

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

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

RS 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 20 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 02 à 08 : Socle du sujet (Couleur Verte).
- Pages 09 à 13 : Documents ressources portant la mention DRES XX (Couleur Rose).
- Pages 14 à 20 : Documents réponses portant la mention DREP XX (Couleur Blanche).

Le sujet comporte 2 parties :

A/ Etude d'un système de pompage et régulation de niveau d'eau..... (62 points)

B/ Notions sur la micro-électronique et la nanotechnologie..... (8 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 42 (Q42).

☞ 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.

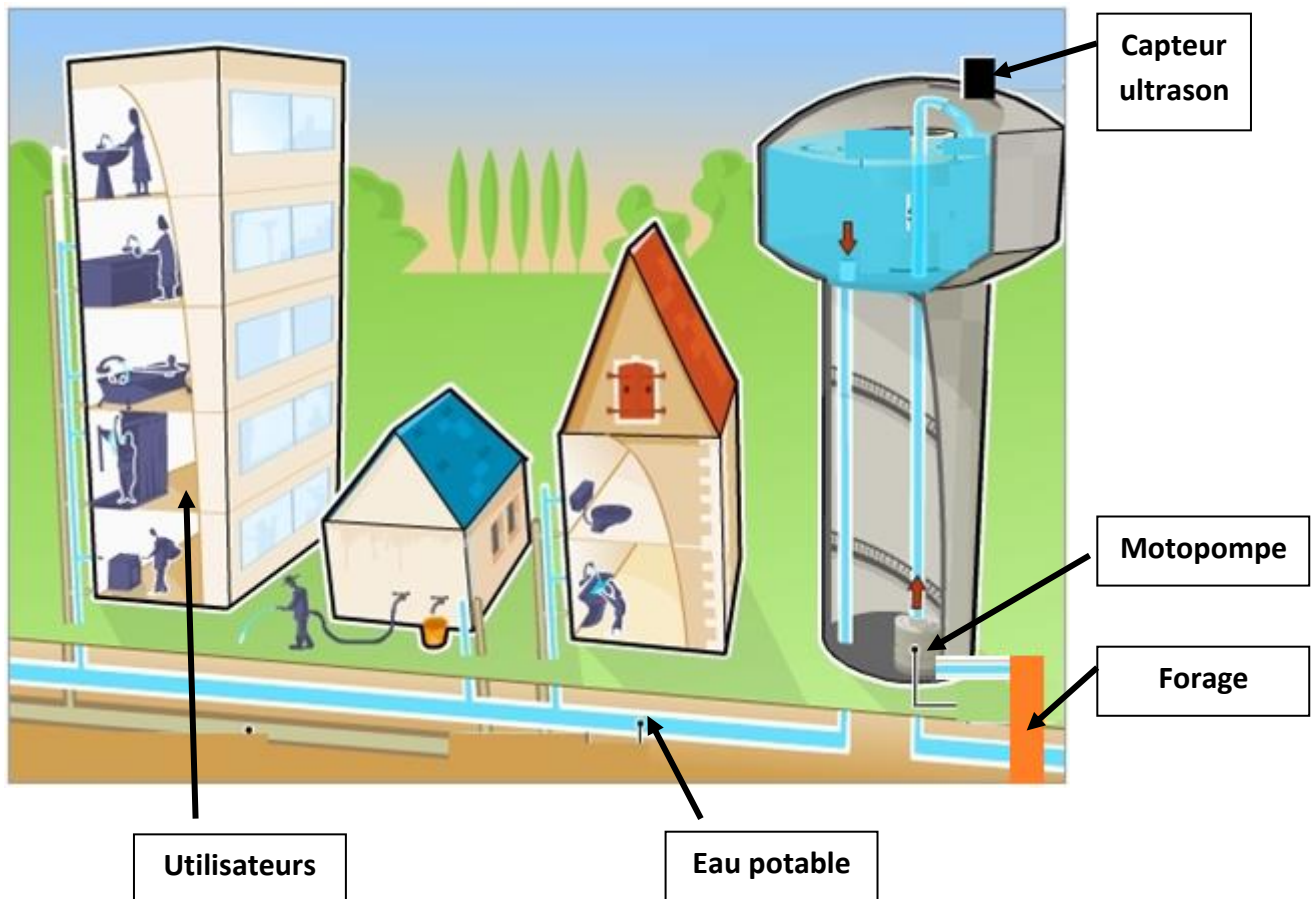
A/ Etude d'un système de pompage et régulation de niveau d'eau / 62 points

1- Introduction :

L'eau apparaît de plus en plus comme une ressource précieuse qu'il faut pouvoir apporter en tout point de la planète.

Il faut souvent extraire l'eau du sous-sol à l'aide des pompes et la stocker dans un réservoir pour alimenter des utilisateurs.

La conception et la mise en œuvre du réseau hydraulique diffèrent s'il s'agit d'alimenter un réseau collectif ou un réseau individuel et selon l'énergie nécessaire à son fonctionnement et qui peut être d'origine électrique, solaire, éolienne ou thermique. Le schéma descriptif du réseau hydraulique est donné ci-dessous.

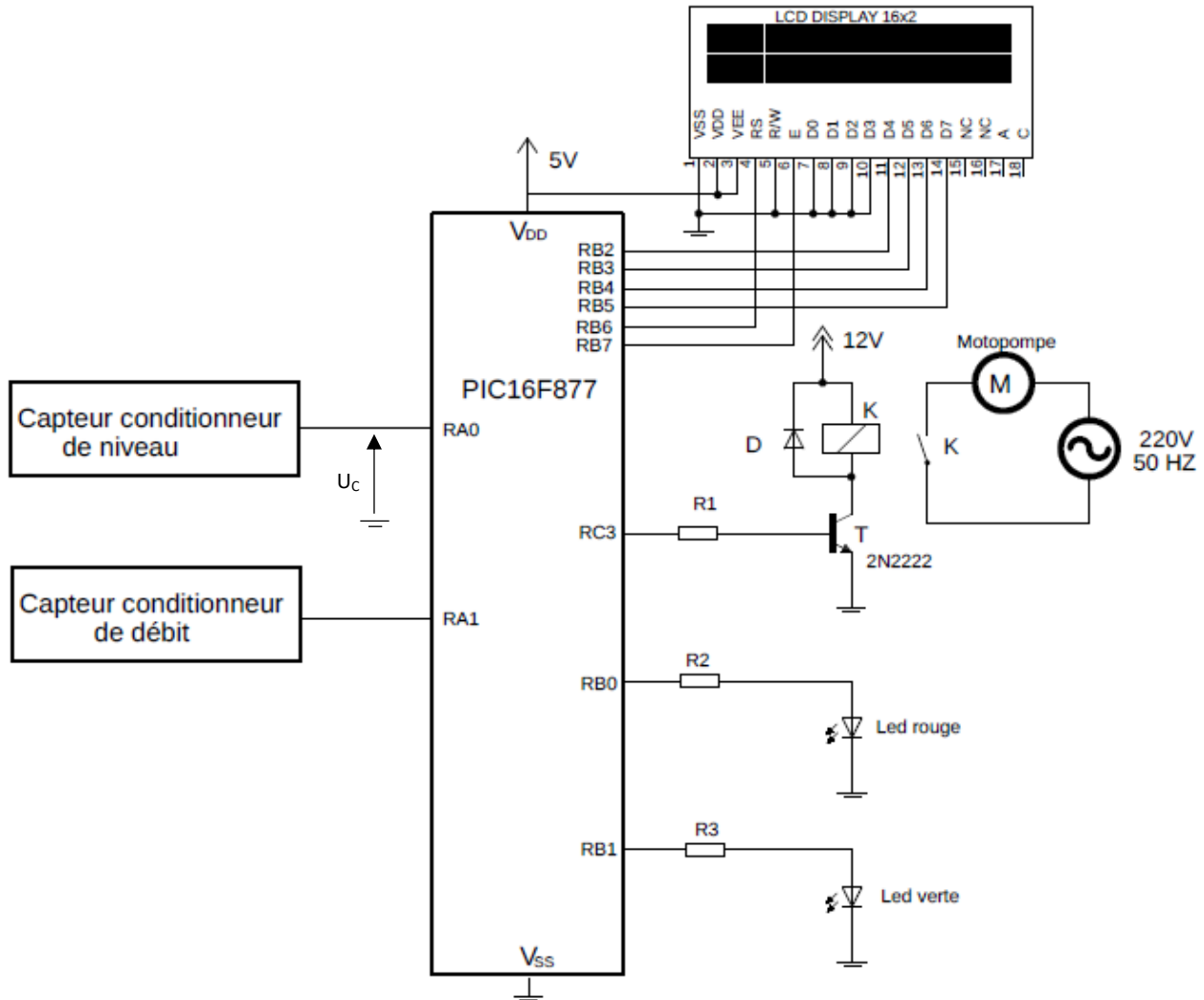


Le système à étudier comporte :

- ✓ Une motopompe pour le pompage d'eau depuis un forage ;
- ✓ Un réservoir pour le stockage d'eau ;
- ✓ Un capteur à ultrason pour mesurer le niveau d'eau dans le réservoir ;
- ✓ Une carte électronique pour la régulation de niveau et la commande de la motopompe ;
- ✓ Un réseau d'utilisateurs.

2- Chaîne de traitement de niveau dans le réservoir :

Schéma du montage



Le microcontrôleur de la figure ci-dessus permet l'acquisition de niveau d'eau dans le réservoir et de débit dans les conduites d'eau (la partie du contrôle de débit n'est pas traitée dans cette étude). Le signal issu du capteur de niveau est converti par le convertisseur interne **CAN** du microcontrôleur via une de ses entrées, puis ce niveau est contrôlé selon l'organigramme proposé à la **page 4**.

Le microcontrôleur permet de commander la motopompe par la sortie **RC3**. La diode électroluminescente **LED verte** clignote avec une temporisation de **1 seconde**, lorsque la motopompe est en marche, cependant la **LED rouge** clignote avec une temporisation de **1 seconde**, lorsque la motopompe est en arrêt. Le niveau d'eau dans le réservoir est contrôlé entre deux valeurs : **Nvmin** et **Nvmax**.

3- Mesure de niveau d'eau : (18 pts)

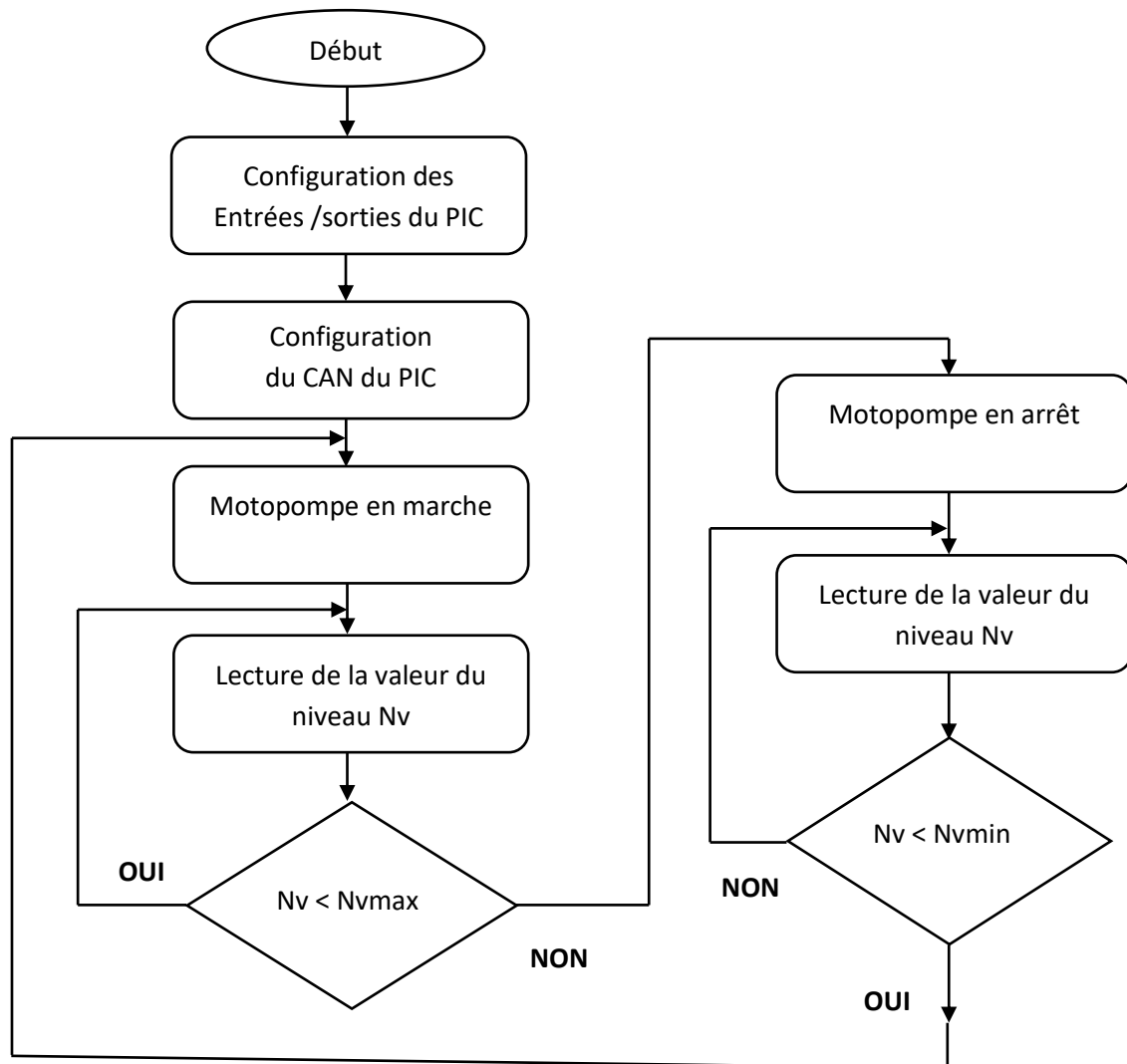
Un capteur à ultrason est utilisé pour mesurer le niveau d'eau dans le réservoir d'eau potable, dont le principe de fonctionnement est donné sur le document **DRES 01**.

3.1- Etude du capteur à ultrason :

En se basant sur le document *DRES 01* :

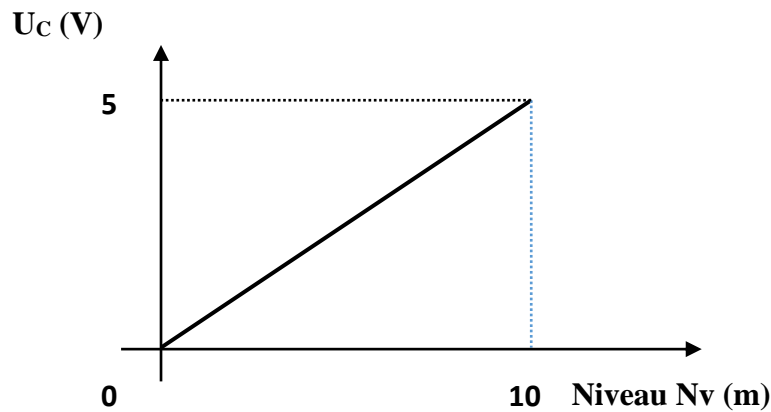
- Q1:** Préciser la nature des ondes utilisées par le capteur à ultrason (en cochant la bonne réponse). **1pt**
- Q2:** Exprimer la distance **d** entre le capteur et la surface du liquide dans le réservoir en fonction de la vitesse **v** du son et de la durée **Δt** . **1 pt**
- Q3:** Exprimer le niveau **Nv** en fonction de la hauteur **h** et de la distance **d**. **1 pt**
- Q4:** Calculer le niveau **Nv** dans le réservoir correspondant à une durée mesurée **$\Delta t = 24,25$ ms**, on donne **h = 11 m**. **1 pt**
- On désire maintenir le niveau dans le réservoir entre deux valeurs **Nvmin = 0,5 m** et **Nvmax = 10 m**.
- Q5:** Calculer **dmin** et **dmax** mesurées par le capteur, pour la même valeur de **h = 11 m**. **1 pt**
- Q6:** Parmi les deux capteurs donnés sur le document *DRES 02*, choisir le capteur adapté à la mesure. Justifier votre réponse. **2 pts**

Organigramme du contrôle de niveau



3.2- Etude du conditionneur :

Le conditionneur, associé au capteur à ultrason choisi, convertit le niveau **Nv** d'eau dans le réservoir en une tension continue **Uc** selon la caractéristique de la page suivante :



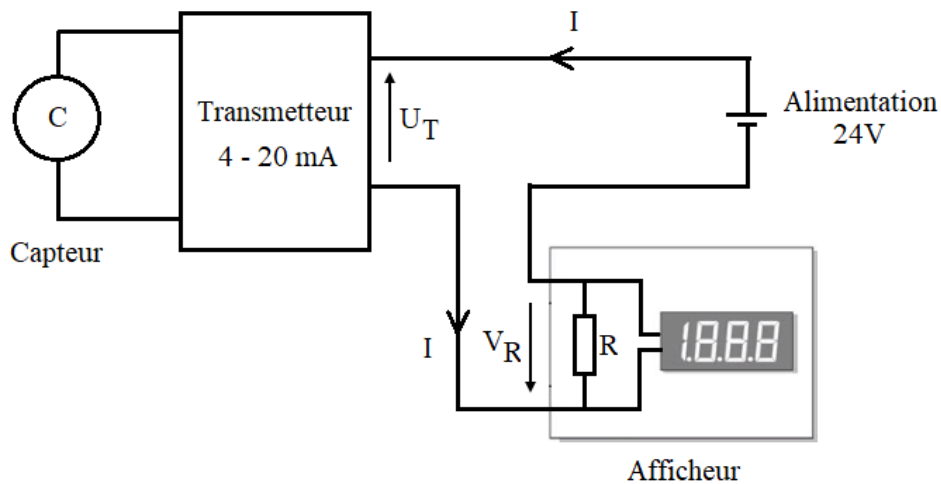
Q7: Donner la définition de la sensibilité d'un capteur. **1 pt**

Q8: Calculer la sensibilité **S** de ce capteur en précisant son unité. **1 pt**

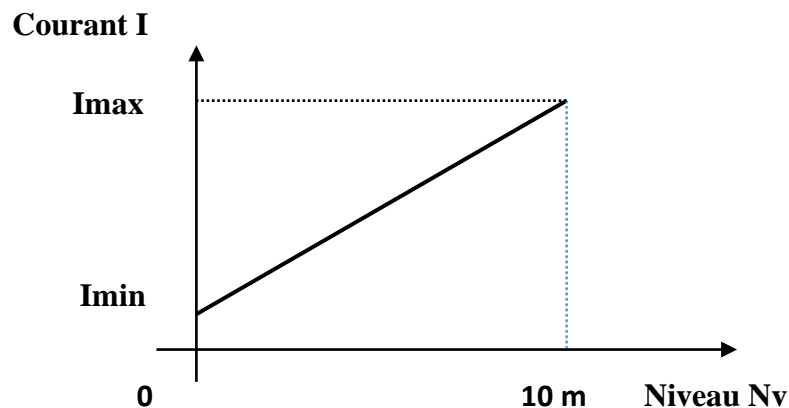
Q9: Compléter le tableau par les niveaux correspondant aux tensions mesurées par un voltmètre. **2pts**

3.3- Etude de la boucle du courant analogique 4-20 mA

Généralement pour transmettre le signal analogique délivré par le capteur de niveau sur des grandes distances sans perte ou modification du signal (à cause de la résistance des fils), on l'associe à un transmetteur 4 - 20 mA, comme le montre le schéma ci-dessous.



La courbe d'étalonnage du capteur $I = f(N_v)$ est donnée ci-dessous :



Q10: Calculer les valeurs des courants I_{min} et I_{max} , sachant que la courbe du courant $I = f(Nv)$ a pour équation : $I = 1,6 \cdot Nv + 4$ (mA) **1 pt**

Q11: Compléter le tableau donnant le courant I en fonction du niveau d'eau Nv . **1 pt**

Q12: Exprimer la tension V_R en fonction du courant I et de la résistance R . **1 pt**

Q13: Sachant que $R = 250 \Omega$, calculer la valeur maximale V_{Rmax} et la valeur minimale V_{Rmin} . **1 pt**

Le bon fonctionnement du transmetteur est assuré par une tension minimale $U_{Tmin} = 12 V$;

Q14: Exprimer U_T en fonction de R et I , compléter le tableau, en calculant les valeurs de U_T aux bornes du transmetteur. **1 pt**

Q15: Le transmetteur fonctionne-t-il correctement ? justifier votre réponse. **1 pt**

Q16: Que signifie la mesure d'un courant nul dans la boucle de courant **4-20 mA** en fonctionnement normal ? **1 pt**

4- Acquisition et traitement : (32 pts)

4.1- Conversion analogique/numérique

Les caractéristiques du CAN du microcontrôleur sont les suivantes :

- ✓ Nombre de bits est **10**.
- ✓ La tension pleine échelle est **5 V**.

Q17: Combien a-t-on de valeurs numériques possibles en sortie du CAN ? **1 pt**

- 256
- 512
- 1024

Q18: Pour le nombre binaire **0010101111** donné par le CAN, quel est son équivalent en hexadécimal ? **1pt**

- 0AE
- 0CF
- 0AF

Q19: Comment améliorer la précision de la conversion d'un signal analogique en un signal numérique ? **1 pt**

- En augmentant le nombre de bits du convertisseur
- En diminuant le nombre de bits du convertisseur
- En augmentant la période d'échantillonnage

Le capteur de niveau est réglé de telle sorte que lorsque le niveau varie de **0** à **10 m** la tension de sortie U_c varie linéairement de **0** à **5 V**.

Q20: Calculer la valeur numérique en décimale N_{10} fournie par le CAN pour une tension de **2,5 V** correspondant à un niveau de **5 m** dans le réservoir. **2 pts**

(On rappelle que : $U_c = \frac{\text{tension pleine échelle}}{1023} * N_{10}$ avec N_{10} est la valeur décimale donnée par le CAN).

Q21: Compléter le tableau par la valeur de la tension U_c , la valeur décimale N_{10} , la valeur hexadécimale N_H et la valeur de niveau Nv . **4 pts**

4.2-Traitement de niveau d'eau

Q22: Selon le montage de la page 3, Compléter les deux tableaux permettant de déterminer les valeurs en binaire et en hexadécimal à mettre dans les registres **TRISB** et **TRISC** (les bits non utilisés sont mis à 1). **6 pts**

Q23: Compléter le programme assembleur permettant la configuration des ports (**port B** et **port C** du **PIC 16F877**) en se basant sur les documents **DRES 03** et **DRES 04** et en tenant compte des résultats de la question **Q22**. **3 pts**

Q24: Compléter le sous-programme de la temporisation en assembleur de la **LED rouge**. **2,5 pts**

Q25: En se basant sur le document **DRES 05**, Compléter le programme en **MikroC** permettant le clignotement de la **LED verte**. **2 pts**

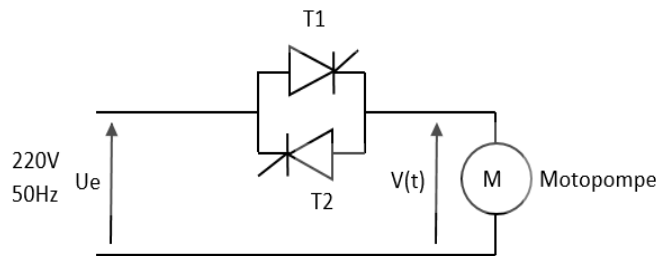
Q26: Sachant que la valeur de **ADCON1 = 0x04**, préciser selon le document **DRES 05**, le type des données (analogique **A** ou digitale **D**) appliquées aux broches **RA0**, **RA1**, **RA2**, **RA3** et **RA5** du **PIC**. **2 pts**

Q27: Compléter le programme du contrôle de niveau du réservoir en **MikroC**, en se basant sur l'organigramme de la **page 4**. **7,5 pts**

5- Circuit de puissance : (12 pts)

Q28: La motopompe est commandée selon l'état de la broche **RC3** via un relais, compléter le tableau selon la valeur du bit **RC3**. **4 pts**

On désire commander la motopompe, pour cela on utilise le montage suivant :



Q29: Quel est le rôle de ce montage ? **1,5 pt**

- La génération d'une tension $V(t)$ continue aux bornes de la motopompe
- La modulation de l'énergie de la motopompe
- La génération d'une tension $V(t)$ carrée aux bornes de la motopompe

Q30: Préciser la condition de conduction du thyristor. **1 pt**

- La tension V_{AK} à ses bornes est positive
- La tension V_{AK} à ses bornes est négative et que la commande de la gâchette est présente
- La tension V_{AK} à ses bornes est positive et que la commande de la gâchette est présente

Q31: Que vaut la tension $V(t)$ lorsque T_1 conduit ? **1,5 pt**

- La tension $V(t)$ est égale à $-U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $2U_e(t)$

Q32: Que vaut la tension $V(t)$ lorsque T_2 conduit ? **1,5 pt**

- La tension $V(t)$ est égale à $-U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $2U_e(t)$

Q33: Tracer le chronogramme de $V(t)$ aux bornes de la motopompe, sachant que $U_e(t)$ est sinusoïdale, selon la commande d'amorçage des thyristors. **1,5 pt**

Q34: Quel est le composant de l'électronique de puissance remplaçant les deux thyristors ? **1pt**

B/ Notions sur la micro-électronique et la nanotechnologie (8pts)

Q35: Dans quel pays débute la révolution industrielle ? **1pt**

- La France
- L'Angleterre
- Les Etats-Unis

Q36: Qu'est-ce qui est associé à la deuxième révolution industrielle ? **1pt**

- Les moteurs électriques
- Les lignes d'assemblage
- Les travailleurs effectuaient des tâches spécifiques

Q37: Qu'est-ce qui est associé à la quatrième révolution industrielle ? **1pt**

- Les machines à commande numérique par ordinateur (CNC)
- Le contrôleur logique programmable (PLC)
- Le partage des données provenant des capteurs intelligents dans l'environnement de fabrication

Q38: Combien y a-t-il d'électrons de valence dans un atome de silicium ? **1pt**

- 2
- 1
- 4

Q39: Qu'est-ce qu'un semi-conducteur ? **1pt**

- Est un isolant
- Est un conducteur
- Est un isolant qui devient conducteur sous quelques conditions

Q40: Qu'est-ce qu'une jonction PN ? **1pt**

- Une surface entre le canal P et le canal N
- Une zone de type P
- Une zone de type N

Q41: Qu'est-ce qu'une logique câblée ? **1pt**

- Logique permettant de se baser sur des programmes
- Logique permettant de réaliser un système par câblage
- Logique permettant d'utiliser des processeurs

Q42: Qu'est-ce qu'une logique programmée ? **1pt**

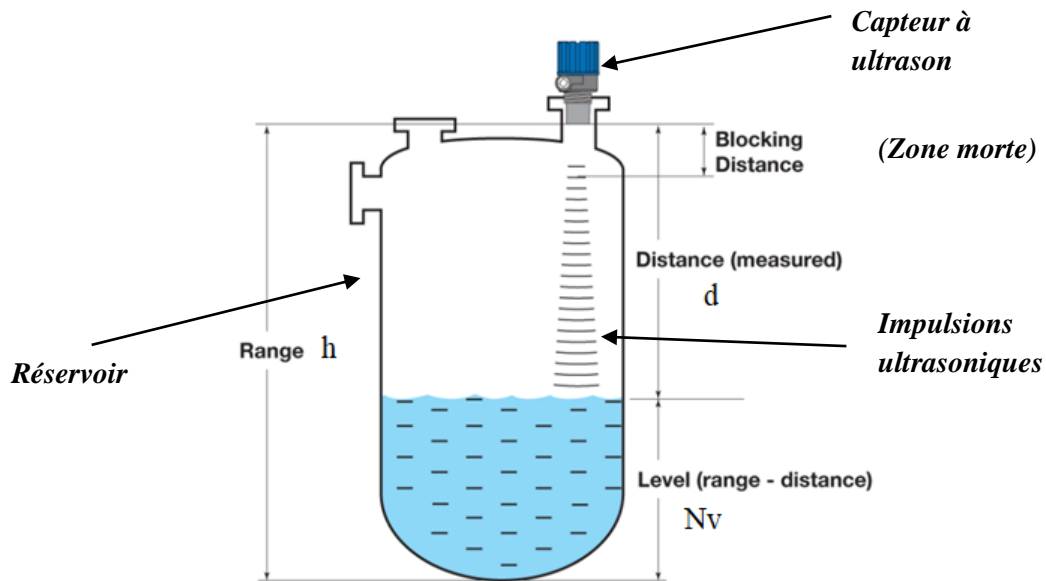
- Logique permettant d'utiliser des processeurs intelligents
- Logique permettant de réaliser des combinaisons par câblage
- Logique permettant d'utiliser des portes logiques et des câbles seulement

Capteur à ultrason

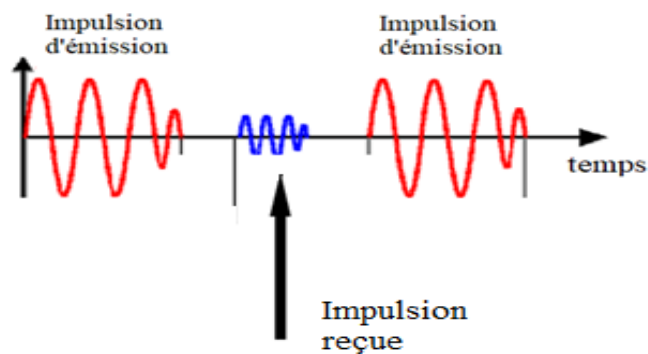
Son principe de fonctionnement repose sur l'utilisation des ondes ultrasons. Ce sont des ondes acoustiques dont la fréquence est très élevée.

L'émetteur du capteur émet des impulsions ultrasoniques, la surface externe de l'eau réfléchit le signal et le capteur le détecte à nouveau grâce à son récepteur. La carte électronique associée mesure le temps Δt d'aller_retour des impulsions (ondes) et connaissant la vitesse du son, elle calcule la distance (voir figure ci-dessous).

Blocking distance : est une zone morte dans laquelle le capteur ne peut pas effectuer des mesures précises.



L'onde (émission et reçue) est représentée ci-dessous :



Δt est le temps mesuré pour parcourir la distance d'un aller_retour entre le capteur et la surface du liquide.

La distance correspondant à un aller_retour est donnée par :

$$\text{distance aller_retour} = v \cdot \Delta t \quad ; \quad \text{avec :}$$

- ✓ Δt étant le temps écoulé entre l'émission et la réception de l'onde.
- ✓ v étant la vitesse du son dans l'air ; $v = 330 \text{ m/s}$.

DRES 02

Extrait de document constructeur de deux capteurs à ultrason



HC-SR04

Caractéristiques de la mesure

- Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm
- Plage de mesure : 2 cm à 400 cm
- Résolution de la mesure : 0,3 cm
- Angle de mesure efficace : 15 °



TECFLUID LU93

Caractéristiques de la mesure

- Convertisseur monté sur le capteur
- Plage de mesure : 0,4m à 12 m
- Résolution de la mesure : 1 mm
- Convertisseur programmable à affichage LCD
- Transmetteur 4-20mA à 2 fils
- Programmation facile par clavier.

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
CLRW	-	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

Plan mémoire des données et des registres internes, L'accès à une zone est obtenu par les bits **RP₀** (bit 5) et **RP₁** (bit 6) du **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

BANK 0		BANK 1		BANK 2		BANK 3	
Indirect Addr	000 _H	Indirect Addr	080 _H	Indirect Addr	100 _H	Indirect Addr	180 _H
TMR0	001 _H	OPTION_REG	081 _H	TMR0	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 ⁽¹⁾	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	
			0EF _H		16F _H		1EF _H
96 Bytes		Accesses 070 _H –07F _H	0F0 _H	Accesses 070 _H –07F _H	170 _H	Accesses 070 _H –07F _H	1F0 _H
	07F _H		0FF _H		17F _H		1FF _H

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876A.
Note 2: These registers are reserved; maintain these registers clear.

DRES 05

Registre ADCON1 du pic 16F877

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 types de 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 à 127
signed int	Sur 16 bits	-32768 à 32767
float	Sur 32 bits	+/-1.17549435082E-38 à +/- 6.80564774407E38
Fonctions		
ADC_Init()	Initialisation du convertisseur CAN du pic	
ADCON1 = Valeur	Configuration de type des entrées du CAN du pic	
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	

Q 1: Précision de la nature des ondes utilisées par le capteur à ultrason, cocher la bonne réponse.

- Onde infrarouge
 Onde radio
 Onde acoustique à fréquence élevée

Q 2: Expression de la distance **d** entre la source du capteur et la surface du liquide dans le réservoir en fonction de la vitesse **v** du son et de la durée **Δt**.

.....

Q 3: Expression de niveau **Nv** en fonction de la hauteur **h** et de la distance **d**.

.....

Q 4: Calcul de niveau **Nv** dans le réservoir correspondant à une durée mesurée **Δt = 24,25 ms**, on donne **h = 11 m**.

.....

Q 5: Calcul de **dmin** et **dmax** mesurées par le capteur, pour la même valeur de **h**.

.....

Q 6: Choix du capteur

- Capteur HC-SR04
 Capteur TECFLUID LU93

Justification :

Q 7: Définition de la sensibilité d'un capteur :

.....

Q 8: Sensibilité **S** de ce capteur et son unité :

.....

Q 9: Tableau donnant les niveaux correspondant aux tensions mesurées par un voltmètre :

Tension Uc (V)	0,25	3,25	5
Niveau d'eau Nv (m)	...	...	...

Q 10: Calcul de **Imin** et **Imax** vérifiant la courbe du courant **I = f(Nv)** :

.....

Q 11: Tableau donnant le courant I en fonction de niveau N_v :

DREP 02

Niveau d'eau N_v (m)	0,5	6,5	10
Courant I (mA)	...	...	...

Q 12: Expression de la tension V_R en fonction du courant I et de la résistance R .

.....

Q 13: Calcul des valeurs maximale et minimale V_{Rmin} et V_{Rmax} pour $R= 250 \Omega$.

.....

Q 14: Expression de U_T en fonction de R et I et calcul des valeurs extrêmes de U_T :

$U_T =$

I (mA)	4	20
U_T (V)	...	...

Q 15: Le transmetteur fonctionne (cocher la bonne réponse) :

Correctement	Incorrectement
...	...

Justification :

Q 16: Signification de la mesure d'un courant nul dans la boucle de courant 4-20 mA en fonctionnement normal :

.....

Choisir la bonne réponse :

Q 17: Nombre de valeurs numériques possibles en sortie du CAN :

- 256
 512
 1024

Q 18: Equivalent en hexadécimal du nombre binaire 0010101111 donné par le CAN est :

- 0AE
 0CF
 0AF

Q 19: On améliore la précision de la conversion d'un signal analogique en un signal numérique :

- En augmentant le nombre de bits du convertisseur
 En diminuant le nombre de bits du convertisseur
 En augmentant la période d'échantillonnage

Q 20: Valeur numérique en décimal N_{10} fournie par le CAN pour une tension de 2,5 V correspondant à un niveau de 5 m dans le réservoir.

.....

Q 21: Tableau donnant la tension U_c , la valeur décimale N_{10} , la valeur hexadécimale N_H et le niveau N_v .

N_v (m)	...	...	10
U_c (V)	...	2,5	...
N_{10}	102	511	...
N_H	...	...	...

Q 22: Tableau déterminant les valeurs en binaire et en hexadécimal des registres **TRISB** et **TRISC** (les bits non utilisés sont **mis à 1**).

TRISB							
RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
...
TRISB =							

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

Q 23: Programme assembleur permettant la configuration des ports (**TRISB** et **TRISC** du **PIC 16F877**) :

BSF	.....
.....	STATUS,6
MOVLW	0xFC
.....
MOVWF	TRISB
MOVLW	0xF7
.....
CLRF	STATUS

Q 24: Sous-programme de la temporisation en assembleur de la **LED rouge** :

Etiquette	Instructions	Commentaire
TEMPO	.....	Charger W avec la valeur N1.
	MOVWF T2	Sauvegarder W dans l'adresse T2.
S2	MOVLW N2	Charger W avec la valeur N2.
	.....	Sauvegarder W dans l'adresse T1.
S1	DECFSZ T1	Décrémenter T1 et sauter la ligne suivante si le contenu de T1 est égal à zéro.
	.....	Aller vers l'étiquette S1 (car le contenu de T1 est différent de 0).
	.....	Décrémenter le registre T2 et sauter la ligne suivante si le contenu de T2 est égal à zéro
	.....	Aller vers l'étiquette S2 (car le contenu de T2 est différent de 0).
	RETURN	Retourner vers l'origine de l'appel (fin de la temporisation car le contenu de T1 = 0 et T2=0).

Q 25: Le programme en MikroC permettant le clignotement de la **LED verte** est :

Programme en MikroC :

```

void main ()
{
..... // Configurer RB0
..... // Configurer RB1
for (;;) // Boucle sans fin
{
..... // Allumer la LED
..... // Temporisation de 1 seconde
..... // Eteindre la LED
..... // Temporisation de 1 seconde
}
}

```

Q 26: Le type des données appliquées aux broches **RA0, RA1, RA2, RA3** et **RA5** du **PIC** (tableau à compléter) :

PCFG 3.0	RA5	RA3	RA2	RA1	RA0
...

Q 27: Le programme du contrôle de niveau du réservoir en MikroC PIC 16F877. **7,5 pts**

```

unsigned int N ;
..... Nmax ;
unsigned int Nmin ;
Void main()
{
..... //Configuration du port A (RA0 entrée analogique)
TRISB = 0xFC ; //Configuration de la direction des broches du port B
TRISC = 0xF7 ;
.....
Nmin = 0x66 ;
..... // Initialisation du convertisseur CAN du pic

While (1) // Boucle sans fin
{
PORTC = ..... ; // commander la motopompe en marche

N = ..... // Lecture de la valeur numérique correspondant au niveau
If (N < Nmax) { PORTC = 0x08 ; } // Commander la motopompe en marche

Else { PORTC = ..... ; } // Commander la motopompe en arrêt

While (N > Nmin)
{
..... // Commander la motopompe en arrêt
N = ADC_Read(0) ; // Lecture de la valeur numérique correspondant au niveau
}
}
}

```

Q 28: Tableau à compléter selon le bit **RC3**.

Bit RC3	Etat du transistor (saturé–bloqué)	Bobine (excitée–non excitée)	Etat du contact K (ouvert - fermé)	Motopompe (en marche – en arrêt)
0
1

Choisir la bonne réponse :

Q 29: Le rôle de ce montage est :

- La génération d'une tension $V(t)$ continue aux bornes de la motopompe
- La modulation de l'énergie de la motopompe
- La génération d'une tension $V(t)$ carrée aux bornes de la motopompe

Q 30: Le thyristor conduit lorsque :

- La tension V_{AK} à ses bornes est positive
- La tension V_{AK} à ses bornes est négative et que la commande de la gâchette est présente
- La tension V_{AK} à ses bornes est positive et que la commande de la gâchette est présente

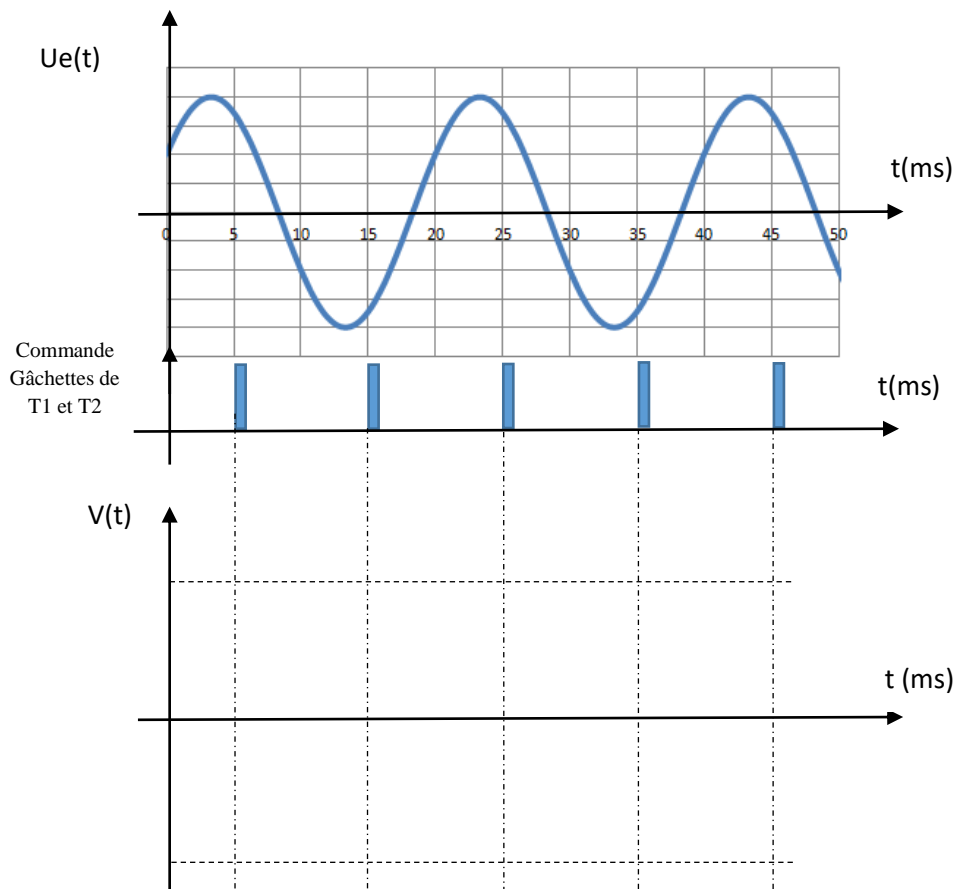
Q 31: Lorsque **T1** conduit :

- La tension $V(t)$ est égale à $-U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $2U_e(t)$

Q 32: Lorsque **T2** conduit :

- La tension $V(t)$ est égale à $-U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $U_e(t)$
- La tension $V(t)$ est égale à $2U_e(t)$

Q 33: Traçage du chronogramme de $V(t)$ aux bornes de la motopompe, sachant que $U_e(t)$ est sinusoïdale, selon la commande d'amorçage fournie :



Q 34: Le composant de l'électronique de puissance remplaçant les deux thyristors est :

- Transistor bipolaire
- Diac
- Triac

Q 35: Le pays où débute la révolution industrielle est :

- La France
- L'Angleterre
- Les Etats-Unis

Q 36: Sont associé(e)s à la deuxième révolution industrielle :

- Les moteurs électriques
- Les lignes d'assemblage
- Les travailleurs effectuaient des tâches spécifiques

Q 37: Sont associé(e)s à la quatrième révolution industrielle :

- Les machines à commande numérique par ordinateur (CNC)
- Les contrôleurs logiques programmables (PLC)
- Le partage des données provenant des capteurs intelligents dans l'environnement de fabrication

Q 38: Le nombre d'électrons de valence dans un atome de silicium est :

- 2
- 1
- 4

Q 39: Un semi-conducteur :

- Est un isolant
- Est un conducteur
- Devient conducteur sous des conditions électriques

Q 40: La jonction PN est :

- Une surface entre le canal P et le canal N
- Une zone de type P
- Une zone de type N

Q 41: La logique câblée permet :

- De réaliser des conditions de fonctionnement dans un système électrique
- De se baser sur des programmes
- D'utiliser des processeurs

Q 42: La logique programmée permet :

- D'utiliser des processeurs intelligents
- De réaliser des combinaisons par câblage
- D'utiliser des portes logiques et des câbles seulement

الصفحة : 1 على 7

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاستدراكية 2022

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



PPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPP

***I

- عناصر الإجابة -

RR 216A

10 المعامل

4h

مدة
الإنجاز

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

المادة
الشعبة والمسلك

Q1: Précision de la nature des ondes utilisées par le capteur ultrason, cocher la bonne réponse. **1 pt**

- Onde infrarouge
 Onde radio
 Onde acoustique à fréquence élevée

Q2: Expression de la distance **d** entre la source du capteur et le liquide dans le réservoir en fonction de la vitesse **v** du son et de la durée **Δt**. **1 pt**

La distance parcourue par l'onde est : **2.d** alors $v = \frac{2.d}{\Delta t}$

donc : $d = \frac{v.\Delta t}{2}$

Q3: Expression du niveau **Nv** en fonction de la hauteur **h** et de la distance **d**. **1 pt**

On a : **$Nv = h - d$**

Q4: Calcul du niveau **Nv** dans le réservoir correspondant à une durée mesurée **Δt = 24,25 ms**, on donne **h = 11 m**. **1 pt**

On a : $d = \frac{v.\Delta t}{2} = \frac{330.24,25}{2} \cdot 10^{-3} = 4 \text{ m}$

Ce qui donne : **$Nv = h - d$** d'où : **$Nv = 7 \text{ m}$**

Q5: Calcul de **dmin** et **dmax** mesurées par le capteur, pour la même valeur de **h**. **1 pt**

On a : **$d_{max} = h - Nv_{min}$** et **$d_{min} = h - Nv_{max}$**

Alors : **$d_{max} = 10,5 \text{ m}$** et **$d_{min} = 1 \text{ m}$** .

Q6: Choix du capteur adapté à la mesure. **2 pts**

- Capteur HC-SR04
 Capteur TECFLUID LU93

Justification : **TECFLUID LU93 a pour plage de mesure de distance entre 0,4 m et 12 m**

Q7: Définition de la sensibilité d'un capteur : **1 pt**

La sensibilité est la variation de la grandeur de sortie par rapport à la variation de la grandeur d'entrée.

Q8: Sensibilité **S** de ce capteur et son unité : **1 pt**

On a : **$S = \Delta U_c / \Delta N_v = (5-0) / (10-0)$**

Donc **$S = 0,5 \text{ V/m}$**

Q9: Tableau donnant les niveaux correspondant aux tensions mesurées par un voltmètre : **2 pts**

Tension Uc (V)	0,25	3,25	5
Niveau d'eau Nv (m)	0,5	6,5	10

On utilisera : **$U_c = S.N_v = 0,5.N_v$**

Q10: Calcul de I_{min} et I_{max} Vérifiant la courbe du courant $I = f(Nv)$: **1 pt**

$$I = 1,6 \cdot Nv + 4 \text{ (mA)}$$

Pour $Nv = 0$ on a : $I_{min} = 4 \text{ mA}$ et pour $Nv = 10$ on a : $I_{max} = 20 \text{ mA}$.

Q11: Tableau donnant le courant I en fonction du niveau d'eau Nv : **1 pt**

Niveau d'eau Nv (m)	0,5	6,5	10
Courant I (mA)	4,8	14,4	20

On applique directement l'équation $I = f(Nv)$.

Q12: Expression de la tension V_R en fonction du courant I et de la résistance R . **1 pt**

Par la loi d'Ohm, on a : $V_R = R \cdot I$

Q13: Calcul numérique des valeurs maximale et minimale V_{Rmin} et V_{Rmax} pour $R = 250 \Omega$. **1 pt**

$$V_{Rmin} = 250 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 1 \text{ V}$$

$$V_{Rmax} = 250 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 5 \text{ V}$$

Q14: Expression de U_T en fonction de R et I et calcul des valeurs extrêmes de U_T : **1 pt**

On a : $U_T = 24 - V_R = 24 - R \cdot I$

I (mA)	4	20
U_T (V)	23	19

Q15: Fonctionnement du transmetteur : **1 pt**

Correctement	Incorrectement
X	

Justification : **car sa tension reste toujours supérieure à 12 V.**

Q16: Signification de la mesure d'un courant nul dans la boucle de courant 4-20 mA en fonctionnement normal : **1 pt**

Un courant nul dans la boucle signifie que la ligne est coupée ou que le capteur ne fonctionne pas (donc indique un dysfonctionnement).

Choisir la bonne réponse :

Q17: Nombre de valeurs numériques possibles en sortie du CAN : **1 pt**

- 256
- 512
- 1024

Q18: Equivalent en hexadécimal du nombre binaire 0010101111 donné par le CAN est : **1 pt**

- 0AE
- 0CF
- 0AF

Q19: On améliore la précision de la conversion d'un signal analogique en un signal numérique : **1 pt**

- En augmentant le nombre de bits du convertisseur**
- En diminuant le nombre de bits du convertisseur
- En augmentant la période d'échantillonnage

Q20: Valeur numérique en décimal N_{10} fournie par le CAN pour une tension de $2,5\text{ V}$ correspondant à un niveau de 5 m dans le réservoir est : **2 pts**

On a : $U_c = 2,5\text{ V}$ pour un niveau de 5 m

Alors : $N_{10} = \frac{1023 \cdot U_c}{\text{tension pleine echelle}}$

$N_{10} = 1023 \cdot 2,5/5$ donc $N_{10} = 511,5$

Q21: Tableau donnant la valeur de la tension U_c , la valeur décimale N_{10} , la valeur hexadécimale N_H et la valeur du niveau N_v : **4 pts**

$N_v\text{ (m)}$	1	5	10
$U_c\text{ (V)}$	0,5	2,5	5
N_{10}	102	511	1023
N_H	66	1FF	3FF

On utilisera les deux formules : $U_c = 0,5 \cdot N_v$ et $N_{10} = 1023 \cdot U_c / 5$

Q22: Tableau déterminant les valeurs en binaire et en hexadécimal des registres **TRISB** et **TRISC** (les bits non utilisés sont **mis à 1**). **6 pts**

TRISB							
RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
1	1	1	1	1	1	0	0
TRISB = 0xFC							

TRISC							
RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0
1	1	1	1	0	1	1	1
TRISC = 0xF7							

Q23: Programme assembleur permettant la configuration des ports **B** et **C** du **PIC 16F877**. **3 pts**

```
BSF     STATUS,5
BCF     STATUS,6
MOVLW  0xFC
MOVWF   TRISB    ; RB0 et RB1 en sortie
MOVLW  0xF7
MOVWF   TRISC    ; RC3 en sortie
CLRF   STATUS    ; accès aux registres PORT
```

Q24: Sous-programme de la temporisation en assembleur de la LED rouge : **2,5 pts**

Etiquette	Instructions	Commentaire
TEMPO	MOVLW N1	Charger W avec la valeur N1.
	MOVWF T2	Sauvegarder W dans l'adresse T2.
S2	MOVLW N2	Charger W avec la valeur N2.
	MOVWF T1	Sauvegarder W dans l'adresse T1.
S1	DECFSZ T1	Décrémenter T1 et sauter la ligne suivante si le contenu de T1 est égal à zéro.
	GOTO S1	Aller vers l'étiquette S1 (car le contenu de T1 est différent de 0).
	DECFSZ T2	Décrémenter le registre T2 et sauter la ligne suivante si le contenu de T2 est égal à zéro
	GOTO S2	Aller vers l'étiquette S2 (car le contenu de T2 est différent de 0).
	RETURN	Retourner vers l'origine de l'appel (fin de la temporisation car le contenu de T1 = 0 et T2=0).

Q25: Le programme en MikroC, permettant le clignotement de la LED verte : **2 pts**

```

void main ()
{
    TRISB.0 = 0 ;           // Configurer RB0
    TRISB.1 = 0 ;           // Configurer RB1
    for ( ; ; )             // Boucle sans fin
    {
        PORTB = 1 ;         // Allumer la LED
        Delay_ms (1000) ;
        PORTB = 0 ;         // Eteindre la LED
        Delay_ms (1000) ;   // Temporisation de 1 seconde
    }
}

```

Q26: Le type des données appliquées aux broches **RA0, RA1, RA2, RA3** et **RA5** du PIC, sachant que la valeur **ADCON1 = 0x04** : **2 pts**

On a : **ADCON1 = 0x04** ce qui donne : **ADCON1= 00000100**, en particulier :

PCFG 3.0	RA5	RA3	RA2	RA1	RA0
0100	D	A	D	A	A

Donc **RA0, RA1 et RA3** sont des entrées analogiques.

Et **RA2 et RA5** des entrées-sorties numériques.

Q27: Programme du contrôle de niveau du réservoir en MikroC PIC 16F877 : **7,5 pts**

```

unsigned int N ;
unsigned int Nmax ;
unsigned int Nmin ;
Void main()
{
    ADCON1 = 0x04 ; //Configuration du port A (RA0 entrée analogique)
    TRISB = 0xFC ; //Configuration de la direction des broches du port B
    TRISC = 0xF7 ;
    Nmax = 0x3FF ;
    Nmin = 0x66 ;
    ADC_Init() ; // Initialisation du convertisseur CAN du pic

    While (1) // Boucle sans fin
    {
        PORTC = 0x08 ; // commander la motopompe en marche

        N = ADC_Read(0) ; // Lecture de la valeur numérique correspondant au niveau
        If (N < Nmax) { PORTC = 0x08 ; } // Commander la motopompe en marche

        Else { PORTC = 0x00 ; } // Commander la motopompe en arrêt

        While (N > Nmin)
        {
            PORTC = 0x00 ; // Commander la motopompe en arrêt
            N = ADC_Read(0) ; // Lecture de la valeur numérique correspondant au niveau
        }
    }
}

```

Q28: Tableau à compléter selon le bit RC3. **4 pts**

bit RC3	Etat du transistor (saturé- bloqué)	Bobine (excitée – non excitée)	Etat du contact K (ouvert - fermé)	Motopompe (en marche – en arrêt)
0	bloqué	Non excitée	Ouvert	En arrêt
1	Saturé	Excitée	fermé	En marche

Choisir la bonne réponse :

Q29: Le rôle de ce montage est : **1,5 pt**

- La génération d'une tension $V(t)$ continue aux bornes de la motopompe
- La modulation de l'énergie de la motopompe**
- La génération d'une tension $V(t)$ carrée aux bornes de la motopompe

Q30: Le thyristor conduit lorsque : **1 pt**

- La tension VAK à ses bornes est positive
- La tension VAK à ses bornes est négative et que la commande de la gâchette est présente
- La tension VAK à ses bornes est positive et que la commande de la gâchette est présente**

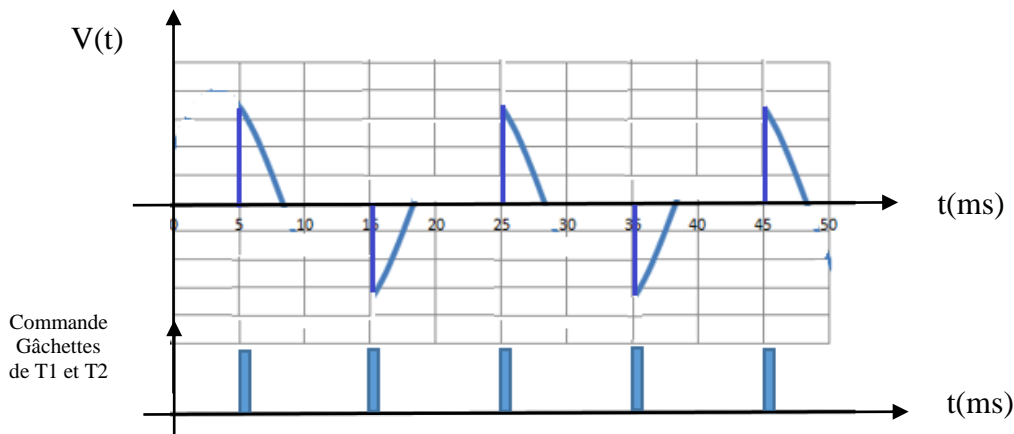
Q31: Lorsque T1 conduit : **1,5 pt**

- La tension V(t) est égale à $-U_e(t)$
- La tension V(t) est égale à $U_e(t)$**
- La tension V(t) est égale à $2U_e(t)$

Q32: Lorsque T2 conduit : **1,5 pt**

- La tension V(t) est égale à $-U_e(t)$
- La tension V(t) est égale à $U_e(t)$**
- La tension V(t) est égale à $2U_e(t)$

Q33: Traçage du chronogramme de V(t) aux bornes de la motopompe, selon la commande d'amorçage fournie : **1,5 pt**



Q34: Le composant de l'électronique de puissance remplaçant les deux thyristors est : **1 pt**

- Transistor bipolaire
- Diac
- Triac**

Q35: Le pays où débute la révolution industrielle est : **1 pt**

- La France
- L'Angleterre**
- Les Etats-Unis

Q36: Sont associé(e)s à la deuxième révolution industrielle : **1 pt**

- Les moteurs électriques**
- Les lignes d'assemblage
- Les travailleurs effectuaient des tâches spécifiques

Q37: Sont associé(e)s à la quatrième révolution industrielle : **1 pt**

- Les machines à commande numérique par ordinateur (CNC)
- Les contrôleurs logiques programmables (PLC)
- Le partage des données provenant des capteurs intelligents dans l'environnement de fabrication**

Q38: Nombre d'électrons de valence dans un atome de silicium est : **1 pt**

- 2
- 1
- 4

Q39: Un semi-conducteur : **1 pt**

- Est un isolant
- Est un conducteur
- Devient conducteur sous des conditions électriques**

Q40: La jonction PN est : **1pt**

- Une surface entre le canal P et le canal N**
- Une zone de type P
- Une zone de type N

Q41: La logique câblée permet : **1pt**

- De réaliser des conditions de fonctionnement dans un système électrique.**
- De se baser sur des programmes
- D'utiliser des processeurs

Q42: La logique programmée permet : **1pt**

- D'utiliser des processeurs intelligents**
- De réaliser des combinaisons par câblage
- D'utiliser des portes logiques et des câbles seulement