

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira



Faculté des sciences et sciences appliquées

Département de Génie électrique

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie biomédical

Spécialité : Imagerie et instrumentation Biomédicale

Mémoire de fin d'études en vue de

L'obtention du diplôme :

MASTER

Thème :

**Conception et réalisation d'un prototype de couveuse de
néonatalogie**

Soutenu le 25 septembre 2017

Présenté par :

**Taleb Sidali
Zadi belhadj Sidali**

Devant le jury composé de :

Président : **Said Moudach**
Encadreur : **Mohamed Fekir**
Examineurs : **Mourad Benziane**
: **Abderezak Arabi**

2016-2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سُبْحَانَكَ يَا عِلْمَ لَنَا يَا

مَا عَلَّمْنَا يَا زَكَّ أَنْتَ

الْعَلِيمُ الْكَلِيمُ

صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

~ REMERCIEMENT ~

Toute la gratitude et le merci à Dieu le tout puissant pour nous avoir donné le courage et la force pour mener et terminer ce travail.

En achevant ce modeste travail nous tenons à remercier chaleureusement notre promoteur Mr Mohammed FEKIR pour ses encouragements, ses conseils précieux, son sérieux et sa disponibilité.

Nous remercions également nos enseignants qui ont contribué à notre formation.

À tous les responsables de notre spécialité.

À M Mouloud, chef du service de maintenance dans L'hôpital Sour el-Ghezlane.

À M. Djamel, chef d'atelier en menuiserie d'aluminium.

À M. Mahmoud

Toute nos gratitude aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

A tous ceux et toutes celle qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet.

~ DÉDICACE ~

Je dédie ce modeste travail :

A toute ma famille

A ma chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrable sacrifices, puisse dieu, le très haut vous accordé santé bonheur et longue vie

A mon cher père

Qui a su être à mes côtés dans les moments difficiles, Pour son encouragement et sa générosité sans limites, Pour ces sacrifices durant toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis.

A chère grande mère

Mes frères Saber et Aymen.

Ma petite sœur Anya

A tous mes amis et mes collègues Sidali, Anyss (Mistick), Tarek Labassi, Zaher (l'architecte), Nassim Tiffen

A toute la promotion Master2 Génie Biomédicale 2016 /2017.

A tous mes enseignants durant tous notre cursus.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

A tous ceux qui m'aiment et ceux que j'aime.

Sidali TALËB

~ DÉDICACE ~

Je dédie ce modeste travail :

A toute ma famille

A ma chère mère

Pour ses sacrifices demeurés et son amour infini, Que dieu la garde pour moi afin que ses prières me protègent et que ses regards suivent ma destinée. Aucun mot ne serait assez loquace pour témoigner les sentiments de reconnaissance que J'éprouve à leurs égards. J'espère pouvoir réaliser aujourd'hui l'un de leurs rêves et les Honorés.

A Mon cher père

*L'épaule solide', l'œil attentif compréhensive et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect,
Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments que dieu te préserve et te procure santé et longue vie*

Mon frère Djelloul

Mes sœurs Amina, Sarah.

A tous mes amis et mes collègues surtout Sidali, Khalil, Mourad, Fares, Ahmed

A toute la promotion Master2 Génie Biomédicale 2016 /2017.

A tous mes enseignants durant tous notre cursus.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

A tous ceux qui m'aiment et ceux que j'aime.

Sidali ZADI



Méthodologie du Travail :

La bonne réussite d'un projet s'appuie sur un ensemble de piliers qui est : l'équipe de travail et son organisation.

Notre équipe se compose de 2 étudiants :

- **M. TALEB Sidali**
- **Téléphone :** (+) 213-553454271 --- **email :** Reymasterr@hotmail.com
- **M. ZADI Belhadj Sidali**
- **Téléphone :** (+) 213-792565562

Notre Projet a été encadré par le professeur du département génie électrique :

- **M. FEKIR**

L'organisation de travail est schématisée selon le diagramme **GANT** ci-dessous :

Master2 : Génie Biomédical		Semestre04		Année universitaire :							
Projet de fin d'études Master2 Génie Biomédicale											
Projet : Conception et Réalisation d'un prototype d'une couveuse de néonatalogie											
		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre	
Avant-Projet	Etude de l'état de l'art	■	■								
	Etude théorique		■	■	■						
Solution	Proposition des solutions			■							
	Choix de solution				■	■					
	Simulation de la solution					■	■		■		
Réalisation	Proposition d'un prototype					■					
	Réalisation du prototype			■	■		■	■	■	■	
	Test et vérification								■		■
Finalisation	Rapport/Présentation					■		■		■	■
	Préparation à la soutenance										■
■ Situation Facile		■ Situation Moyenne				■ Situation difficile					
Encadré par : M.Fekir						Réalisé Par : M. Sidali TALEB					
M. Belhadj Sidali ZADI											

الملخص

حاضنة حديثي الولادة هي الجهاز الذي يتم فيه وضع الرضع متقدمي الولادة، المولودين في الشهر السابع بالإضافة الى نحلي البنية اثناء الولادة، بهدف توفير جوا يقارب الجو الذي تقدمه الام لجنينها قبل الولادة، كون هذه الفئة تعاني ضعفا في مواجهة الظروف الفيزيائية الخارجية.

يتمثل مشروعنا هذا في تصميم وانشاء نموذج حاضنة حديثي الولادة تعمل على توفير الجو الملانم للرضيع بطريقة تسمح للمستخدم التحكم في درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وكذا مراقبة درجة حرارة الرضيع، وقد استعمل في انشاء هذا المشروع حساس حرارة (DS1621) وحساس رطوبة (DHT11) اضافة الى شاشة (LCD) لعرض البيانات .

كما اقترحنا تطوير هذا المشروع مستقبلا بإضافة عدة تحسينات اهمها. جهاز انذار لحماية الرضيع من السرقة، جهاز قياس سرعة موجة النبض لمراقبة الحالة الصحية للرضيع

Résumé

L'incubateur néonatal est le dispositif dans lequel les nourrissons prénatals, nés au septième mois, ainsi que dans la structure squelettique pendant l'accouchement, sont conçus pour offrir une atmosphère proche de l'environnement prénatal de la mère, car ce groupe est vulnérable aux conditions physiques externes.

Notre projet consiste à concevoir et à construire un modèle d'incubateur néonatal qui fournira au Prématurés un moyen approprié de contrôler la température et l'humidité, ainsi que de surveiller la température du bébé par le capteur de température (DS1621) et le capteur d'humidité (DHT11) et de plus l'écran pour afficher les données (LCD).

Nous avons également proposé le développement de ce projet à l'avenir en ajoutant plusieurs améliorations, dont le plus important est un système d'alarme antivol, la photo-pléthysmographie pour bien contrôler la santé du bébé.

Abstract

Neonatal Incubator is the device in which prenatal infants, born in the seventh month, as well as in the skeletal structure during childbirth, are designed to provide an atmosphere close to the mother's prenatal environment, as this group is vulnerable to external physical conditions.

Our project is to design and construct a neonatal incubator model that will provide the infant with a suitable way to control the temperature and humidity, as well as monitor the temperature of the baby, and was used in the establishment of this project temperature sensor (DS1621) and humidity sensor (DHT11) in addition to the screen to display data (LCD).

We also proposed the development of this project in the future by adding several improvements, the most important of which are an anti-theft alarm system ,photo-plethysmography to properly control the baby's health.

SOMMAIRE

Remerciements	II
Résumé	III
Méthodologie de travail	IV
Sommaire	V
Liste des figures	VIII
Liste des tableaux	X
Liste des abréviations	XI
Introduction Générale	1

Chapitre I : Généralités physiologiques et matériels

I. Généralités physiologiques et matériels	4
I.1. Introduction	4
I.2. Néonatalogie	4
I.2.1. Définition de la néonatalogie	4
I.2.2. Faiblesse du Poids à la Naissance	4
I.2.3. Les prématurés	5
I.2.4. Les causes du prématuré	6
I.2.5. Les principales pathologies liées à la prématurité	7
I.2.6. Besoins et soins des prématurés	8
I.2.7. L'importance de l'incubateur au service de néonatalogie	9
I.3. La couveuse néonatale	9
I.3.1. Définition	9
I.3.2. Le Rôle de la couveuse	10
I.3.3. Les types des incubateurs.....	11

I.3.4.	Les incubateurs fermés.....	13
I.4.	Conclusion.....	16

Chapitre II : Choix des composants et technologie

II.	Choix des composants et technologie	18
II.1.	Présentation du projet.....	18
II.2.	Choix des composants	19
II.2.1.	Choix du microcontrôleur	19
II.2.2.	Présentation et caractéristiques du bus I2C :	22
II.2.3.	Choix des transistors :	27
II.2.4.	Choix des relais électromécaniques	28
II.2.5.	Choix des Capteurs	28
II.3.	Conclusion.....	35

Chapitre III : Etude et réalisation pratique du système Développé

III.	Etude et réalisation pratique du système Développé.....	37
III.1.	Introduction	37
III.2.	Schéma bloc.....	37
III.3.	Schémas électroniques	38
III.3.1.	L'alimentation du Microcontrôleur.....	38
III.3.2.	Cadencement du système	39
III.3.3.	Circuit de Réinitialisation	39
III.3.4.	Connexion des capteurs de température DS1621 avec le Microcontrôleur	40
III.3.5.	Connexion des capteurs d'humidité DHT11 le Microcontrôleur.....	42
III.3.6.	Connexion de L'afficheur LCD avec le Microcontrôleur.....	42
III.3.7.	Connexion du circuit de chauffage avec le Microcontrôleur	44
III.3.8.	Alimentation du système.....	45

III.4. Réalisation des Circuits imprimés	45
III.4.1. Carte mère	45
III.4.1. Carte secondaire :.....	47
III.4.2. Carte d'alimentation.....	48
III.5. Partie Mécanique.....	48
III.5.1. L'architecture intérieure et extérieure de l'incubateur :	48
III.5.2. Matériaux utilisés.....	49
III.6. Mécanisme de circulation de l'air	50
III.6.1. Un bac d'eau	51
III.6.2. Le ventilateur	51
III.7. Tests de fonctionnement	52
III.8. Photos de la réalisation	53
III.9. Conclusion.....	56

Chapitre IV :_Partie Logiciels et Programmation

IV. Partie logiciels et programmations.....	58
IV.1. Introduction :.....	58
IV.2. Présentation de la partie logicielle :.....	58
IV.2.1. Logiciel de simulation :.....	58
IV.2.2. Logiciels de programmation :	59
IV.2.3. Programmeur des PIC's :.....	60
IV.3. Organigrammes de commande du système :	61
IV.3.1. Organigramme du programme principal :.....	61
IV.3.2. Organigramme du Processus de mode Skin :.....	62
IV.3.3. Organigramme du processus du mode Air :.....	63
IV.3.4. Organigramme de processus de lecture d'un capteur DS1621	64
IV.3.5. Organigramme de processus de la lecture d'un capteur DHT11	67

IV.4. Conclusion :	68
Conclusion et perspectives :	70
Conclusion personnelle :	71
Références bibliographiques :	72
Annexe :	74

Liste des figures

Chapitre I : Généralités physiologiques et matériels

Figure I. 1 : un nouveau-né dans un incubateur.....	9
Figure I. 2: un incubateur (couveuse néonatale).....	10
Figure I. 3: une couveuse ouverte (radiante)	11
Figure I. 4: une couveuse fermée.....	12
Figure I. 5: une couveuse mobile.....	13
Figure I. 6: Aperçu de l'opération d'incubateur.	14

Chapitre II : Choix des composants et technologie

FigureII. 1: Schéma bloc global d'une couveuse de néonatalogie.....	18
Figure II. 2: Brochage de PIC 16F876A	20
Figure II. 3: Architecture Interne du microcontrôleur PIC 16F876A	21
Figure II. 4: Connexion des composants sur le bus I2C.....	22
Figure II. 5: Schéma d'interfaçage Microcontrôleur et le capteur de température DS1621	23
Figure II. 6 : Exemple de condition de départ et d'arrêt	24
Figure II. 7: Exemple de transmission réussie.....	24
Figure II. 8: Format de l'adresse d'un composant relié au bus I2C	25
Figure II. 9 : Ecriture d'une donnée (DS1621)	26
Figure II. 10: le chronogramme correspondant des lignes SDA et SCL.....	26
Figure II. 11: Lecture des données d'après le slave	27
Figure II. 12: le transistor 2N2222 (NPN)	28
Figure II. 13: représentation d'un relais électromécanique	28

Figure II. 14: Brochage du capteur DS 1621	29
Figure II. 15: Capteur DS1621	30
Figure II. 16: Bloc de Diagramme de Fonctionnement de DS1621	31
Figure II. 17: le capteur DHT11	33
Figure II. 18: Câblage d'un capteur DHT11 avec le PIC16F876A	34
Figure II. 19: Protocol de communication du capteur DHT11	35

Chapitre III : Etude et réalisation pratique du système Développé

Figure III. 1 : Schéma bloc du système développé.	38
Figure III. 2: Alimentation du Microcontrôleur	39
Figure III. 3: Circuit d'horloge	39
Figure III. 4: Circuit de réinitialisation	40
Figure III. 5: Connexion Capteurs de température DS1621 avec le microcontrôleur via le bus I2C	41
Figure III. 6: Format de l'adresse du capteur de température DS1621	41
Figure III. 7: Connexion du capteur D'humidité DHT11 avec le microcontrôleur	42
Figure III. 8: Connexion de l'afficheur LCD avec le microcontrôleur	43
Figure III. 9: Connexion du clavier avec le microcontrôleur	44
Figure III. 10: Circuit de puissance d'un seul niveau de chauffage.....	44
Figure III. 11: Schéma de bloc alimentation dans ISIS.....	45
Figure III. 12: Schéma de la carte commande sur ARES.....	46
Figure III. 13: Carte mère « Top Face/Buttom Face »	46
Figure III. 14: Carte secondaire « Top Face/buttom Face ».....	47
Figure III. 15: Schéma de la carte secondaire sur ARES	47
Figure III. 16: Circuit imprimé alimentation générale	48
Figure III. 17: La carte alimentation après développement et soudage des composants	48
Figure III. 18: Structure de la couveuse	49
Figure III. 19: Mécanisme de la circulation d'air.....	50
Figure III. 20: Vue de mécanisme de la circulation d'air.....	50
Figure III. 21: Photo du ventilateur.....	51
Figure III. 22: Graphe d'évolution de la température en fonction du temps lors du préchauffage.....	52
Figure III. 23: Etat d'activation des résistances de chauffage par rapport aux consignes....	53

Figure III. 24 : Vu réel de la vouveuse (face/derrière).....	54
Figure III. 25 : Vu réel en mode (marche/arrêt).....	54
Figure III. 26 : Tableau de commande de la couveuse.....	55

Chapitre IV : Chapitre IV : Partie Logiciels et Programmation

Figure IV. 1: Interface de logiciel MikroC.....	60
Figure IV. 2: Interface de logiciel Pickit 2.....	61
Figure IV. 3: Organigramme du programme principal.....	62
Figure IV. 4: Organigramme du Processus de mode Skin.....	63
Figure IV. 5: Organigramme du processus du mode Air.....	64
Figure IV. 6: Organigramme du mode écriture(DS1621).....	65
Figure IV. 7: Organigramme du mode lecture (DS1621).....	66
Figure IV. 8 : Organigramme de processus de la lecture d'un capteur DHT11.....	67

Liste des tableaux

Chapitre I : Généralités physiologiques et matériels

Tableau I. 1: Classification En fonction du poids à la naissance d'après la base de travaux réalisés aux USA (Sherry, Mei et al. 2003).....	5
Tableau I. 2: Classification selon le terme de naissance d'après l'OMS.....	5
Tableau I. 3: Les principales pathologies liées à la prématurité.....	7

Chapitre II : Choix des composants et technologie

Tableau II. 1 : Mots de commande usuels du DS1621.....	30
Tableau II. 2 : La relation entre la température et la valeur binaire.....	31
Tableau II. 3 : Tableau des caractéristiques d'un capteur DHT11.....	33

Chapitre III : Etude et réalisation pratique du système Développé

Tableau III. 1: Tableau des essais d'évolution de la température en fonction du temps.....	52
---	----

Liste Des Abréviations

AC : Alternating Current

ACK: Acknowledge

CFM: Cubic Feet per Minute

CISC: Complex Instruction Set Computer

DC: Direct Current

DIL: Dual in Line

E/S : Entrée / Sortie

HTA : L'hypertension artérielle

I²C: (IIC) Inter Integrated Circuit

ISIS: Logiciel de simulation

LCD: crystal liquid display

LED: light-emitting diode

MCLR : Media & Communications Law Review

OMS : organisation mondial de la santé

PIC : Programmable Interface Contrôler

PPG : Photo-pléthysmographie

R/W: read write

Ram: random access memory

RISC: Reduced Instruction Set Computer

RPM: rotation par minute

SA : semaines d'aménorrhée

Samu : un service hospitalier qui organise le traitement des urgences en dehors de l'hôpital

SCL : Signal d'horloge

SDA : Signal de donnée

Smur : est composé d'une équipe médicale, d'un véhicule et de matériel chargé d'intervenir à la demande du SAMU

TWI: Two Wire Interface

UV: ultra-violet

INTRODUCTION

GENERAL

Introduction Générale

Les nourrissons nés avant 37 semaines de la période de gestation sont connus comme des bébés prématurés. L'étude montre que chaque mois de naissance environ 4 millions de nourrissons meurent dans le monde. 25% des décès sont causés par des complications de la prématurité, le plus souvent de la chaleur et de l'eau [1]. Les organes vitaux ou les enzymes de bébés prématurés augmentent dans une moindre mesure et nécessitent donc une attention particulière pour faire face aux conditions physiques externes, telles, la température, l'humidité, la lumière, etc. Le nourrisson présente une déficience en termes de régulation thermique. Un nourrisson a une superficie relativement grande, une mauvaise isolation thermique et une petite quantité de masse pour agir comme un dissipateur de chaleur, ainsi, Le nouveau-né a peu de capacité à conserver la chaleur en modifiant la posture et sans pouvoir adapter ses propres vêtements en réponse au stress thermique. Donc, ces paramètres sont les plus importants pour contrôler l'économie de la vie des nourrissons.

Dans ce contexte, ce mémoire présente un système qui comprend la structure du système, les circuits matériels et les logiciels de l'incubateur pour nourrissons prématurés. Dans ce projet, nous nous intéressons à la conception et la réalisation d'un prototype de couveuse néonatale qui permet le contrôle de la température et l'humidité du prématuré.

Ainsi, ce système comprendra deux capteurs de température et un capteur d'humidité. Un des deux capteurs de température est utilisé en mode air, c'est-à-dire que le contrôle de la température se fait par rapport à la température ambiante de l'air chaud et humide circulant à l'intérieur de la couveuse. Le deuxième capteur de la température est utilisé en mode 'Skin' peau, il est placé sur la main du bébé et le contrôle de la température dans ce cas, se fait par rapport à la température du bébé. Aussi, l'air circulant dans la couveuse doit être humidifié, ce qui laisse présager un bac d'eau et un capteur d'humidité pour suivre l'évolution de l'humidification.

En outre, le système doit comprendre un clavier pour d'une part ajuster les températures consignes, et d'autre part sélection du mode de contrôle. Nous avons également prévu un afficheur LCD pour afficher tous les paramètres de la couveuse à savoir : la température, l'humidité, le mode de contrôle, le niveau de chauffage et les alarmes.

Le mémoire est scindé en quatre principaux chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux différentes généralités concernant le domaine de la néonatalogie (prématurés, types de couveuses, etc...).
- Le choix des différents composants électroniques ainsi que la technique du bus I2C sont abordés dans le deuxième chapitre.
- Le troisième chapitre est consacré à la réalisation hardware, alors que le quatrième chapitre est réservé à la partie software de ce travail.
- Nous terminerons ce mémoire par une conclusion générales et des perspectives.

Chapitre I

Généralités physiologiques Et matériels





I. Généralités physiologiques et matériels

Dans ce chapitre, nous abordons des généralités physiologiques des néonataux et aussi des équipements médicaux mis à leur disposition. Nous nous focalisons essentiellement sur l'incubateur ou la couveuse.

I.1. Introduction

La période néonatale est l'une des périodes les plus critiques de la vie. Ceci est lié à la fragilité du nouveau-né et à l'immaturation du fonctionnement de nombreux organes. Ainsi, la prise en charge de ces patients nécessite des connaissances actualisées afin de leur permettre une bonne adaptation au nouveau monde.

I.2. Néonatalogie

I.2.1. Définition de la néonatalogie

La néonatalogie est une spécialité médicale qui a pour objectif l'étude du fœtus et du nouveau-né avant, pendant et après la naissance, jusqu'au 28^e jour de vie, et peut s'étendre au-delà, à quelques mois. Elle s'intéresse aussi bien à l'enfant normal qu'à celui atteint de maladies plus ou moins sévères (malformations, anomalies du développement dues à la prématurité ou à d'autres causes). Les nouveau-nés atteints de telles maladies requièrent une prise en charge hospitalière dans des unités spécialisées, une surveillance continue et, pour certains cas, des soins intensifs de réanimation. [1]

I.2.2. Faiblesse du Poids à la Naissance

L'OMS définit le faible poids de naissance comme toute naissance d'enfant vivant de poids inférieur à 2500 grammes (WHO 1961). Cette limite a été proposée par un médecin finlandais, le docteur Arvo Ylppö, dans les années 1920 et a été adoptée par l'OMS en 1948. Le poids de naissance est la première mesure de poids réalisée chez le nouveau-né juste après l'accouchement et, dans les pays en développement, il est un des rares indicateurs disponibles pour évaluer l'état de santé du nouveau-né. C'est une mesure anthropométrique simple et probablement une des plus largement répandues à travers le monde, qui permet d'apprécier la bonne santé et la maturité physique acquise par le nouveau-né.



En fonction du poids à la naissance, les nouveau-nés sont classés en 5 catégories. [8] (Tableau 1)

Tableau I. 1: Classification En fonction du poids à la naissance d’après la base de travaux réalisés aux USA (Sherry, Mei et al. 2003) [8]

Les classes	Catégories
« Extrêmes petits poids de naissance »	Moins de 1.000 grammes
« Très petits poids de naissance »	Entre 1.000 et 1.500 grammes
« Petits poids de naissance »	Entre 1.500 et 2.500 grammes
« Poids de naissance normaux »	Entre 2.500 et 4.000 grammes
« Grands poids de naissance »	Plus de 4.000 grammes

La santé du nouveau-né et de l’enfant étant directement liée à son poids de naissance, il est évident que les risques de mortalité et de morbidité diffèrent selon l’appartenance à l’une ou l’autre de ces catégories.

I.2.3. Les prématurés

L’Organisation mondiale de la santé (OMS) a défini la prématurité comme une naissance survenant avant 37 semaines d’aménorrhée (SA) révolues (ou 259 jours après le premier jour des dernières règles), le terme de la grossesse étant estimé par une échographie réalisée au premier trimestre de la grossesse et/ou de la date du premier jour des dernières règles. On distingue habituellement la prématurité tardive (naissance entre 34 et 36 SA révolues), la prématurité modérée (32 à 33 SA), la grande prématurité (28 à 31 SA), et la très grande prématurité (< 28 SA) [2, 3] (Tableau 2)

Tableau I. 2: Classification selon le terme de naissance d’après l’OMS [2,3]

Les Classes	Terme de naissance
Très grande prématurité	< 28 SA
Grande prématurité	28 —31 SA
Prématurité modérée	32 —33 SA
Prématurité tardive	34 —36 SA
Naissance à terme	37 —41 SA
Post-terme	≥ 42 SA



I.2.4. Les causes du prématuré [4]

I.2.4.A. Les causes maternelles

Certaines circonstances peuvent favoriser l'accouchement prématuré telles que :

- **Les antécédents** d'accouchement prématuré ou fausse couche spontanée chez la maman
- **L'âge de la maman** lorsque celui-ci est inférieur à 18 ans ou supérieur à 35 ans
- **La présence de conditions socio-économiques difficiles**, avec un travail pénible, un temps de trajet long...

- **La consommation de tabac et de drogues** chez la mère

Certaines causes générales peuvent également être à l'origine de la prématurité tel que :

• **Les infections en cours chez la maman**, notamment les infections urinaires et vaginales durant la grossesse

- **Les maladies chroniques** telles que le diabète, l'anémie... etc.

En causes locorégionales on retrouve :

- **Une malformation utérine**

Une béance cervico isthmique qui est une ouverture anormale de la partie interne du col

I.2.4.B. Les causes liées au fœtus

Certaines caractéristiques directement en lien avec le fœtus peuvent être responsables d'une prématurité tel que :

• Le développement de grossesses multiples avec des jumeaux, des triplés. Près de 50% des jumeaux naissent avant 37 SA

- Des anomalies liées au chromosome chez l'enfant
- Une souffrance chez le fœtus pendant la grossesse

I.2.4.C. Les causes durant la grossesse

• Le développement d'une chorioamniotite qui est une infection du placenta et du liquide amniotique peut être à l'origine d'une prématurité

• Le développement d'une pré-éclampsie qui est une mauvaise vascularisation du placenta se traduisant par une HTA et une présence de protéines dans les urines chez la maman est très souvent à l'origine d'une prématurité



I.2.5. Les principales pathologies liées à la prématurité

Un mot essentiel recouvre les complications du prématuré : immaturité des différentes fonctions.

Les principales complications sont présentées dans le tableau ci-après. [6]

Tableau I. 3: Les principales pathologies liées à la prématurité [7]

Complications liées à la prématurité	causes	Surveillance -traitement-prévention
Pulmonaire : maladie des membranes hyalines	Sécrétion insuffisante de surfactant (substance qui tapisse l'intérieur des alvéoles pulmonaires)	Oxygénothérapie Lutte contre le refroidissement
Métabolique : hypoglycémie	Insuffisance de réserve	Alimentation précoce Gavage gastrique Surveillance de la glycémie
apnées	Immaturité neurologique	Surveillance du monitoring cardiorespiratoire
hypothermie	Immaturité de la thermorégulation	Incubateur Surveillance de la température
hématologique : hémorragie	Immaturité hépatique	Vitamine K
infection	Diminution des défenses	Asepsie antibiothérapie
Neurologique : hémorragie ventriculaire	Fragilité vasculaire	Surveillance clinique
ictère	Immaturité hépatique	Photothérapie Parfois exsanguinotransfusion
Digestive : Entérocolite ulcéro-nécrosante (ECUN)	Souffrance fœtale, infection	chirurgie



I.2.6. Besoins et soins des prématurés

Les progrès majeurs réalisés dans le domaine de la prématurité concernent les soins de développement apportés aux bébés lors de leur séjour en néonatalogie. L'importance de ces soins a été démontrée et leur influence contribue fermement à la santé à court et long terme des prématurés. Il est vital pour un bébé en couveuse de bénéficier d'un milieu rassurant proche de celui du ventre de sa mère. Il faut ainsi veiller au calme du bébé, à reproduire le cocon du ventre de sa mère, à assurer une chaleur suffisante dans la couveuse, le prématuré a besoin d'aide pour survivre hors du cocon protecteur que représente l'utérus de sa mère, surtout s'il est très petit ou s'il est né à moins de 35 semaines de grossesse. Il peut avoir des besoins spéciaux, car certaines parties de son corps n'ont pas eu le temps de se développer complètement. Le prématuré a souvent du mal à respirer, à s'alimenter et à maintenir sa température corporelle :

I.2.6.A. Température

On peut maintenir la température corporelle du bébé en le plaçant dans un incubateur ou sur un lit chauffant.

I.2.6.B. Respiration

Le prématuré peut avoir de la difficulté à respirer, parce que ses poumons ne sont pas complètement formés. Dans un tel cas, il a souvent besoin de recevoir un supplément d'oxygène. Pour s'assurer que le prématuré reçoit assez d'oxygène, on peut notamment avoir recours à une enceinte de Hood, au ventilateur ou au respirateur et à la ventilation en pression positive continue.

I.2.6.C. Alimentation

Au début, les prématurés très petits ne peuvent pas combler leurs besoins parce qu'ils ont du mal à téter, à avaler et à respirer. Un bon nombre d'entre eux dépenseraient plus d'énergie à essayer de téter et d'avalier qu'ils n'en retireraient du lait. C'est pourquoi le bébé recevra ses premières calories à l'aide d'un perfuseur (aussi appelé « ligne intraveineuse ») ou d'une sonde (petit tube) introduite par le nez ou la bouche jusqu'à l'estomac. En raison de ces besoins spéciaux, de nombreux prématurés auront peut-être besoin d'être admis dans une pouponnière de soins spécialisés, une unité de soins intensifs néonataux ou une unité de soins pour enfants prématurés.



I.2.7. L'importance de l'incubateur au service de néonatalogie

- Permettre de favoriser la croissance du bébé dans les meilleures conditions, pour cela, l'incubateur compense la perte d'énergie calorifique nécessaire au maintien de la température du nourrisson. La nourriture absorbée pourra alors permettre le développement normal du bébé.
- Contribuer à la surveillance du nouveau-né, en vérifiant les paramètres de température cutanée et l'air ambiant par des alarmes.
- Garantir la sécurité du nourrisson.



Figure I. 1 : un nouveau-né dans un incubateur

I.3. La couveuse néonatale

I.3.1. Définition

L'incubateur néonatal aussi appelé couveuse dans le langage courant est une enceinte fermée destinée à isoler un nouveau-né fragile et à le maintenir dans les conditions proches de celles de l'utérus maternel tout en permettant les soins. La couveuse est indiquée particulièrement chez les prématurés et les nouveau-nés à faible poids de naissance. Elle isole l'enfant des variations de la température extérieure et surtout des agents infectieux. [1]



Figure I. 2: un incubateur (couveuse néonatale)

I.3.2. Le Rôle de la couveuse

La couveuse n'est pas une bulle stérile, elle permet avant tout au bébé de se protéger du froid. Le nouveau-né n'a, en effet, pas encore la maturité nécessaire pour réguler sa température. Il a besoin d'être au chaud, c'est la fonction principale de la couveuse, également appelée incubateur. Il sera donc placé s'il en a besoin, dès sa naissance dans ce milieu chaud, mais également humide afin d'assurer une hydrométrie optimale et se rapprocher des conditions de l'utérus maternel. Enfin, cet incubateur, constitué d'une paroi vitrée transparente, généralement de forme arrondie, est un lieu protecteur qui permet d'isoler l'enfant des microbes et de pouvoir également l'observer.

La couveuse, sans être complètement stérile, assure une protection contre les différents agents infectieux. Elle est équipée d'orifices qui permettent de manipuler les nourrissons.

Il existe deux types d'incubateurs : ouverts ou fermés. Le deuxième type est le plus répandu, puisqu'il garantit une température constante à l'intérieur.

Les modèles ouverts se composent d'une table/matelas, non recouverte, surmontée d'une lampe radiante pour la chaleur. On les appelle les incubateurs radiants. Ils permettent d'avoir accès plus facilement au nouveau-né pour certains soins.



I.3.3. Les types des incubateurs

I.3.3.A. Les incubateurs ouverts (radiants)

Les incubateurs ouverts ou radiants sont, Très souvent, assimilés aux tables de réanimation Pédiatriques. L'incubateur ouvert. Dans une utilisation de réanimation, et plus pratique que l'incubateur fermé chez des nouveau-nés demandant de soins rapprochés dans les phases aigues de leurs pathologies.



Figure I. 3: une couveuse ouverte (radiante)

I.3.3.B. Les incubateurs fermés (couveuses)

Les incubateur fermé sont utilisés dans les secteurs de réanimation, de soins intensifs, ou en pouponnière ou ils prennent le nom classique d'incubateur d'élevage. Dans les maternités, on rencontre l'incubateur sous sa forme la plus simplifiée, l'incubateur dit d'attente.



Figure I. 4: une couveuse fermée.

I.3.3.C. Les incubateurs mobiles

Plus sophistiqué, l'incubateur de transport est utilisé dans un cadre bien précis. Mis en œuvre par les services des SAMU et SMUR pédiatriques, il est destiné, comme son nom l'Indique, au transport de nouveau-nés nécessitant des soins de haute technicité dans des centres spécialisés (réanimation Néonatale).



Figure I. 5: une couveuse mobile.

I.3.4. Les incubateurs fermés

I.3.4.A. Définition

L'incubateur fermé :

- Cet incubateur fermé est un équipement de surveillance qui permet le réchauffement, le maintien thermique de l'enfant et l'humidification de l'air circulant dans l'habitacle.

- Il est réservé aux prématurés et aux nouveau-nés dans les secteurs de médecine, chirurgie, réanimation néonatale, maternité.

- Est un espace clos. La température est plus facilement contrôlable, tout comme le contrôle de l'humidité de l'air. L'inconvénient majeur est le manque d'accessibilité du personnel pour effectuer des gestes techniques.

- Un caisson sur lequel repose le lit de l'enfant et qui contient les éléments de chauffage, d'humidification et de ventilation avec leur système de régulation.



I.3.4.B. Principe de fonctionnement des incubateurs fermés

Le nourrisson est placé sous une cloche en plastique transparent. Le chauffage utilisé est un **chauffage par convection** : un ventilateur chauffant brasse de l'air qui circule dans la cloche. L'air est humidifié par un humidificateur qui diffuse soit des particules d'eau prises par le flux d'air chaud, soit de la vapeur d'eau. L'humidificateur pose souvent des problèmes de développement bactériologique. En effet, l'eau et la chaleur peuvent être d'excellents nids bactériologiques.

Les incubateurs fermés présentent les avantages suivants :

- le chauffage est homogène dans l'ensemble de l'habitable,
- le taux d'humidification est contrôlé car l'espace de l'habitable est clos.

Mais ils regroupent quelques inconvénients :

- la difficulté d'accès au nouveau-né pour les soins techniques,
- l'entretien difficile de l'incubateur pour les opérations de nettoyage quotidien.

I.3.4.C. Architecture de couveuses fermées

Un incubateur est composé de 2 parties :

a- habitacle simple ou double à paroi en plexiglas comprenant des hublots et un module de mesure de la température. Le nouveau-né est placé dans cette partie.

b- bloc technique où se situent les systèmes de chauffage, d'humidification et de régulation de la température.

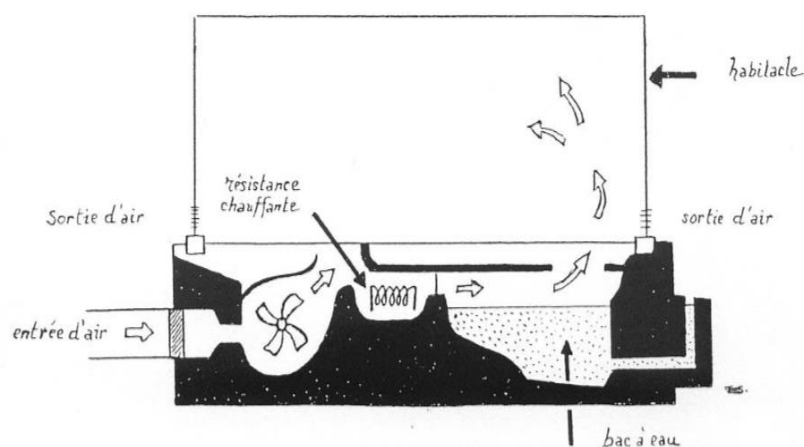


Figure I. 6: Aperçu de l'opération d'incubateur.



I.3.4.D. La spécification technique essentielle pour la couveuse fermée

- Doit avoir un système avancé à base de processeur micro asservi.
- Fonction d'alarme audio et visuelle pour la panne de courant
- Devrait avoir un panneau de contrôle tactile convivial avec une grande LED facile à lire
- Devrait avoir une mesure de l'humidité et de la température.
- Le radiateur doit couper automatiquement à 39 degrés Celsius indépendamment de l'ensemble des Paramètres.
- Doit avoir une lampe de stand IV et d'observation
- Fonctionne sur le secteur 200 à 240 V ca, 50 Hz
- Le système de distribution d'air devrait avoir un micro filtre à air

I.3.4.E. Paramètres affectant les couveuses

-Température :

Les nourrissons ont une régulation thermique très faible et la régulation de la température est l'un des facteurs les plus importants qui affectent le prématuré. L'un des problèmes majeurs que le visage de nouveau-né est une thermorégulation inappropriée. La température à l'intérieur du ventre de la mère est de 37.5°C (98,4°F). Laissant la chaleur de l'utérus à la naissance, le nouveau-né humide se trouve dans un environnement beaucoup plus froid et commence immédiatement à perdre de la chaleur. Si la perte de chaleur n'est pas empêchée et qu'elle est autorisée à continuer, le bébé développera une hypothermie et risque davantage de développer des problèmes de santé et de décès [9]. Éviter l'hypothermie (température rectale inférieure à 36,5 ° C ou 96,8 ° F) est important pour les résultats néo-nés, car l'hypothermie augmente la morbidité et la mortalité. Un bébé peut perdre un degré de température corporelle par minute lorsqu'il est humide, même dans une pièce qui n'est évidemment pas froide. Pour éviter les pertes de chaleur, il faut sécher le bébé et envelopper le bébé dans l'incubateur.

-Humidité :

L'humidité relative faible d'un incubateur asservi augmente la température de l'incubateur lui-même et la consommation d'oxygène des nourrissons prématurés en conséquence. Cela entraîne une augmentation des pertes d'eau insensibles. En outre, les nourrissons prématurés avec un faible poids ou des maladies sont sensibles à des incidents défavorables tels que les sorts apnéiques. Cependant, les pertes d'eau insensibles sous les radiants sont plus élevées que les incubateurs conventionnels. Apparemment, de petites variations d'humidité relative dans les incubateurs avec asservissement de la peau n'influencent pas la perte d'eau insensible ; Toutefois,



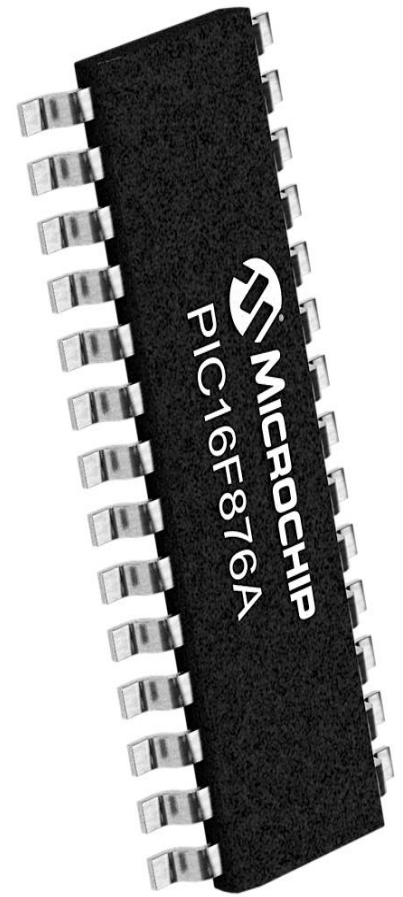
les fluctuations importantes de l'humidité relative pourraient varier la quantité de pertes d'eau insensibles. Peu d'enquêtes ont montré que le poids corporel et la perte d'eau insensible sont inversement proportionnels à la perte d'eau. L'humidité de l'environnement de la coquille peut affecter négativement le patient s'il n'est pas à un niveau sain. Les nourrissons peuvent perdre de l'humidité et de la chaleur par évaporation si l'humidité est trop faible, tandis que les niveaux d'humidité plus élevés augmentent la probabilité que les germes et les bactéries soient présents. La capacité à contrôler ou au moins à surveiller l'humidité est bénéfique [10].

I.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons passé en revue les différentes notions et généralités ayant très avec la néonatalogie ainsi que la prématurité. Dans le prochain chapitre nous abordons le choix des composants et la technologie utilisés dans ce projet.

Chapitre II

Choix des composants et technologie

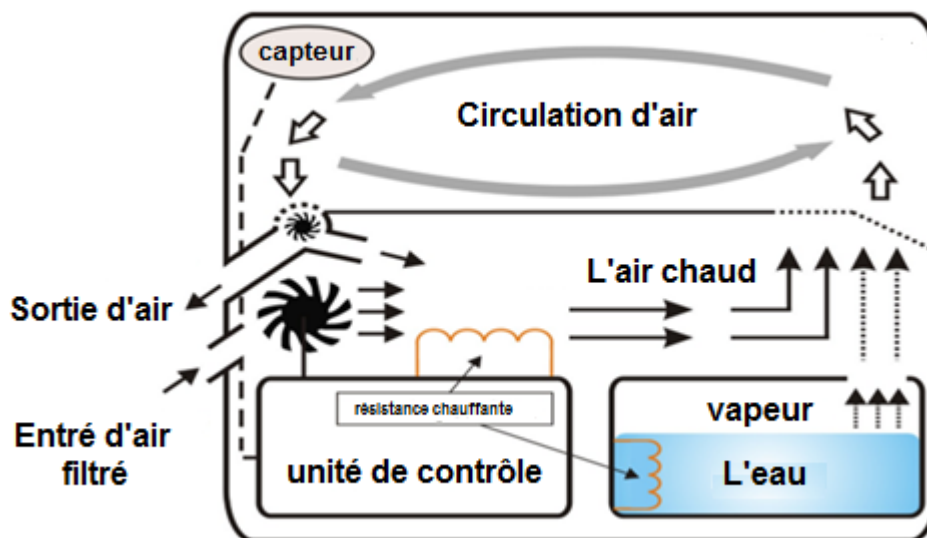


II. Choix des composants et technologie

Dans ce chapitre nous présenterons les différentes caractéristiques des composants et techniques qui seront utilisés lors de ce projet. Il sera question également de justifier quelques choix techniques pris pour les composants.

II.1. Présentation du projet

Dans ce projet, nous nous intéressons à la conception et à la réalisation d'un prototype de couveuse de néonatalogie. Nous rappelons que la tâche principale d'une couveuse est de garantir une température et une humidité constantes. A cet effet l'air est injecté à l'intérieur de la couveuse via un ventilateur puis il sera chauffé par une résistance chauffante jusqu'à la température de référence introduite par l'utilisateur. Cet air chauffé est humidifié lors de son passage dans le bac d'eau voir la figure II.1.



FigureII. 1: Schéma bloc global d'une couveuse de néonatalogie

Dans ce contexte, le contrôle du système dans cette couveuse sera assuré par un microcontrôleur. Il sera également question d'utiliser des capteurs de température et d'humidité, ajouté à cela des résistances chauffantes, un clavier, un afficheur, des LED's témoins et un bipper. Le choix et les caractéristiques de ces composants sont donnés dans les sections suivantes.



II.2. Choix des composants

II.2.1. Choix du microcontrôleur

Lors de la réalisation d'un système automatisé le choix du microprocesseur ou du microcontrôleur utilisé dans le processus dépend essentiellement du nombre des lignes E/S (Entrées/Sorties) requises par le projet et également par la capacité mémoire requise pour loger le programme qui fait fonctionner le système. Toutefois, le premier critère à savoir le nombre des lignes E/S requises est prioritaire. Pour notre cas, le nombre Des E/S avoisine 15 lignes. A cet effet, nous nous sommes orientés vers les microcontrôleurs Microchip mid-line à 16 lignes E/S. Parmi ces derniers on trouve deux types le 16F873A et le 16F876A. Notre choix final a été porté vers le deuxième à savoir le 16F876A par ce qu'il possède une mémoire flash de 8 K-mots, double que celle de son rival. (Voir l'annexe A)

◆ **Caractéristiques du microcontrôleur PIC 16F876A**

Le micro contrôleur PIC16F876A appartient à la famille 16F87X de MICROCHIP. Le pic 16F876A est un circuit intègre contenu dans un boîtier DIL (Dual In Line) de 28 broches, 14 de chaque côté.

◆ **Architecture Externe**

L'architecture externe est illustrée par la figure II.2

28-Pin PDIP

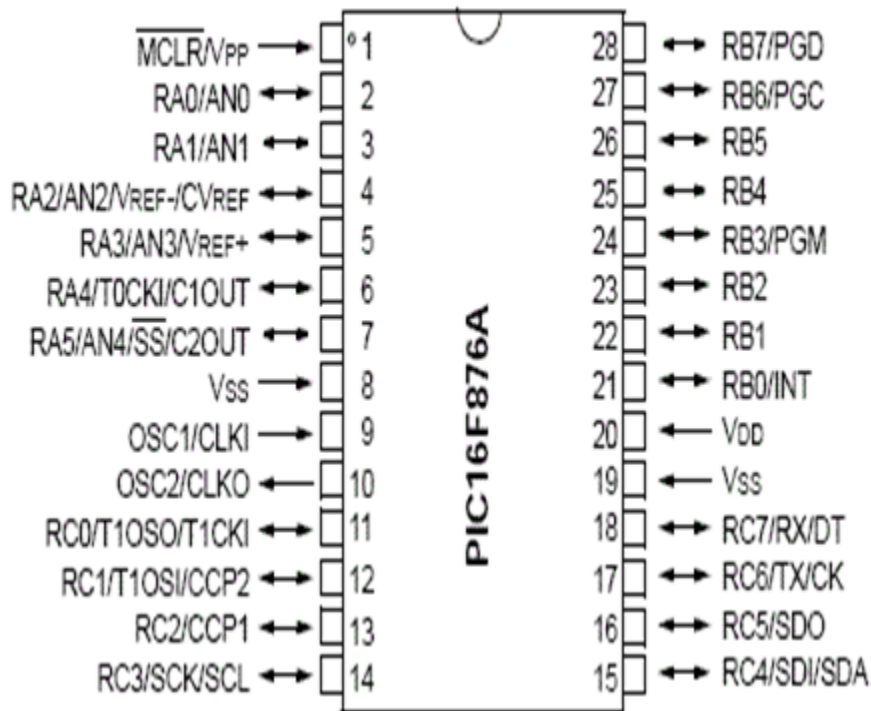


Figure II. 2: Brochage de PIC 16F876A

Architecture interne du 16F876A [11] :

Comme pour tous les circuits intégrés, chacun de ses broches à une ou plusieurs fonctions qui sont résumées par un sigle mnémotechnique. Ce microcontrôleur présente une architecture Harvard, les données sont placées dans une mémoire de type RAM de 368 bytes. La mémoire de programme est constituée de mot de 14 bytes, est type FLASH (non volatile). Ces ressources sont donc précieuses, en comparaison de celles d'autres composants. Le 16F876A possède encore 3 ports (A à C), ce diagramme bloc présente les composants du 16F876A :

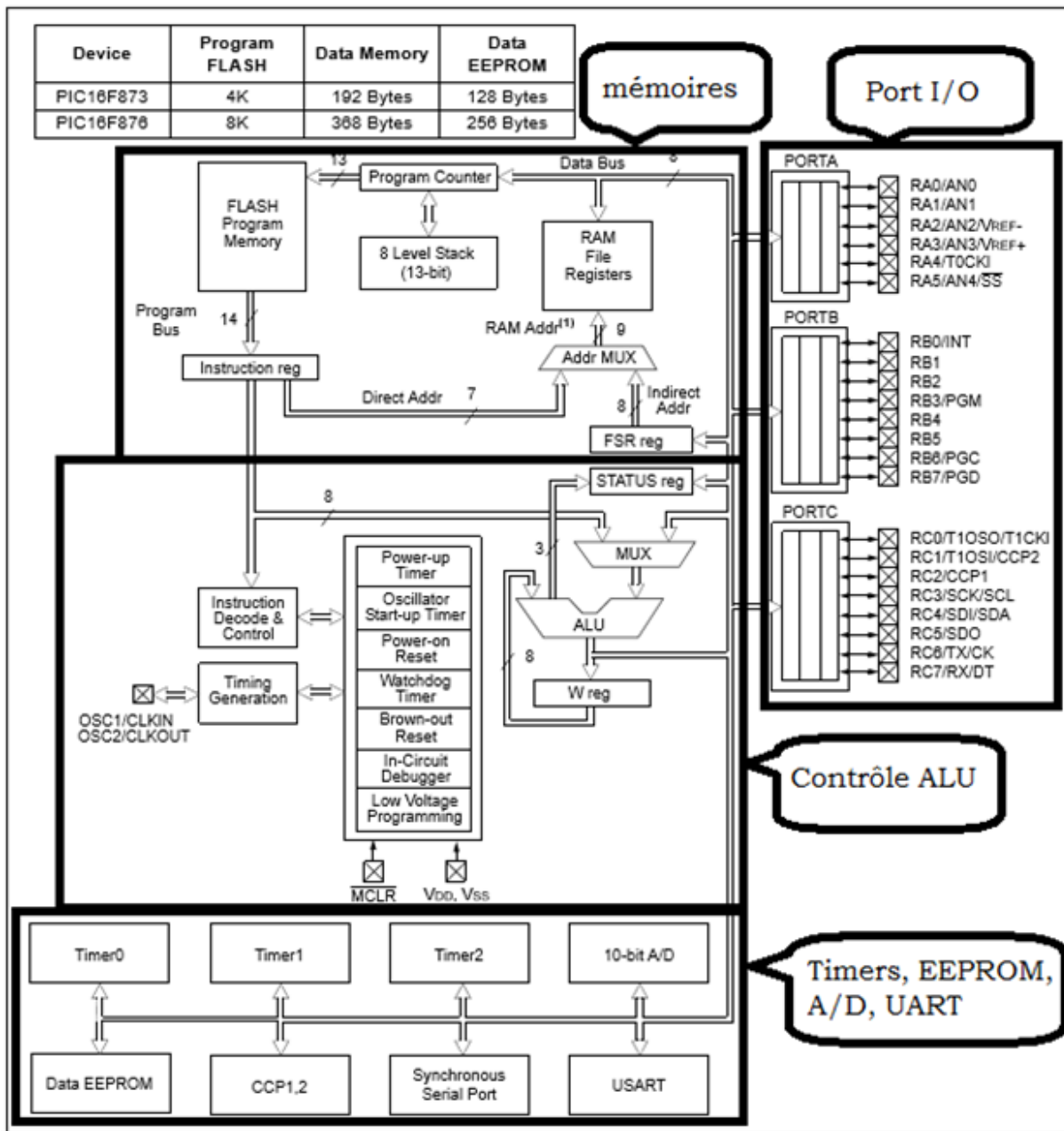


Figure II. 3: Architecture Interne du microcontrôleur PIC 16F876A

L'une des caractéristiques du microcontrôleur 16F876A auxquelles nous nous sommes particulièrement intéressés sont les broches 14 et 15 à savoir RC3/SCK/SCL et RC4/SDI/SDA respectivement. Ces deux broches peuvent fonctionner comme des lignes d'entrées/sorties ou comme deux lignes de communication de la standard norme I2C SCL, SDA (Serial CLock et Serial Data). A cet effet, nous avons trouvé utile d'aborder cette norme de bus du moment que les capteurs de température l'utilise.

II.2.2. Présentation et caractéristiques du bus I2C :

Le bus I2C a été inventé pour simplifier la communication entre des composants divers dont le sigle signifie Inter Integrated Circuit ce qui donne IIC et par contraction I2C. Le protocole est initialement proposé par Philips mais adopté de nos jours par de très nombreux fabricants. C'est un bus de communication de type série synchrone. Ce bus est parfois nommé sous le nom de TWI (Two Wire Interface). Il permet de communiquer sur 3 fils :

- Signal de donnée : SDA (Serial Data)
- Signal d'horloge : SCL (Serial Clock)
- Signal de référence électrique : masse de périphériques.

Ceci permet de réaliser des équipements ayant des fonctionnalités très puissantes (En apportant toute la puissance des systèmes microprogrammes) et conservant un circuit imprimé très simple, par rapport à un schéma classique (8bits de données, 16 bits d'adresse+ Les bits de contrôle). Les données sont transmises en série à 100Kbits/s en mode standard et jusqu'à 400Kbits/s en mode rapide. Ce qui ouvre la porte de cette technologie à toutes les applications où la vitesse n'est pas primordiale. Le nombre de composants qu'il est ainsi possible de relier est essentiellement limité par la charge capacitive des lignes SDA et SCL : 400 pF. [12]

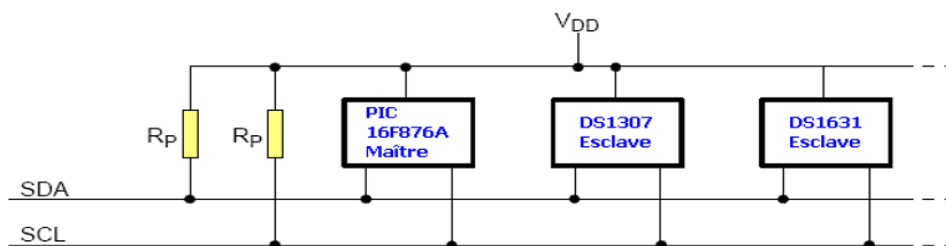


Figure II. 4: Connexion des composants sur le bus I2C

Afin d'éviter les conflits électriques les Entrées/Sorties SDA et SCL sont de type "Collecteur Ouvert" Voici un schéma de principe :

Deux résistances de pull-up sont bien sûr placées entre les lignes SDA et SCL et l'alimentation (VDD).

Quand le bus n'est pas utilisé, SDA et SCL sont au niveau haut (niveau de repos). Quand une ligne (SDA ou SCL) est au repos (niveau 1), on peut la forcer à 0. Quand une ligne (SDA ou SCL) est au niveau 0, on ne peut pas la forcer à 1.

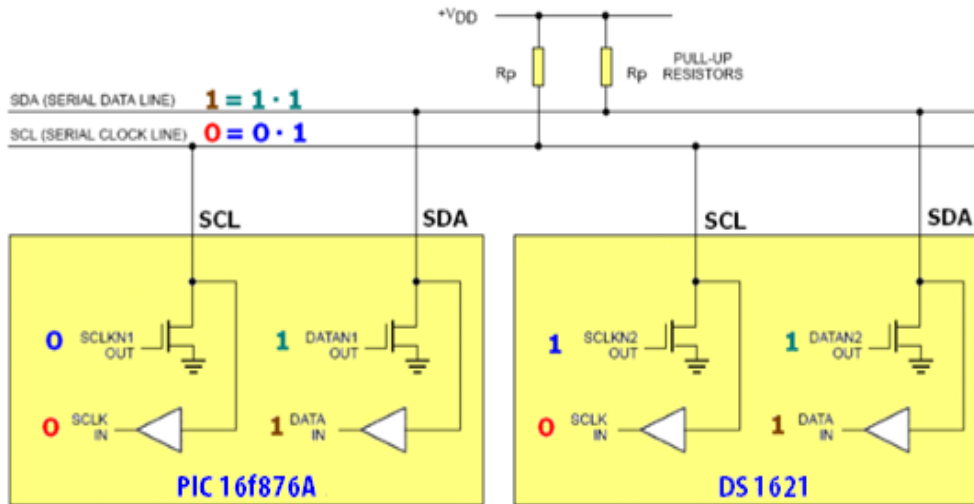


Figure II. 5: Schéma d'interfaçage Microcontrôleur et le capteur de température DS1621

Dans l'exemple ci-dessous, l'horloge SCL est au niveau 0 car c'est le PIC 16F876A (maître) qui force cette ligne à 0 :

Protocole I2C :

Le protocole I2C définit des états logiques possibles sur SDA et SCL, et la façon dont doivent réagir les circuits en cas de conflits.

Prise contrôle du bus :

Pour prendre le contrôle du bus, il faut que celui-ci soit au repos (SDA et SCL à '1'). Pour transmettre des données sur le bus, il faut donc surveiller deux conditions Particulières :

- La condition de départ. (SDA passe à '0' alors que SCL reste à '1')

- La condition d'arrêt. (SDA passe à '1' alors que SCL reste à '1')

Lorsqu'un circuit, après avoir vérifié que le bus est libre, prend le contrôle de celui-ci, il en devient **le maître**. C'est lui qui génère le signal d'horloge.

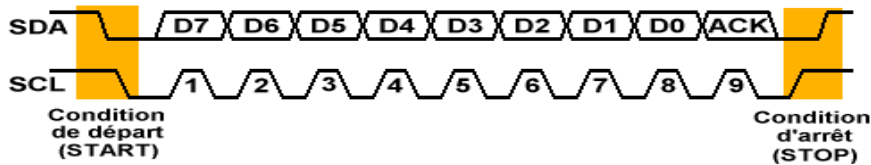


Figure II. 6 : Exemple de condition de départ et d'arrêt [12]

Transmission d'un octet

Après avoir imposé la condition de départ, le maître applique sur SDA le bit de Poids fort D7. Il valide ensuite la donnée en appliquant pendant un instant un niveau '1' sur la ligne SCL. Lorsque SCL revient à '0', il recommence l'opération jusqu'à ce que l'octet complet soit transmis. Il envoie alors un bit ACK à '1' tout en scrutant l'état réel de SDA. L'esclave doit alors imposer un niveau '0' pour signaler au maître que la transmission s'est effectuée correctement. Les sorties de chacun étant à collecteurs ouverts, le maître voit le '0' et peut alors passer à la suite.

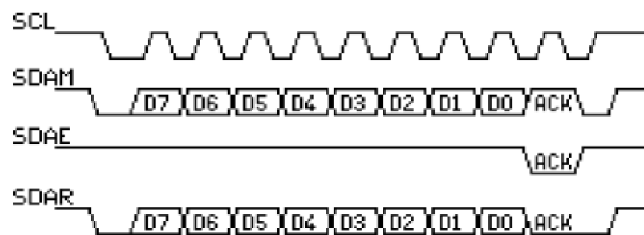


Figure II. 7: Exemple de transmission réussie [12]

Dans cet exemple :

- ◆ SCL : Horloge imposée par le maître.
- ◆ SDAM : Niveaux de SDA imposés par le maître.
- ◆ SDAE : Niveaux de SDA imposés par l'esclave.
- ◆ SDAR : Niveaux de SDA réels résultants.

Transmission d'une adresse

Le nombre de composants qu'il est possible de connecter sur un bus I2C étant largement supérieur à deux, il est nécessaire de définir pour chacun une adresse unique. L'adresse d'un circuit, codée sur sept bits, est définie d'une part par son type et d'autre part par l'état appliqué à un certain nombre de ces broches. Cette adresse est transmise sous la forme d'un octet au format particulier.

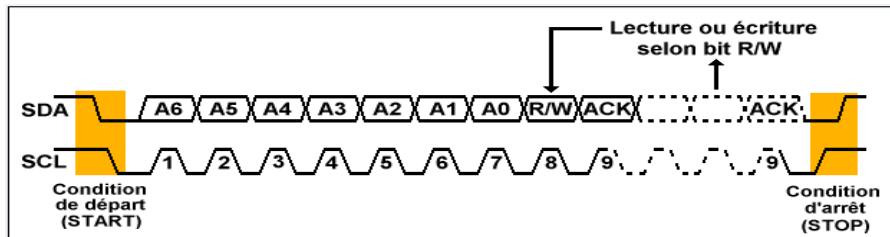


Figure II. 8: Format de l'adresse d'un composant relié au bus I2C

On remarque ici que les bits D7 à D1 représentent les adresse A6 à A0, et que le bit D0 et remplacé par le bit de R/W qui permet au maître de signaler s'il veut lire ou écrire une donnée.

[12]

Écriture d'une donnée :

Exemple d'écriture du DS1621 L'émetteur est le maître et le récepteur est l'esclave. Le registre d'adresse 0x04 du DS1621 contient la date Pour régler le calendrier au 27 du mois, il faut écrire la donnée 0x27 (codage BCD) dans le registre d'adresse 0x04 du DS1627.

Le bus I2C utilise le protocole suivant :

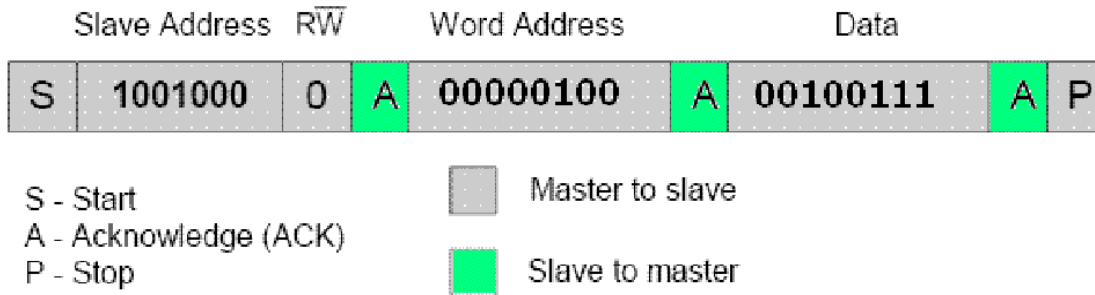


Figure II. 9 : Ecriture d'une donnée (DS1621)

- 1) Pour initier le dialogue, le maître crée une condition Start
- 2) Le maître envoie l'adresse de l'esclave (11001000) suivi du bit 0 (bit Write)
- 3) L'esclave répond (accusé de réception : bit Acknowledge)
- 4) Le maître envoie l'adresse du registre (0x04) à écrire
- 5) L'esclave répond (accusé de réception : bit Acknowledge)
- 6) Le maître envoie la donnée (0x27) à écrire
- 7) L'esclave écrit la donnée puis envoie un accusé de réception (bit Acknowledge)
- 8) Le maître termine le dialogue avec une condition Stop

Le bus I2C est maintenant libre (SCL = 1, SDA = 1 : niveaux de repos).

Un peu moins évident, le chronogramme correspondant des lignes SDA et SCL :

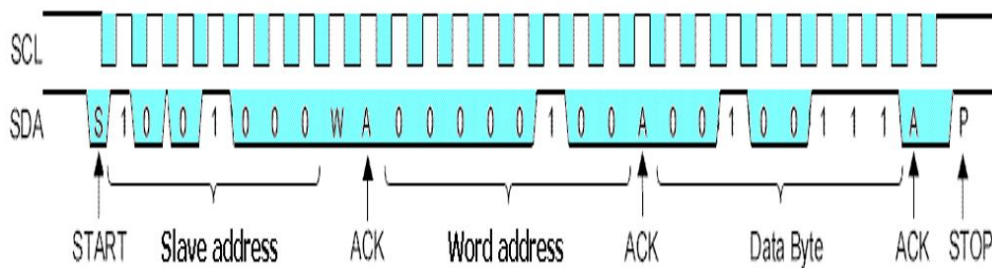


Figure II. 10: le chronogramme correspondant des lignes SDA et SCL [12]

II.2.2.1. Lecture d'une donnée

Si le bit R/W transmis en même temps que l'adresse est à 1, cela signifie que le maître veut lire des données issues de l'esclave. C'est toujours le maître qui va générer le signal d'horloge SCL. En revanche, après le bit ACK de l'adresse, c'est l'esclave qui va garder le contrôle de la ligne SDA. Pour cela, le maître va placer sa propre sortie SDA au niveau haut pour permettre à l'esclave de prendre le contrôle de la ligne SDA. L'esclave doit alors scruter la ligne SCL et attendre le niveau bas pour changer l'état de la ligne SDA, faute de quoi le maître détectera une condition arrêt et abandonnera le transfert (l'électronique intégrée dans l'esclave se doit de détecter aussi qu'il y a eu une condition arrêt, bien entendu).

Après que l'esclave a transmis les 8 bits de données, c'est le maître, cette fois-ci, qui va générer un bit d'acquittement. Si le maître désire lire des octets supplémentaires, il placera le bit d'acquittement à 0. En revanche, si le maître décide que la lecture est terminée, il placera le bit ACK au niveau 1. L'esclave comprendra alors que le transfert est terminé. Cette fois-ci, bien que le bit ACK soit au niveau 1, cela ne correspond pas à une condition d'erreur mais à une fin de transfert. [17]

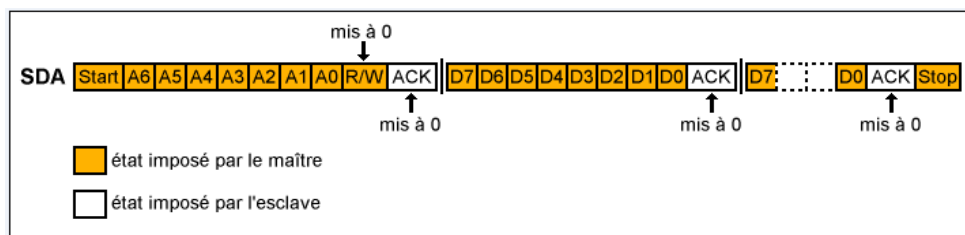


Figure II. 11: Lecture des données d'après le slave [12]

II.2.3. Choix des transistors :

Le 2N2222 est un transistor bipolaire faible consommation NPN traversant, en technologie planaire sur silicium. Ce transistor est utilisé pour l'alimentation DC linéaires et à découpage ainsi que pour les applications d'amplificateur VHF.

II.2.4. Applications

Traitement du Signal, Gestion d'alimentation, Périphériques Portables, Electronique Grand Public, Industrie

Le transistor 2N2222 est un petit transistor bipolaire NPN supportant jusqu'à 800mA et 30V. On peut l'utiliser en amplification ou en commutation (tout ou rien) [13].

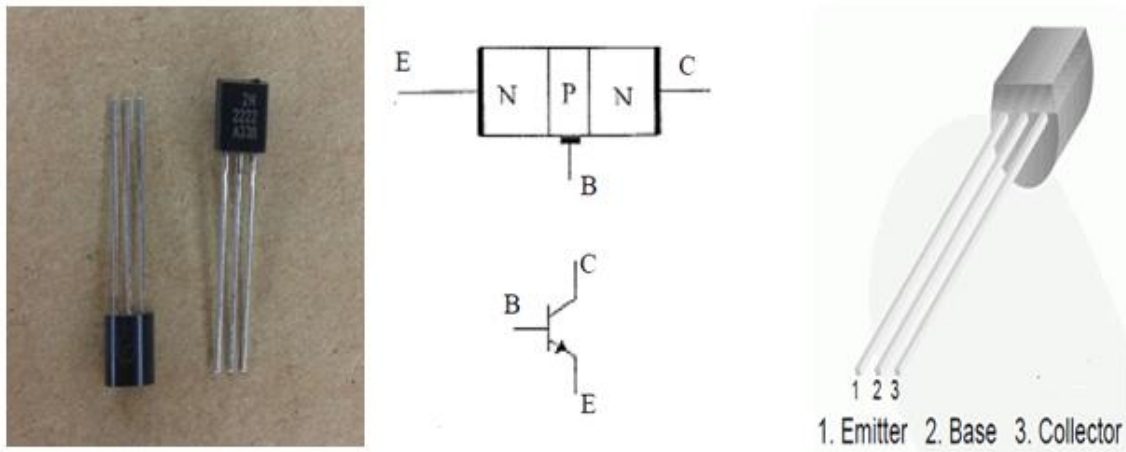


Figure II. 12: le transistor 2N2222 (NPN) [13].

II.2.5. Choix des relais électromécaniques

Nous avons utilisé ces relais (type doublé) qui marchent avec 12v dans la partie de puissance pour relier les résistances chauffante avec une tension 15V (AC) avec une commande de 1 ou 0 qui va sortir par le Pic16F876A.

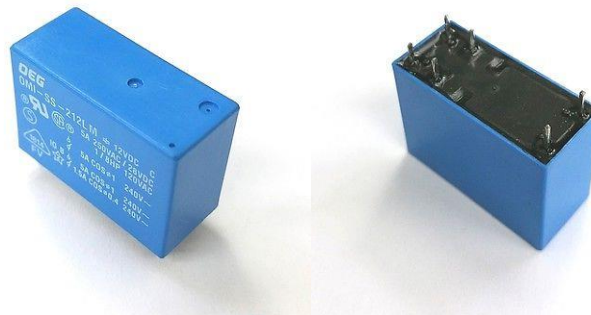


Figure II. 13: représentation d'un relais électromécanique

II.2.6. Choix des Capteurs

En ce qui concerne le choix du capteur de température, nous avons choisi DS1621, ce dernier a des avantages conformes aux exigences du système. Parmi ces avantages :

- la communication avec I2C

-la vitesse et la précision de communication de transfert d'informations en plus de la possibilité d'utiliser plusieurs capteurs dans un Pic au même temps,

En plus de ces caractéristiques de DS1621 sont :

-avoir un pas de mesure de 0.5 degré.

-est un excellent capteur qui est très sensible ce qui nous rendre une excellence mesure de la température sur les tissus humain.

En ce qui concerne le capteur d'humidité on a choisi le capteur DHT11, on estime que l'intervalle laquelle l'humidité peut être mesurée est de 20 à 95% et ce qui convient dans notre projet. Alors nous nous intéressons à présenter ces capteur par la suite

II.2.6.1. Capteur de température DS1621

Le capteur de température DS 1621 est capteur qui rend une lecture numérique directe de la température mesurée possible, sans qu'un convertisseur analogique/numérique soit requis et il a déjà été calibré par le fabricant. Le capteur contient un thermomètre numérique et dispose en outre de fonctions comme une mémoire ou un thermostat numérique programmable. En outre, c'est un capteur qui fonctionne sous la norme de communication I2C voir le brochage sur la figure suivante.

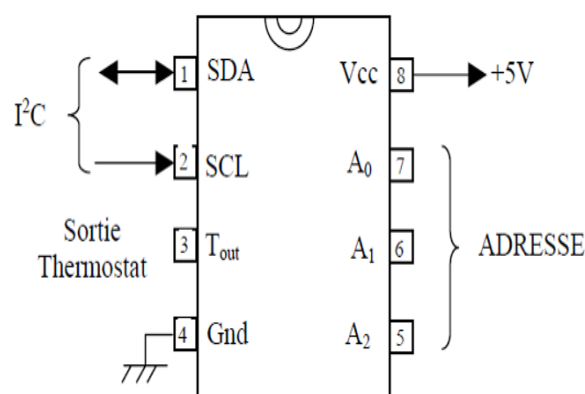


Figure II. 14: Brochage du capteur DS 1621

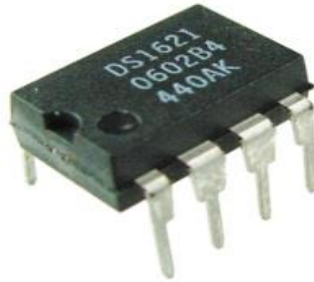
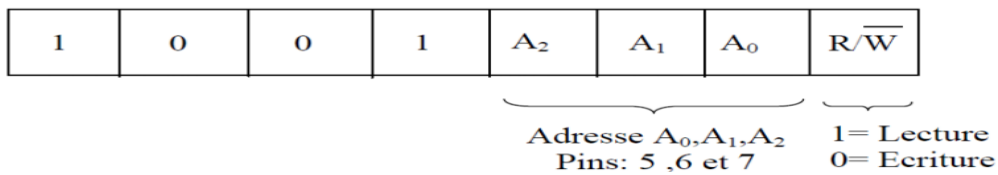


Figure II. 15: Capteur DS1621

Ce capteur est reconnaissable sur le bus I2C via une adresse codée sur 7bits, les quatre bits du poids plus fort sont fixé par le fabricant, alors que les bits A2, A1 et A0 sont fixés par l'utilisateur. Ceci permettra de placer huit (8) capteurs DS1621 sur le bus I2C.



Commande

Le maître envoi ensuite une commande, suivie ou non de données. Dans le tableau suivant nous donnons les mots de commandes utilisés pour faire fonctionner le DS1621.

Table II. 1 : Mots de commande usuels du DS1621

COMMANDE(en hexa)	DESCRIPTION
<i>AC</i>	Accès au registre de configuration (lecture ou écriture).
<i>EE</i>	Début de conversion.
<i>22</i>	Arrêt conversion.
<i>AA</i>	Lecture de la température. DS1621 renvoi 2 octets.
<i>AI</i>	Lecture ou écriture du seuil haut du thermostat : TH.
<i>A2</i>	Lecture ou écriture du seuil bas du thermostat : TL.

Les commandes AC, EE et 22 ne sont pas suivies de l'envoi de données. Par contre la commande AA est suivie de l'envoi par le DS1621 de 2 octets représentant la température. Les commandes A1 et A2 sont suivies elles aussi de 2 octets envoyés par le maître dans le cas d'une écriture des seuils du thermostat ou bien retournés par le DS1621 dans le cas d'une lecture. [14].

La relation entre la valeur binaire et la température :

Le tableau suivant présentant le code délivré en fonction de la température.

Table II 2 : La relation entre la température et la valeur binaire

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	01111101 00000000	7D00h
+25°C	00011001 00000000	1900h
+½°C	00000000 10000000	0080h
+0°C	00000000 00000000	0000h
-½°C	11111111 10000000	FF80h
-25°C	11100111 00000000	E700h
-55°C	11001001 00000000	C900h

Bloc de Diagramme de fonctionnement :

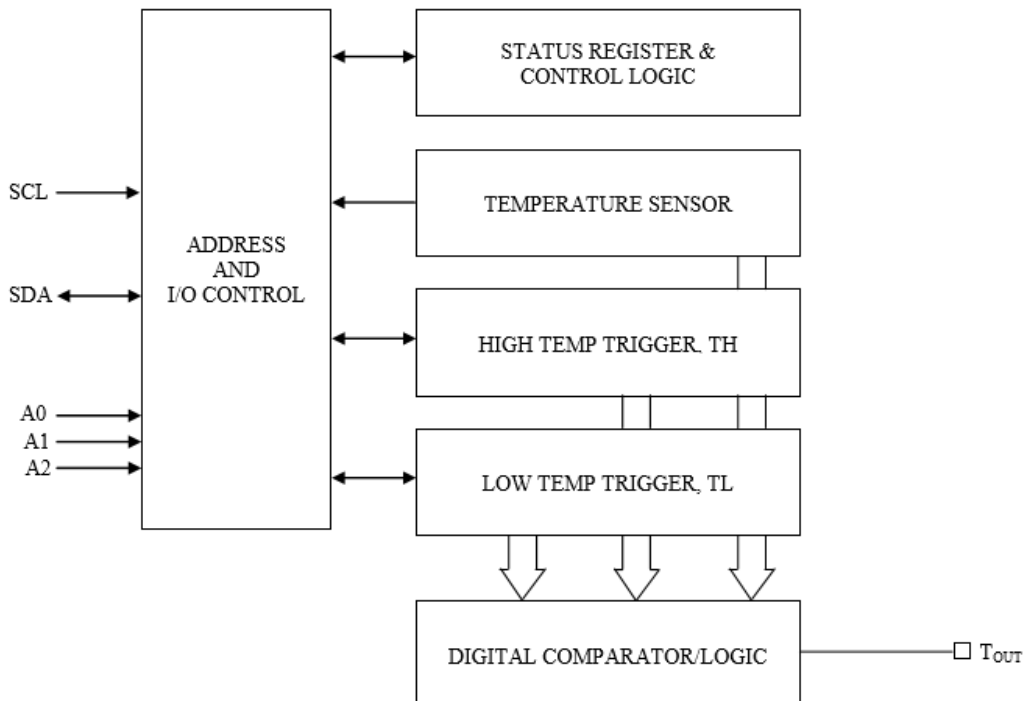


Figure II. 16: Bloc de Diagramme de Fonctionnement de DS1621. [14]

Caractéristiques du DS1621 :



- La plage de résolution en température du capteur est de $[-55^{\circ}\text{C} ; +125^{\circ}\text{C}]$ de précision à $0,5^{\circ}\text{C}$ près.
- Le type du convertisseur analogique numérique utilisé est un delta sigma. La largeur de sa donnée de sortie est de seize bits.
- Il peut y avoir jusqu'à huit capteurs placés sur le bus I2C. On peut les dissocier par rapport aux trois bits (A0, A1 et A2) adressés physiquement.
- La sortie du capteur est de type thermostat. Elle fonctionne comme un trigger de Schmitt et est considérée active lorsqu'elle est égale ou supérieure à TH et inactive à TL.
- La fréquence maximale du bus de données est de 400KHz.
- Le capteur mesure la température ou règle le thermostat.

II.2.6.2. Capteur de Température/Humidité (DHT11) :

Le capteur DHT11 est un capteur de température et d'humidité "deux en un", Le capteur DHT11 est capable de mesurer des températures de 0 à $+50^{\circ}\text{C}$ avec une précision de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ et des taux d'humidité relative de 20 à 96% avec une précision de $\pm 5\%$. Une mesure peut être réalisée toutes les secondes, le DHT11 est compatible 3.3 volts et 5 volts (le fabricant recommande cependant de toujours alimenter le capteur en 5 volts pour avoir des mesures précises) [15].

Ce capteur d'humidité et de température est très répandu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures, les convertir et de les transmettre.

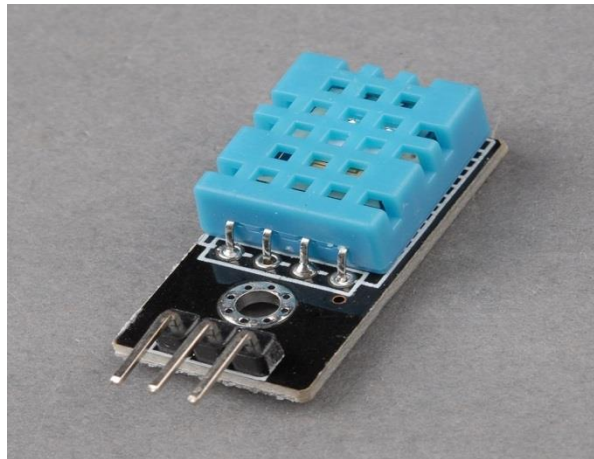


Figure II. 17: le capteur DHT11

Table II. 3 : Tableau des caractéristiques d'un capteur DHT11

Les Caractéristiques	DHT11
Tension d'alimentation	3 ~ 5 V
Humidité (relative%)	20 ~ 80%
Précision (humidité)	± 5 % HR
température	0 ~ +50 °C
Précision (température)	± 2 °C
Fréquence mesure max	1HZ (1 mesure par seconde)
Stabilité a long terme	± 1% par an

Câblage d'un capteur DHT11 :

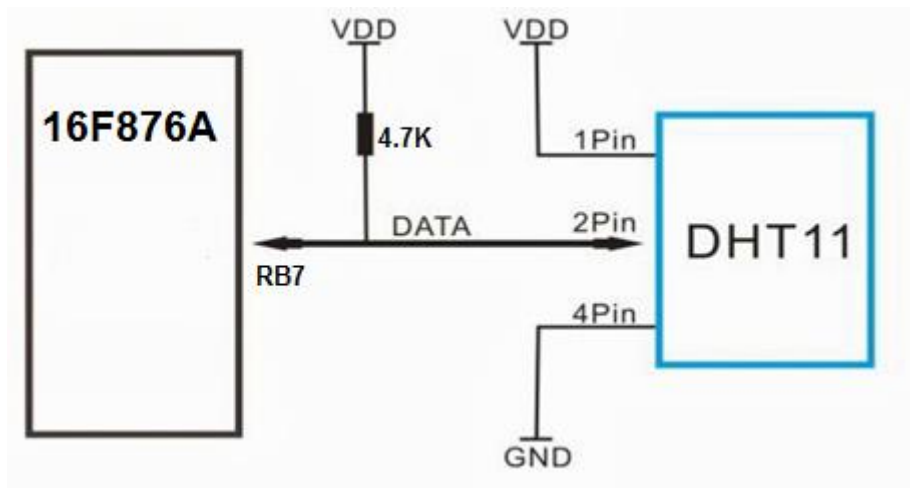


Figure II. 18: Câblage d'un capteur DHT11 avec le PIC16F876A [15]

Le brochage du capteur est le suivant :

- La broche n°1 est la broche d'alimentation (5 volts ou 3.3 volts).
- La broche n°2 est la broche de communication. Celle-ci doit impérativement être reliée à l'alimentation via une résistance de tirage de 4.7K ohms (il s'agit d'une sortie à collecteur ouvert).
- La broche n°3 n'est pas utilisée et ne doit pas être câblée.
- La broche n°4 est la masse du capteur (GND).

N.B. Un condensateur de 100nF est requis entre les broches n°1 et n°4 pour que le capteur fonctionne correctement.

Le déroulement de la communication :

La communication avec un capteur DHT11 se fait en 3 étapes :

- Tout d'abord, le microcontrôleur maître réveille le capteur en plaçant la ligne de données à LOW pendant au moins 800µs (au moins 18ms pour le DHT11). Durant ce laps de temps, le capteur va se réveiller et préparer une mesure de température et d'humidité. Une fois le temps écoulé, le maître va libérer la ligne de données et passer en écoute.

- Une fois la ligne de données libérée, le capteur répond au maître (pour montrer qu'il est bien réveillé) en maintenant la ligne de données à LOW pendant 80µs puis à HIGH pendant 80µs.
- Le capteur va ensuite transmettre une série de 40 bits (5 octets). Les deux premiers octets contiennent la mesure de l'humidité. Les deux octets suivants contiennent la mesure de la température et le cinquième octet contient une somme de contrôle qui permet de vérifier que les données lues sont correctes.

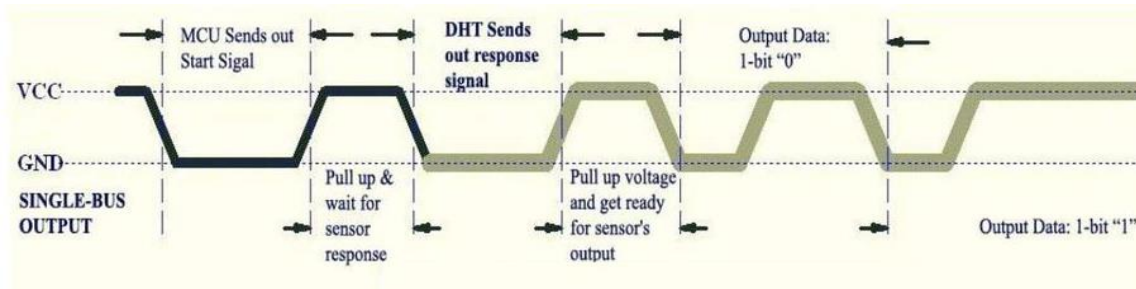


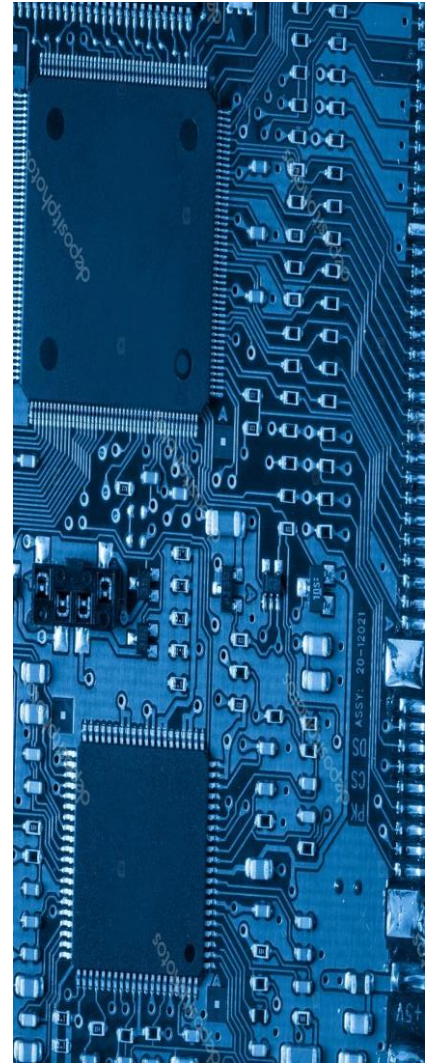
Figure II. 19: Protocol de communication du capteur DHT11 [15]

II.3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons passé en revue une présentation générale sur le choix et les caractéristiques des composants et norme utilisés dans ce projet. Nous avons commencé par le microcontrôleur 16F876A et le Bus I2C ainsi que son protocole de communication, ensuite les capteurs de température et d'humidité. Dans le prochain chapitre nous discuterons des différentes étapes de réalisation hardware.

Chapitre III

**Etude et réalisation
Pratique du système
Développé**



III. Etude et réalisation pratique du système Développé

Dans ce chapitre, nous abordons toutes les étapes de la réalisation pratique. Dans un premier temps nous donnons le schéma bloc général de la réalisation, dans un second temps, nous donnons le schéma électronique accompagné des explications de fonctionnement, également il sera question dans cette partie d'aborder la partie mécanique. Les circuits imprimés des différentes cartes développés, ainsi que des photos réelles de la couveuse sont donnés dans la dernière partie de ce chapitre.

III.1. Introduction

L'idée principale de ce projet été de réaliser un prototype d'une couveuse de néonatalogie type fermé. Comme déjà mentionner, cette couveuse a pour tâche principale de garantir une température et une humidité constantes à l'intérieur de l'enceinte. Le système repose sur un microcontrôleur dont la tâche est de récupérer les données (Températures, Humidité) à partir des capteurs, puis, il les compare par rapport aux consignes respectives, des actionneurs qui sont des résistances chauffantes dans ce cas sont activées ou désactivées selon le résultat de la comparaison. Le système est équipé d'une part d'un périphérique d'entrée qui permet d'introduire les valeurs de consigne, de sélection de mode ou de réinitialisation et d'autre part d'un périphérique de sortie pour l'affichage des données. Des LED's témoins et bipper sont prévu dont les fonctions sont détaillées dans les sections suivantes. Pour le bon fonctionnement du système, une alimentation stabilisée générant deux tensions stabilisées +5V et le +12V est prévue.

III.2. Schéma bloc

Le schéma bloc englobant tous les blocs de ce système est illustré dans la figure suivante. On distingue six principaux blocs à savoir ; le bloc Processeur constitué par le microcontrôleur, il est responsable de la gestion du système, le bloc des capteurs, le bloc clavier, le bloc d'affichage, le bloc de chauffage et le bloc d'alimentation

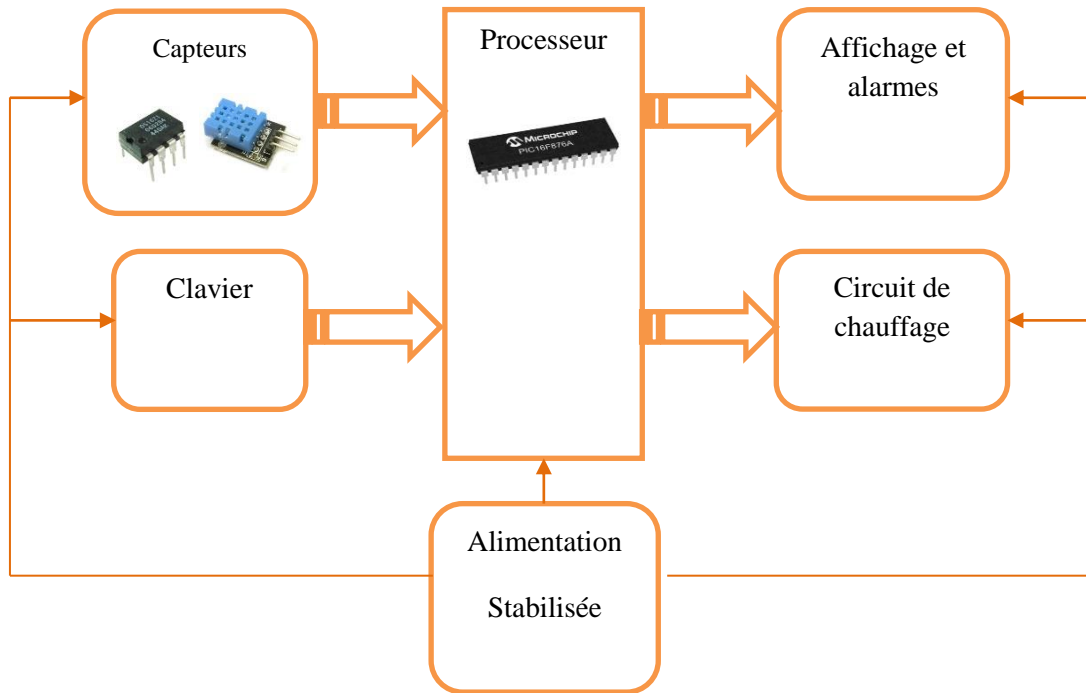


Figure III. 1 : Schéma bloc du système développé.

III.3. Schémas électroniques

Dans cette section, nous allons procéder par partie et à la fin, nous donnerons le schéma électronique complet .Voir Le grand schéma électronique (Format A3).

III.3.1. L'alimentation du Microcontrôleur

Comme tout circuit intégré, le microcontrôleur est alimenté par une tension stabilisée de +5V. La figure III.2 illustre le schéma électrique d'alimentation du microcontrôleur

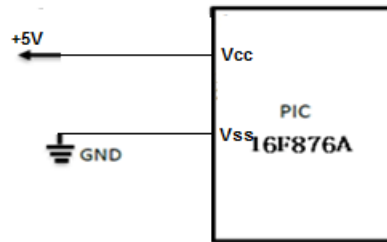


Figure III. 2: Alimentation du Microcontrôleur

III.3.2. Cadencement du système

Comme à chaque fois qu’un processeur est utilisé dans une application, ce dernier nécessite un circuit d’horloge qui permet de cadencer le fonctionnement du système. A cet effet, notre microcontrôleur est cadencé à une fréquence de 10Mhz, cette dernière est assurée par un circuit d’horloge qui est connecté au microcontrôleur via ses deux entrées OSC1 et OSC2. Ce circuit d’horloge est composé d’un quartz et deux condensateurs voir Figure III.2. Le circuit composé de C1, C2 limite les harmoniques dus à l’écrtage et réduit l’amplitude de l’oscillation.

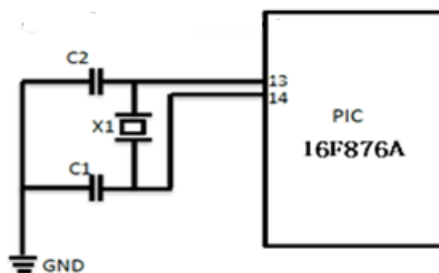


Figure III. 3: Circuit d'horloge

III.3.3. Circuit de Réinitialisation

La réinitialisation du microcontrôleur est assuré par un circuit composé d’une résistance pull up et un bouton poussoir, lors de l’appui sur le bouton poussoir un état logique bas est

assuré à l'entrée MCLR, ceci a pour effet de forcer le microcontrôleur à redémarrer l'exécution du programme.

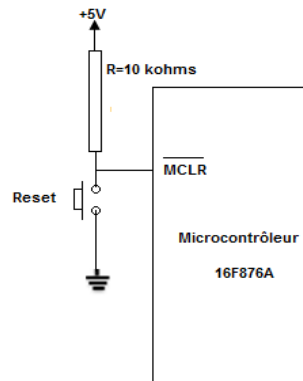


Figure III. 4: Circuit de réinitialisation

III.3.4. Connexion des capteurs de température DS1621 avec le Microcontrôleur

Comme déjà mentionner, Les capteurs de températures utilisés dans ce projet sont des capteurs qui fonctionnent à la norme I2C. Cette dernière est basée sur l'utilisation de deux lignes de communication SCL et SDA, où, l'une est responsable de transmettre la fréquence de communication et l'autre du transfert en série des données respectivement. Le circuit électronique de connexion des capteurs de température est le microcontrôleur est donné par la figure III.5.

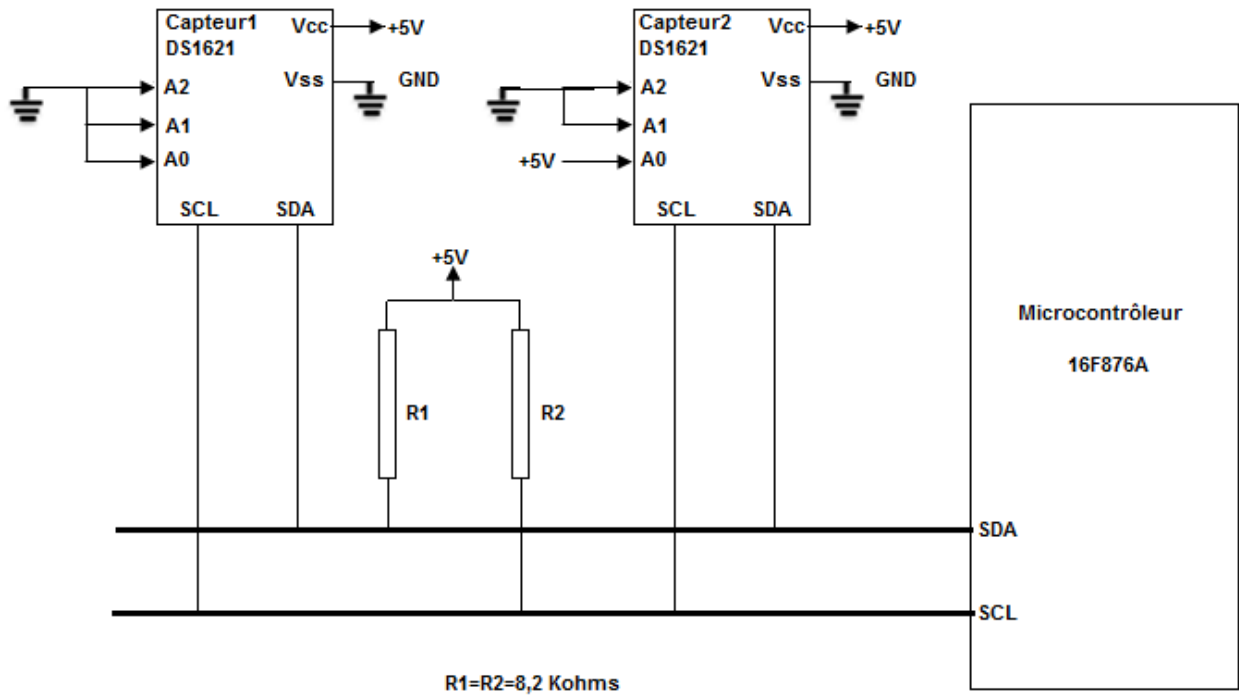


Figure III. 5: Connexion Capteurs de température DS1621 avec le microcontrôleur via le bus I2C

Les deux résistances Pull up R1 et R2 sont utilisées pour maintenir les lignes du bus I2C à un niveau logique haut synonyme du repos du bus. A noter également le niveau logique alloué aux lignes A2, A1 et A0 pour chacun des deux capteurs de températures DS1621, pour le premier capteur DS1621, le niveau logique des lignes A2A1A0=000, alors que pour le deuxième capteur, le niveau logique A2A1A0=001, ceci est justifié par le fait que chacun des capteurs doit posséder une adresse codée sur 7 bits en plus du bit R/W (lecture/Ecriture) voir Figure III.6. Ceci étant, l'adresse allouée au premier capteur est 90h en écriture et 91h en lecture mais pour le deuxième capteur l'adresse allouée est 92h en écriture et 93h en lecture.

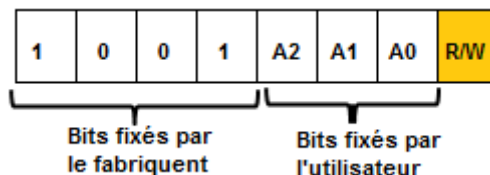


Figure III. 6: Format de l'adresse du capteur de température DS1621

III.3.5. Connexion des capteurs d'humidité DHT11 le Microcontrôleur

Le capteur DHT11 est un capteur de température et d'humidité qui communique avec le microcontrôleur via une seule ligne, cette dernière relie la ligne Data du capteur à RB7 du microcontrôleur qui sera configurée par programmation en entrée. La résistance pull up de 4,7 kOhms permet de maintenir cette ligne en état haut du fait que la ligne Data est à collecteur ouvert.

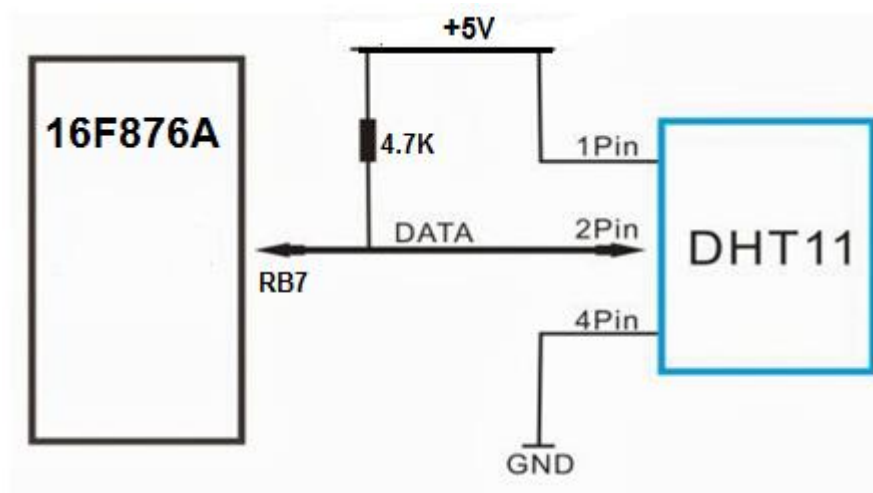


Figure III. 7: Connexion du capteur D'humidité DHT11 avec le microcontrôleur

III.3.6. Connexion de L'afficheur LCD avec le Microcontrôleur

Nous avons utilisé pour l'affichage des données de fonctionnement de la couveuse un afficheur LCD 4x16 (4 lignes et 16 colonnes). L'afficheur LCD comporte un bus de données et de commandes de 8 lignes notées D0 à D7, ces lignes permettent au microcontrôleur d'envoyer des commandes ou des données à afficher. A noter, que l'afficheur LCD peut fonctionner en mode 8bits ou en mode 4 bits, c'est-à-dire que l'on peut utiliser uniquement lignes de ce bus pour communiquer. Dans notre cas, on a utilisé ce dernier mode, et ce pour économiser les E/S du microprocesseur. Par ailleurs, dans ce cas de figure les lignes D0, D1, D3 et D3 sont reliées à la masse. En plus, l'afficheur LCD possède quatre lignes de contrôle à savoir VEE qui est reliée au pin variable d'un potentiomètre pour le réglage du contrat.

La ligne En qui permet d'envoyer une impulsion d'horloge pour chaque envoi d'une donnée ou d'une commande, la RS qui permet à l'afficheur de distinguer entre les données et les

commandes qui circule sur le bus et enfin la ligne R/W qui permet de sélectionner l’afficheur en mode lecture/Ecriture, dans notre cas cette ligne est fixée à la masse ce qui permet de sélectionner l’afficheur uniquement en mode écriture. Les lignes de contrôle Le schéma de communication de l’afficheur avec le microcontrôleur est donné par la figure III.8.

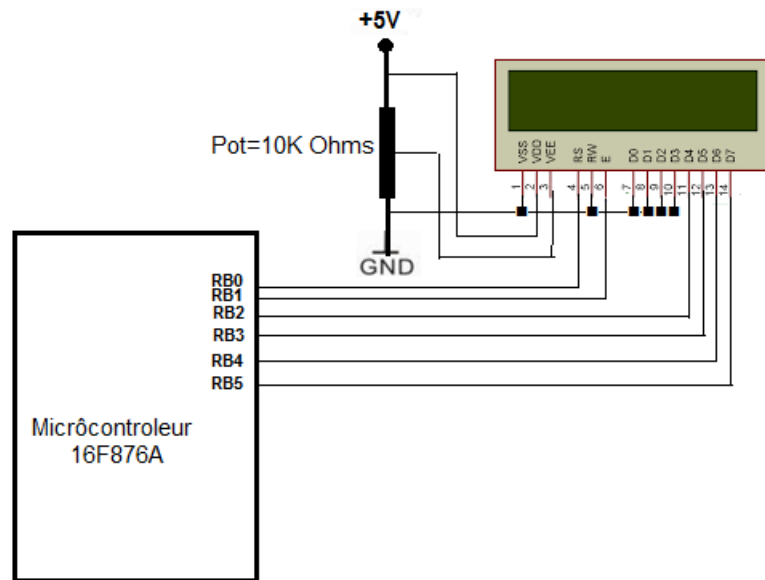


Figure III. 8: Connexion de l’afficheur LCD avec le microcontrôleur

Le clavier utilisé est composé de trois (3) boutons poussoirs ; un bouton **UP** qui permet d’augmenter la valeur de la consigne désirée ou sélectionner le mode Skin, un bouton **DOWN** qui permet de diminuer la valeur de la consigne ou également de sélectionner le mode Air et le dernier bouton **ACTIVE** permet d’introduire la valeur consigne ou le mode de fonctionnement selon l’étape séquentielle.

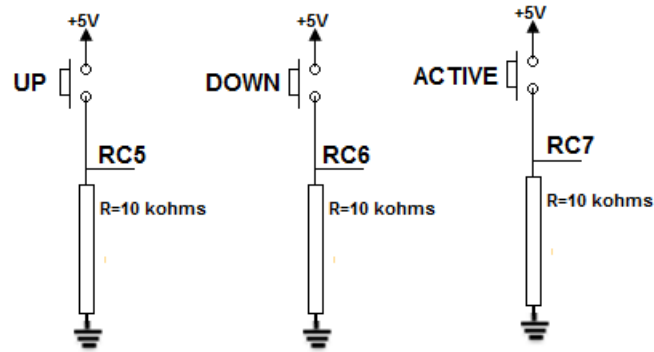


Figure III. 9: Connexion du clavier avec le microcontrôleur

III.3.7. Connexion du circuit de chauffage avec le Microcontrôleur

Le circuit de chauffage est composé de deux résistances chauffantes et deux ventilateurs. Les résistances sont alimentées avec une tension alternative de 15v, alors que les ventilateurs sont alimentés. La commande de mise en en marche de ces deux éléments émane du microcontrôleur, un transistor fonctionnant en commutation permet de les activer ou de les désactiver via la bobine du relais. Une diode roue libre *D* de protection du courant induit est placée en parallèle à la bobine.

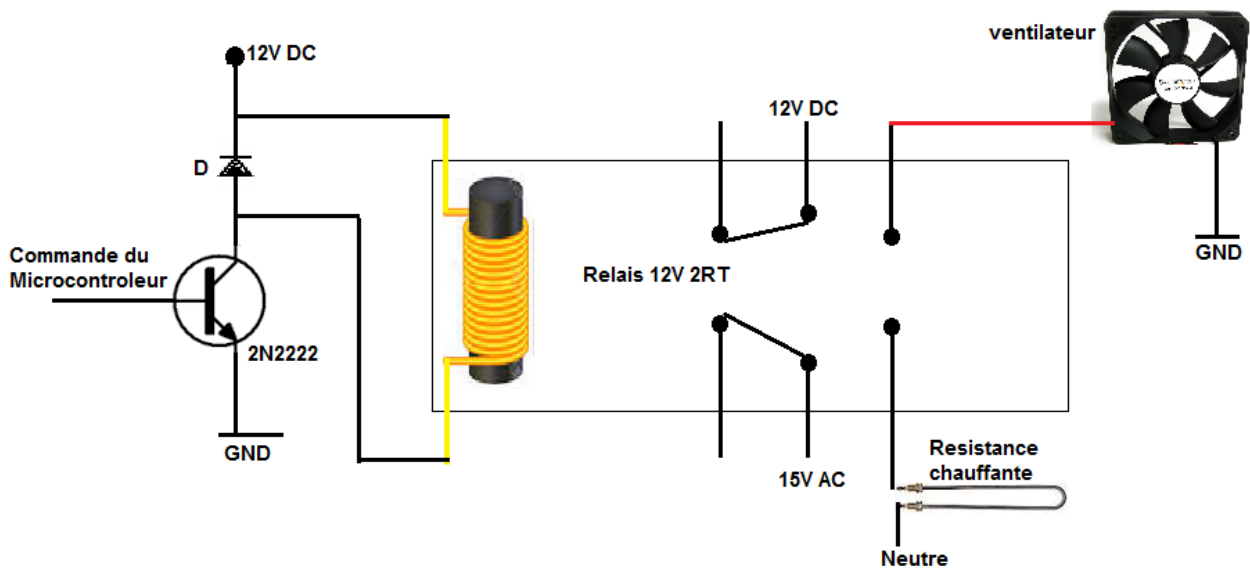


Figure III. 10: Circuit de puissance d'un seul niveau de chauffage

III.3.8. Alimentation du système

Nous avons besoin de deux alimentations continues, une de +5V pour alimenter le PIC et les capteurs, et une autre de +12V pour les relais et les deux ventilateurs. Il est donc nécessaire d'abaisser la tension 220v du secteur en utilisant un transformateur abaisseur 220v/15V, la tension du secondaire est ensuite redressée et filtrée. Un premier régulateur de tension 7812 récupère cette tension redressée de 12v pour donner à sa sortie une tension continue stabilisée de +12v après un deuxième filtrage. Cette tension est utilisée pour l'alimentation des ventilateurs et également elle sert comme entrée pour le deuxième régulateur de tension 7805 dont la sortie génère une tension stabilisée de +5v pour l'alimentation des différents circuits intégrés et capteurs.

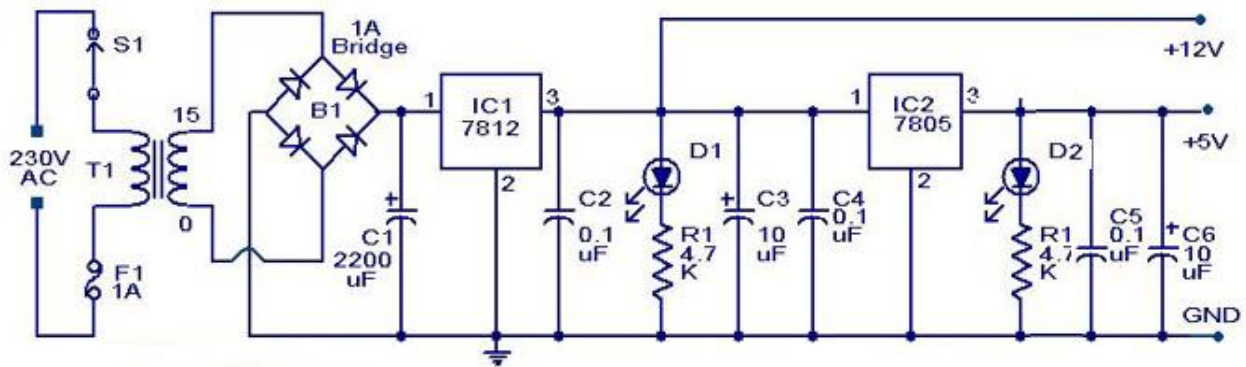


Figure III. 11: Schéma de bloc alimentation dans ISIS

III.4. Réalisation des Circuits imprimés

Le projet repose sur trois cartes. Une carte mère, une carte de liaison et une carte d'alimentation

III.4.1. Carte mère

La carte de commande contient un pic (16F876A) pour gérer de la couveuse néonatale et des transistors, des relais pour commander des ventilateurs et les résistances chauffantes avec des connecteurs capteurs de températures et le capteur d'humidité. Le circuit imprimé de cette carte a été réalisé par le logiciel ARES et est donné par la figure III.12

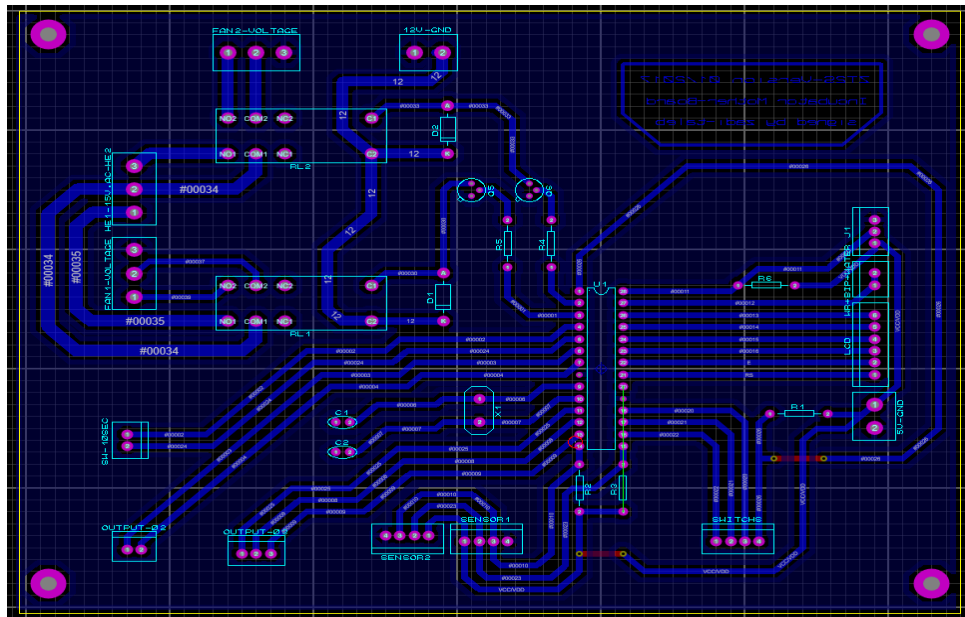


Figure III. 12: Schéma de la carte commande sur ARES

Les figures suivantes illustrent les cartes après développement et soudure des composants

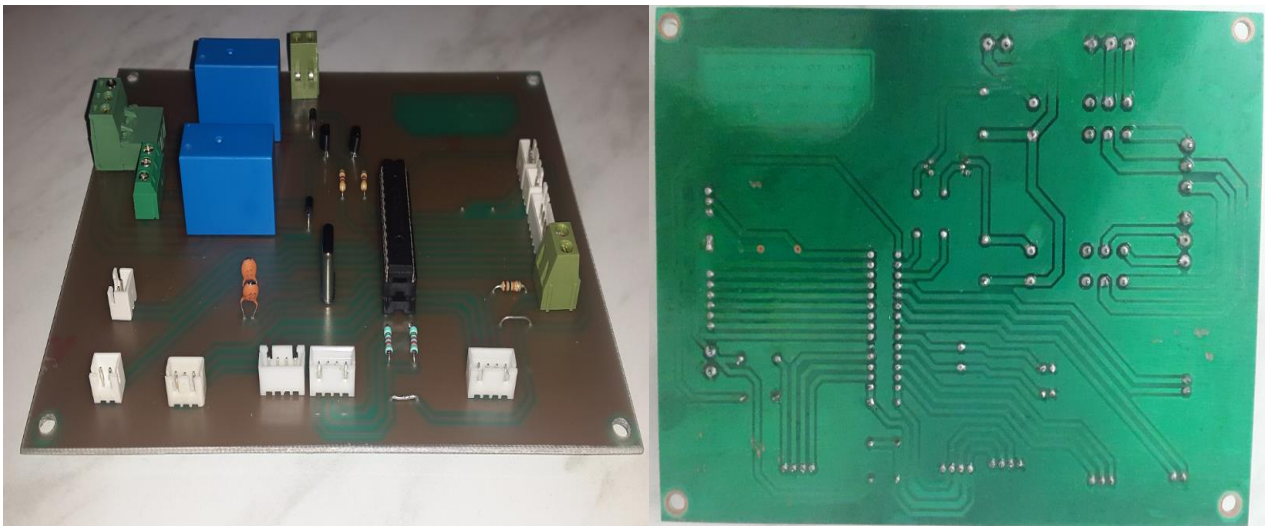


Figure III. 13: Carte mère « Top Face/Buttom Face »



III.4.1. Carte secondaire :

Le rôle de cette carte est de relier les différents composants comme (LCD et les boutons poussoirs et les LED's, résistances...) avec la Carte mère.

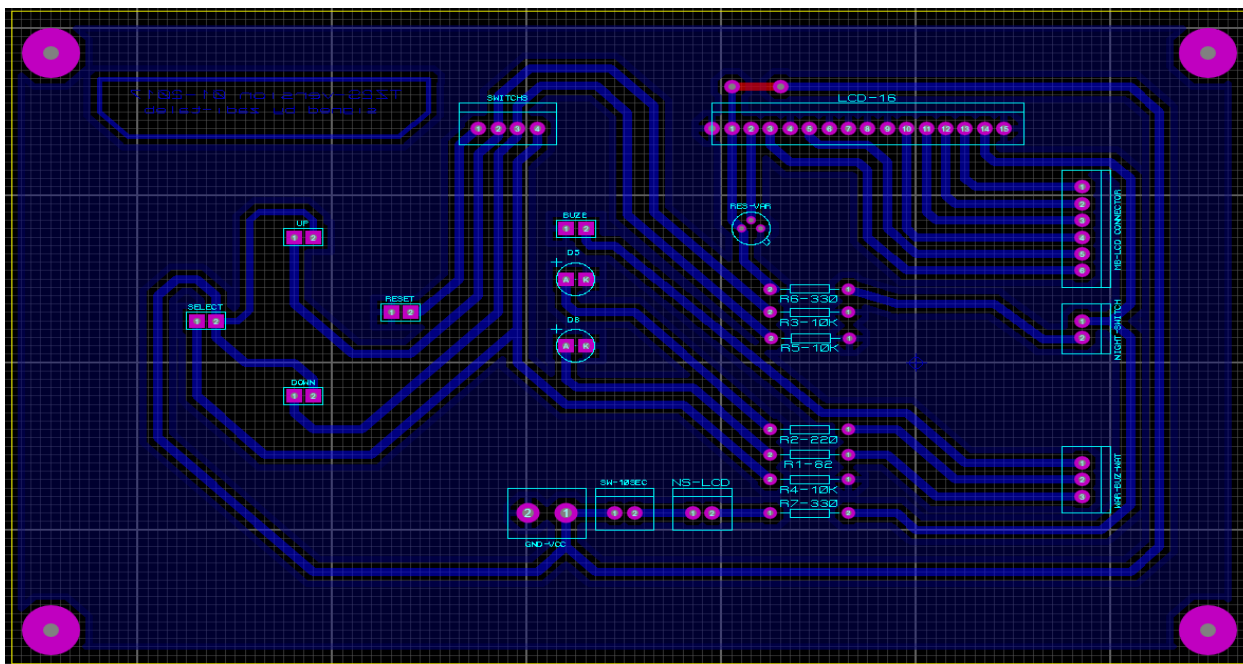


Figure III. 15: Schéma de la carte secondaire sur ARES

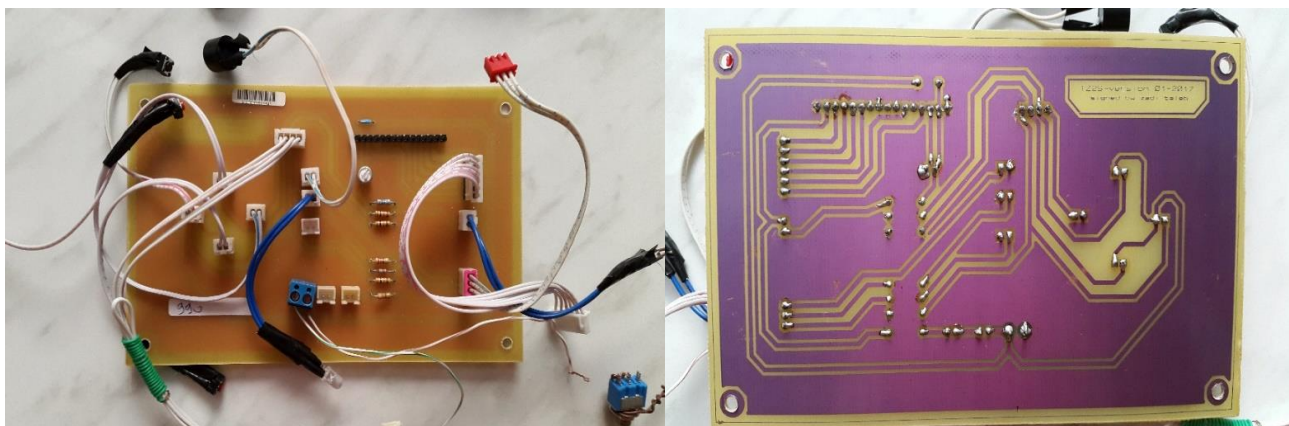


Figure III. 14: Carte secondaire « Top Face/buttom Face »

III.4.2. Carte d'alimentation

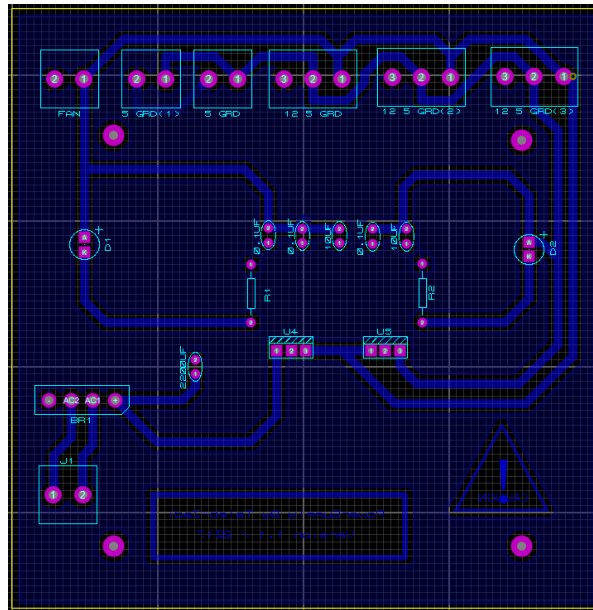


Figure III. 16: Circuit imprimé alimentation générale

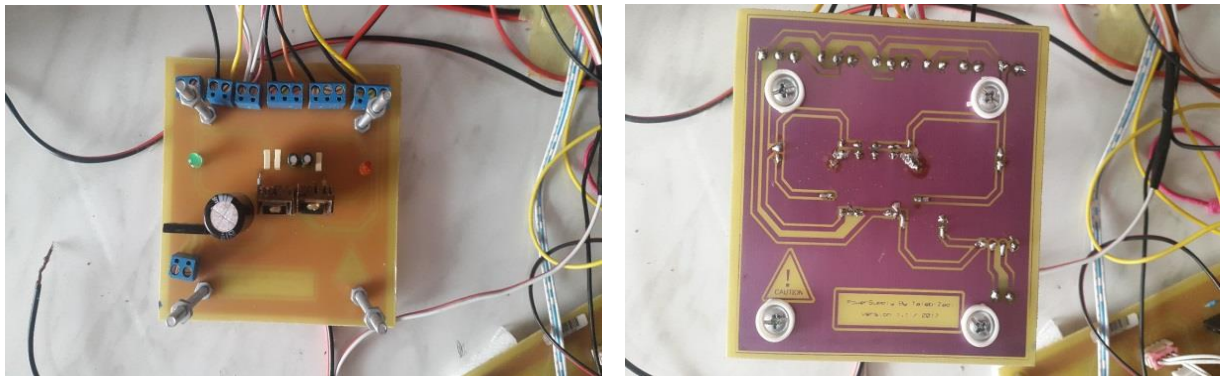


Figure III. 17: La carte alimentation après développement et soudage des composants

III.5. Partie Mécanique

Dans cette section nous discuterons des différents mécanismes utilisés pour la mise en œuvre de ce projet. Cette section comporte d'une part une partie concernant les matériaux utilisés pour la construction de la structure et la forme de la couveuse d'autre part les circuits de circulation de l'air dans la couveuse.

III.5.1. L'architecture intérieure et extérieure de l'incubateur :

Un incubateur est composé de 3 parties :

- ◆ habitacle simple ou double à paroi en plexiglas comprenant des hublots et un module de mesure de la température. Le nouveau-né est placé dans cette partie.
- ◆ bloc technique où se situent les systèmes de chauffage, d'humidification et de régulation de la température et de l'humidité.
- ◆ pied permettant la hauteur variable de l'incubateur.

La structure que nous avons adoptée est rectangulaire avec une double paroi voir la figure suivante

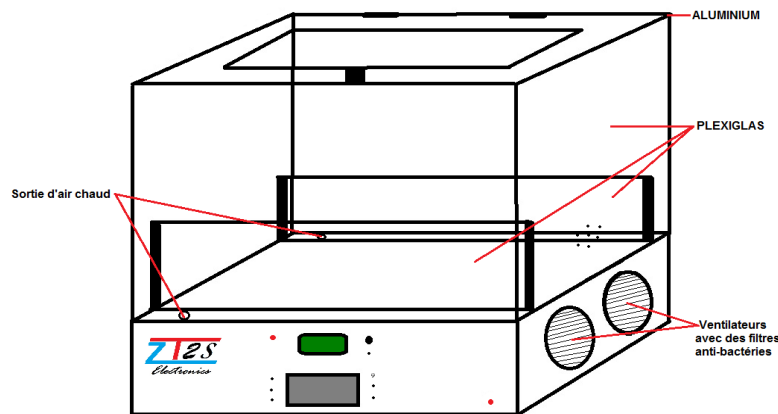


Figure III. 18: Structure de la couveuse

III.5.2. Matériaux utilisés

Les matériaux utilisés pour la construction de la structure de l'incubateur sont l'aluminium et les PLEXIGLAS, ces derniers sont biocompatible ou en d'autres termes, ne sont pas réagis par la température pour ne pas produire des gaz chimiques susceptibles de mettre le bébé en danger. Les propriétés de ces matériaux ont la préservation de la température ambiante par l'aluminium et empêcher l'entrée de rayonnement Ultraviolet et Infrarouge par le PLEXIGLAS. Ce qui fournit un environnement approprié pour que le bébé soit mis dans de meilleures conditions.

III.5.2.A. Aluminium :

- ◆ Est un matériau très léger mais extrêmement solide
- ◆ Génère naturellement une couche d'oxyde qui le protège de la corrosion.
- ◆ Possède un pouvoir réfléchissant élevé de la lumière ainsi que de la chaleur.

III.5.2.B. PLEXIGLAS :

- ◆ Il est isolant aux rayons UV et résistant à la corrosion et aux agents atmosphériques tout en étant beaucoup plus léger que le verre (densité de 1,19 g/cm³).
- ◆ Possède des qualités optiques et mécaniques très intéressantes.

III.6. Mécanisme de circulation de l'air

L'air est introduit à l'intérieur de la couveuse à travers deux ventilateurs via des canaux, au passage autour des résistances chauffantes il est chauffé puis il est canalisé vers un bac à eau pour être humidifié, enfin, l'air chauffé et humidifié est injecté à l'intérieur de l'habitacle à travers des orifices de sortie situés entre les parois, ceci a pour but d'éviter les brûlures des bébés.

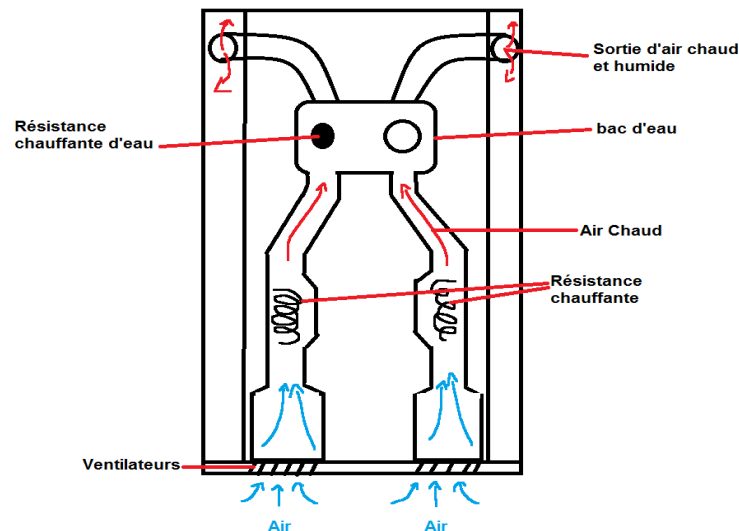


Figure III. 19: Mécanisme de la circulation d'air



Figure III. 20: Vue de mécanisme de la circulation d'air

III.6.1. Un bac d'eau

Pour faire humidifier l'air entrant dans l'incubateur.

III.6.2. Le ventilateur

« **Cooler-Master** » **120mm** assure une bonne circulation de l'air avec 62.6 CFM tout en assurant une vitesse de 1200 RPM et un niveau sonore de 19.5 dB pour que le bruit n'aille pas déranger le bébé.

Caractéristiques principales du ventilateur :

- Ventilateur LED 120 mm
- Tension : 12V
- Dimensions : 120 x 1120 x 25 mm
- Niveau sonore maximale : 19.5 dBA
- Vitesse : 1200 RPM (+/- 200)
- Flux d'air : 62.6 CFM (en moyenne)
- Durée de vie : environ 40 000 heures



Figure III. 21: Photo du ventilateur

III.7. Tests de fonctionnement

Nous avons fait des tests sur le fonctionnement de cette couveuse. Ces tests sont particulièrement axés sur les performances de chauffage, c'est déterminer la durée de préchauffage dès l'allumage jusqu'à atteindre une température consigne de 37 °. Voir le tableau suivant.

Tableau III. 1: Tableau des essais d'évolution de la température en fonction du temps

Temps - min	Temperature - °C
0	27°
3	28°
6	29,5°
9	32 ,5°
12	35 ,5°
15	37°

A partir de ce tableau nous avons tracé un graphe d'évolution

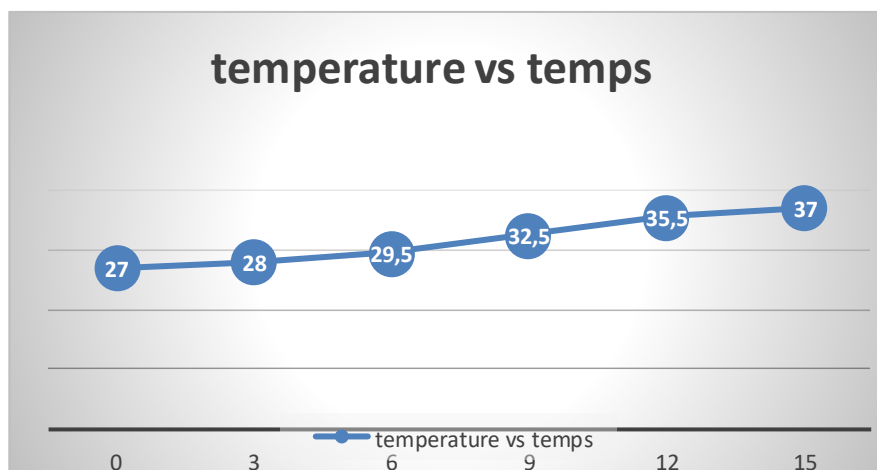


Figure III. 22: Graphe d'évolution de la température en fonction du temps lors du préchauffage

Nous constatons que la durée de préchauffage est approximativement de 15mn, une durée acceptable qui peut être améliorée en améliorant la canalisation du flux d'air.

On remarque aussi que l'évolution de la température devient un peu lente en s'approchant de la consigne, cela est dû à la conception, en effet, nous avons créé une deuxième consigne qui est égale à la consigne introduite par l'utilisateur moins trois degrés

Si la température à l'intérieur de l'habitable est en deça des deux consignes le système active les deux résistances de chauffage sinon si la température est entre les deux consignes le système active afin d'atteindre en douceur la consigne supérieure.

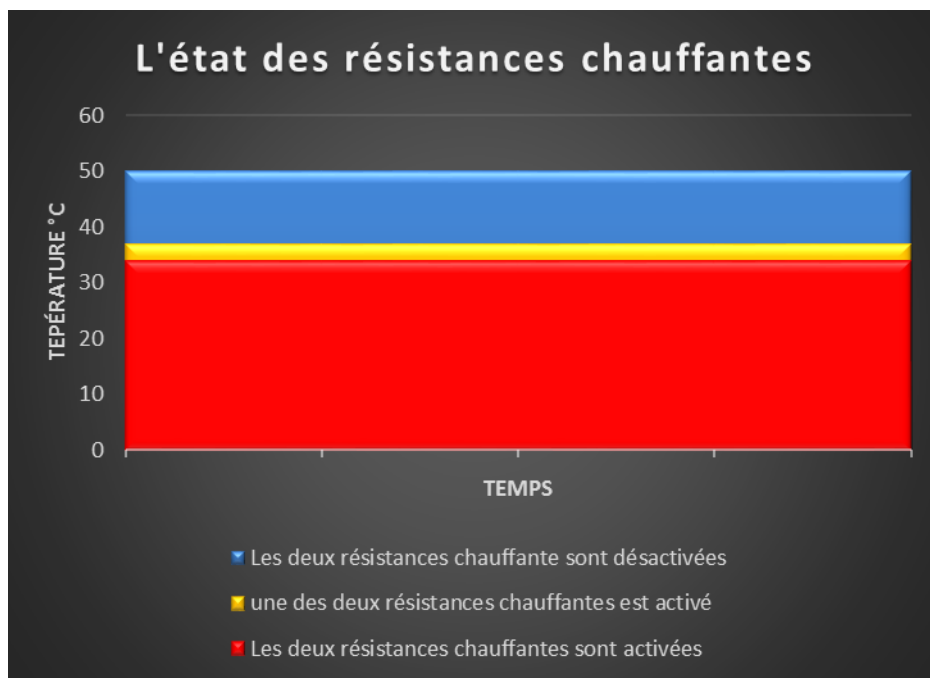


Figure III. 23: Etat d'activation des résistances de chauffage par rapport aux consignes en mode skin

III.8. Photos de la réalisation

Nous avons jugé utile d'introduire quelques photos réelles prises de l'intérieur comme de l'extérieur sur cet équipement.



Figure III. 24 : Vu réel de la couveuse (face/derrière)



Figure III. 25 : Vu réel en mode (marche/arrêt)

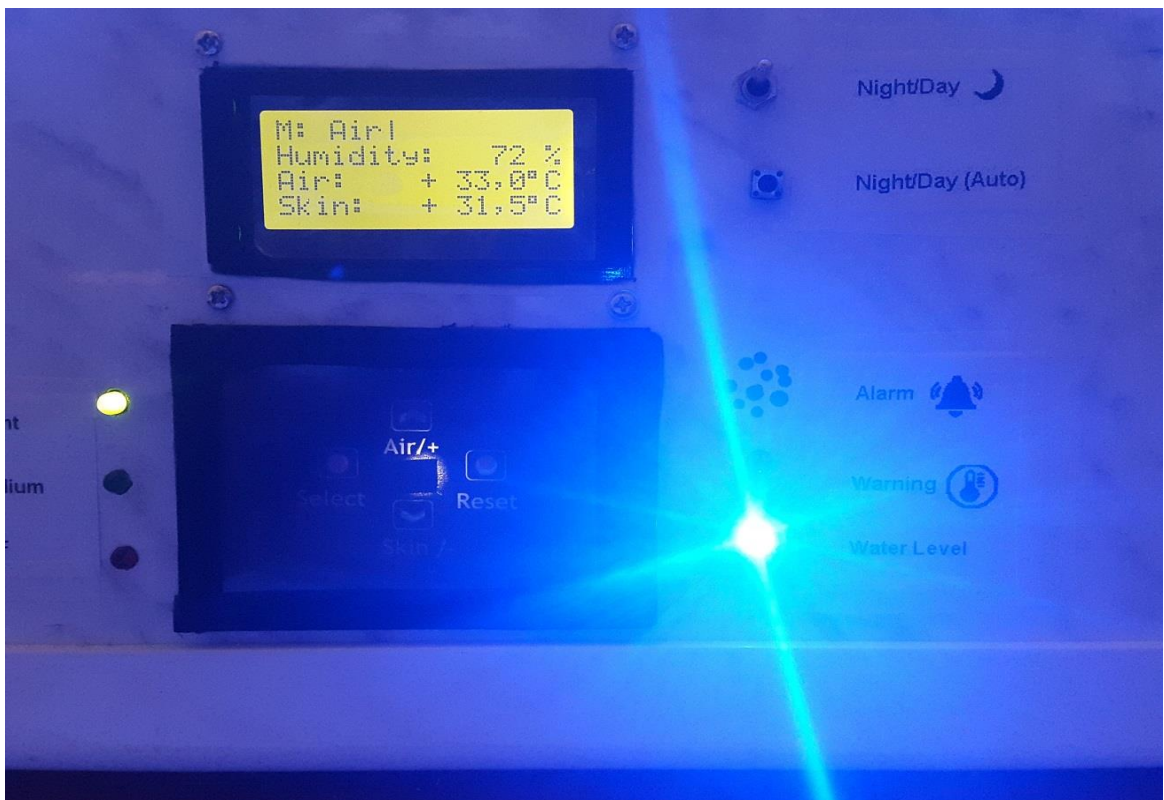


Figure III. 26 : Tableau de commande de la couveuse

III.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étalé tous les aspects pratiques de la réalisation. Nous avons commencé par donné le schéma bloc, puis nous discuté des différentes connexions des périphériques et composants avec le microcontrôleur et le mode de fonctionnement, ensuite, nous avons abordé l'aspect structurel avec ses aspects mécanique et circulation de l'air. En enfin, nous avons donné quelques résultats obtenus lors des essais sur la durée de préchauffage. Dans le chapitre suivant nous discuterons des aspects softwares ayant relation avec la mise en œuvre de cette réalisation.

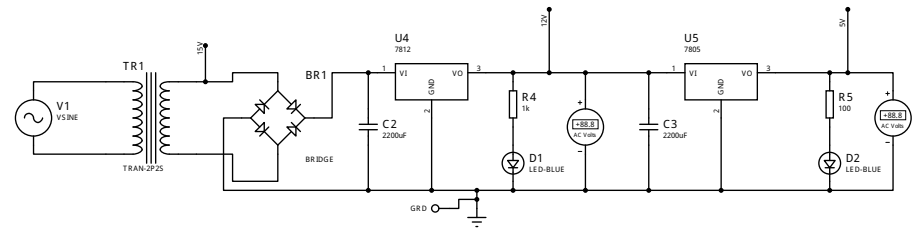
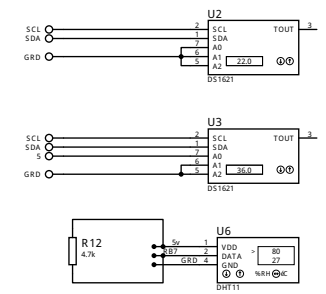
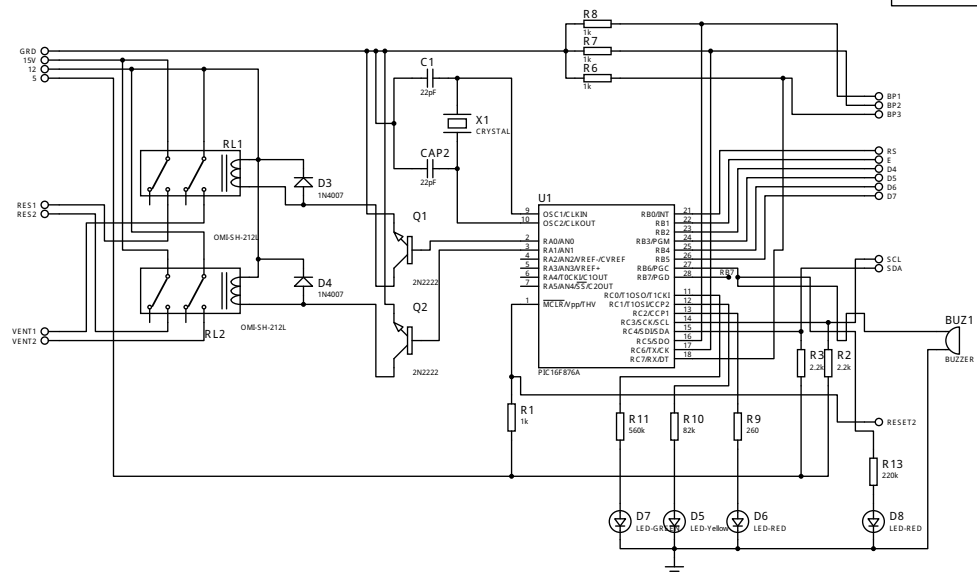
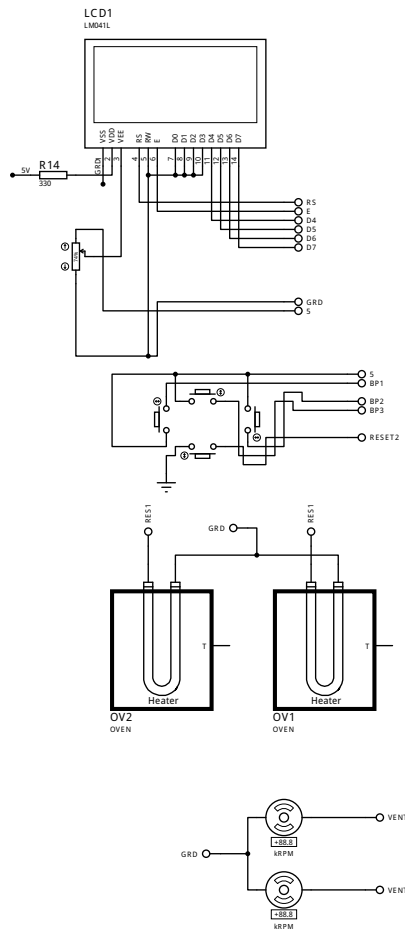
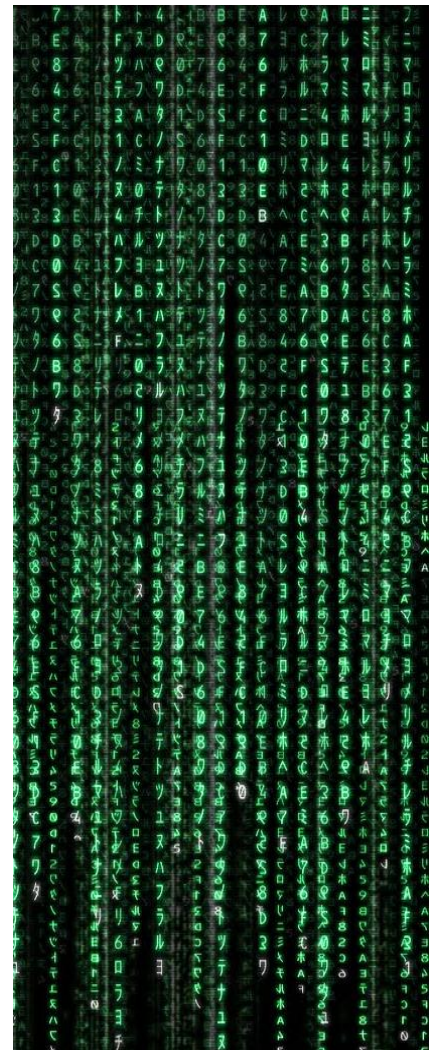


Schéma électronique
(FORMAT A3)
 ~ZT2S~

Chapitre IV

Partie logiciels Et programmations





IV. Partie logiciels et programmations

Dans ce chapitre, nous discuterons dans un premier temps des différents logiciels utilisés lors de la mise en marche de ce projet, ensuite, nous donnerons les différents organigrammes que nous avons développés.

IV.1. Introduction :

Ce chapitre a été consacré à la programmation de ce projet. Cette programmation joue un rôle majeur dans la réussite du système. nous avons utilisé des organigrammes qui fournissent des explications simplifiées des différents processus de cette programmation, ainsi que la présentation des logiciels utilisés dans le processus de cette programmation que ce soit des logiciels de simulation ou bien des logiciels pour la programmation réelle.

IV.2. Présentation de la partie logicielle :

Pour bien réaliser notre travail, nous avons utilisé des logiciels de simulation et de programmation qui sont adaptés l'un à l'autre, Dans cette partie, nous allons présenter ces logiciels.

IV.2.1. Logiciel de simulation :

Les logiciels de simulation sont des logiciels qui aident à dessiner des circuits électroniques en utilisant les éléments électroniques identiques à la réalité et aident à connaître les résultats des projets achevés de manière simple et efficace, ce qui contribue à gagner du temps et connaître les erreurs avant la réalisation pratique des projets. Parmi les logiciels de simulations on trouve ; WORKBENCH - MULTISIM – PROTEUS – TINA... etc.

Et pour notre cas on a utilisé le PROTEUS

IV.2.1.1. PROTEUS :

C'est un logiciel destiné à l'électronique qui est développé par la société « Labcenter Electronics ».

Présentation générale :

Ce logiciel est très connu dans le domaine de l'électronique, donc la plupart des électroniciens utilisent ce logiciel et il possède deux parties « ISIS » - « ARES »

**La partie ISIS :**

Le logiciel ISIS connu pour créer et éditer des schémas électriques, alors il est également un simulateur des schémas ce qui permet de détecter certaines erreurs dès l'étape de conception. Les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

La partie ARES :

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage du schéma électronique. Ce dernier est réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour la création de la carte d'un circuit imprimé. Bien qu'on puisse éditer d'un circuit imprimé d'une manière plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel a aussi un avantage de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement.

IV.2.2. Logiciels de programmation :

Les logiciels de programmation ont été affectés à la programmation des systèmes électroniques. Cette programmation est responsable de prendre de toutes les mesures nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de ces projets. Parmi ce logiciel, nous trouvons MikroC, FlowCODE MPLAB, CCS compiler. Parmi ces logiciels, nous avons choisi à utiliser le MikroC dans la programmation de notre projet.

IV.2.2.1. Présentation de « MikroC » :

MikroC est un compilateur pour PIC conçu par la société « Mikroelektronika » le compilateur C nouvelle génération « MikroC » pour les microcontrôleurs est très facile à utiliser, il comporte plusieurs outils intégrés (mode simulateur, analyseur statistique, correcteur d'erreur. Il a également une capacité de gérer la plupart des périphériques rencontrés dans notre projet (BUS I2C, afficheur LCD), de ce fait, il est l'un des outils de développement incontournable et puissant.

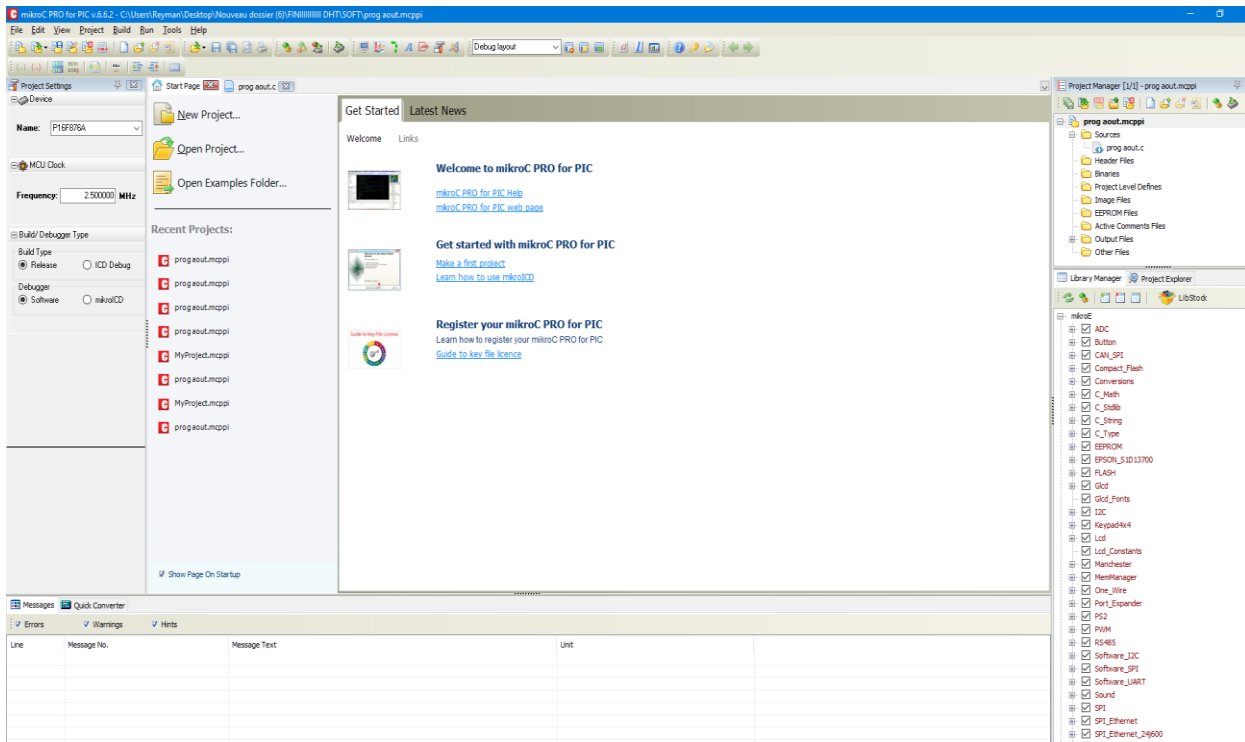


Figure IV. 1: Interface de logiciel MikroC

-Le compilateur MikroC nous permet de développer rapidement des applications complexes

IV.2.3. Programmeur des PIC's :

Après la confirmation que y'a pas des erreurs dans la programmation pendant la simulation, lorsque nous avons passé à la phase pratique, le système doit être programmé par le programmeur Pickit2, ce dernier est l'un des programmeurs les plus faciles et les plus récents en électronique. Ce programmeur ouvre le fichier de la programmation complété au format HEXA et le télé-verser sur le microcontrôleur.

PICKIT2 :

Est un programmeur pour les microcontrôleurs PIC's de Microchip Technology. Ils sont utilisés pour programmer et déboguer les microcontrôleurs, ainsi que de programmer certaines mémoires EEPROM, alors on a utilisé ce programmeur pour transférerer le fichier en hexadécimal de notre programme dans le PIC. (Voir l'annexe C)

Parmi ces avantages : la reconnaissance des PIC's sans avoir sélectionné votre PIC.

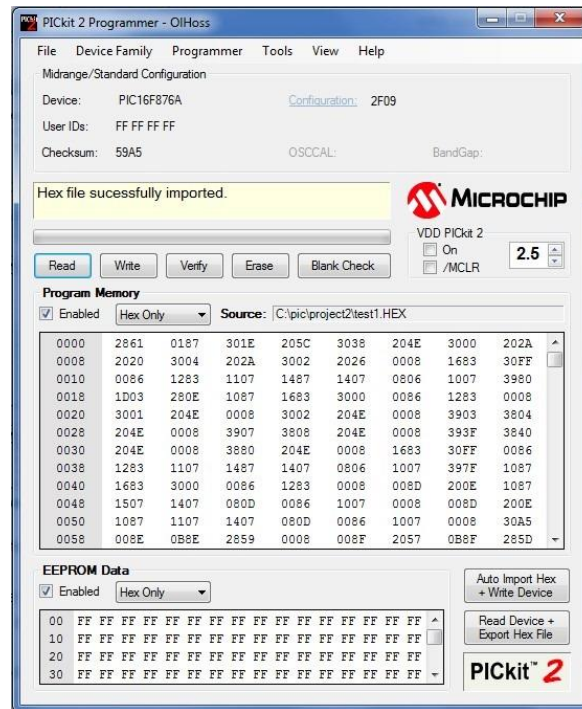


Figure IV. 2: Interface de logiciel Pickit 2

IV.3. Organigrammes de commande du système :

Le programme que nous avons développé dans le cadre de notre projet à partir de « MikroC » est un peu compliqué, il repose sur deux modes différents, chaque mode a un principe et but spécifique, afin que notre projet atteigne les conditions nécessaires pour que notre bébé soit dans un environnement adéquat (température et humidité).

Pour bien comprendre le programme de commande et pour une raison de lisibilité on a préféré de le partager en organigramme principal et des sous-organigrammes.

Tout d'abord on commence par l'organigramme principal qui contient des sous-organigrammes qui sont dans le cas d'une explication détaillée ci-dessous :

IV.3.1. Organigramme du programme principal :

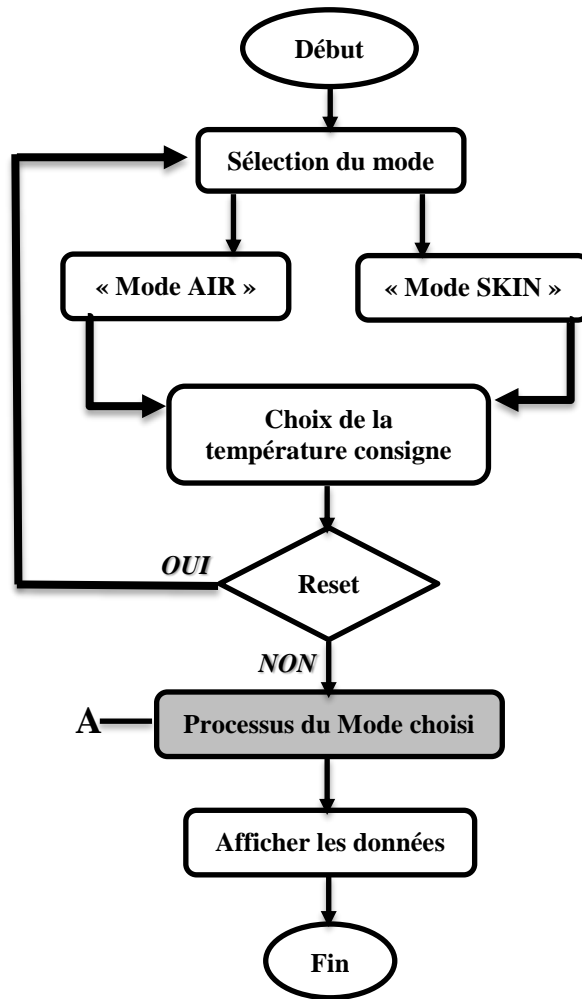


Figure IV. 3: Organigramme du programme principal

IV.3.2. Organigramme du Processus de mode Skin :

Pour bien comprendre cet organigramme nous nous prenons des abréviations comme suit :

Trs= Température de consigne 'skin'.

Tcs=température réelle 'Skin'.

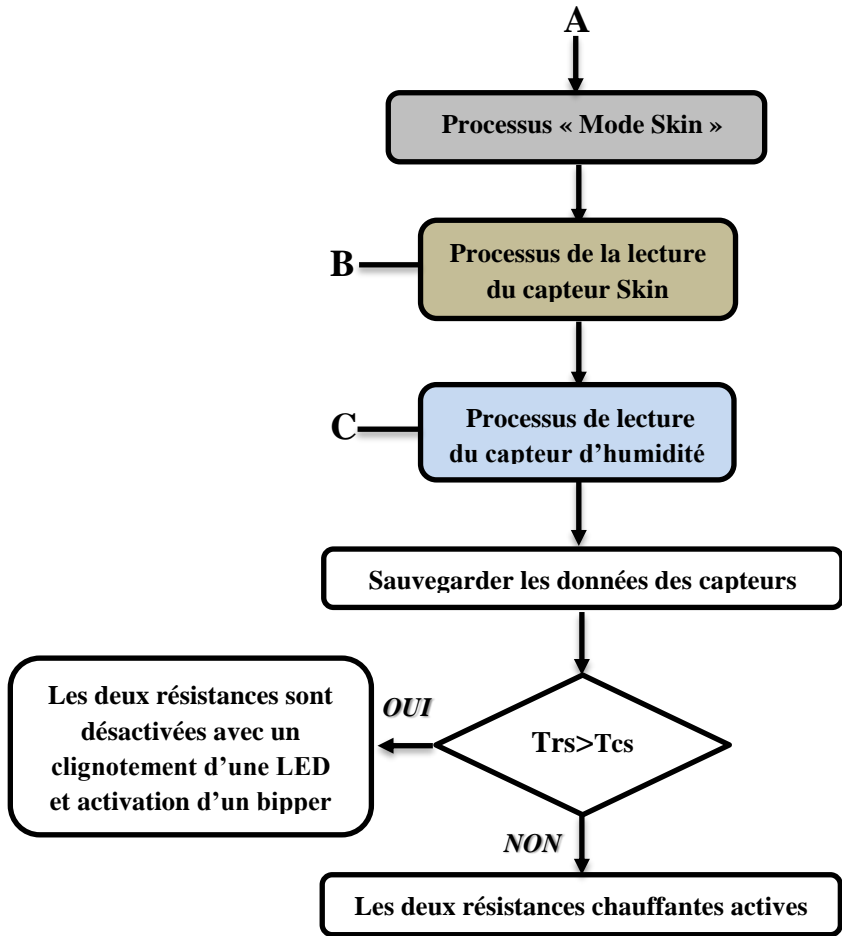


Figure IV. 4: Organigramme du Processus de mode Skin

IV.3.3. Organigramme du processus du mode Air :

Pour bien comprendre cet organigramme nous avons créés des abréviations comme ce suit

Tca1=Température de consigne 'Air1'.

Tca2=Température de consigne 'Air2'.

Tra=Température réelle 'Air'

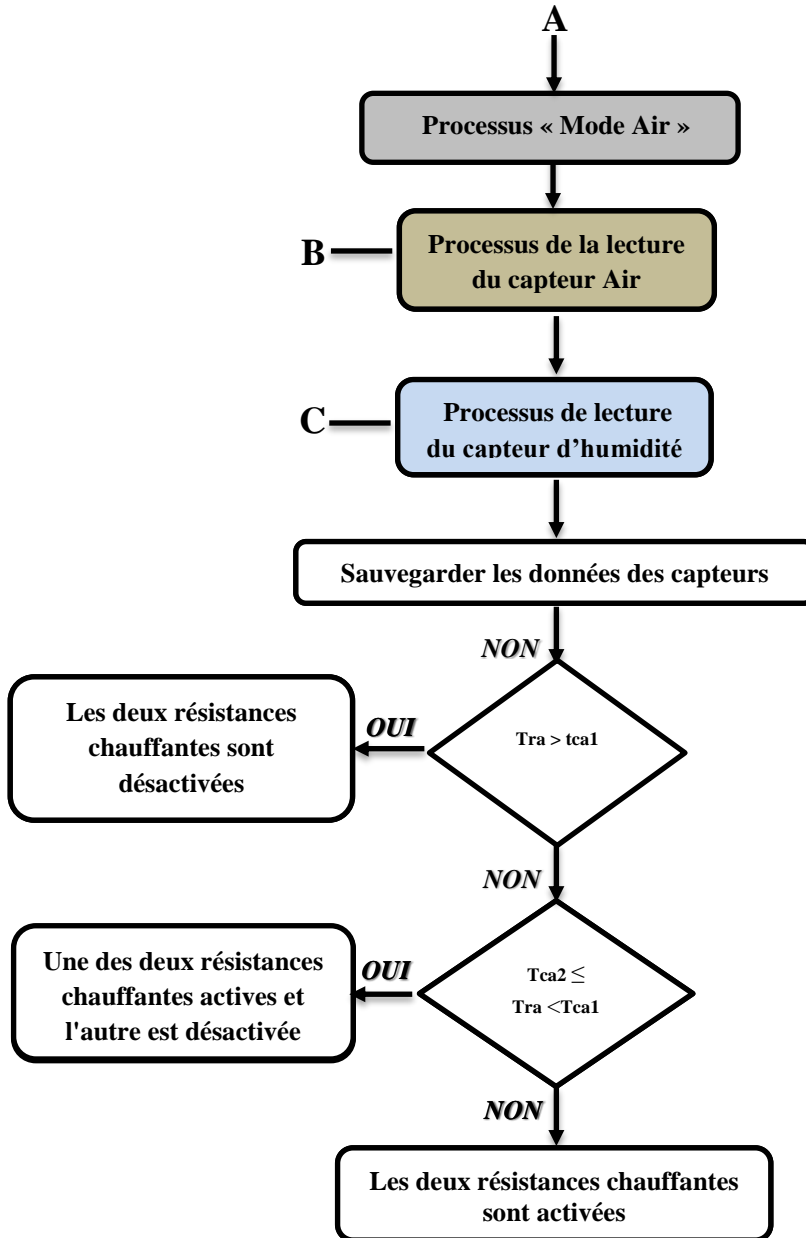


Figure IV. 5: Organigramme du processus du mode Air

IV.3.4. Organigramme de processus de lecture d'un capteur DS1621

Pendant la programmation, le PIC qui va communiquer avec le capteur DS1621 doit passer avec des deux étapes, ces derniers sont des étapes de lecture et écriture, les organigrammes de ces modes ci-dessous



IV.3.4.1. Mode écriture :

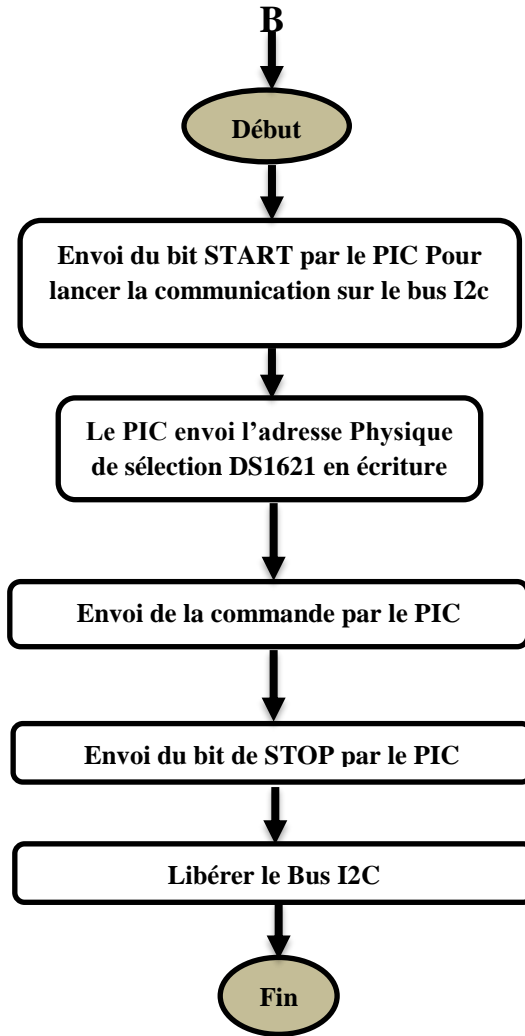


Figure IV. 6: Organigramme du mode écriture(DS1621)



IV.3.4.2. Mode lecture

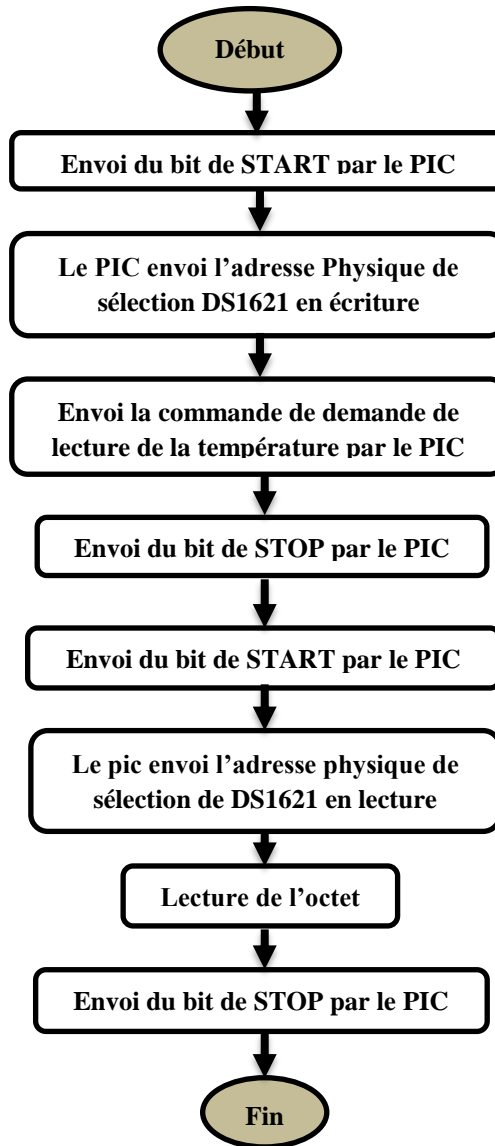


Figure IV. 7: Organigramme du mode lecture (DS1621)

Ces procédures s'appliquent de la même manière sur les deux capteurs ds1621 utilisés dans le système développé. Toutefois, chacun des deux capteurs possède sa propre adresse comme nous l'avons déjà expliqué.



IV.3.5. Organigramme de processus de la lecture d'un capteur DHT11

Le capteur DHT11 est un capteur d'humidité et de température en même temps, toutefois ce capteur est utilisé uniquement pour l'humidité, vu que nous avons des capteurs spécifiques de température (DS1621) qui sont plus efficace. Voici le diagramme de notre programmation pour le DHT11.

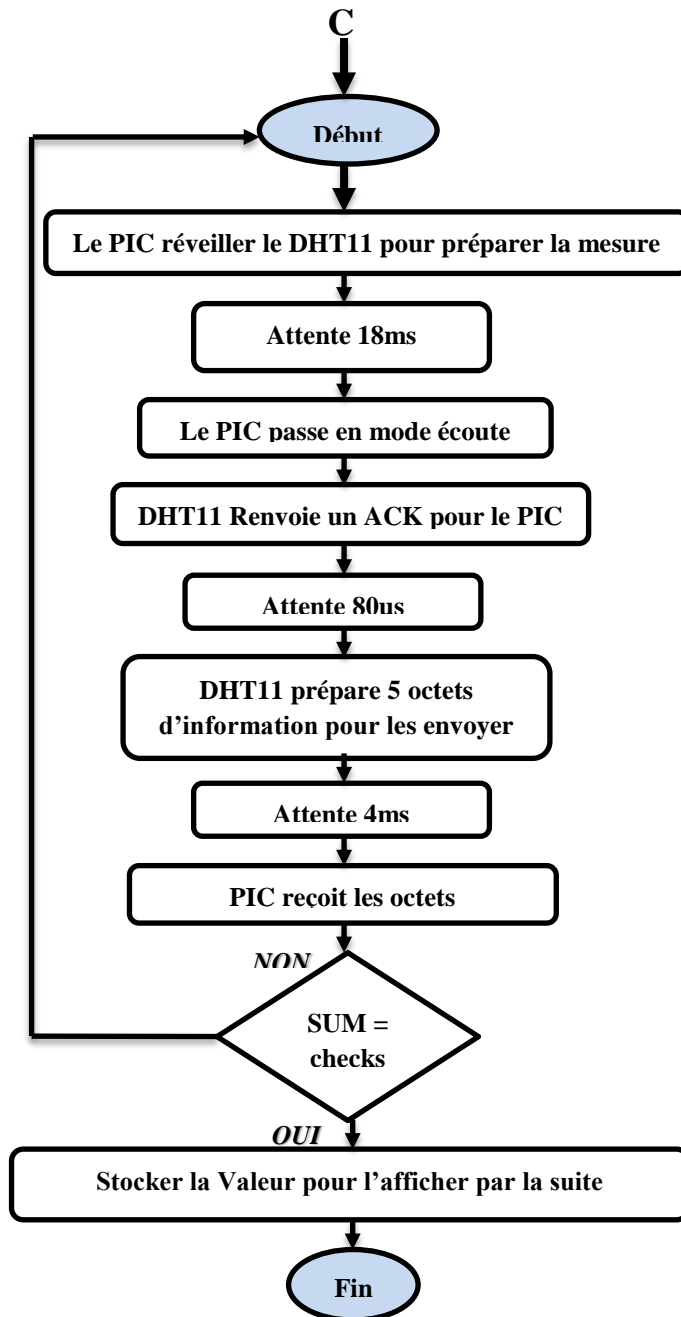


Figure IV. 8 : Organigramme de processus de la lecture d'un capteur DHT11



IV.4. Conclusion :

Nous avons présenté au cours de ce chapitre tous ce qui a trait à la programmation de ce projet à partir des logiciels utilisés dans cette programmation, en particulier le logiciel de simulation Proteus et le logiciel de programmation MikroC, en plus on a expliqué comment télé-verser la programmation sur le microcontrôleur par le programmeur pickit2 et on a terminé ce chapitre avec la présentation des organigrammes qui expliquent le processus de fonctionnement.

CONCLUSION

GENERAL

Conclusion générale et perspective

Le projet vise à concevoir et à mettre en place un incubateur pour nouveau-nés (sept mois). Ce genre de bébé prématuré souffre à des conditions extérieures de la vie pendant les premiers jours de la naissance. Cet incubateur offre une atmosphère similaire à celle fournie par la mère en utilisant une température et une humidité appropriées pour le bébé. Un cahier de charge est conforme aux conditions applicables, en tenant compte des possibilités existantes pour prendre en considération la santé du bébé.

Nous avons réalisés ce système pour fournir ces conditions et le contrôle d'une manière qui permet à l'utilisateur de choisir et d'installer et programmer un système dans l'incubateur (mode SKIN / mode AIR) avec le choix de la température souhaitée ainsi que le contrôle manuel de l'humidité dans l'incubateur.

Le projet utilise des systèmes de contrôle électronique qui sont responsables de la régulation de la température selon le mode choisi. Ces circuits électroniques sont basés sur le microcontrôleur PIC 16f876a. Ce dernier a une possibilité de le programmer.

Ce projet nous a permis, d'une part, d'améliorer nos compétences scientifiques, que ce soit du côté programmation par l'apprentissage des nouvelles techniques, ou du côté biomédical y compris électronique biomédical et aussi la mécanique et physique

Grâce à ce projet, nous avons pu identifier le côté pratique et Confronter tous les problèmes techniques, qu'ils soient liés à l'aspect électronique ou à la programmation ou coté médical. Ce projet nous a également permis de revoir certains des gains tribaux dans l'aspect théorique et la bonne utilisation dans le domaine pratique.

D'autre part, ce projet nous a permis de nous mettre en situation en tant qu'ingénieurs, puisque nous avons dû travailler en groupe que ce soit pour la répartition du travail, la conception d'une couveuse néonatale ou la résolution des nombreux problèmes rencontrés :

- Le manque de documentations pour le premier chapitre qui parle sur la généralité de la couveuse.
- Le manque des moyens spécifiques pour bien améliorés notre projet.

Malgré ces aléas et d'autres d'ordre pratique, nous sommes satisfaits du résultat obtenu, toutefois, nous sommes conscients que de nombreuses améliorations pourraient être apportées plus tard, telles :

- Changement et utilisation d'un nouveau Microcontrôleur de nouvelle génération ATMEGA.
- Insertion d'un détecteur de sécurité par un capteur à proximité a fin de sécurisé notre bébé.
- Insertion d'un photo-pléthysmographie (PPG) pour mesurer le volume sanguin de la région donnée.
- Une bouteille de GAZ d'oxygène pour le bébé
- Amélioration de la résistance chauffante par un régulateur de courant.
- Contrôle d'humidité automatique.

- Insertion d'une batterie afin d'éviter les coupures d'électricité.

Conclusions Personnelles

M. Sidali TALEB

Personnellement ce projet m'as beaucoup apporté surtout dans l'organisation d'un travail en groupe, en effet dans notre groupe, on n'avait pas la même qualité ou point forts mais Nous étions donc très complémentaires, c'est pourquoi il était important d'exploiter le potentiel de chacun pour mener à bien chaque partie de notre projet. En de cela j'ai pu apprendre à faire face à des situations très compliquer qui ont étaient très nombreuses durant ce projet, j'ai aussi découvert notre domaine biomédical et plus particulièrement la programmation et les microcontrôleurs et l'électronique en général, pour conclure je dirai que ce projet fut bénéfique pour moi que ce soit du côté de l'organisation ou de la technique.

M. Belhadj Sidali ZADI

Ce projet fut pour moi un réel apport de connaissance et des méthodes : comme spécifié dans le rapport, nous avons fait face à un très grands nombre de problèmes : sitôt un de résolu, un nouveau apparaissait. Mais grâce à cela, j'ai appris à gérer cette situation parfois déprimante : car à force de travail, la solution apparaissait toujours, ce qui était à chaque fois une réelle satisfaction, et en dépit de la difficulté, ce projet m'a énormément appris la pratique en électronique et la création des circuits électroniques, la programmation, utilisation des logiciels de simulation pour le côté électronique.

Références bibliographiques

- [1] G. Jacqueline 'Larousse médical' nouvelle édition , imprimé en Italie par L.E.G.O.p.A. à lavis (TN) :édition Nathalie Cornellana , antoine Caron , avec la collaboration de Laurence Alvado , février 2012. ISBN : 978-2-03-586747-6
- [2] J Hamza, V Bonnet, JL Chabernaud. La réanimation du nouveau-né en salle de travail. Conférences d'actualisation SFAR 1996.
- [3] M. Obladen 'Le nouveau-né de faible poids de naissance' Soins intensifs pour nouveau-nés, 2ème édition française, Springer-verlag France, Paris 1998 ; 1-15.
- [4] Sylvie Louis (2002), Le grand livre du bébé prématuré tome 2, Montréal, éditions de l'Hôpital Sainte-Justine
- [5]. Dalla Piazza S, Lamotte PJ, Naître trop tôt : La prématurité expliquée aux parents et futurs parents, Parentalité,DeBoeck,2009.
- [6]. Blondel B, Supernant K, Du Mazaubrun C, et al. Enquête nationale périnatale 2003, Situation en 2003 et évolution depuis 1998. Paris, INSERM, 2003
- [7] C. Boussaroque ,E. Haentjens, F. Jaquet "l'auxiliaire de puériculture en pédiatrie et en néonatalogie" N° d'édition 77007-2^e tirage.5/7, rue de la gare-92130 Issy-les-moulineaux :éditions ESTEM de boeck diffusion, octobre 2006,141p, ISBN : 978-84371-377-4
- [8] Sètondji Géraud Roméo PADONOU, "faible poids de naissance, prématurité et retard de croissance intra uterin : facteurs de risque et Consequences sur la croissance de la naissance a 18 mois de vie chez des nouveau-nés beninois",these de doctorat de L'universite pierre et marie curie, Soutenue le 15 septembre 2014
- [9] Stephani D.P, "Neonatal Phototherapy Today's Lights, Lamps and Devices", Infant Journal,Vol.1, No 1, pp.14-19, janvier 2005.

[10] Sibrecht Bouwstra, Wei Chen, Loe Feijs, “Smart Jacket, Design for Neonatal Monitoring with Wearable Sensors” Proceedings of the Sixth IEEE International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, Washington, pp.162-167, Juin 2009.

[11] MICROCHIP (Microchip technology). PIC 16F87X Data Sheet [en ligne]. [Page consultée le 23/06/2017]. Le document est disponible sur internet : <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/82341/MICROCHIP/PIC16F876A.html>

[12] Philips, semiconductors. The i2c-bus and how to use it [en ligne]. [Page consultée le 11/07/2017]. Le document est disponible sur internet : <https://www.aurel32.net/elec/i2c.pdf>

[13] On semiconductor. MPS2222A [en ligne]. [Page consultée le 29/06/2017]. Le document est disponible sur internet <http://www.farnell.com/datasheets/115091.pdf>

[14] Maxim, Integrated. DS1621 Digital Thermometer and thermostat [en ligne]. [Page consultée le 18/07/2017]. Le document est disponible sur internet : <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/518812/MAXIM/DS1621.html>

[15] D, robotics (U K). DHT11 humidity and temperature sensor [en ligne]. [Page consultée le 09/08/2017]. Le document est disponible sur internet : www.datasheetspdf.com/datasheet/DHT11.html

ANNEXE

ANNEXE A : microcontrôleur 16F876A

Pin Diagrams

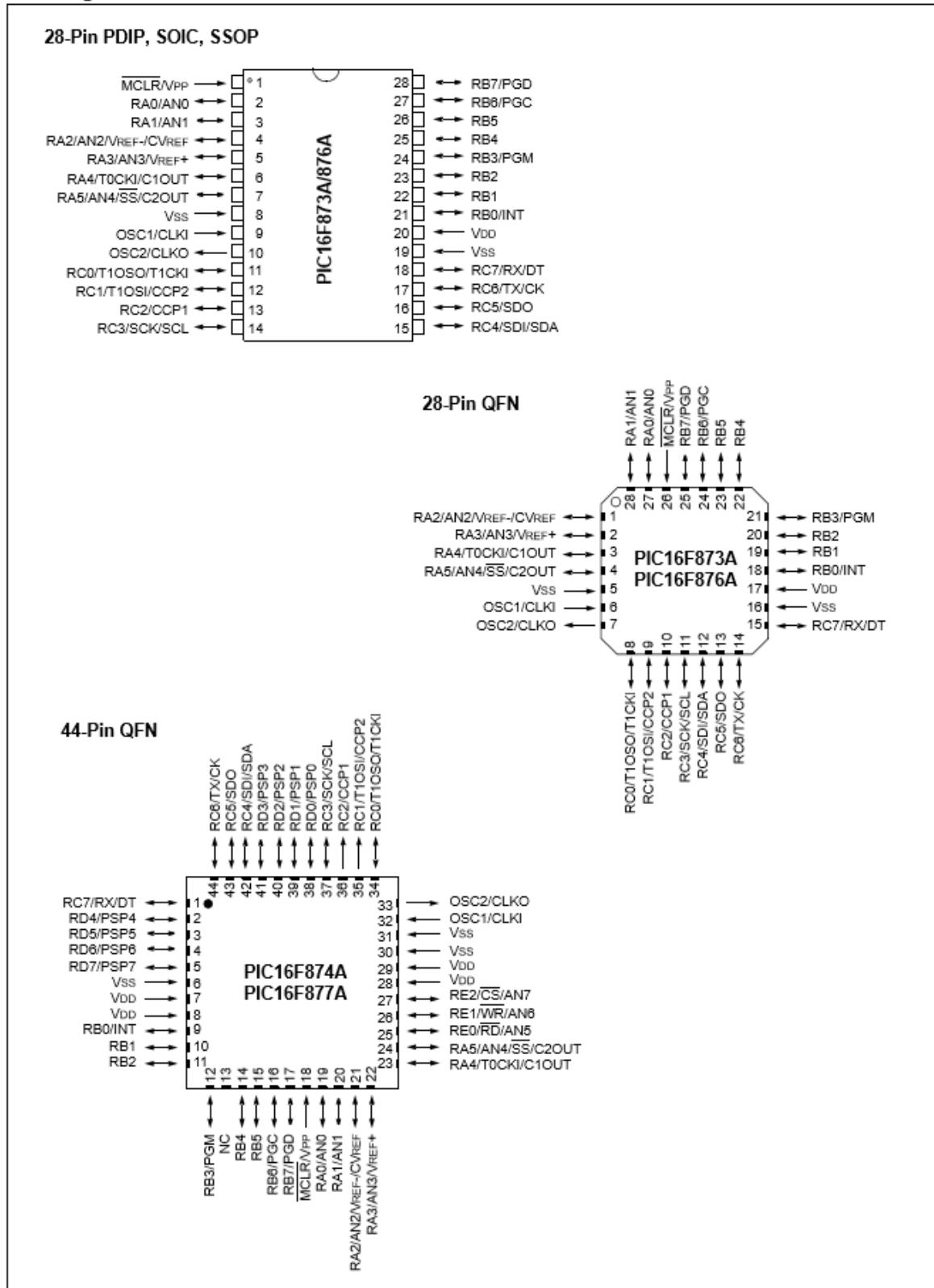


TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	6	I I	ST/CMOS ⁽³⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	10	7	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	26	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	27	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0. Digital I/O. Analog input 1. Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output. Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input. Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output. Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	28	I/O I	TTL	
RA2/AN2/VREF-/ CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	1	I/O I I O	TTL	
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	2	I/O I I	TTL	
RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT	6	3	I/O I O	ST	
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	4	I/O I I O	TTL	

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
Note 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
Note 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	21	18	I/O I	TTL/ST ⁽¹⁾	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External interrupt.
RB1	22	19	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	23	20	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	24	21	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage (single-supply) ICSP programming enable pin.
RB4	25	22	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	26	23	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	27	24	I/O I	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	28	25	I/O I/O	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	8	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	9	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	10	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	11	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	12	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	13	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	14	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	15	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.
Vss	8, 19	5, 6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
Vdd	20	17	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Classification des PIC's de Microchip

Actuellement les modèles microchip, sont classes en trois grandes familles, comportant chacune plusieurs références. Ces familles sont [10] :

- Base –line : les instructions sont codées sur 12 bits.
- Mid –line : les instructions sont codées sur 14 bits.
- High –end : les instructions sont codées sur 16 bits.

Les PIC's sont des composants STATIQUES, Ils peuvent fonctionner avec des fréquences d'horloge allant du continu jusqu'à une fréquence max spécifique à chaque circuit.

Un PIC16F876A peut fonctionner avec une horloge allant du continu jusqu'à 16 MHz. Le PIC 16F876/877 est dans la famille Mid-Range. Le tableau 01 indique les différents circuits de la famille 16F87X :

Table 1 3 : Différents circuit de la famille 16F87X.

PIC	Flash	RAM	EEPROM	I/O	A/ D	Port//	Port série
16f870	2K	128	64	22	5	NON	USART
16f871	2K	128	64	33	8	PSP	USART
16f872	2K	128	64	22	5	NON	MSSP
16f873	4K	192	128	22	5	NON	USART/ MSSP
16f874	4K	192	128	33	8	PSP	USART/ MSSP
16f876	8K	368	256	22	5	NON	USART/ MSSP
16f877	8K	368	256	33	8	PSP	USART/ MSSP

Dans notre application, nous avons choisis d'utiliser le PIC 16F876 ; qui contient un espace mémoire plus large que les autres Pics ; et disponible dans le marché et très utilisé.

4. Identification des PIC's

Un PIC est généralement identifié par une référence de la forme suivante : xx(L)XXyy-zz

xx : famille du composant, actuellement « 12, 14, 16,17 et 18 ».

L : tolérance plus importante de la plage de tension.

XX : type de programme

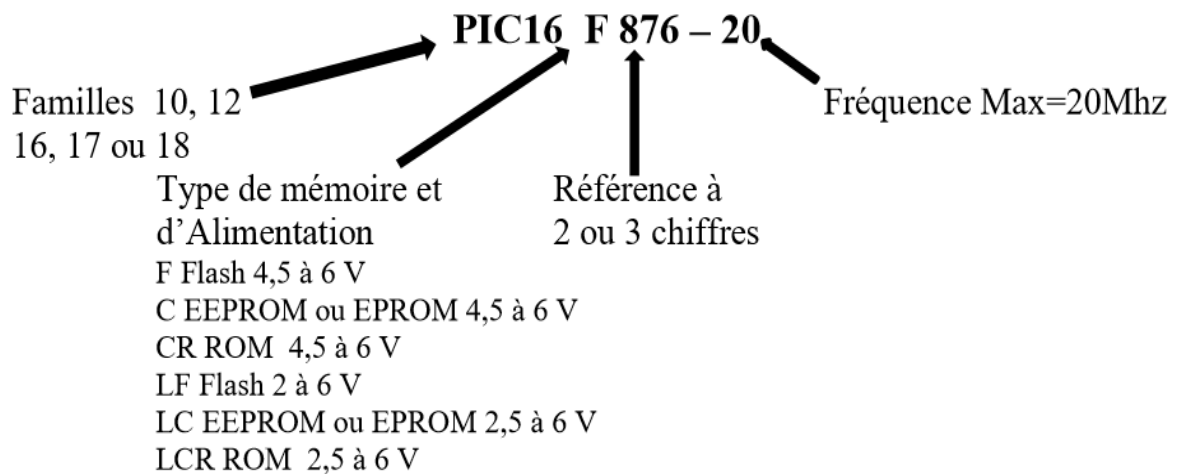
C : EPROM ou EEPROM

F : flash

yy : identificateur

zz : vitesse maximale du quartz de pilotage

Exemple :



On voit que les échanges s'effectuent de manière simple entre l'unité arithmétique et logique (ALU), c'est-à-dire l'unité centrale et la mémoire unique, par un bus transitant les codes de programme et les données. On a ainsi des données « collées » aux instructions. Les microprocesseurs et beaucoup de microcontrôleurs utilisent cette architecture car elle est très souple pour la programmation.

Le type de processeur :

Il existe sur le marché deux types de processeurs :

Architecture RISC (Reduced Instruction Set Computer):

Architecture dans laquelle les instructions sont en nombre réduit (chargement, branchement, appel sous-programme) et elles sont fréquemment utilisées. Le but est d'éliminer les instructions rarement employées et de consacrer les ressources matérielles à exécuter les instructions relativement simples en un cycle d'horloge et à émuler les autres instructions à l'aide des séquences basées sur les instructions élémentaires. On trouve donc

une meilleure performance à une vitesse donnée (le gain en performance envisageable est important mais dépend de la qualité du compilateur).

Caractéristiques des machines RISC :

1. un cycle d'horloge au maximum pour l'exécution d'une instruction ;
2. une dépendance plus forte par rapport aux compilateurs ;
3. toutes les instructions ont la même longueur ;
4. une utilisation systématique des registres (généralement plus nombreux que sur les processeurs CISC) ;
5. séquenceur câblé plutôt que programmé ;
6. une limitation des accès mémoire aux deux opérations LOAD et STORE. Stations de travail équipées de processeurs à architecture RISC : SUN, HP, IBM.

Processeurs RISC : Alpha (DEC), Power RISC (IBM), SPARC (SUN), PA-RISC (HP).

Architecture CISC (Complex Instruction Set Computer):

C'est une architecture avec un grand nombre d'instructions. Le processeur doit exécuter des tâches complexes par instruction unique. Donc, pour une tâche donnée, une machine CISC exécute un petit nombre d'instructions mais chacun nécessite un plus grand nombre de cycles d'horloge (Pentium et PowerPC). Actuellement les deux technologies convergent : les processeurs CISC (Pentium par exemple) utilisent des instructions de plus en plus simples et exécutent parfois plusieurs instructions en un cycle d'horloge.

Comparaison des technologies RISC et CISC :

	Cisc	Risc
Signification	Complexe Instructions Set Computer.	Reduced Instructions Set Computer.
Traduction	Processeur à jeu d'instructions complexe.	Processeur à jeu d'instructions réduit.
Apparition	Technologie plus ancienne.	Technologie plus récente.
Principes fondamentaux	Complexité des instructions disponibles. Le jeu d'instructions s'est enrichi au fil du temps en gardant une compatibilité ascendante. Le décodage assez lent de chaque instruction.	- Report de la complexité matérielle sur le logiciel (compilateur). - Effectuer des accès à la mémoire. Uniquement au travers de deux instructions : Load et Store. Être adapté aux langages de haut niveau.
Jeu d'instruions	Environ 350 instructions.	- Environ 150 instructions. Utilisation d'un jeu d'instructions de base minimal, simulation des autres.
Format des instructions	Variable selon l'instruction.	Unique ou presque.
Durée d'exécution d'une instruction	instructions simples ne prenant qu'un seul cycle.	Instructions complexes prenant plusieurs cycles.
Hierarchisation de la mémoire	Moins de 10 registres internes spécialisés les nombreux accès à la mémoire.	- 64 registres internes et polyvalents.
Fonctionnement	- séquentiel - Logique de traitement et décodage qui occupe 50% de la surface du circuit Séquenceur microprogramme.	- pipeline - Logique de traitement et décodage qui occupe 5 à 10% de la surface du circuit. Séquenceur câblé. il reste de la place pour de nombreuses fonctions supplémentaires qui augmentent les performances.
Comparatif	Technologie moins puissante. Plus complexe, moins performante et plus chère.	- Inverse. - L'architecture plus adaptée à l'évolution l'informatique.

Table 4 : Comparaison des technologies RISC et CISC [13]

ANNEXE B : Les Logiciels

Présentation du ISIS Proteus :

Isis est un éditeur de schémas qui intègre un simulateur analogique / logique ou mixte. Toutes les opérations se passent dans cet environnement, aussi bien la configuration des différentes sources que le placement des sondes et le tracé des courbes.

Dans cette section nous allons commencer par la présentation de la fenêtre du logiciel ISIS

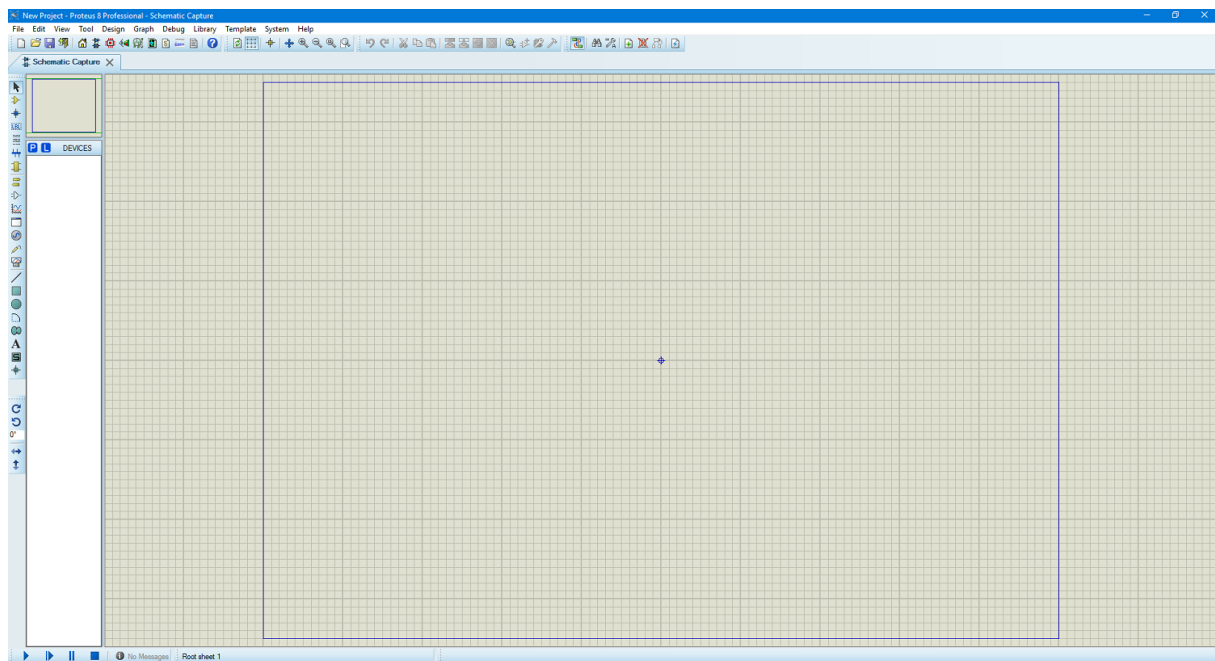


Figure : *Interface du logiciel ISIS*

Fenêtre d'ensemble (Vue d'ensemble) :

Le cadre en bleu délimite l'espace de travail tel qu'il a été défini par la commande ' Définir taille des feuilles ' du menu 'système'.

Le cadre en vert délimite La zone de travail, c'est à dire la partie du schéma visible dans la fenêtre principale.

- Vous pouvez déplacer cette zone de travail en pointant la souris sur la zone désirée de la fenêtre d'ensemble et en effectuant un clic gauche.
- Vous pouvez redéfinir la zone de travail dans la fenêtre d'ensemble en appuyant sur la touche majuscule 'shift 'du clavier, associée au déplacement de la souris en maintenant appuyé le bouton gauche.

Fenêtre d'édition :

La surface la plus grande de l'écran s'appelle "Fenêtre d'édition" et se comporte comme une fenêtre de dessin. C'est là que vous placez et câblez les composants.

La boîte à outils :

Elle est composée d'un ensemble d'icônes dont les fonctions seront détaillées ultérieurement et d'un sélecteur d'objet utilisé pour choisir les boîtiers, le style des pastilles, des traces, des traversées, etc.

Organisation de la boîte à outils :

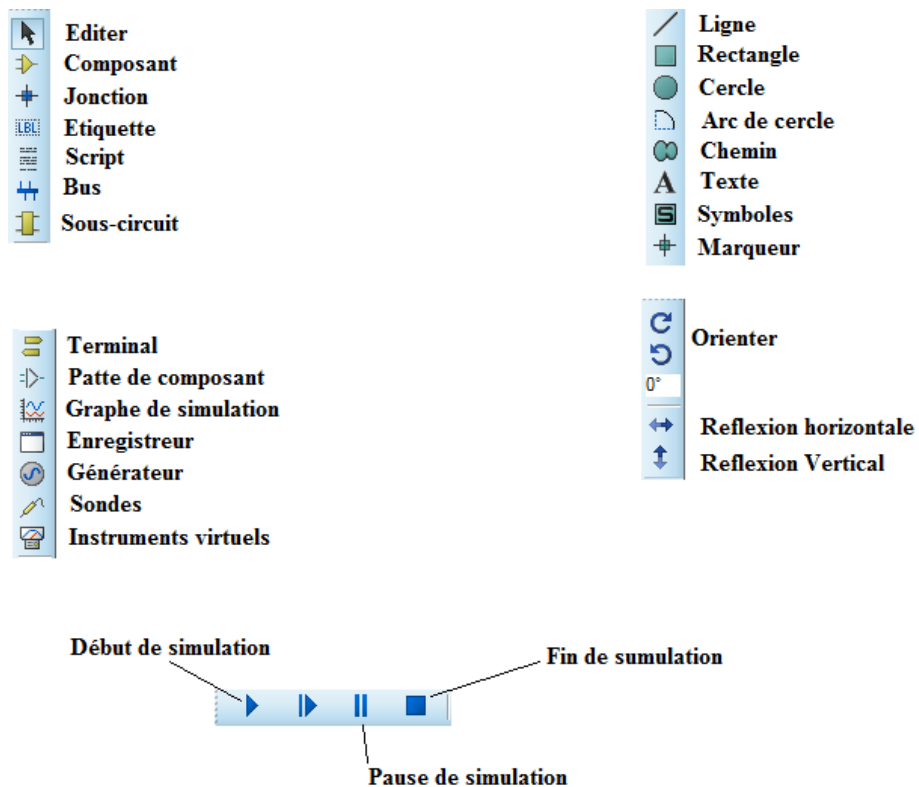


Figure : Organisation de la boîte à outils ISIS

Présentation du MikroC :

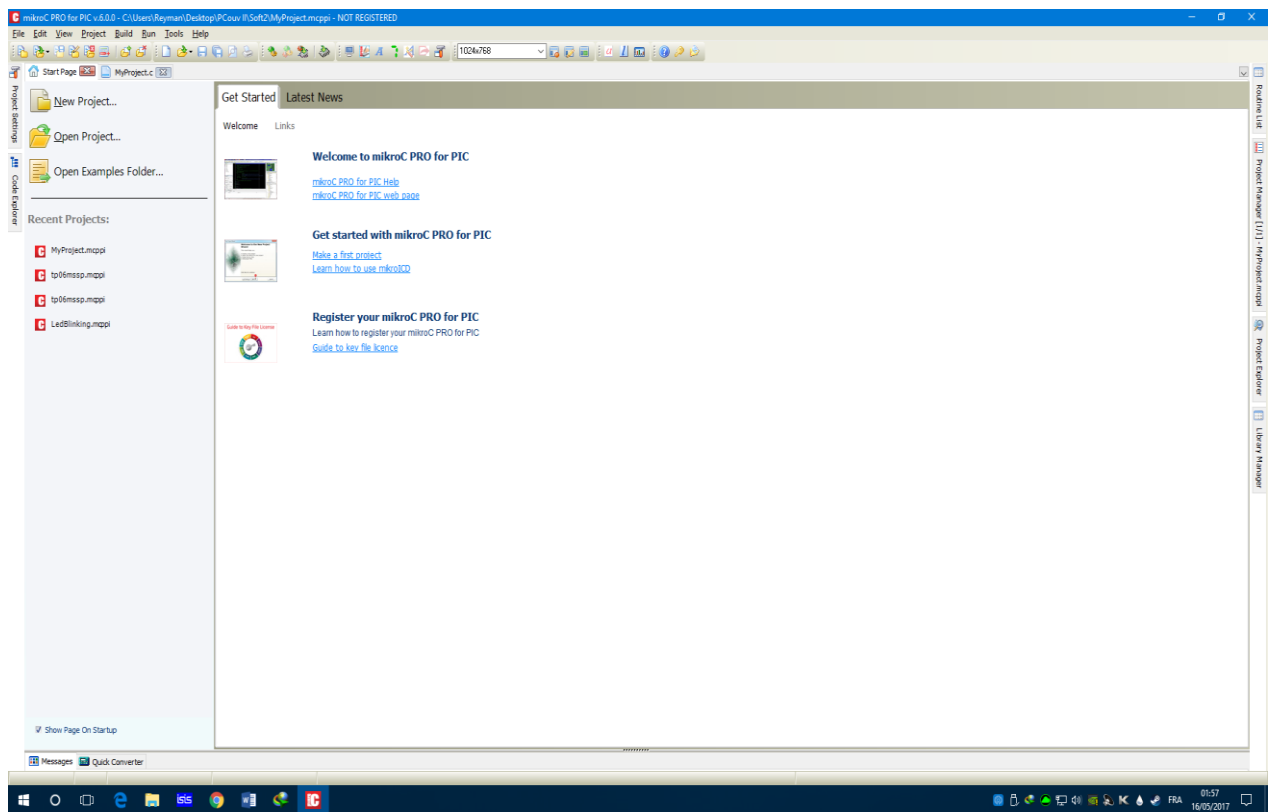


Figure : Interface du logiciel MikroC

Création d'un projet :

Le processus de création d'un nouveau projet est vraiment très simple. Sélectionnez New Project (Nouveau Projet) depuis le menu Project (Projet), comme indiqué sur (la figure).

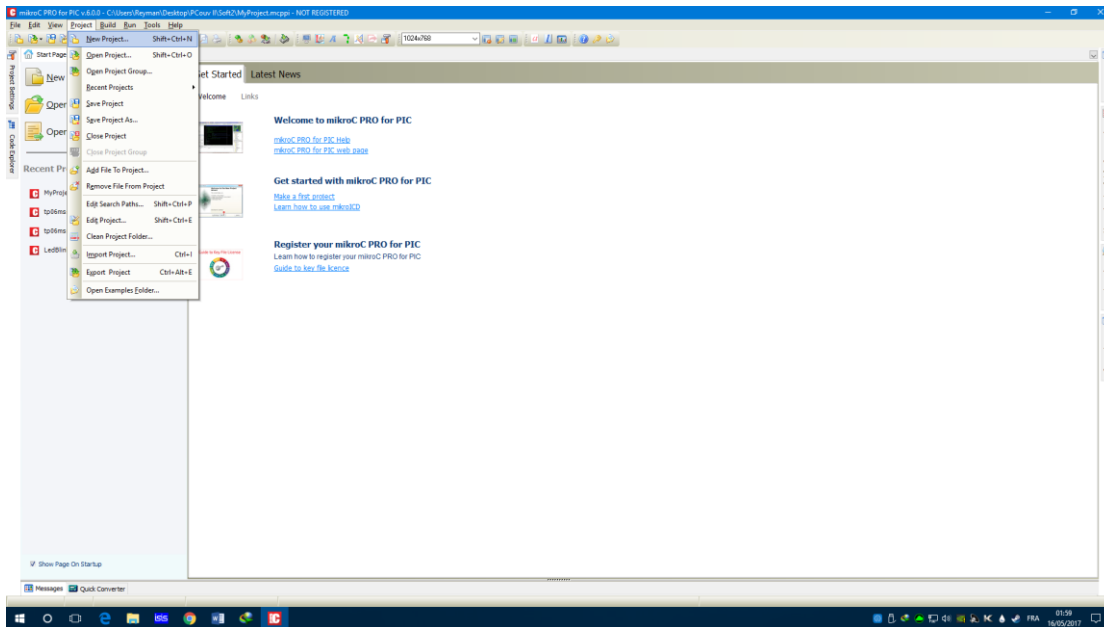


Figure : Création d'un projet en MikroC

Une nouvelle fenêtre apparaîtra. Comme indiqué sur (figure 3.4), il y a plusieurs champs à renseigner comme le nom du projet, l'emplacement du projet, sa description, l'horloge et les options du composant. Le tableau device flags (options composant) est utilisé pour la configuration des paramètres du microcontrôleur.

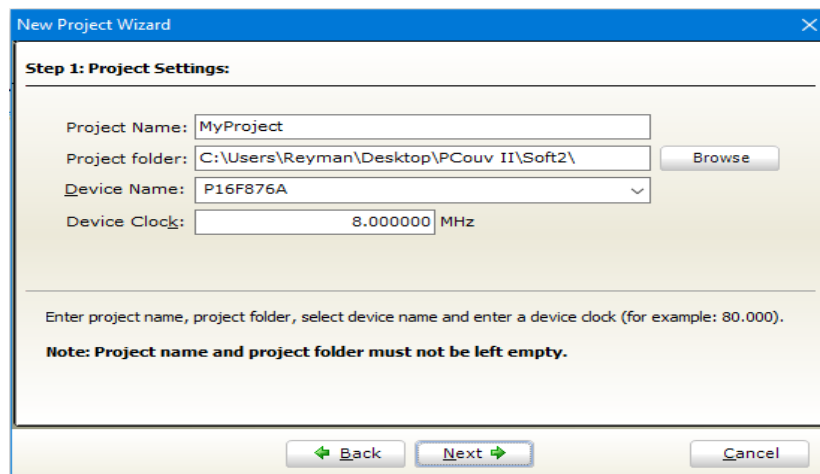


Figure : Les configurations de projet

- 1- Nom de projet
- 2- Nom de l'emplacement du projet
- 3- Nom de composant
- 4- Le choix de la fréquence d'horloge interne de PIC

Après ça, une nouvelle fenêtre (figure III.11) vide s'affiche pour écrire notre programme

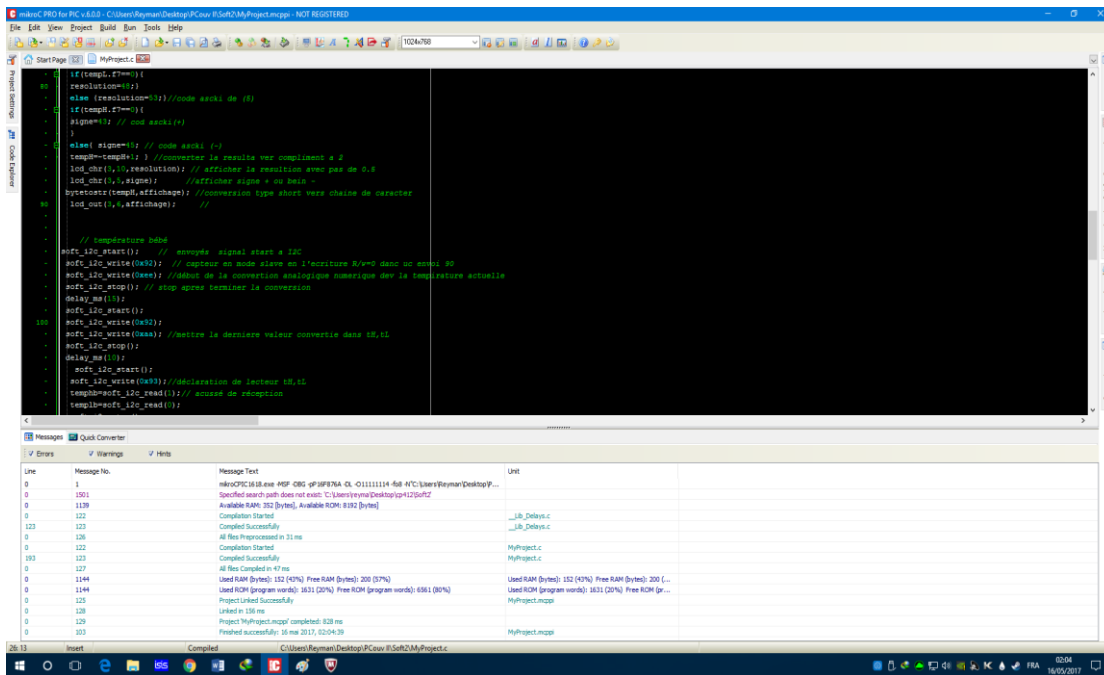


Figure : Fenêtre de saisie de programme et compilation

Présentation de PicKIT2 :

Le programme est écrit dans un environnement de programmation micro C. Après compilation du code source, le micro C nous donne un code machine Hexadécimale. Ce dernier code sera chargé dans le PIC par le biais d'un utilitaire de programmation des PIC's appelé PicKit2, Les étapes de la programmation réelles sont réalisées selon les étapes suivantes :

Étape03 chargé et vérifie le programme

The screenshot displays the PICkit 2 Programmer software interface. The window title is "PICkit 2 Programmer - Jareds PICKit". The menu bar includes File, Device Family, Programmer, Tools, View, and Help.

PIC24 Configuration:

- Device: PIC16F876A
- Configuration: 000F 0000 0003 0080
- User IDs: 003B 005F 00FB 00C1 005D
- Checksum: 3597
- OSCCAL: (blank)
- BandGap: (blank)

Programming Successful.

MICROCHIP

VDD PICKit 2

- On
- /MCLR
- 3.0

Buttons: Read, Write, Verify, Erase, Blank Check

Program Memory

- Enabled
- Hex Only
- Source: C:\...production\RFModule.X.production.hex

0000	040200	000000	000290	000C5C	000C7E	000CA0	000CC2	000290
0010	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
0020	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
0030	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000850	000290
0040	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
0050	000AB8	000AA4	000290	000290	000290	000290	000290	000290
0060	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
0070	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
0080	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
0090	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
00A0	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290
00B0	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290	000290

EEPROM Data

- Enabled
- Hex Only

000	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF
010	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF
020	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF
030	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF

Buttons: Auto Import Hex + Write Device, Read Device + Export Hex File

PICKit™ 2

Les photos au cours de notre projet

