

Quelque soit l'horloge choisie, on peut la faire passer dans un diviseur de fréquence programmable (prescaler) dont le rapport est fixé par les bits **PS0, PS1 et PS2** du registre **OPTION_REG** « voir tableau 1 »

L'affectation ou non du prédiviseur se fait à l'aide du **bit 3** « **PSA** » du registre **OPTION_REG**

- **PSA = 0** on utilise le prédiviseur.
- **PSA = 1** pas de prédiviseur.

DESCRIPTION DES REGISTRES **ADCON1** ET **ADCON0** :

DRES 04

ADCON0 :

ADSC1	ADSC0	CHS2	CHS1	CHS0	GO_Done	-	ADON
-------	-------	------	------	------	---------	---	------

Au reset : ADCON0=00000000

Bit 7 et BIT 6 : ADSC1 et ADSC0 :

Ces 2 bits permettent de choisir la vitesse de conversion :

00= $F_{osc}/2$.
 01= $F_{osc}/8$.
 10= $F_{osc}/32$
 11= Oscillateur RC interne

Bit 5, BIT 4 et BIT3 : CHS2, CHS1 et CHS0

Ces 3 bits permettent de choisir l'entrée qui va être convertie.

CHS2	CHS1	CHS0	Canal sélectionné
0	0	0	RA ₀
0	0	1	RA ₁
0	1	0	RA ₂
0	1	1	RA ₃
1	0	0	RA ₅
1	0	1	RE ₀
1	1	0	RE ₁
1	1	1	RE ₂

Bit 2 : GO_DONE ou (GO)

1 = Démarre la conversion A/N.
 0 = La conversion A/N est terminée

Bit 0 : ADON : A/D on bit

1 = Convertisseur A/N en service.
 0 = Convertisseur A/N à l'arrêt.

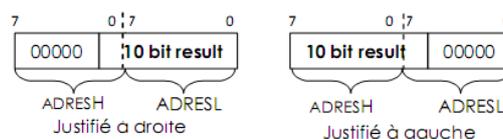
ADCON1 :

ADFM	-	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
------	---	---	---	-------	-------	-------	-------

Au reset : ADCON1=00000000

Bit 7 : ADFM (A/D Result Format select bit).

1 = justification du résultat à droite.
 0 = justification du résultat à gauche.



Bit 3, Bit2, Bit1 et BIT0 : PCFG3...PCFG0

PCFG 3..0	RE2/AN7	RE1/AN6	RE0/AN5	RA5/AN4	RA3/AN3	RA2/AN2	RA1/AN1	RA0/AN0	V _{REF+}	V _{REF-}	CHAN
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	8/0
0001	A	A	A	A	V _{REF+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	5/0
0011	D	D	D	A	V _{REF+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	V _{DD}	V _{SS}	3/0
0101	D	D	D	D	V _{REF+}	D	A	A	RA3	V _{SS}	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	---	---	0/0
1000	A	A	A	A	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	6/0
1010	D	D	A	A	V _{REF+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	5/1
1011	D	D	A	A	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	V _{DD}	V _{SS}	1/0
1111	D	D	D	D	V _{REF+}	V _{REF-}	D	A	RA3	RA2	1/2

Jeu d'instructions du microcontrôleur 16F876

DRES 05

1. Jeu d'instructions :

INSTRUCTIONS OPERANT SUR UN REGISTRE			Indicateurs	Cycles
ADDWF	F, d	W+F → {W, F ? d}	C, DC, Z	1
ANDWF	F, d	W AND F → {W, F ? d}	Z	1
CLRF	F	0 → F	Z	1
CLRW		0 → W	Z	1
CLRWD		0 → WDT	TO', PD'	1
COMF	F, d	Complément F → {W, F ? d}	Z	1
DECF	F, d	Décrémente F → {W, F ? d}	Z	1
DECFSZ	F, d	Décrémente F → {W, F ? d} et saut si 0		1(2)
INCF	F, d	Incrémente F → {W, F ? d}	Z	1
INCFSZ	F, d	Incrémente F → {W, F ? d} et saut si 0		1(2)
IORWF	F, d	W OR F → {W, F ? d}	Z	1
MOVF	F, d	F → {W, F ? d}	Z	1
MOVWF	F	W → F		1
RLF	F, d	Rotation à gauche de F à travers C → {W, F ? d}	C	1
RRF	F, d	Rotation à droite de F à travers C → {W, F ? d}		1
SUBWF	F, d	F - W → {W, F ? d}	C, DC, Z	1
SWAPF	F, d	Permute les 2 quartets de F → {W, F ? d}		1
XORWF	F, d	W XOR F → {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
BTFSC	F, b	Teste le bit b de F et saut si 0		1(2)
BTFSS	F, b	Teste le bit b de F et saut si 1		1(2)
INSTRUCTIONS OPERANT SUR UNE DONNEE				
ADDLW	K	W + K → W	C, DC, Z	1
ANDLW	K	W AND K → W	Z	1
IORLW	K	W OR K → W	Z	1
MOVLW	K	K → W		1
SUBLW	K	K - W → W	C, DC, Z	1
XORLW	K	W XOR K → 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

Figure 5

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 :
 - ✓ RP1 RP0 = 00 → Accès à la BANK 0 ;
 - ✓ RP1 RP0 = 01 → Accès à la BANK 1.

Q.1- Le rôle de la thermistance dans le système de chauffage électrique :

.....

Q.2- La grandeur physique d'entrée de la thermistance et les trois unités de mesure :

.....

.....

Q.3- La grandeur de sortie de la thermistance, son unité et l'appareil de mesure :

.....

.....

Q.4- La thermistance est un capteur :

Passif	Actif	Justification :
.....

Q.5- La variation de la résistance lorsque la température augmente, et le type de la thermistance :

.....

Q.6- Le capteur (sonde thermistance) est-il linéaire ? Justifier votre réponse.

.....

Q.7- La valeur de la résistance R_{10} qui correspond à la température $10\text{ }^{\circ}\text{C}$:

.....

Q.8- La valeur de la résistance R_{30} qui correspond à la température $30\text{ }^{\circ}\text{C}$:

.....

Q.9- Sensibilité S (en $\text{k}\Omega/^{\circ}\text{C}$) du capteur dans la plage comprise entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $30\text{ }^{\circ}\text{C}$:

.....

.....

Q.10- Les valeurs et les unités de a et b :

.....

Q.11- U_0 en fonction de U et U_T :

.....

Q.12- U_0 en fonction de l'intensité i et la résistance R :

.....

Q.13- U_T en fonction de l'intensité i et la résistance R_T :

.....

Q.14- Le courant i en fonction de U , R et R_T :

.....

Q.15- En déduire que $U_0 = [R/(R + R_T)] U$:

DREP 02

Q.16- Lorsque R_T baisse, U_0 diminue ou augmente ?

Diminue	Augmente	Justification :
.....

Q.17- L'évolution de la tension U_0 en fonction de la température T :

Q.18- Les valeurs de R_T et U_0 pour les températures 10°C , 25°C et 30°C :

T ($^\circ\text{C}$)	10	25	30
R_T ($\text{K}\Omega$)	10	.....
U_0 (V)

Q.19- La nature (*digitale* ou *analogique*) des entrées $RA0$, $RA1$, $RA2$ et $RA3$:

$RA0$:

$RA1$:

$RA2$:

$RA3$:

Q.20- Les mots en binaire et en hexadécimal à donner aux registres $TRISA$, $TRISB$ et $TRISC$:

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

Q.21- Les mots en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre $ADCON0$ et $ADCON1$:

Bit	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
ADCON0	0	0	...	.....
ADCON1	...	0	0	0	...	...	...	...	.....

Q.22- Le mot de configuration en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre $OPTION$:

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

Q.23- L'extrait du programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système :

DREP 03

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
	BCF STATUS, RP1	; Activer la page 1
	MOVWF TRISA CLRF TRISB	; Configuration PORTA ; Configuration PORTB ; Configuration PORTC
	MOVLW 0X07 MOVLW 0X0E MOVWF ADCON1	; Configuration TMRO ; Configuration ADCON1 ; Activer la page 0 ; Configuration ADCON0
	BCF PORTA, RB7 BCF PORTA, RB6	; Initialisation des sorties RB6 et RA7 et RA4 du ; système

Q.24- La nouvelle expression de N_T :

.....

Q.25- La valeur de quantum q du CAN (en mV) :

.....

Q.26- L'expression de V_{IN} en fonction de T :

.....

.....

Q.27- Montrer que $N_T = 51,15 \cdot T - 511,5$:

.....

.....

Q.28- Compléter le tableau :

T (°C)	....	....	30
V_{IN} (V)	0	....	....
N_T en décimal	....	511	....

Q.29- Le programme Assembleur du sous-programme *Acquisition_T*.

DREP 04

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
Acquisition_T	BCF ADCON0, CHS2	
	BCF ADCON0, CHS0	; sélection du canal 0 ; déclencher la conversion
Wait	BTFSC ADCON0, GO	; Attendre fin de conversion ; lecture du ADRESH ; Adr1_T ← W
	MOVF ADRESL,W MOVWF Adr2_T	; lecture du ADRESL ; Adr2_T ← W ; retour

Q.30- Le sous-programme *SP_Tempo1* :

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
SP_Tempo1	..... .....	; TMR0← val_T
.....	.....	; Si TOIF= 1 sauter une instruction
	GOTO TEST	; Boucle ; TOIF←0 ; retour

Q.31- La durée T_c d'un cycle machine :

.....

Q.32- La durée maximale de temporisation *tempo1_max* (en ms) :

.....

Q.33- La valeur *val_T* :

.....

Q.34- Le sous-programme *SP_Tempo1* sera répété :

.....

Q.35- Les lignes de déclarations des variables externes :

unsigned int CT;

// déclaration d'une entier non signé nommée CT.

.....

// déclaration d'une entier non signé nommée TT.

.....

// déclaration d'une variable réelle N égale 30.

.....

// déclaration d'une chaîne de 20 caractères nomme txt.

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

Void main (Void)

```
{
    TRISA=0X0F;           // configuration du Port A
    .....               // configuration du Port B
    .....               // configuration du Port C
    .....               // configuration du TMR0
    ADCON1=0X0E;         // configuration du CAN interne (registre ADCON1)
    .....               // configuration du CAN interne (registre ADCON0)
    PORTC.F0 =0;         //mise à 0 du bit RC0
    .....               //mise à 0 du bit RC1
    .....               //mise à 0 du bit RC2

while (true)
{
    if (RA1 == 1)
    {
        Acquisition_T();
        Affichage_LCD();
        if (TT > 30)
        {
            PORTC.F2 =0;           //arrêter_le_chauffage
            PORTC.F1 =1;           //allumer_LED
            PORTC.F0 =1;           //alarme_ON
            SP_Tempo ();
            PORTC.F1 =0;           //éteindre_LED
            PORTC.F0 =0;           //alarme_OFF
            .....
        }
        else
        {
            if (CT - 1 < TT && CT + 1 < TT)
                PORTC.F2 =0;       // arrêter_le chauffage
            else
                .....             //allumer_le_chauffage
        }
    }
    else
    {
        ..... //allumer_LED
        PORTC.F0 =1;               //alarme_ON
        SP_Tempo ();
        PORTC.F1 =0;               //éteindre_LED
        ..... //alarme_OFF
        SP_Tempo ();
    }
}
return ;
}
```

Q.37- Le courant minimal qui garde la fermeture d'un thyristor est appelé :

- Le courant de maintien Le courant d'amorçage
 Le courant d'accrochage Le courant de retournement

DREP 06

Q.38- Le triac est équivalent à :

- Une diode à quatre couches Un thyristor avec une électrode de gâchette
 Deux diacs en parallèle Deux thyristors connectés en tête-bêche

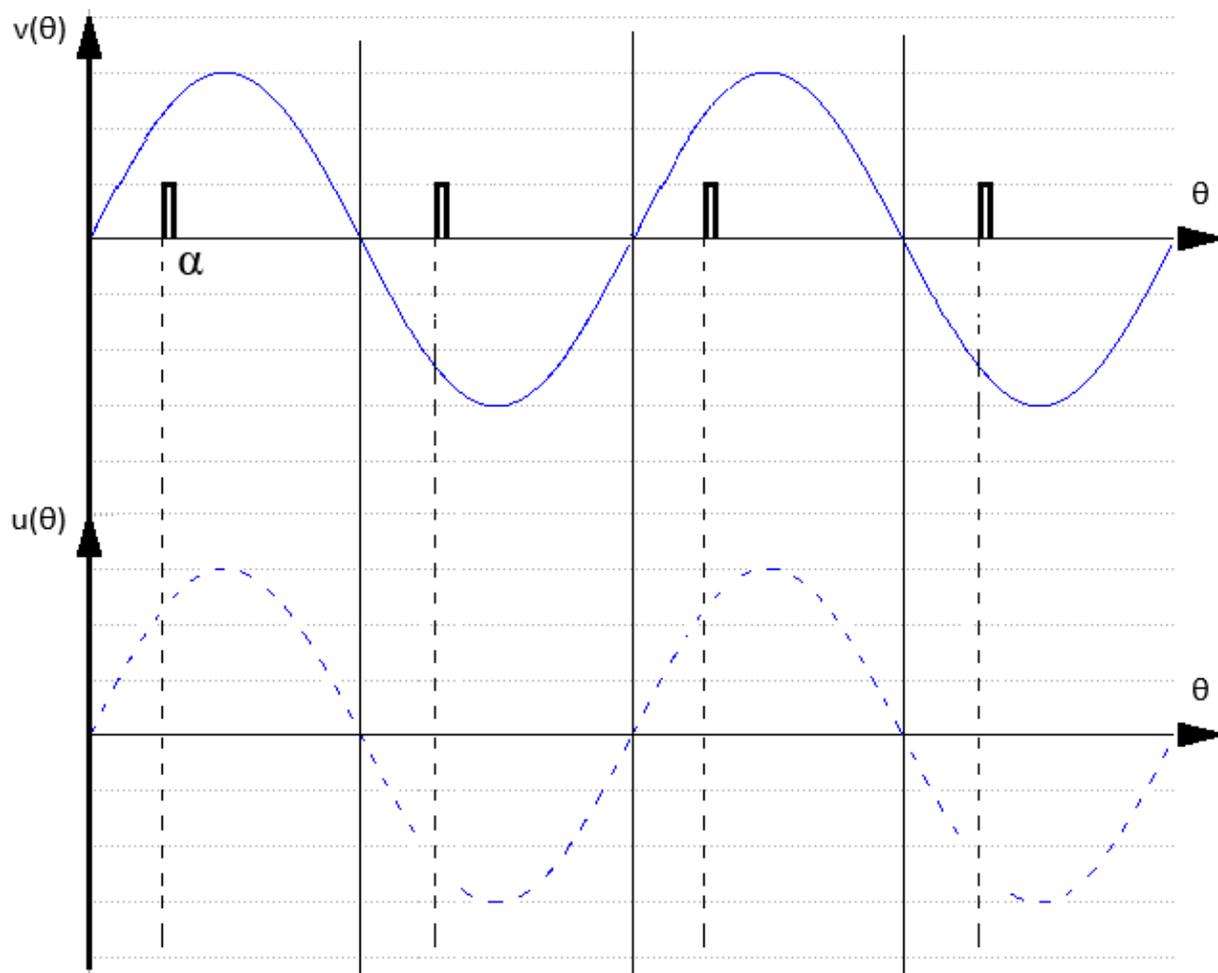
Q.39- Un thyristor est généralement fermé par :

- La tension de retournement Une commande de gâchette
 Un claquage Un courant de maintien

Q.40- Un gradateur est un convertisseur :

- Continu - continu Alternatif - continu
 Continu - alternatif Alternatif - alternatif

Q.41- L'évolution de $u(\theta)$:



Q.42- Compléter le tableau :

α (rad)	0	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{2}$
U (V)
$P = U^2/R$ (kw)

Q.43- Variation de la puissance P :

DREP 07

Q.44- Placer le numéro des termes suivants dans les cases appropriées :

1 Technologie 4.0

3 Diodes électroluminescentes organiques (DELO)

2 Métrologie

4 Microscope à effet tunnel

...	Fabriquées à partir de fines couches de molécules organiques qui peuvent être facilement déposées sur un substrat.
...	Science des mesurages et ses applications ; elle comprend tous les aspects théoriques et pratiques des mesurages, quels que soient l'incertitude de mesure et le domaine d'application.
...	Doté d'une sonde minuscule qui balaye une surface en vue de détecter des variations de courant entre cette dernière et les atomes à la surface.
...	Mise en place : (Des Usines intelligentes, de l'Internet des objets et des systèmes cyber physiques).

Q.45- Classement par ordre chronologique des étapes de fabrication des circuits intégrés :

Etape	Ordre
La diffusion des ions qui doivent être inclus pour doper le silicium (du phosphore pour un dopage de type n) dans les régions non recouvertes de résine.	...
La dissolution des régions non exposées de la résine.	...
Retrait de la résine pour obtenir le wafer structuré demandé.	...
L'envoi du rayonnement (ultraviolets) sur la résine.	...
Le dépôt de la résine sur le wafer.	...
La modulation du motif à réaliser.	3

Q.46- Afin de vérifier la fiabilité des composants on les fait subir aux différents essais :

Essais		
Essais sur le marquage	.....	.....

Q.47- Les procédés de gravure possibles qui permettent d'enlever de la matière dans des zones définies par la lithographie :

Procédés de gravure		
Gravure ionique réactive	.....	.....

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاستدراكية 2023

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPP

مخاض الإجابة

RR 216A

4h

مدة الإنجاز

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

المادة

10

المعامل

شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية

الشعبة أو المسلك

Eléments de correction

Q.1- Le rôle de la thermistance dans le système de chauffage électrique :

0,5 pt

Mesure la température

Q.2- La grandeur physique d'entrée de la thermistance et les trois unités de mesure.

1 pt (2 * 0,5 pt)

La Grandeur d'entrée : La température

Les unités de mesure $^{\circ}\text{C}$:degré Celsius $^{\circ}\text{F}$: degré fahrenheit $^{\circ}\text{K}$: degré kelvin.

Q.3- La grandeur de sortie de la thermistance, son unité ,et l'appareil de mesure :

1,5 pt (3 * 0,5 pt)

R : la résistance.

Unité de mesure ohm (Ω).

Appareil de mesure ohmmètre ou multimètre.

Q.4- La nature de la thermistance

1 pt (2 * 0,5 pt)

Passif	Actif	Justification : il a besoin d'une source d'alimentation pour fournir mesure ou la thermistance est un dipôle résistif.
X	

Q.5- La variation de la résistance lorsque la température augmente, et le type de la thermistance :

1 pt

La résistance diminue si la valeur de la température augmente , c'est une thermistance CTN

Q.6- Le capteur (sonde thermistance) est-il linéaire ? Justifier votre réponse :

1 pt

Le capteur est non linéaire car la courbe d'étalonnage n'est pas une droite

Q.7- La valeur de la résistance R_{10} qui correspond à la température 10°C :

1 pt

$R_{10} = 18,5 \text{ K}\Omega$

Q.8- La valeur de la résistance R_{30} qui correspond à la température 30°C :

1 pt

$R_{30} = 8,5 \text{ K}\Omega$

Q.9- Sensibilité du capteur dans la plage comprise entre 10°C et 30°C :

1 pt (2 * 0,5 pt)

$S = (R_{30} - R_{10}) / (30 - 10)$

$S = - 0,5 \text{ K}\Omega / ^{\circ}\text{C}$

Q.10- Les valeurs et les unités de a et b :

2 pts (2 * 1 pt)

$a = S = - 0,5 \text{ K}\Omega / ^{\circ}\text{C}$ $b = 23,5 \text{ k}\Omega$

Q.21- Les mots en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre **ADCON0** et **ADCON1**: **2 pts** (4 * 0,5 pt)

Bit	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
ADCON0	1	1	0	0	0	0	0	1	0xC1
ADCON1	0	0	0	0	1	1	1	0	0x0E

Q.22- Le mot de configuration en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre **OPTION** : **2 pts** (2 * 1 pt)

Bit	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
OPTION	0	0	0	0	0	1	1	1	0x07

Q.23- L'extrait du programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système : **4 pts** (8 * 0,5 pt)

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
	BCF STATUS, RP1	
	BSF STATUS, RP0	; Activer la page 1
	MOVLW 0X0F	
	MOVWF TRISA	; Configuration PORTA
	CLRF TRISB	; Configuration PORTB
	CLRF TRISC	; Configuration PORTC
	MOVLW 0X07	
	MOVWF OPTION	; Configuration TMR0
	MOVLW 0X0E	
	MOVWF ADCON1	; Configuration ADCON1
	BCF STATUS, RP0	; Activer la page 0
	MOVLW 0XC1	
	MOVWF ADCON0	; Configuration ADCON0
	BCF PORTA, RB7	
	BCF PORTA, RB6	; Initialisation des sorties RB6 et RA7 et RA4 du système
	BCF PORTB, RA4	

Q.24- La nouvelle expression de N_T :

$$N_T = \frac{1023}{5} \cdot V_{IN}$$

1 pt

Q.25- La valeur de quantum q du CAN (en mV) :

$$q = \frac{5}{1023} = 4,88 \text{ mV}$$

1 pt

Q.26- L'expression de V_{IN} en fonction de T :

2 pts

$$V_{IN} = 0,25.T - 2,5$$

Q.27- Montrer que $N_T = 51,15.T - 511,5$:

1 pt

$$N_T = \frac{1023}{5} \cdot V_{IN} = \frac{1023}{5} \cdot (0,25.T - 2,5) = 51,15.T - 511,5$$

Q.28- Compléter le tableau :

1,5 pt (6 * 0,25 pt)

T (°C)	10	19,99	30
V_{IN} (V)	0	2,5	5
N_T en décimal	0	511	1023

Q.29- Le programme Assembleur du sous-programme `Acquisition_T` :

3 pts (6 * 0,5 pt)

Label	instruction	Commentaire
Acquisition_T Wait	BCF ADCON0, CHS2	
	BCF ADCON0, CHS1	
	BCF ADCON0, CHS0	; sélection du canal 0
	BSF ADCON0, GO	; déclencher la conversion
	BTFSC ADCON0, GO	
	Go to Wait	; Attendre fin de conversion
	MOVF ADRESH,W	; lecture du ADRESH
	MOVWF Adr1_T	; $Adr1_T \leftarrow W$
	MOVF ADRESL,W	; lecture du ADRESL
	MOVWF Adr2_T	; $Adr2_T \leftarrow W$
RETURN	; retour	

Q.30- Le sous-programme `SP_Tempo1` :

3 pts (6 * 0,5 pt)

Label	instruction	Commentaire
SP_Tempo1 TEST	MOVLW val_T	
	MOVWF TMR0	; $TMR0 \leftarrow val_T$
	BTFSS INTCON,T0IF	; Si T0IF= 1 sauter une instruction
	GOTO TEST	; Boucle
	BCF INTCON,T0IF	; $T0IF \leftarrow 0$
RETURN	; retour	

Q.31- La durée T_c d'un cycle machine :

1 pt

$$T_c = \frac{1}{f_c} = \frac{4}{f_{osc}} = 1\mu s$$

Q.32- La durée maximale de temporisation $tempo1_max$ (en ms) :

1 pt

$$N_p = 256 \quad val_T = 0 \quad tempo1_max = 65,536 ms$$

Q.33- La valeur val_T :

1 pt

$$val_T = 256 - \frac{tempo1}{N_p \cdot T_c} = 12$$

Q.34- Le sous-programme SP_Tempo1 sera répété :

1,5 pt

$$\frac{0,5 s}{62,5 ms} = 8 \text{ fois}$$

Q.35- Les lignes de déclarations des variables externes :

1,5 pt (3 * 0,5 pt)

```

unsigned int CT;           // déclaration d'un entier non signé nommée CT.
unsigned int TT;         // déclaration d'un entier non signé nommée TT.
float N = 30 ;            // déclaration d'une variable réelle N égale 30.
Char txt[20] ;          // déclaration d'une chaîne de 20 caractères nommée txt.

```

Q.36- Les lignes de la fonction principale relative à l'organigramme de fonctionnement : 5 pts (10 * 0,5 pt)

Void main (Void)

```

{
    TRISA=0X0F;           // configuration du Port A
    TRISB=0X00;         // configuration du Port B
    TRISC=0X00;         // configuration du Port C
    OPTION=0X07;        // configuration du TMR0
    ADCON1=0X0E;        // configuration du CAN interne (registre ADCON1)
    ADCON0=0XC1;        // configuration du CAN interne (registre ADCON0)
    PORTC.F0 =0;         //mise à 0 du bit RC0
    PORTC.F1 =0;         //mise à 0 du bit RC1
    PORTC.F2 =0;         //mise à 0 du bit RC2

    while (true)
    {
        if (RA1 == 1)
        {
            Acquisition_T();
            Affichage_LCD();
            if (TT > 30)
            {
                PORTC.F2 =0;           //arreter_le_chauffage
                PORTC.F1 =1;           //allumer_LED
                PORTC.F0 =1;           //alarme_ON
                SP_Tempo ();
                PORTC.F1 =1;           //eteindre_LED
                PORTC.F0 =1;           //alarme_OFF
                SP_Tempo ();
            }
        }
    }
}

```

```

else
{
if (CT - 1 < TT && CT + 1 < TT)
PORTC.F2 =0; // arrêter _le chauffage
else
PORTC.F2 =1; //allumer_le_chauffage
}
}
else
{
PORTC.F1 =1; //allumer_LED
PORTC.F0 =1; //alarme_ON
SP_Tempo ();
PORTC.F1 =0; //eteindre_LED
PORTC.F0 =0; //alarme_OFF
SP_Tempo ();
}
}
return ;
}

```

Q.37- Le courant minimal qui garde la fermeture d'un thyristor est appelé :

1 pt

- Le courant de maintien Le courant d'amorçage
 Le courant d'accrochage Le courant de retournement

Q.38- Le triac est équivalent à :

1 pt

- Une diode à quatre couches Un thyristor avec une électrode de gâchette
 Deux diacs en parallèle Deux thyristors connectés en tête-bêche

Q.39- Un thyristor est généralement fermé par :

1 pt

- Une tension de retournement Une commande de gâchette
 Un claquage Un courant de maintien

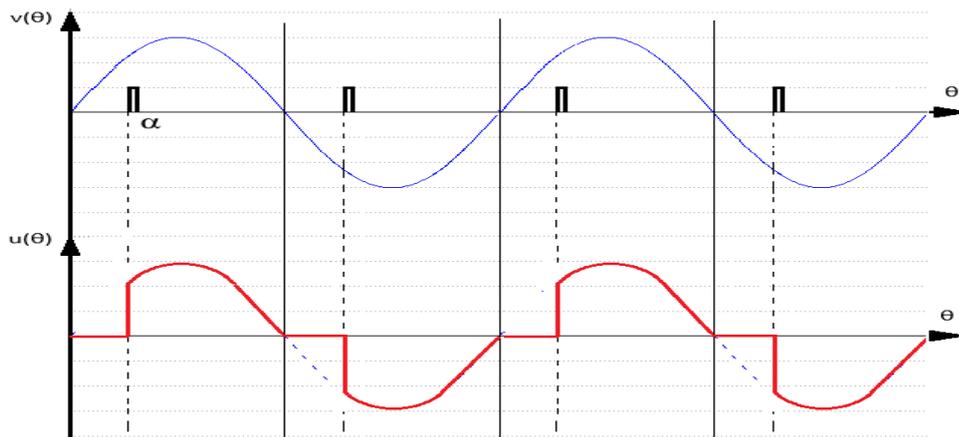
Q.40- Un gradateur est un convertisseur :

1 pt

- Continu - continu Alternatif - continu
 Continu - alternatif Alternatif - alternatif

Q.41- L'évolution de $u(\Theta)$:

2 pts



Q.42- Compléter le tableau :

1,5 pt (6 * 0,25 pt)

α (rad)	0	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{2}$
U (V)	220	209,77	155,56
$P = U^2/R$ (kw)	4,84	4,4	2,41

Q.43- La variation de la puissance P :

1 pt

Plus α augmente plus la puissance P diminue

Q.44- Placer le numéro des termes suivants dans les cases appropriées :

1 pt (4 * 0,25 pt)

1 Technologie 4.0	3 Diodes électroluminescentes organiques (DELO)
2 Métrologie	4 Microscope à effet tunnel

3	Fabriquées à partir de fines couches de molécules organiques qui peuvent être facilement déposées sur un substrat.
2	Science des mesurages et ses applications ; elle comprend tous les aspects théoriques et pratiques des mesurages, quels que soient l'incertitude de mesure et le domaine d'application.
4	Doté d'une sonde minuscule qui balaye une surface en vue de détecter des variations de courant entre cette dernière et les atomes à la surface.
1	Mise en place : (Des Usines intelligentes, de l'Internet des objets et des systèmes cyber physiques).

Q.45- Classement par ordre chronologique des étapes de fabrication des circuits intégrés : **1 pt**

Etape	Ordre
La diffusion des ions qui doivent être inclus pour doper le silicium (du phosphore pour un dopage de type n) dans les régions non recouvertes de résine.	5
La dissolution des régions non exposées de la résine.	4
Retrait de la résine pour obtenir le wafer structuré demandé.	6
L'envoi du rayonnement (ultraviolets) sur la résine.	2
Le dépôt de la résine sur le wafer.	1
La modulation du motif à réaliser.	3

Q.46- Afin de vérifier la fiabilité des composants on les fait subir aux différents essais : **1 pt** (2 * 0,5 pt)

Essais		
Essais sur le marquage	Essai à la bulle	Essai d'étanchéité

Q.47- Les procédés de gravure possibles qui permettent d'enlever de la matière dans des zones définies par la lithographie :

1 pt (2 * 0,5 pt)

Procédés de gravure		
Gravure ionique réactive	Gravure humide	Gravure sèche