

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2022
- الموضوع -

PPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

NS 216A

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

4h	مدة الإنجاز	اختبار توليقي في المواد المهنية - الجزء الأول	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك النظم الإلكترونية والرقمية	الشعبة أو المسلك

☞ Le sujet comporte au total 17 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 02 à 07 : Socle du sujet (Couleur Verte).
- Pages 08 à 12 : Documents ressources portant la mention DRES XX (Couleur Rose).
- Pages 13 à 17 : Documents réponses portant la mention DREP XX (Couleur Blanche).

Le sujet comporte 2 parties :

A/ Etude d'un système : Serre automatisée (65 points)

B/ Notions sur la micro-électronique et la nanotechnologie..... (5 points)

Les deux parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

La numérotation des questions est continue : de la question 1 (Q1) à la question 43 (Q43).

☞ Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses : DREP XX.

☞ Les pages portant en haut la mention « DREP XX » (Couleur Blanche) 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.

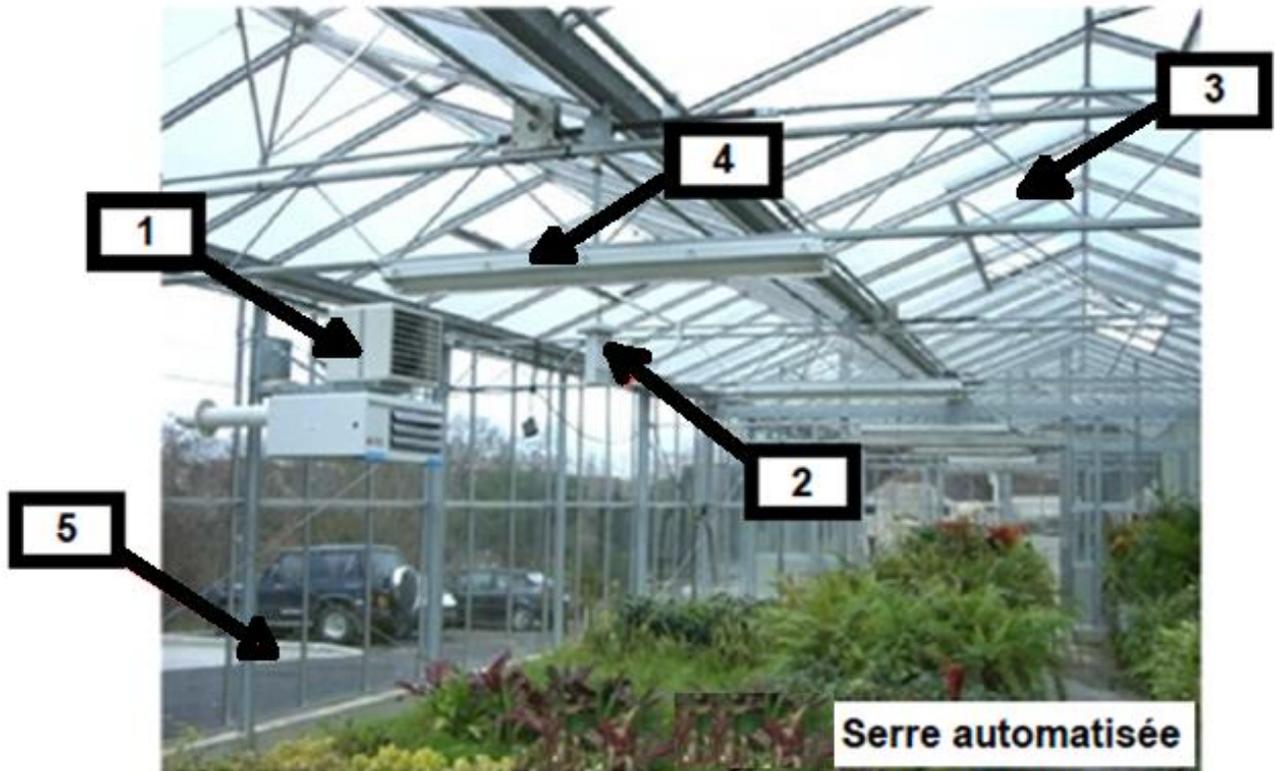


A/ Etude d'un système : Serre automatisée / 65 points

I) INTRODUCTION

Une serre constitue un espace sécurisé pour les plantes en les protégeant des multiples agressions extérieures : le froid, le gel, le vent, les insectes parasites, la pollution, etc. Mais une serre a également pour fonction de reconstituer un climat adapté en gérant et régulant de nombreux paramètres afin d'assurer une croissance idéale aux plantes.

II) DESCRIPTION DU SYSTEME



La serre automatisée (voir figure ci-dessus) est composée essentiellement des composants suivants :

1. Un aérotherme (chauffage) ;
2. Une sonde de température ;
3. Des lucarnes (trappes d'aération) ;
4. Des éclairages ;
5. Des structures et vitrages.

Les fonctions assurées dans cette serre automatisée sont :

- ✓ **Fonction aération** : La lucarne sur la toiture de la serre est une trappe automatisée ayant pour fonction d'aérer la serre en cas de fortes températures, en se servant d'un extracteur (ventilateur) pour forcer l'aération ;
- ✓ **Fonction chauffage** : Afin de faire germer des graines, il faut assurer une température idéale de germination à l'intérieur de la serre. Le chauffage est assuré par un aérotherme électrique, servant à chauffer un espace spécifique. Il est formé de résistances chauffantes et d'un ventilateur. La mesure de la température est assurée par un capteur à semi-conducteur **LM335** (voir document **DRES 01**) ;



- ✓ **Fonction arrosage :** Afin d'obtenir un taux d'humidité adapté à la plante, il faut un arrosage adapté. Un capteur d'humidité (voir Figure ci-contre), planté dans la terre, mesure la quantité d'eau présente et l'envoie à une carte à microcontrôleur qui déclenche l'arrosage par une pompe en cas de besoin ;
- ✓ **Fonction ensoleillement :** La lumière est un facteur déterminant de la productivité agricole. La serre est équipée d'un capteur résistif **LDR** (photorésistance) dont la résistance varie en fonction de l'intensité lumineuse (voir Figure ci-contre).



III) SITUATIONS D'EVALUATION

L'étude du système portera sur le capteur de la lumière, le capteur de la température et le traitement de ces deux grandeurs et sur le régulateur de la tension.

1- ACQUISITION ET CONDITIONNEMENT / 24 points

1.1. Capteur de lumière (Voir document ressource DRES 01)

- Q1.** Quel est le rôle de la photorésistance dans la serre ? **1 pt**
- Q2.** Quelle est la grandeur physique à l'entrée de la photorésistance ? Quelle est son unité ? Quel appareil de mesure permet de mesurer sa valeur ? **1 pt**
- Q3.** Quelle est la grandeur physique de sortie de la photorésistance ? Quelle est son unité ? Quel appareil de mesure permet de mesurer sa valeur ? **1 pt**
- Q4.** La photorésistance est-elle un capteur actif ou passif ? (Justifier votre réponse). **1 pt**
- Q5.** Comment varie la valeur de la résistance de la photorésistance lorsque la valeur de l'éclairement augmente ? **1 pt**
- Q6.** Donner l'expression de la sensibilité **S** en fonction de ΔE_c (variation de l'éclairement) et ΔR (variation de la résistance). **1 pt**

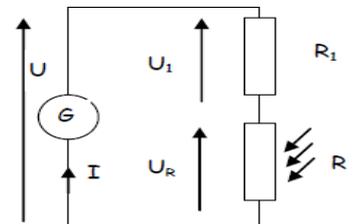
Le tableau suivant représente quelques relevés de la résistance en fonction de l'éclairement :

E_c (en Lx)	100	400	1200	1800	2000	2800
R (en Ω)	800	500	280	225	200	180

- Q7.** Déterminer la sensibilité de la photorésistance : **2 pts**
- **S₁**, pour un éclairement **E_c** fort entre **1200** et **2800 lx** ;
 - **S₂**, pour un éclairement **E_c** faible entre **100** et **1200 lx**.

- Q8.** La photorésistance est-elle un capteur linéaire ou non linéaire ? (Justifier votre réponse). **1 pt**

La luminosité convertie en résistance est acquise à l'aide d'une carte à microcontrôleur à travers une entrée analogique. On utilise le pont diviseur de tension comme circuit de conditionnement donné ci-contre : Avec **R₁ = 1 kΩ** et **U = 5 V**.



- Q9.** Donner l'expression de **U_R** en fonction de **R**, **R₁** et **U**. **1 pt**
- Q10.** Calculer la valeur de **U_R** pour différents éclairements **E_c** : **100 lx**, **1200 lx** et **2800 lx**. **1,5 pt**
- Q11.** Comment évolue la tension **U_R** en fonction de l'éclairement (croissante ou décroissante) ? **0,5 pt**

1.2. Capteur de température. (Voir document ressource DRES 01)

La mesure de la température **T** est réalisée à l'aide d'un capteur de température **LM335**. Ce capteur fournit une tension **V_T** de **2,73 V** à **0°C** et **3,73 V** à **100 °C**. Sa réponse est linéaire entre **0 °C** et **100 °C**.

- Q12.** Ce capteur est-il actif ou passif ? Justifier votre réponse. **1 pt**
- Q13.** Déterminer la sensibilité **S** (en **mV/°C**) de ce capteur dans l'intervalle **[0°C ; 100 °C]**. **1 pt**

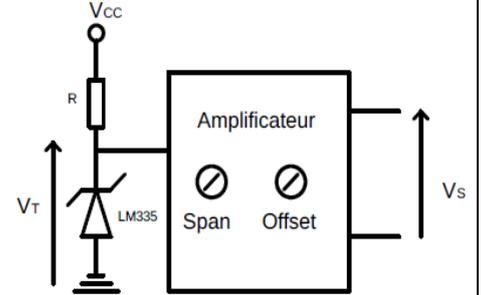


Q14. Etablir la relation entre la tension de sortie V_T du capteur et la température T . **1,5 pt**

Q15. Le seuil maximal de température pour la serre est $30\text{ }^\circ\text{C}$. Donner pour cette température la valeur de la tension V_T fournie par le capteur. **1 pt**

Q16. Quelle température T correspondant à une tension de sortie de $2,93\text{ V}$? **1,5 pt**

La carte d'acquisition de données comporte un conditionneur qui permet d'obtenir une tension proportionnelle à la température, le conditionneur transforme la plage de tension [$2,73\text{ V}$; $3,73\text{ V}$] fournie par le capteur de température **LM335**, en une plage de tension [0 V ; 5 V] voir figure ci-contre :



Q17. Donner le rôle de l'amplificateur. **1 pt**

Q18. Exprimer la tension de sortie V_s en fonction de la tension d'entrée V_T . **2 pts**

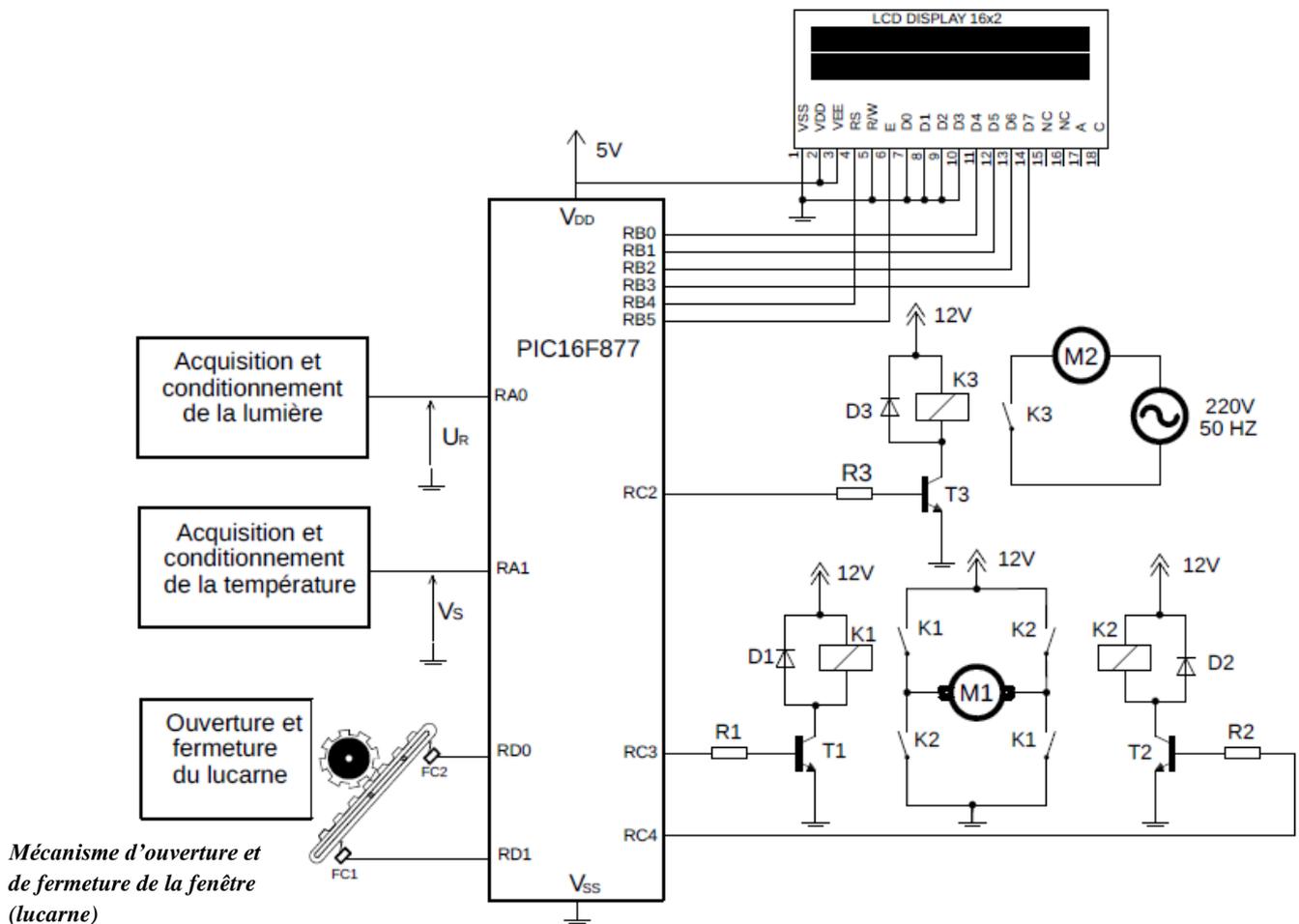
Q19. Donner le gain et l'offset de cet amplificateur. **1 pt**

Q20. Donner le rôle du réglage **OFFSET**. **1 pt**

Q21. Donner le rôle du réglage **SPAN**. **1 pt**

2- CHAINE DE TRAITEMENT ET D'AFFICHAGE / 35 points

Le schéma d'acquisition et de commande par microcontrôleur est donné ci-dessous.



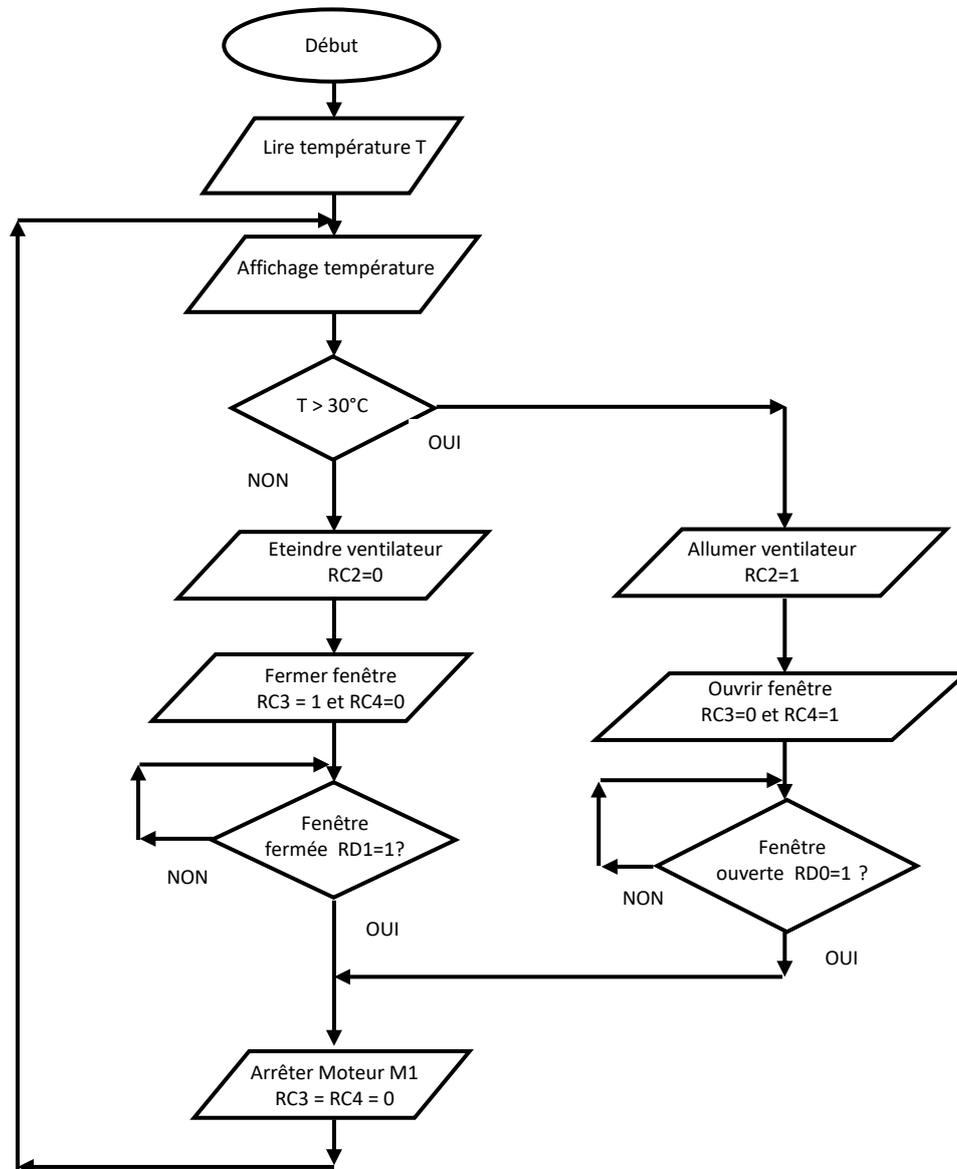


Ce schéma permet :

- ✓ L'acquisition des grandeurs physiques (température et niveau d'éclairage) ;
- ✓ La commande de l'ouverture et de la fermeture de la fenêtre (lucarne) par la commande du moteur **M1**, permettant d'entraîner le mécanisme associé (voir schéma ci-dessus), via les sorties **RC3** et **RC4** ;
- ✓ La lecture des états des capteurs de fin de course **FC1** et **FC2** via les entrées **RD0** et **RD1** ;
- ✓ La mise en marche de l'extracteur pour l'aération en utilisant la sortie **RC2** pour la commande du moteur **M2** ;
- ✓ La commande de l'afficheur **LCD 2x16** pour l'affichage de la température et autres informations ;
- ✓ Le contrôle de la température dans la serre selon l'organigramme donné ci-dessous.

L'étude sera limitée dans cette partie à l'acquisition de la température et à la commande de la fenêtre (lucarne).

Organigramme du contrôle de la température :



2.1. Numérisation du signal Vs à l'entrée du microcontrôleur :

Le CAN du microcontrôleur (voir document ressource **DRES 04**) fonctionne sur **10** bits et utilise une tension pleine échelle de **5 V**.

Q22. Déduire de ces caractéristiques, le nombre d'états possibles N_E à la sortie du CAN. **2 pts**

Q23. En déduire les valeurs limites du nombre **décimal** N à la sortie du CAN. **2 pts**



La tension analogique V_s à la sortie de l'amplificateur est introduite à l'entrée du convertisseur CAN du

microcontrôleur **PIC 16F877** à travers l'entrée **RA1**.

Sachant que la tension V_s peut s'écrire :

$$V_s = (5/100) \cdot T = (5/1023) \cdot N$$

Avec :

T : température en °C pour l'intervalle [0°C ; 100°C] ;

N est l'équivalent en décimal de la tension V_s .

Q24. Exprimer le nombre **N** en fonction de la température **T**. **1 pt**

Q25. Compléter le tableau par les valeurs de **T**, V_s et **N** correspondantes. **4,5 pts**

2.2. Configuration des registres du PIC 16F877 et programmation : en utilisant les documents DRES 02 à DRES 05

Q26. Déterminer les valeurs en **binaire** et en **hexadécimal** à donner aux registres **TRISD** et **TRISC** (les bits non utilisés sont **mis à 1**). **3 pts**

Q27. Compléter le programme assembleur permettant la configuration des ports (**port D** et **port C** du **PIC 16F877**). **3 pts**

Q28. On désire configurer les entrées **RA0**, **RA1**, **RA2**, **RA3** et **RA5** du port **A** comme **entrées analogiques**, en s'aidant du document ressource **DRES 04**, déterminer les valeurs possibles en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre **ADCON1** en prenant le bit **B7** égal à **1** et les bits non utilisés égaux à zéro. **4,5 pts**

Q29. Compléter le programme en MikroC permettant la connexion de l'afficheur **LCD 2x16**. **3 pts**

Q30. Compléter la déclaration des variables en MikroC. **2 pts**

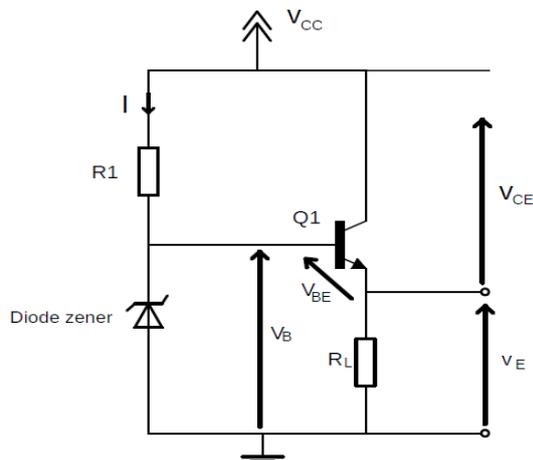
Q31. Compléter le programme en MikroC correspondant à la fonction « **Affichage de la température** ». **4 pts**

Q32. Compléter le programme du contrôle de la température en MikroC traduisant l'organigramme de la **page 5**. **6 pts**

3- CIRCUIT DE PUISSANCE / 6 points

La carte d'acquisition est dotée d'un régulateur de tension à base de composants discrets (voir schéma ci-dessous) :

La tension d'entrée V_{CC} est fournie par un transformateur suivi d'un pont de diodes et d'une capacité. Cette tension présente une valeur moyenne $V_{CC} = 12 \text{ V}$.



Les Composants du régulateur sont :
R1 = 180 Ω,
Le transistor Q1 : $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$, $P_{max} = 10 \text{ W}$.
La diode Zener : $V_Z = 5,6 \text{ V}$.



Q33. Donner le rôle du régulateur de tension. **0,5 pt**

Q34. Si la diode Zener est passante, quelle est la tension à ses bornes ? **0,5 pt**

Q35. Calculer la valeur du courant I qui circule dans R_1 . **1 pt**

Q36. Calculer la valeur de la tension de sortie V_E . **1 pt**

Q37. Déterminer la valeur de la tension V_{CE} . **1 pt**

Q38. En négligeant la puissance dissipée dans la base ($I_B \cdot V_{BE}$), déterminer le courant I_{Lmax} dans la résistance R_L . En déduire la valeur minimale R_{Lmin} de R_L permettant d'obtenir I_{Lmax} . **2 pts**

B/ Micro-électronique et nanotechnologie / 5 points

Cocher la bonne réponse :

Q39. La machine à vapeur consomme : **1 pt**

- Du pétrole
- De l'électricité
- Du charbon

Q40. L'électricité, le pétrole, le moteur à explosion, les progrès de la métallurgie de l'acier et de l'aluminium vont avec : **1 pt**

- La première révolution industrielle
- La seconde révolution industrielle
- La troisième révolution industrielle
- La quatrième révolution industrielle

Q41. La première révolution industrielle est le temps : **1 pt**

- Du charbon, du moteur à vapeur et des progrès de l'industrie textile et de la métallurgie du fer
- De l'électricité, du pétrole, du moteur à explosion, des progrès de la métallurgie de l'acier et de l'aluminium
- Du nucléaire, de l'énergie solaire et des progrès dans les matériaux venus de l'espace

Q42. Le semi-conducteur le plus utilisé est : **1 pt**

- Le phosphore d'aluminium
- Le gallium
- Le germanium
- Le silicium

Q43. La fusion d'un électron libre et d'un trou s'appelle : **1 pt**

- Une liaison de covalence
- La durée de vie
- Une recombinaison
- L'énergie thermique

DRES 01

Capteur de lumière

1. La photorésistance

Une photorésistance est un composant électronique dont la résistance dépend du flux lumineux qu'elle reçoit d'une source de lumière. Elle se nomme aussi LDR (Light-Dependent Resistor) voir figure 1.

La partie sensible du capteur est une piste de sulfure de cadmium en forme de serpent : l'énergie lumineuse reçue déclenche une augmentation de porteurs de charges libres dans ce matériau, de sorte que sa résistance électrique évolue.

Son symbole normalisé est le suivant :

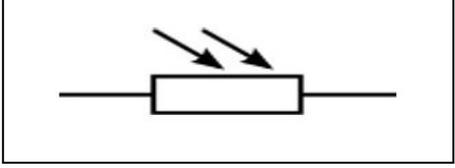


Figure 2

On utilise principalement la photorésistance pour mesurer l'intensité lumineuse, qui s'exprime en **lux**. Le lux est une unité de mesure de l'éclairement lumineux. Son symbole est « **lx** ». Il caractérise l'intensité lumineuse reçue sur une surface.

L'appareil de mesure de l'intensité lumineuse est appelé **luxmètre** voir figure 3.



Figure 3

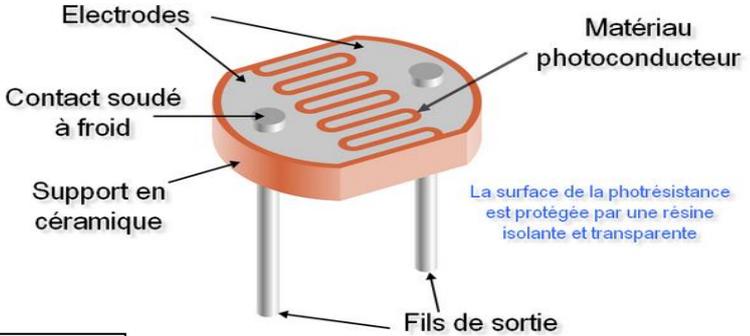
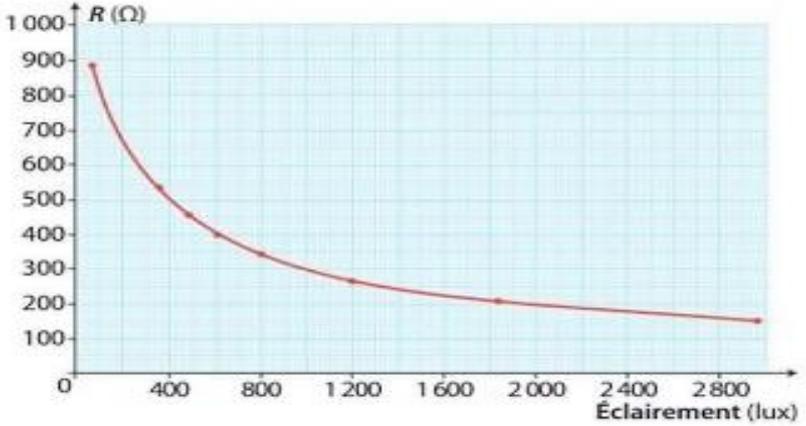


Figure 1

Courbe d'étalonnage de la photorésistance

La mesure de la résistance **R** d'une photorésistance en faisant varier l'éclairement **E_c**, a permis de relever différentes valeurs de résistances pour différents flux lumineux mesurés à l'aide d'un luxmètre. La courbe d'étalonnage obtenue est représentée ci-contre.

De cette courbe, on déduit aisément que plus l'intensité lumineuse est grande, plus la résistance du capteur est faible.



Capteur de température LM335

Le **LM335** est un circuit intégré calibré en usine pour être utilisé comme capteur de température de précision. Sa tension de sortie **V_T** est proportionnelle à la température exprimée en degré °K. Plus exactement, la tension de sortie **V_T** augmente de **10 mV** chaque fois que la température augmente de **1° K**, selon les données fournies par le constructeur.

La plage de mesure de la température est de : -55 °C à +150 °C.

La valeur de **0 °C** correspond à **273 °K**. A cette température, la tension délivrée par le capteur est donc de **2,73 V**. A **100 °C**, soit **373 °K**, le **LM335** délivre **3,73 V**.

Le **LM335** possède **3 pins** voir figure 4.

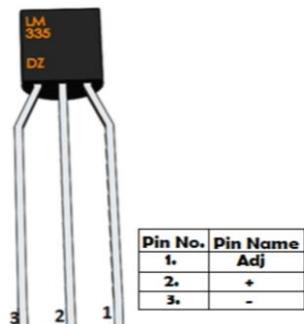


Figure 4



Jeu d'instructions du microcontrôleur 16F877

DRES 02

1. Jeu d'instructions :

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode				Status Affected	
			MSb		LSb			
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C, DC, Z
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	lfff	ffff	Z
CLRWF	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z
DECF	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff	
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff	
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	lfff	ffff	
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xx0	0000	
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C, DC, Z
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff	
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z
BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff	
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff	
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb	bfff	ffff	
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb	bfff	ffff	
LITERAL AND CONTROL OPERATIONS								
ADDLW	k	Add Literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
ANDLW	k	AND Literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z
CALL	k	Call Subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk	
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	TO,PD
GOTO	k	Go to Address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk	
IORLW	k	Inclusive OR Literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z
MOVLW	k	Move Literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk	
RETFIE	-	Return from Interrupt	2	00	0000	0000	1001	
RETLW	k	Return with Literal in W	2	11	01xx	kkkk	kkkk	
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000	
SLEEP	-	Go into Standby mode	1	00	0000	0110	0011	TO,PD
SUBLW	k	Subtract W from Literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z
XORLW	k	Exclusive OR Literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z

2. Configuration des PORTS :

Tous les ports sont pilotés par deux registres :

- Le registre de **PORTx**, si le **PORTx** ou certaines lignes de **PORTx** sont configurées en sortie, ce registre détermine l'état logique des sorties ;
- 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 **BANQUE 1** des **SFR**. Lors de l'initialisation du μC il ne faut pas oublier de changer de page mémoire pour les configurer.

Pour accéder aux banques mémoire, on utilise le bit **RP0** et le bit **RP1** (5^{ème} et 6^{ème} bit du registre STATUS).



Plan mémoire du 16F876A/16F877A

Le plan mémoire des données et des registres internes est découpé en 4 zones ou Bank de 128 octets, pour accéder à une zone il faut positionner les bits **RP₀ (bit 5)** et **RP₁ (bit 6)** du registre **STATUS**.

RP ₁ : RP ₀	BANK sélectionnée
00	Bank 0 de 000 _H à 07F _H
01	Bank 1 de 080 _H à 0FF _H
10	Bank 2 de 100 _H à 17F _H
11	Bank 3 de 180 _H à 1FF _H

Indirect Addr		Indirect Addr		Indirect Addr		Indirect Addr	
000 _H	000 _H	080 _H	080 _H	100 _H	100 _H	180 _H	180 _H
TMRO	001 _H	OPTION_REG	081 _H	TMRO	101 _H	OPTION_REG	181 _H
PCL	002 _H	PCL	082 _H	PCL	102 _H	PCL	182 _H
STATUS	003 _H	STATUS	083 _H	STATUS	103 _H	STATUS	183 _H
FSR	004 _H	FSR	084 _H	FSR	104 _H	FSR	184 _H
PORTA	005 _H	TRISA	085 _H		105 _H		185 _H
PORTB	006 _H	TRISB	086 _H	PORTB	106 _H	TRISB	186 _H
PORTC	007 _H	TRISC	087 _H		107 _H		187 _H
PORTD ⁽¹⁾	008 _H	TRISD ⁽²⁾	088 _H		108 _H		188 _H
PORTE ⁽¹⁾	009 _H	TRISE ⁽¹⁾	089 _H		109 _H		189 _H
PCLATCH	00A _H	PCLATCH	08A _H	PCLATCH	10A _H	PCLATCH	18A _H
INTCON	00B _H	INTCON	08B _H	INTCON	10B _H	INTCON	18B _H
PIR1	00C _H	PIE1	08C _H	EEDATA	10C _H	EECON1	18C _H
PIR2	00D _H	PIE2	08D _H	EEADR	10D _H	EECON2	18D _H
TMR1L	00E _H	PCON	08E _H	EEDATH	10E _H	Reserved ⁽²⁾	18E _H
TMR1H	00F _H		08F _H	EEADRH	10F _H	Reserved ⁽²⁾	18F _H
T1CON	010 _H		090 _H		110 _H		190 _H
TMR2	011 _H	SSPCON2	091 _H		111 _H		191 _H
T2CON	012 _H	PR2	092 _H		112 _H		192 _H
SSPBUF	013 _H	SSPADD	093 _H		113 _H		193 _H
SSPCON	014 _H	SSPSTAT	094 _H		114 _H		194 _H
CCPR1L	015 _H		095 _H		115 _H		195 _H
CCPR1H	016 _H		096 _H		116 _H		196 _H
CCP1CON	017 _H		097 _H	General Purpose Register 16 Bytes	117 _H	General Purpose Register 16 Bytes	197 _H
RCSTA	018 _H	TXSTA	098 _H		118 _H		198 _H
TXREG	019 _H	SPBRG	099 _H		119 _H		199 _H
RCREG	01A _H		09A _H		11A _H		19A _H
CCPR2L	01B _H		09B _H		11B _H		19B _H
CCPR2H	01C _H	CMCON	09C _H		11C _H		19C _H
CCP2CON	01D _H	CVRCON	09D _H		11D _H		19D _H
ADRESH	01E _H	ADRESL	09E _H		11E _H		19E _H
ADCON0	01F _H	ADCON1	09F _H		11F _H		19F _H
	020 _H		0A0 _H		120 _H		1A0 _H
General Purpose Register		General Purpose Register 80 Bytes		General Purpose Register 80 Bytes		General Purpose Register 80 Bytes	
96 Bytes			0EF _H		16F _H		1EF _H
		Accesses 070 _H –07F _H	0F0 _H	Accesses 070 _H –07F _H	170 _H	Accesses 070 _H –07F _H	1F0 _H
			0FF _H		17F _H		1FF _H
BANK 0		BANK 1		BANK 2		BANK 3	

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876A.

2: These registers are reserved; maintain these registers clear.



Caractéristiques du CAN interne des PIC 16F87XA

DRES 04

1. Présentation :

Il s'agit d'un convertisseur A/N 10 bits à 8 entrées. Les 5 premiers sont sur le PORTA en RA₀, RA₁, RA₂, RA₃ et RA₅. Les 3 entrées supplémentaires sont sur le PORTE en RE₀, RE₁, RE₂. Les tensions de références haute et basse peuvent être choisies par programmation comme suit :

- V_{REF+} peut être V_{DD} ou la broche RA₃ ;
- V_{REF-} peut être V_{SS} ou la broche RA₂.

Ce module convertisseur A/N utilise 4 registres qui sont :

- ADRESH en BANK 0 : MSB des 10 bits résultat ;
- ADRESL en BANK 1 : LSB des 10 bits résultat ;
- ADCON0 en BANK 0 : registre de contrôle n°0 du module CAN ;
- ADCON1 en BANK 1 : registre de contrôle n°1 du module CAN.

Une conversion commence toujours par la mise à 1 du bit GO/DONE du registre ADCON0. Lorsque la conversion est terminée ce bit repasse à 0. La valeur résultante N de la conversion est le contenu de ADRESH : ADRESL est égale à :

$$N = \frac{V_{IN} - V_{REF-}}{V_{REF+} - V_{REF-}} \cdot 1023$$

$$\text{Si } V_{REF+} = V_{DD} = 5V \text{ et } V_{REF-} = V_{SS} = 0V$$

$$\text{Alors : } N = 1023 \cdot \frac{V_{IN}}{5}$$

2. Le Registre ADCON1 :

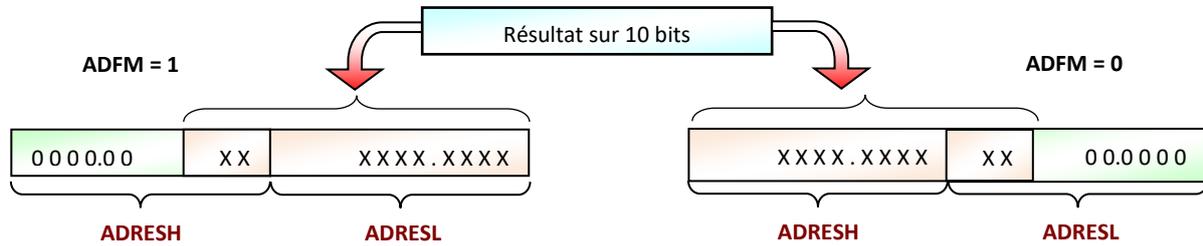
La configuration de ce registre ne dispense pas de configurer les registres de directions des PORTA et PORTE respectivement TRISA et TRISE.

ADFM	ADCS2	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
------	-------	---	---	-------	-------	-------	-------

BIT 7 : ADFM - A/D Result Format Select bit -

Ce bit permet de choisir le type de la justification

ADFM = 1 : Le résultat sera justifié à droite ;
ADFM = 0 : Le résultat sera justifié à gauche.



BIT 6 : ADCS1, ADCS0 - A/D Conversion Clock Select – (voir BIT 7-6 de ADCON0)

BIT 3..0 : PCFG 3..0 - A/D Port Configuration Control bits –

Ces 4 bits permettent de choisir une configuration parmi les 16 proposées :

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

A : Analog

D : Digital



Quelques variables et fonctions sous MIKROC

Variables		
unsigned short int	Sur 8 bits	0 à 255
unsigned int	Sur 16 bits	0 à 65535
unsigned long int	Sur 32 bits	0 à 4294967295
signed char	Sur 8 bits	-128 a 127
signed int	Sur 16 bits	-32768 a 32767
float	Sur 32 bits	+/-1.17549435082E-38 à +/- 6.80564774407E38

Quelques fonctions	
ADC_Init();	Initialise le module ADC avec les paramètres par défaut
ADC_Read(i);	Lecture de la valeur numérique du signal analogique présent sur le canal i
Delay_ms (valeur);	Temporisation pour une valeur donnée en milliseconde
Lcd_Init();	Initialise le module LCD
Lcd_Out (ligne, colonne, text);	Affiche le text sur le Lcd à la position spécifiée par la ligne et la colonne spécifiées.
Lcd_chr(row ,column, 'char')	Affiche le caractère char sur le Lcd à la position spécifiée par la ligne et la colonne spécifiées.
Lcd_chr_Cp('char')	Affiche le caractère char sur le Lcd à la position courante du curseur.
FloatToStr (n,txt)	Convertir un nombre réel n en une chaîne de caractère txt
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)	Clear Lcd Display
Lcd Cmd(_LCD_CURSOR_OFF)	Cursor off
Lcd Cmd(_LCD_CURSOR_ON)	Cursor on
Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_LEFT)	Move text to the left
Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_RIGHT)	Move text to the right



Q1. Rôle de la photorésistance dans la serre :

.....

Q2. Entrée de la photorésistance :

Grandeur physique à l'entrée	Unité	Appareil de mesure
.....

Q3. Sortie de la photorésistance :

Grandeur physique à la sortie	Unité	Appareil de mesure
.....

Q4. Nature du capteur (actif ou passif) ; Cocher la bonne réponse :

actif	passif
...	...

Justification :.....

Q5. Variation de la valeur de la résistance lorsque la valeur de l'éclairement augmente :

.....

Q6. Sensibilité S en fonction de ΔE_c et ΔR :

.....

Q7. Sensibilités de la photorésistance :

- $S_1 =$
- $S_2 =$

Q8. Nature du capteur (linéaire ou non linéaire) ; Cocher la bonne réponse :

linéaire	non linéaire
...	...

Justification :.....

Q9. Expression de U_R en fonction de R, R_1 et U :

.....

.....

Q10. Calcul de la valeur de U_R pour différents éclairagements E_c : 100 lx, 1200 lx et 2800 lx.

E_c (lx)	100	1200	2800
R (Ω)
U_R (V)

Q11. Evolution de la tension U_R en fonction de l'éclairement ; Cocher la bonne réponse :

Croissante	Décroissante
...	...

Q12. Nature du capteur (actif ou passif) ; Cocher la bonne réponse :

actif	passif
...	...

Justification :.....



DREP 02

Q13. Sensibilité S du capteur dans l'intervalle [0°C ; 100 °C] :

S =

Q14. Relation entre la tension de sortie V_T du capteur et la température T :

.....

Q15. Valeur de la tension V_T fournie par le capteur :

.....

Q16. Température T correspondant à une tension de sortie de 2,93 V :

.....

Q17. Rôle de l'amplificateur :

.....

Q18. Tension de sortie V_s en fonction de la tension d'entrée V_T :

.....

Q19. Gain et offset de l'amplificateur :

Gain =

Offset =

Q20. Rôle du réglage OFFSET :

.....

Q21. Rôle du réglage SPAN :

.....

Q22. Nombre d'états possibles N_E à la sortie du CAN :

.....

Q23. Valeurs limites du nombre décimal N à la sortie du CAN :

N_{min} = N_{max} =

Q24. Nombre N en fonction de la température T :

.....

Q25. Tableau à compléter :

T (°C)	0	.....	.....
V_s (V)	.....	.....	.....
N en décimal	.....	307	.....
N en hexadécimal	.....	.....	3FF

Q26. Valeurs en binaire et en hexadécimal à donner aux registres TRISD et TRISC (les bits non utilisés sont mis à 1) :

TRISD							
RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0
.....
TRISD =							



TRISC							
RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0
.....
TRISC =							

Q27. Programme assembleur à compléter :

.....	STATUS,5
.....	STATUS,6
.....
MOVWF	TRISD
MOVLW	0xE3
.....
CLRF	STATUS

Q28. Valeurs possibles en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre ADCON1 :

ADCON1							
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
.....
ADCON1 =							

ADCON1							
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
.....
ADCON1 =							

ADCON1							
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
.....
ADCON1 =							

Q29. Programme MikroC à compléter :

// Connexions de LCD

sbit LCD_RS at RB4_bit;

sbit LCD_EN at RB5_bit;

sbit LCD_D4 at RB0_bit;

.....

sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;

sbit LCD_EN_Direction at TRISB5_bit;

.....

sbit LCD_D7_Direction at TRISB3_bit;



Q30. Déclaration des variables en MikroC :

```
unsigned int N ; // nombre entier non signé
..... // T variable réelle
.....// txt chaîne de caractère de taille 8
```

Q31. Programme MikroC à compléter :

```
void Affichage()
{
  TRISB = 0; /* Configurer le portB en sortie*/
  Delay_us(20) ;
  N=..... ; // Lecture de la valeur numérique de la température de la serre
  T= (100/1023)*N ;
  ..... // Initialiser LCD
  Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR); // Effacer l'écran de LCD
  Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Curseur est en off
  Lcd_Out(1,2,"Température : "); // Afficher le texte --Température-- sur la 1ère ligne
  FloatToStr(T, txt); // convertir un nombre réel en chaîne caractère
  ..... // Afficher la valeur de la température à la ligne 2 et à la colonne 8
  ..... // Afficher l'unité de la température à la ligne 2 et à la colonne 13
}
}
```

Q32. Programme du contrôle de la température en MikroC à compléter :

```
Void main()
{
  ADCON1 = ..... //Configuration du port A en analogique, les valeurs 0x82 et 0x89 sont correctes
  TRISD=..... ;
  TRISC=..... ;
  ADC_Init() ; // Initialisation du convertisseur CAN du pic
  While (1)
  {
    N=..... ; // Lecture de la valeur numérique de la température de la serre
    T= (100/1023)*N ;
    If (N > 307) {
      PORTC = ..... // Allumer ventilateur et ouvrir fenêtre (les bits non utilisés sont mis à 0)
      ..... : If (PORTD==0x01) { ..... }
      Else { Goto ET2 ; }
    }
    ..... {
      PORTC = ..... ; // Eteindre ventilateur et fermer fenêtre (les bits non utilisés sont mis à 0)
      ET3 :If (PORTD==0x02) { Goto ET1 ; }
      Else { ..... }
    }
  }
  ET1 : ..... ;
  ..... ; // moteur fenêtre en arrêt
}
}
```



DREP 05

Q33. Rôle du régulateur de tension :

.....

Q34. Tension aux bornes la diode Zener :

.....

Q35. Valeur du courant I qui circule dans R1 :

.....

Q36. Valeur de la tension de sortie V_E sur l'émetteur du transistor :

.....

Q37. Valeur de la tension V_{CE} :

.....

Q38. Détermination du courant I_{Lmax} et de la résistance R_{Lmin} :

.....

Q39. La machine à vapeur consomme :

- Du pétrole
- De l'électricité
- Du charbon.

Q40. L'électricité, le pétrole, le moteur à explosion, les progrès de la métallurgie de l'acier et de l'aluminium vont avec :

- La première révolution industrielle
- La seconde révolution industrielle
- La troisième révolution industrielle
- La quatrième révolution industrielle

Q41. La première révolution industrielle est le temps :

- Du charbon, du moteur à vapeur et des progrès de l'industrie textile et de la métallurgie du fer
- De l'électricité, du pétrole, du moteur à explosion, des progrès de la métallurgie de l'acier et de l'aluminium
- Du nucléaire, de l'énergie solaire et des progrès dans les matériaux venus de l'espace

Q42. Le semi-conducteur le plus utilisé est :

- Le phosphore d'aluminium
- Le gallium
- Le germanium
- Le silicium

Q43. La fusion d'un électron libre et d'un trou s'appelle :

- Une liaison de covalence
- La durée de vie
- Une recombinaison
- L'énergie thermique

الصفحة : 1 على 5

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2022

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والابتدائي
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والابتدائي
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPP

***I

- عناصر الإجابة -

NR 216A

10 المعامل

4h

مدة
الإنجاز

اختبار توليفي في المواد المهنية - الجزء الأول
شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك النظم الإلكترونية والرقمية

المادة
الشعبة والمسلك

Eléments de corrigé

Q1. Rôle de la photorésistance dans la serre :

Elle mesure l'intensité lumineuse de l'ensoleillement dans la serre

1 pt

Q2. Entrée de la photorésistance :

Grandeur physique à l'entrée	Unité	Appareil de mesure
Lumière	Lux	Luxmètre

0,5 pt+0,25 pt+0,25 pt

Q3. Sortie de la photorésistance :

Grandeur physique à la sortie	Unité	Appareil de mesure
Résistance	Ohm	Ohmmètre

0,5 pt+0,25 pt+0,25 pt

Q4. Nature du capteur (actif ou passif) ; Cocher la bonne réponse :

0,5 pt+0,5 pt

Actif	Passif
...	X

Justification : Il se comporte comme une résistance ohmique, il nécessite une source d'alimentation pour la mesure.

Q5. Variation de la valeur de la résistance lorsque la valeur de l'éclairement augmente

La valeur de la résistance diminue lorsque la valeur de l'éclairement augmente.

1 pt

Q6. Sensibilité S :

$$S = (\Delta R / \Delta E_c)$$

1 pt

Q7. Sensibilités de la photorésistance :

$$S_1 = (180 - 280) / (2800 - 1200) = - (100 / 1600) = - 0,625 \Omega/lx$$

1 pt

$$S_2 = (280 - 800) / (1200 - 100) = - (520 / 1100) = - 0,472 \Omega/lx$$

1 pt

Q8. Nature du capteur (linéaire ou non linéaire) ; Cocher la bonne réponse :

Linéaire	Non linéaire
...	X

Justification : Car les 2 sensibilités S_1 et S_2 sont différentes.

0,5 pt+0,5 pt

Q9. Expression de U_R en fonction de R , R_1 et U :

$$U_R = (U \cdot R) / (R + R_1)$$

1 pt

Q10. Calcul de la valeur de U_R pour différents éclairagements E_c :

E_c (lx)	100	1200	2800
R (Ω)	800	280	180
U_R (V)	2,22	1,09	0,762

6 x 0,25 pt

Q11. Evolution de la tension UR en fonction de l'éclairage. Cocher la bonne réponse :

Croissante	Décroissante
...	X

0,5 pt

Q12. Nature du capteur (actif ou passif) ; Cocher la bonne réponse :

0,5 pt+0.5 pt

Actif	Passif
X	...

Justification : Car, il se comporte comme une source de tension.

1 pt

Q13. Sensibilité S du capteur dans l'intervalle [0°C ; 100 °C]

$$S = (\Delta V_T / \Delta T) = (3,73 - 2,73) / (100 - 0) = (1 / 100) = 0.01 \text{ V} / ^\circ\text{C} = 10 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$$

Q14. Relation entre la tension de sortie VT du capteur et la température T :

$$V_T - 2,73 = S.(T - 0), \text{ donc } V_T = S.T + 2,73 = 0,01.T + 2,73$$

1,5 pt

Q15. Valeur de la tension VT fournie par le capteur :

$$V_T = S.T + 2,73 = 0,01 \times 30 + 2,73 = 3,03 \text{ V}$$

1 pt

Q16. Température T correspondant à une tension de sortie de 2,93 V :

$$T = (V_T - 2,73) / S = (2,93 - 2,73) / 0,01 = 20 ^\circ\text{C}$$

1,5 pt

Q17. Rôle de l'amplificateur :

Amplifier la tension à son entrée pour adapter sa sortie à l'étage qui suit.

1 pt

Q18. Tension de sortie Vs en fonction de la tension d'entrée VT :

$$\text{On a : } (5 - V_s) / (5 - 0) = (3,73 - V_T) / (3,73 - 2,73) \text{ donc } V_s = 5.V_T - 13,65$$

2 pts

Q19. Gain et offset de l'amplificateur :

$$\text{Gain} = 5 \text{ et offset} = -13,65 \text{ V}$$

1 pt

Q20. Rôle du réglage OFFSET :

Permet de régler le Zéro (tension de décalage) à la sortie de l'amplificateur.

1 pt

Q21. Rôle du réglage SPAN :

Permet de régler la pleine échelle. (Étendue de mesure)

1 pt

Q22. Nombre d'états possibles NE à la sortie du CAN :

$$N_E = 2^{10} = 1024$$

2 pts

Q23. Valeurs limites du nombre décimal N à la sortie du CAN :

$$N_{\min} = 0 ; N_{\max} = 1023$$

2 x 1 pt

Q24. Nombre N en fonction de la température T :

$$N = (1023/100) . T = 10,23.T$$

1 pt

9 x 0,5 pt

Q25. Tableau à compléter :

T (°C)	0	30	100
Vs (V)	0	1,5	5
N en décimal	0	307	1023
N en hexadécimal	0	133	3FF

Q26. Valeurs en binaire et en hexadécimal à donner aux registres TRISD et TRISC (les bits non utilisés sont mis à 1).

TRISD							
RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0
1	1	1	1	1	1	1	1
TRISD = 0xFF							

1 pt+0,5 pt

TRISC							
RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0
1	1	1	0	0	0	1	1
TRISC = 0xE3							

1 pt+0,5 pt

Q27. Programme assembleur à compléter :

BSF	STATUS,5
BCF	STATUS,6
MOVLW	0xFF
MOVWF	TRISD
MOVLW	0xE3
MOVWF	TRISC
CLRF	STATUS

6 x 0,5 pt

Q28. Valeurs possibles en binaire et en hexadécimal à mettre dans le registre ADCON1 :

ADCON1							
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	0	0	0	0	0	0	0
ADCON1 = 0x80							

1 pt+0,5 pt

ADCON1							
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	0	0	0	0	0	1	0
ADCON1 = 0x82							

1 pt+0,5 pt

ADCON1							
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	0	0	0	1	0	0	1
ADCON1 = 0x89							

1 pt+0,5 pt

Q29. Programme MikroC à compléter :

```
// Connexions de LCD
sbit LCD_RS at RB4_bit;
sbit LCD_EN at RB5_bit;
sbit LCD_D4 at RB0_bit;
sbit LCD_D5 at RB1_bit;
sbit LCD_D6 at RB2_bit;
sbit LCD_D7 at RB3_bit;
sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISB5_bit;
```

6 x 0,5 pt

```

sbit LCD_D4_Direction at TRISB0_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISB1_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISB2_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISB3_bit;

```

Q30. Déclaration des variables en MikroC :

```

unsigned int N ; // nombre entier non signé
float T ; // T variable réelle
char txt[8] ; // txt chaîne de caractère de taille 8

```

2 x 1 pt

Q31. Programme MikroC à compléter :

```

void Affichage()
{
  TRISB = 0; /* Configurer le portB */
  Delay_us(20)
  N=ADC_Read(1) ; // Lecture de la valeur numérique de la température de la serre
  T= (100/1023)*N ;
  Lcd_Init(); // Initialiser LCD
  Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR); // Effacer l'écran de LCD
  Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Curseur est en off
  Lcd_Out(1,2,"Température : "); // Afficher le texte --Température-- sur la 1ère ligne à la colonne 2
  FloatToStr(T, txt); // convertir un nombre réel en chaîne caractère
  LCD_Out(2,8,txt); // Afficher la valeur de la température à la ligne 2 et à la colonne 8
  Lcd_Out(2,13, "°C "); // Afficher l'unité de la température à la ligne 2 et à la colonne 13
}

```

4 x 1 pt

Q32. Programme du contrôle de la température en MikroC à compléter :

```

Void main()
{
  ADCON1 = 0x80 ; // Configuration du port A en analogique, les valeurs 0x82 et 0x89 sont correctes
  TRISD=0xFF ;
  TRISC=0xE3 ;
  ADC_Init() ; // Initialisation du convertisseur CAN du pic
  While (1)
  {
    N=ADC_Read(1) ; // Lecture de la valeur numérique de la température de la serre
    T= (100/1023)*N ;
    If (N > 307) {
      PORTC = 0x14 ; // Allumer ventilateur et ouvrir fenêtre (les bits non utilisés sont mis à 0)
      ET2 : If (PORTD==0x01) { Goto ET1 ; }
      Else { Goto ET2 ; }
    }
    Else {
      PORTC = 0x08 ; // Eteindre ventilateur et fermer fenêtre (les bits non utilisés sont mis à 0)
      ET3 : If (PORTD==0x02) { Goto ET1 ; }
      Else { Goto ET3 ; }
    }
  }
  ET1 : PORTC.3=0 ;
  PORTC.4=0 ; // moteur fenêtre en arrêt
}

```

12 x 0,5 pt

Q33. Rôle du régulateur de tension :**Maintenir la tension de sortie fixe et stable.**

0,5 pt

Q34. Tension aux bornes la diode Zener :

$$V_Z = 5,6 \text{ V}$$

0,5 pt

Q35. Valeur du courant I qui circule dans R1 :

$$I = (V_{CC} - V_Z) / R_1 = (12 - 5,6) / 180 = 0,0355 \text{ A} = 35,5 \text{ mA}$$

1 pt

Q36. Valeur de la tension de sortie V_E sur l'émetteur du transistor :

$$V_E = V_B - V_{BE} = 5,6 - 0,6 = 5 \text{ V}$$

1 pt

Q37. Valeur de la tension V_{CE} :

$$V_{CE} = V_{CC} - V_E = 12 - 5 = 7 \text{ V}$$

1 pt

Q38. Détermination du courant $I_{L_{max}}$ et de la résistance $R_{L_{min}}$:

$$P_{max} = V_{CE} \cdot I_{L_{max}} \text{ donc } I_{L_{max}} = (P_{max} / V_{CE}) = 10 / 7 = 1,42 \text{ A} ;$$

$$R_{L_{min}} = V_E / I_{L_{max}} = 5 / 1,42 = 3,52 \Omega$$

2 pts

Q39. La machine à vapeur consomme :

- Du pétrole
- De l'électricité
- Du charbon

1 pt

Q40. L'électricité, le pétrole, le moteur à explosion, les progrès de la métallurgie de l'acier et de l'aluminium vont avec :

- La première révolution industrielle
- La seconde révolution industrielle
- La troisième révolution industrielle
- La quatrième révolution industrielle

1 pt

Q41. La première révolution industrielle est le temps :

- Du charbon, du moteur à vapeur et des progrès de l'industrie textile et de la métallurgie du fer
- De l'électricité, du pétrole, du moteur à explosion, des progrès de la métallurgie de l'acier et de l'aluminium
- Du nucléaire, de l'énergie solaire et des progrès dans les matériaux venus de l'espace

1 pt

Q42. Le semi-conducteur le plus utilisé est :

- Le phosphore d'aluminium
- Le gallium
- Le germanium
- Le silicium

1 pt

Q43. La fusion d'un électron libre et d'un trou s'appelle :

- Une liaison de covalence
- La durée de vie
- Une recombinaison
- L'énergie thermique

1 pt