

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en ELECTRONIQUE,
Option : INSTRUMENTATION

Thème

**Réalisation d'un système de contrôle et de
commande à distance via le réseau GSM**

Proposé par :

Mr: T. LAMRANI

Dirigé par :

Mr: M. LAROUCHE

Mr: A. Touari

Présenté par :

Melle: SALEM Dalila

Melle: OUGACHE Farida

Promotion: 2009/2010

Remerciements

On remercie, avant tout, le bon dieu de nous avoir donné le courage et la possibilité de réaliser ce travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à présenter nos remerciements les plus sincères à Monsieur **Mr M. LAGHROUCHE** qui a accepté de nous encadrer et qui nous a fait profiter de ses larges connaissances et ces précieux conseils au cours de notre projet de fin d'étude.

Toutefois, il faut souligner que ce travail n'aurait pu voir le jour sans l'incalculable connaissance et savoir faire acquis dans notre honorable faculté « **Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou** ».

C'est donc avec une immense fierté, que nous adressons nos remerciements les plus distingués à notre copromoteur **Mr A. TOUARI** pour son encadrement, ses conseils, sa disponibilité et son soutien tout au long de la réalisation de ce travail au sein de BOMRE COMPANY ainsi que **Mr T. LAMRANI** pour son aide et que toute personne qui a contribué à l'achèvement de ce projet, de près ou de loin, trouve l'expression de notre sincère gratitude.

Enfin nous exprimons nos remerciements, les plus dévoués, aux membres du jury qui nous ont honorés pour évaluer notre travail.

Dédicaces



Je dédie ce modeste travail,

- Û D'abord à toute ma chère famille, mes adorables parents que dieu les garde, à mon frère Kamel à mes sœurs (Fariza, Samira, Malika, Messeouda, Fatima et Célia).
- Û A ma bien aimé grande sœur fariza son mari da mohend et ses trois enfants (Lyace, Lydia, Amir), à ma deuxième famille Samira et son mari da Meziane et leurs enfants (Lili, **Titi**, Moko) ainsi que ma chère Messouda et son mari da Smail et leur petite Mélissa
- Û A mes camarades et tous les étudiants de la 5eme année électronique.
- Û A ma binôme et amie Farida et toute sa famille.
- Û je finis par les meilleurs, les amis (e)de toujours vous tenez et teindrez toujours une place importante dans ma vie (Amel, Nacéra, Ouiza, Djamila, Sassi, Nacer, Achour, Cherif ...).



Dalila

Dédicaces



Je dédie ce modeste travail,

- ü D'abord à toute ma chère famille, mes adorables parents que dieu les garde, à mes chers frères Djamel et Ferhat, à mes sœurs Warda et Nacera.
- ü A mes grands parents.
- ü A mes camarades et tous les étudiants de la 5eme année électronique.

- ü A ma binôme et amie Dalila et toute sa famille.

- ü je finis par les meilleurs, les amis (e)de toujours vous tenez et tiendrez toujours une place importante dans ma vie (Saida, Amel, Sassi, Nacer, Aziza, Madjid, Said, Arezki, Hacene ...).

Farida



SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I :PRESENTATION ET ELABORATION DU CAHIER DES CHARGES	
Introduction.....	3
I.1 Présentation de la société BOMMARE COMPANY	3
I.2 Elaboration du cahier des charges.....	4
I.2.1Contexte générale	4
I.2.2 Structure générale du système	5
I.2.3 Présentation du module GSM (téléphone portable)	6
I.2.4 Présentation de la carte d'acquisition et de commande	6
Conclusion	7
CHAPITRE II : MODULE GSM	
Introduction.....	8
II.1 Rappel sur le réseau GSM.....	8
II.1.1 Architecture du réseau GSM	8
II.2 Définition du module GSM.....	10
II.3 structure interne de module	10
II.4 Caractéristiques techniques du Téléphone portable SONNY ERICSSONT290.....	12
II.5 protocole AT commandes	14
II.5.1 Norme GSM07.07.....	16
II.5.1.1 Description détaillée des commandes AT de la norme GSM07.07	17
II.5.2 Norme GSM07.05.....	18

II.5.2.1 Description détaillée des commandes AT de la norme GSM07.05	18
II.6 Interfacer un téléphone portable avec un PC.....	20
II.7 les SMS	21
II.7.1 Leur format	21
II.7.2 Méthodes d'envoi/réception d'un SMS	21
II.7.2.1 Mode PDU	21
II.7.3 Codage/décodage d'un SMS	22
II.7.3.1 Emission d'un SMS	22
II.7.3.2 Réception d'un SMS	23
II.7.4 Codage/décodage par logiciel	25
Conclusion	28

CHAPITRE III: ETUDE ET CONCEPTION DE LA CARTE D'ACQUISITION ET DE COMMANDE

PARTIE A : CONCEPTION MATIRIELLE

Introduction.....	29
III.A .1 Etude de la carte d'acquisition et de commande	29
III.A.1.1 Microcontrôleur 16F877A	30
III.A.1.1.a Le choix du microcontrôleur	30
III.A.1.1.b Les éléments de base du PIC 16F877	33
Ø Mémoires du pic 16F877A.....	33
Ø L'horloge	34
Ø Les ports d'E/S	34
Ø Circuit de reset	35
Ø Le module MSSP en mode I2C	36

Bus I2C.....	37
Ø Le module USART	38
Liaison RS232	39
III.A.1.1.c Avantages d'utilisation du pic 16F877A.....	40
III.A.1.2 Interfaçage série Max232	40
III-A-1-3Capteurs.....	41
III-A-1-3-1 capteur de température DS1621à sortie I2C.....	42
PARTIE B : CONCEPTION LOGICIELLE	
III.B.1 Choix d'un langage de programmation (langage C)	44
III.B.2 Le compilateur Cde CCS dans sa version PWH	45
III.B.3 Création d'un projet	46
III.B.4 Edition d'un programme	47
III.B.5 Téléchargement de programme avec MPLAB	48
Conclusion	50
CHAPITRE IV : SIMULATION ET REALISATION PRATIQUE	
Introduction	51
IV.1 Programmation	51
IV.1.a Organigrammes générale.....	51
IV.1.b Organigramme d'envoi d'un SMS.....	53
IV.1.c Organigramme de réception d'un SMS.....	54
IV.1.d Organigramme d'acquisition des données par le bus I2C.....	56
IV.2 Essais de simulation	56
IV.2.a Description du logiciel ISIS	56

IV.2.b Envoi d'un SMS	56
IV.2.c Réception d'un SMS	57
IV.2.d Acquisition d'une température et l'envoyer par SMS	58
IV.3 Réalisation pratique	58
IV.3.1 Schémas électriques du système.....	58
IV.3.1.1 La carte d'acquisition et de commande.....	58
IV.3.1.2 Adaptateur TTL/RS232.....	59
IV.3.1.3 Carte du capteur DS1621.....	60
IV.3.2 Circuit imprimé du système	60
IV.3.2.1 Présentation d'ARES.....	61
IV.3.2.2 Les cartes électroniques.....	61
IV.3.2.2.1 La carte d'acquisition et de commande	61
IV.3.2.2.2 La carte d'interface RS232.....	63
IV.3.2.2.3 La carte du capteur.....	64
CONCLUSION GENERALE	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66
Annexes.....	67

Introduction générale

De nos jours nous assistons à une évolution rapide de la technologie dans tous les domaines notamment dans le domaine de l'électronique et précisément les télécommunications. Le développement croissant des télécommunications mobiles se fait intégrer dans des applications aussi diversifiées qu'utiles et courantes, d'applications industrielles pour la manipulation et la surveillance à distance des systèmes complexes mais aussi dans des systèmes de sécurité, de défense et protection des biens et personnes.

Avec la technologie GSM (Global System for Mobil, en Anglais), la portée n'est plus un problème. Un téléphone portable possède certes une puissance de quelques watts mais celle-ci est largement suffisante pour accéder au réseau téléphonique via les antennes relais quadrillant notre territoire. Il devient alors possible par l'envoi et la réception de commande sous forme de SMS (Short Message Service Centre, en Anglais) de piloter et de surveiller un processus quelconques déroulant sur un site distant.

Dans ce travail de mémoire, nous avons étudié et réalisé un système de contrôle et de commande à distance via le réseau GSM, qui est composé de deux parties, la première est le téléphone portable (module GSM) et la deuxième est la carte d'acquisition et de commande qui est capable de s'interfacer avec le module GSM et de communiquer avec celui-ci en utilisant les commandes AT.

Ce travail a été réalisé au sein du département d'électroniques de l'université **MOULOUD MAMMARI** en collaboration avec la société **BOMARE COMPANY**. Nous avons essayé dans le présent mémoire de suivre une démarche autant explicative que possible.

Le projet est composé de quatre chapitres en plus d'une conclusion et une introduction générales.

- Ø Le premier chapitre présente le contexte du cahier des charges, et expose le processus de travail.
- Ø Le deuxième chapitre présente le système qui assure la communication.
- Ø Le troisième chapitre est consacré à l'étude et à la conception du système.
- Ø Le quatrième et dernier chapitre expose le processus pratique.

Enfin, on termine notre travail avec une conclusion générale, et une perspective future.

Introduction

La communication à distance apparaît de nos jours comme étant une composante principale de la politique de modernisation et de transfert de technologie, donc le développement de l'activité industrielle d'une entreprise doit passer impérativement par l'intégration de cette composante.

I. 1. Présentation de la société BOMARE COMPANY

Créée en 2001, BOMARE COMPANY est une société au capital social de 4 millions de dollar, elle est spécialisée dans le domaine de la production électronique (récepteurs satellite numérique, téléviseur LCD, Ultra slim ...) et informatiques (PS, Notebook...) sous la marque commerciale Stream. **BOMARE COMPANY** s'est également spécialisée dans la sous traitance industrielle (insertion automatique de tous les types de cartes mères, injection plastique...)

Dans un contexte mondial marqué par un boom en matière de technologie dans le domaine de l'imagerie, de la téléphonie mobile, de l'internet et de la technologie automobile, la stratégie de **BOMARE COMPANY** est de développer sa capacité de production ainsi que sa maîtrise de la technologie électronique en collaboration avec ses partenaires américains, coréens et européens. Au service de l'intérêt général **BOMARE COMPANY** inscrit toutes ses actions dans une stratégie de développement durable et environnemental. son site industriel de 12 500 m² est situé à BIRTOUTA, dont 5 500m² de surface de production et 25% d'espace vert.

BOMARE COMPANY répond à l'objectif de devenir un leader mondial dans son domaine en intensifiant et en développant ces exportation vers l'Europe et le reste du monde avec pour vœux de devenir parallèlement un sous-traitant incontournable dans le domaine de l'électronique.

Le développement de « BOMARE COMPANY » a nécessité :

- Ø Un engagement résolu dans le développement du facteur humain, générateur de savoir comme exigence de la croissance pérenne et durable avec un protocole d'accord-cadre de partenariat avec l'université des sciences et de la technologie HOUARI BOUMDIENE (USTHB) et l'école nationale supérieure d'informatique (ESI).
- Ø Une recherche de base innovante orientée vers les besoins industriels et sociétaux.

- Ø Un transfert de technologie.
- Ø Une forte attractivité vis-à-vis de ses clients et partenaires.
- Ø L'évolution constante de ses matières et de son expertise.
- Ø Une participation active à la construction de l'économie algérienne.
- Ø Une politique d'expertise auprès des pouvoirs publics et de transfert des connaissances.

I. 2. Elaboration du cahier des charges

I. 2. 1. Contexte générale

Les moyens traditionnels de transfert d'informations ne répondent plus aux critères d'efficacité et aux contraintes de temps qui deviennent de plus en plus sévères. Le recours aux moyens de communication sophistiqués devient incontournable pour assurer une maîtrise des aléas qui peuvent être rencontrés.

C'est dans ce contexte que la société **BOMARE COMPANY** nous a confié, dans le cadre du projet de fin d'étude : la réalisation d'une carte d'acquisition et de commande autour d'un module GSM permettant le contrôle et la commande des systèmes à distance en ayant recours au réseau GSM. Cette carte peut être utilisé dans divers applications, on cite le contrôle et la commande à distance des machines, système d'alarme et surveillance, télémesure ...etc.

Notre système est composé de deux blocs, le premier s'agit d'une carte d'acquisition et de commande qui dispose des capteurs et d'actionneurs pour le contrôle et la commande du n'importe quel système et le deuxième bloc est un module GSM pour qu'on puisse accéder au réseau GSM (Fig. I. 1).

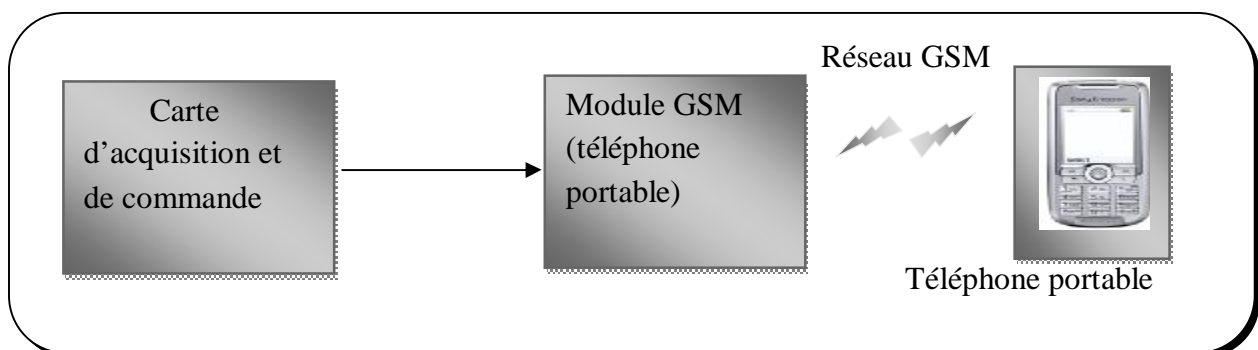


Figure. I. 1. Schéma bloc du système.

L'utilisation de ce système est facile car l'utilisateur pourra à l'aide de son téléphone portable de commander, contrôler ou surveiller une machine (ou un système), en récupérant à tout instant l'état de son système via SMS. Cette commande peut être immédiate ou d'une façon programmé.

Afin de réaliser notre carte, nous avons suivi les étapes ci après :

- Etude et choix d'un module GSM
- Conception et simulation du système
- Réalisation des cartes électroniques
- Programmation et test.

I. 2. 2. Structure générale du système

La liaison entre les deux parties du système comme le montre la figure ci-dessous se fait à travers une communication série RS232.

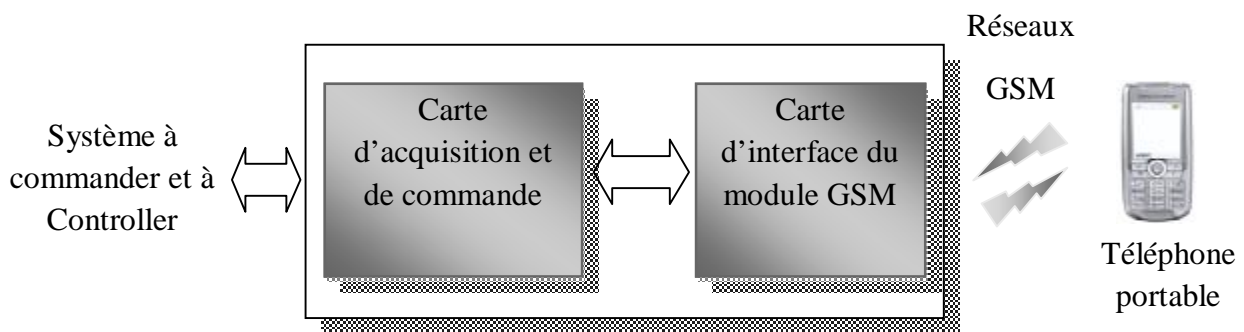


Figure. I. 2. Schéma descriptif du fonctionnement général du système.

Le fonctionnement du système est simple, il suffit d'envoyer à l'aide d'un téléphone portable un SMS comportant une commande AT au module GSM (téléphone portable) qui sera acquis par le centre de messagerie, puis il s'envoie de ce dernier vers le module GSM, la carte d'acquisition et de commande récupère l'information(SMS) du module GSM à travers le port série pour commander les sorties (actionner ou désactionner le système) ou récupérer des informations (télémessures) des différents périphériques reliés à la carte d'acquisition et de commande.

I. 2. 3. Présentation du module GSM (téléphone portable)

Un téléphone portable est un module GSM qui dispose en plus une interface homme/machine (clavier, haut parleur,...etc.).

La majorité des téléphones portables disposent en interne d'un TA (Terminal Adaptor, en Anglais), dans ce cas il est possible de récupérer les lignes TxD et RxD disponibles sur un connecteur multibroches propre à chaque téléphone. Donc on peut relier directement le téléphone à la carte d'acquisition et de commande, et si on veut le relier avec le PC il suffit d'utiliser un simple circuit adaptateur de niveau de tension TTL/RS232. Bien entendu, tout portable normalement constitué se doit reconnaître les normes GSM07.07 et GSM07.05, ainsi il est possible via l'ordinateur d'accéder à toutes les fonctions du téléphone à l'aide des commandes AT (ATtension) que nous allons voir en détail dans le chapitre suivant.

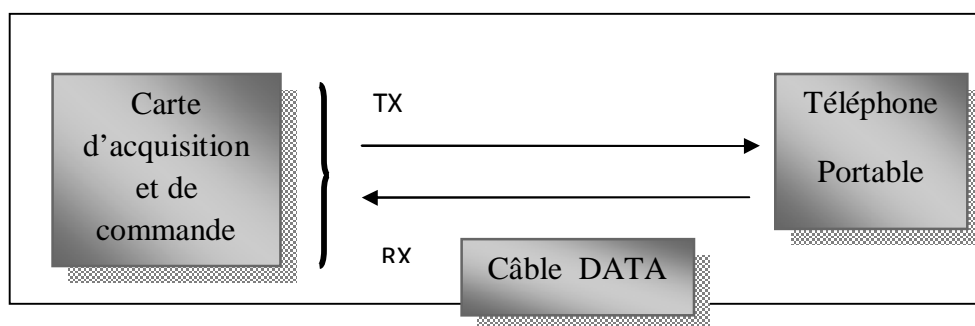


Figure. I. 3. Câblage du connecteur reliant la carte au téléphone.

I. 2. 4. Présentation de la carte d'acquisition et de commande

La carte d'acquisition et de commande est composée de deux parties essentielles (Fig. I. 4) :

- Ø un microcontrôleur pic 16F877A.
- Ø une interface série MAX232 (voir figure ci-dessous).

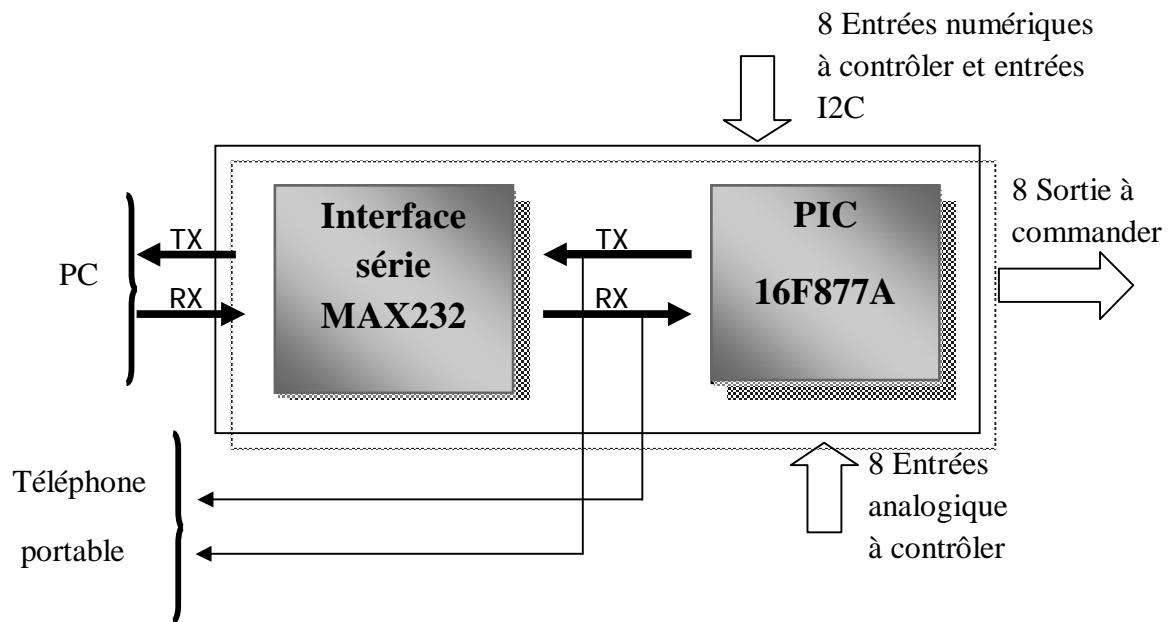


Figure. I. 4. Carte d'acquisition et de commande.

Conclusion

Dans cette partie nous nous sommes intéressées à la structure générale de notre système, ainsi que les cartes qui le composent : la carte d'acquisition et de commande et l'interface du module GSM indispensables au projet.

Introduction :

Une nouvelle génération de dispositifs GSM destinée à être intégrée dans des applications de type ' WIRELESS' (sans fil) réclamant une communication machine/machine ou machine /homme.

II. 1. Rappels sur le réseau GSM

Le GSM (Global System for Mobile communications), est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile. Il a été rapidement accepté et a vite gagné des parts du marché, telles qu'aujourd'hui plus de 180 pays ont adopté cette norme et plus d'un milliard d'utilisateurs sont équipés d'une solution GSM. L'utilisation du numérique pour transmettre les données permettent, des services élaborés, par rapport à tout ce qui a existé. On peut citer, par exemple, la possibilité de téléphoner depuis n'importe quel réseau GSM dans le monde. Le GSM utilise une fréquence de 900 Mhz, il existe aussi des versions dérivées du GSM atteignant des fréquences de 1800 ou 1900 Mhz.

La liaison entre les mobiles et les stations de base est numérique à 13 kbit/s, ce qui est obtenu par un codage spécifique de la parole, par un circuit intégré vocodeur, donnant la même qualité qu'un signal téléphonique numérique, mais occupant une bande plus étroite. Ce codage repose sur une analyse et une reconstruction du signal vocal. La technique numérique permet de transporter des données par le même canal, à 9600 bit/s maximum, et d'offrir un service de messages courts (SMS). Les informations peuvent être cryptées, pour garantir leur confidentialité. Le signal numérique est codé par un code correcteur d'erreurs.

II. 1. 1. Architecture du réseau GSM

Le réseau GSM est composé de plusieurs entités, lesquelles ont des fonctions et des interfaces spécifiques. La figure suivante montre les différentes couches du réseau GSM. Ce dernier peut être divisé en 3 parties :

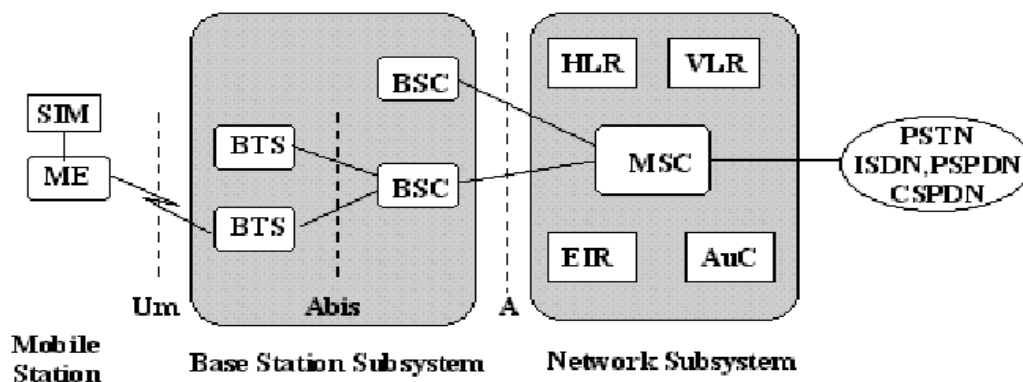


Figure II.1 : Architecture générale du GSM

La station mobile (le téléphone portable) : qui est transportée par l'utilisateur. La station mobile est constituée du téléphone portable à proprement parler mais aussi d'une carte appelée carte SIM (Subscriber Identity Module), qui est indispensable pour accéder au réseau.

Le sous système radio (BSS : Base Station Sub system) : qui contrôle les liaisons radio qui s'établissent avec le téléphone portable. Il est divisé en :

- Station radio de base (BTS, Base Transceiver Station), la station assure la transmission du signal, mais aussi les mesures de propagation permettant de prendre la décision du handover (passage d'une cellule à l'autre).
- le contrôleur de Stations (BSC, Base Station Controller), qui gère les ressources radioélectriques et le fonctionnement d'un certain nombre de stations de base.

Le sous système réseau (Network Subsystem) : qui permet la connexion d'un mobile vers un mobile ou vers un utilisateur du réseau fixe.

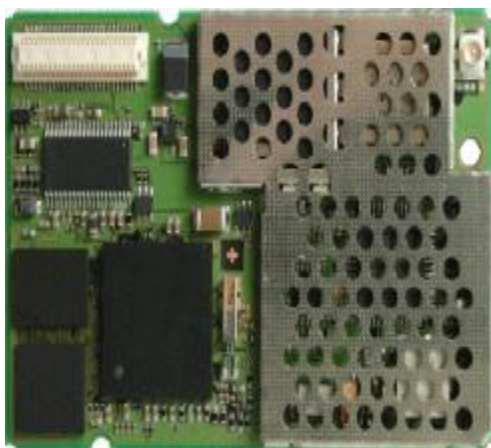
Les interfaces :

Les interfaces normalisées sont utilisées entre les entités du réseau pour la transmission du trafic (paroles ou données) et pour les informations de signalisation.

II. 2. Définition du module GSM

Un module GSM est un système de radiotéléphonie, a pour but de permettre à un terminal d'accéder au réseau téléphonique pour la transmission des données numériques sur un territoire d'une assez grande étendue. Ce service utilise une liaison radioélectrique entre le terminal et le réseau. Les modules GSM sont universels puisqu'ils supportent les normes GSM07.07 et GSM07.05, permettent de ce fait d'envoyer ou de recevoir des données numériques, des appels, des SMS, d'E-MAIL et même de télécopies(FAX) en utilisant les

normes GSM ; Leur simplicité de mise en œuvre ouvre des perspectives très intéressantes concernant la réalisation des montages électroniques sans fils. Il existe une multitude de module GSM, voici quelques modèles.



Module GSM Siemens MC45



Module GSMGM68

Figure II.2 : modules GSM

II. 3. Structure interne d'un module GSM

Le module GSM a un certain nombre de blocs fonctionnels d'où on cite :

- La partie radio (émission /réception)
- La partie audio (bande de base)
- La partie logique
- La carte SIM
- Antenne

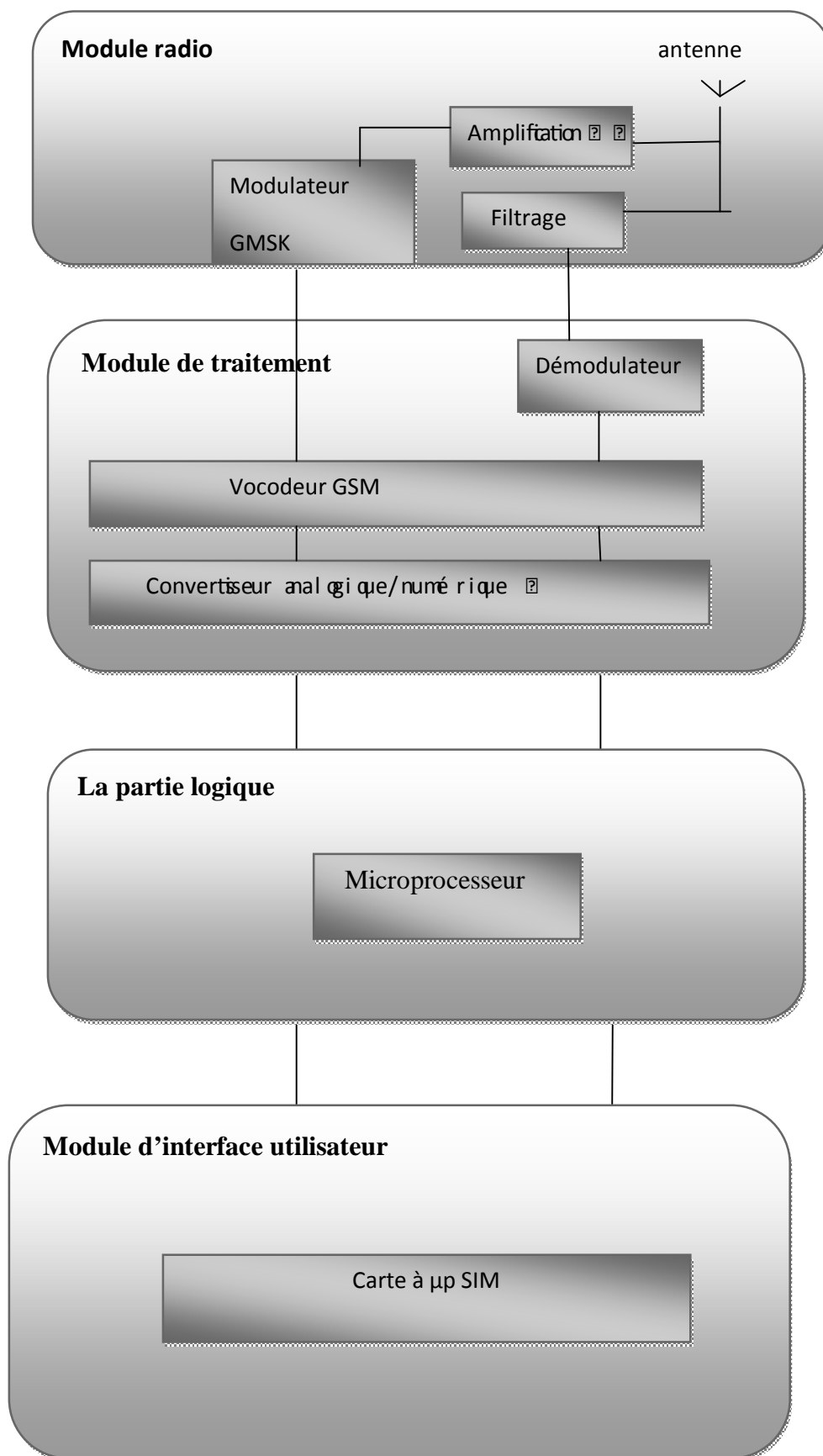


Figure. II. 3. Structure interne d'un module GSM.

Partie radio (RF)

Bien que d'une importance fondamentale et d'une réalisation pratique délicate, la partie radio n'est pas ce qu'il y a de plus compliqué dans un module GSM, Assumant des fonctions d'émission et de réception largement contrôlées par la partie logique, elle se compose essentiellement d'amplification à faible bruit ou de puissance, de filtres, d'oscillateurs commandés, et de circuit de modulation-démodulation.

Partie audio (bande de base)

La partie audio ou bande de base, c'est la partie la plus intelligente du module, l'un de ses rôles essentiels est celui de CODEC, autrement dit Codeur-Décodeur. Des fonctions de conversion analogiques numériques et numériques-analogiques s'ajoutent ainsi celles de compression et décompression de données.

La partie logique

Véritable cœur du module, le microprocesseur principal exécute un logiciel extrêmement complexe, programmé dans une mémoire éventuellement actualisable par téléchargement. C'est à ce programme que l'on doit toutes les spécificités fonctionnelles du module.

La carte SIM

Véritable clef d'identification et d'authentification de l'utilisateur, la carte est installée dans un connecteur spécial relié à la partie logique par des circuits interface appropriés. Il s'agit en effet d'une carte à puce asynchrone, conforme à la fois aux spécifications de la norme ISO 7816.

II. 4. Caractéristiques techniques du téléphone portable SONY ERICSSON T290

Le téléphone portable (module GSM) utilisé dans notre système et de la marque Sony Ericsson et ses caractéristiques techniques sont :

- Connexions USB, RS232
- Interface RS 232 pour le pilotage via les commandes AT et le transfert des données.
- Vitesse de transmission :

Configuration manuelle : 300bps à 115kbps

Configuration automatique : 1,2kbps à 115kpbs

- Normes respectées GSM 07.07 et GSM 07.05
- Puissance d'émission : classe 4 (8watt).
- Mode SMS PDU
- Bandes de fréquences GSM 900 MHz, GSM 1800 MHz,
- Transmission voix, données.
- Différent types de message supportés (SMS, MMS, e-mail,)
- Température normale inférieur à 60°C
- Le poids et la taille sont respectivement 79g, 101.5x44x19 mm.
- Alimentation 3.6V
- La batterie tient jusqu'à 300h.



Figure. II. 4. Sony Ericsson (T290).

Le brochage du connecteur de téléphone Sony Ericsson T290 est présenté dans la figure suivante :

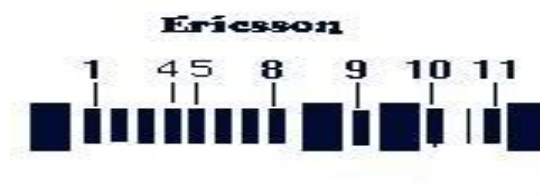


Figure. II. 5. Brochage du connecteur de téléphone.

Sony Ericsson T 290 (PIN n4: RX, PIN n5: TX, PIN n10: GND)

II. 5. Protocole AT commandes

Il existe un standard de télécommunication européen (ETS) qui spécifie une liste de commandes AT qui permettent l'accès aux fonctions d'un téléphone portable par l'intermédiaire d'un terminal. Ces commandes s'inspirent fortement du standard Hayes, du Nom de la société américaine, qui dans les années 1970 a défini une liste de commandes universelle permettant de piloter un modem. Chaque instruction débute par les caractères ASCII « AT » tirés de l'abréviation « ATtention » et se termine par un retour chariot, CR : carriage return, d'où le nom souvent donné à cette série de commandes : instruction « AT ». On peut effectivement comparer un téléphone portable à un modem sans fil, il est donc logique qu'il utilise des instructions semblable au modem fixe qui équipe nos PC. les constructeurs se doivent de fabriquer des téléphones portables qui respectent ces normes. la première baptisée **GSM07.07** permet l'accès aux fonction générale du téléphone, la deuxième **GSM07.05** concerne la gestion des SMS.

AT : Code d'attention. C'est le préfixe de ligne de commande qui indique au modem qu'une commande ou une séquence de commandes est entrée.

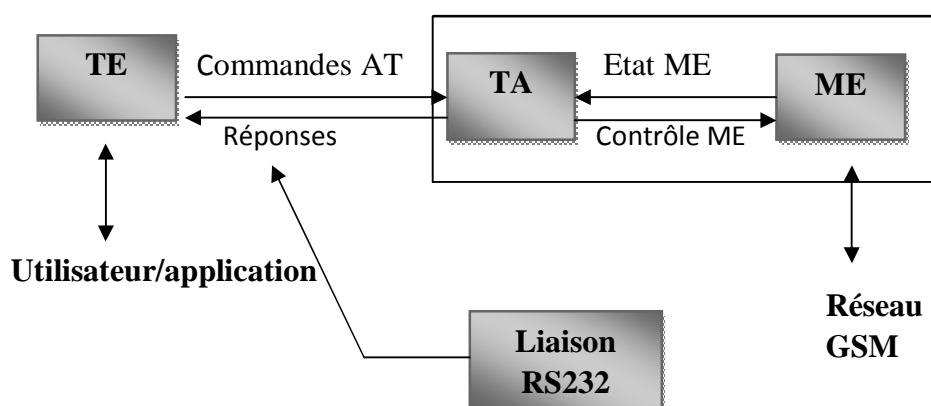


Figure. II .6. Schéma de fonctionnement.

ME (Mobile Equipment) : Equipement mobile qui permet l'envoi et la réception de données sur le réseau GSM.

TE (Terminal Equipment) : peut être un PC ou un microcontrôleur.

TA (Terminal Adaptateur) : assure la liaison entre le ME et le TE.

TA et ME forment une seule entité, par exemple un téléphone portable standard ou un terminal GSM contient dans son boîtier à la fois le TA et le ME.

Fonctionnement : Le TE envoie une commande AT via son port série(TX) permettant de piloter le ME à travers le TA, qui va traiter cette commande et assure la liaison entre le TE et le ME. Ensuite le ME envoie cette commande sur le réseau GSM. Si la liaison est établie, TE répond par OK.

Paramètre :

Listes de différents paramètres qui sont utilisés avec les commandes AT :

<xxx> : indique que xxx est un paramètre de la commande AT associée.

[<xxx>] : indique que le paramètre <xxx> est facultatif.

<LF>: Line Feed

<CR>: carriage return (retour chariot).

<CR>=13 _{dec} =0D _{hex}	}	représentent le OK.
<LF>=10 _{dec} =0A _{hex}		

<ctrl-z/ESC> : équivalent au code ASCII EOF pour fin de fichier (End Of File) ; en informatique c'est un caractère qui signale la fin d'un fichier, ici il signale la fin d'une instruction.

<ctrl-z>=26_{dec}=1A_{hex}.

Comme le montre le tableau suivant, il existe trois manières d'envoyer une même commande AT

Commande de test	AT+CXXX= ?	Retourne la liste du paramètre utilisable avec la commande CXXX.
Commande de lecture	AT+CXXX ?	Retourne le ou les paramètres en cours associés à la commande

		CXXX
Commande d'écriture	AT+CXXX=xxx	Appliquer le ou les paramètres xxx à la commande CXXX

II. 5. 1. Norme GSM07.07

La norme GSM07.07 regroupe environ 80 commandes permettant d'accéder à toutes les fonctions du ME, quelques commandes mentionnées dans le tableau suivant :

commandes	fonction
AT+CGMI	Identification fabricant
AT+CGMM	Identification modèle
AT+CGMR	Identification version
AT+CGSN	Identification numéro de série(IMEI)
AT+CIMI	Information d'identité internationale du mobile (IMSI)
AT+CLIP	Présentation du numéro
AT+CSCS	Alphabet utilisé par le TE
AT+CPAS	Etat d'activité du téléphone
AT+CPIN	Entre le code PIN
AT+CBC	Etat de charge batterie
AT+CREG	Enregistrement sur le réseau
AT+CSQ	Qualité du signal
AT+CIND	Indicateur de contrôle
AT+CPBS	Sélectionner un répertoire téléphonique
AT+CPBR	Lecture du répertoire téléphonique
AT+CPBF	Recherche une entrée dans le répertoire téléphonique
AT+CPBW	Ecriture dans le répertoire téléphonique
AT+CCLK	Horloge
AT+CALA	Alarme
AT+CMEE	Signalisation d'une erreur

II. 5. 1. Description détaillée des commandes :

On va donner des exemples sur l'utilisation de quelques commandes AT de la norme GSM07.07.

1)

AT+CGMI : Identification fabricant	
-Commande de test AT+CGMI= ?	Réponse OK Si erreur +CME ERROR :<err>
Commande de lecture AT+CGMI	Reponses AT+CGMI +CGMI :< manufacturer> Renvoi des informations concernant le fabricant du ME.

2)

AT+CGMM : Identification modèle	
-Commande de test AT+CGMM=?	Réponse OK Si erreur +CME error:<err>

-Commande de lecture AT+CGMM	Réponse +CGMM :<model> Retourne le modèle du ME
---------------------------------	---

II. 5. 2. Norme GSM07.05

La norme GSM07.05 spécifie les commandes AT permettant la gestion des SMS, le tableau montre quelques instructions

Commande	Fonction
AT+CSMS	Sélection du service de messagerie
AT+CPMS	Sélection la zone de mémoire pour le stockage des SMS
AT+CMGF	Sélectionner le format du SMS (PDU ou TEXT)
AT+CSCA	Définition de l'adresse du centre de messagerie
AT+CSDH	Affiche en mode TEXT le paramétrage des SMS
AT+CSAS	Sauvegarde des paramètres
AT+CRES	Restauration du paramétrage par défaut
AT+CNMI	Indication concernant un nouveau SMS
AT+CMGL	Liste les SMS stockés en mémoire
AT+CMGR	Lecture d'un SMS
AT+CMGS	Envoie d'un SMS
AT+CMSS	Envoie d'un SMS stocké en mémoire
AT+CMGW	Ecriture d'un SMS
AT+CMGD	Effacer un SMS

II. 5. 2. 1. Description détaillée des commandes

On va donner des exemples sur l'utilisation de quelques commandes AT pour la gestion des SMS.

1)

AT+CMGF : Sélection du format des SMS(PDU ou texte)	
<p>Commande de test</p> <p>AT+CMGF= ?</p>	<p>Réponse</p> <p>+CMGF : Liste des <modes>s supportés OK</p> <p>Si erreur</p> <p>+CMS error <err></p>
<p>Commande de lecture</p> <p>AT+CMGF ?</p>	<p>Réponse</p> <p>+CMGF : <mode> OK</p>
<p>Commande d'écriture</p> <p>AT+CMGF=[<service>]</p>	<p>Réponse</p> <p>OK</p> <p>Sélectionne le format de dialogue utilisé.</p> <p>Paramètre</p> <p><mode> :0 mode PDU</p> <p style="padding-left: 40px;">: 1 mode TEXT</p>

2)

AT+CPMS : Sélection de la zone mémoire	
<p>Commande de test</p> <p>AT+CPMS=?</p>	<p>Réponse</p> <p>+CPMS : Liste pour chaque type de mémoires supportées.</p> <p>Si erreurs</p> <p>+CMS error<err></p>
<p>Commande de lecture</p> <p>AT+CPMS ?</p>	<p>Réponse</p> <p>+CPMS :<mem1>,<used1>,<Total1>,<mem2>,<used2>,<total2>,<mem3>,<used2>,<total3>.affiche pour chaque type de mémoire <memx>l'espace utilisé et la capacité de stockage <totalx>.</p>
<p>Commande d'écriture</p> <p>+CPMS=<mem1>.</p>	<p>response</p> <p>+CPMS :< used1>, <total1>, <used2>...</p>

II. 6. Interfacer un téléphone GSM avec un PC

Le logiciel Hyper Terminal livré en standard avec Windows est utilisé pour envoyer les commandes AT tirées des normes GSM07.05 et GSM07.07. à l'aide de ce logiciel, on peut envoyer, recevoir et de consulter facilement nos SMS. Ou bien utilisez le serial port monitor de logiciel PCWH.

II. 6. 1. Serial monitor

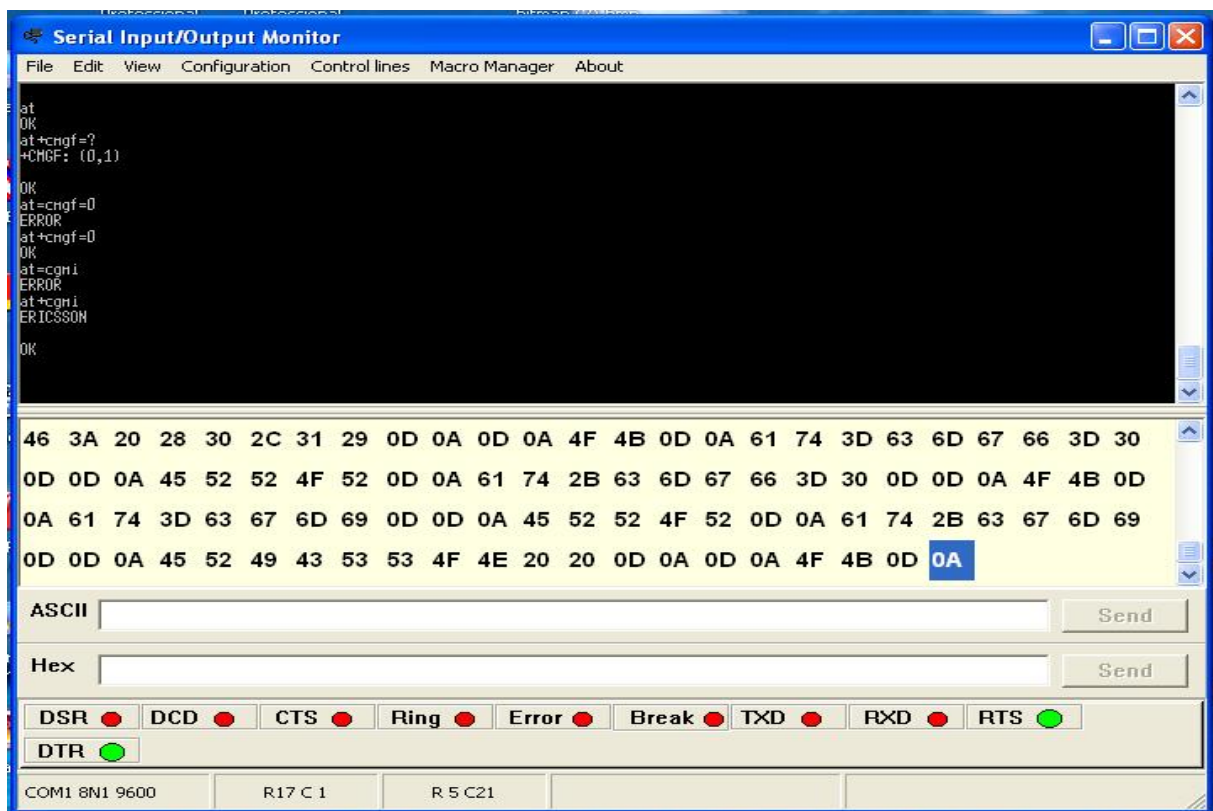


Figure. II. 7. Serial port monitor.

II. 7. Les SMS (Short Message Service)

II. 7. 1. Leur format

Les SMS sont spécifiés par l'ETSI (European Telecommunications Standard Institute, en Anglais), est l'abréviation de service de messages courts permettant de transmettre et de recevoir de brefs messages qui peuvent contenir jusqu'à 160 caractères.

Chaque caractère est codé sur 7 bits selon le "7-bits default alphabet". Les messages contenant des caractères codés sur 8 bits ne sont pas habituellement lisibles par les téléphones comme des messages de texte.

II. 7. 2. Méthodes d'envoi/réception d'un SMS

Il ya deux façons de transmettre et de recevoir un message SMS, soit par le mode PDU (Protocol description unit) qui est le mode de base ou le mode texte. Le mode PDU est une suite de caractères hexadécimaux qui codifient le SMS, Le mode TEXT n'est rien d'autres qu'une représentation sous forme de texte des données qui composent le SMS. Il ya différents types d'alphabets utilisées pour passer du PDU au mode TEXT. Par exemple notre téléphone portable affiche en mode TEXT sur son écran les données d'un éventuel SMS reçu. C'est lui qui détermine automatiquement quel types d'alphabet à utiliser. Attention, il faut s'avoir que certains téléphones portables ne supportent pas le mode TEXT lorsque ils sont interfacés avec un pc. Il est donc utile de connaitre en détail le mode PDU.

Pour notre application on va utiliser un téléphone portable de type SONY ERICSSON qui supporte uniquement le mode PDU.

II. 7. 2. 1. Mode PDU (Protocol Description Unit)

Le mode PDU est le moyen d'encoder un message avec toutes les informations relatives au SMS. En effet, le PDU ne contient pas seulement le message, mais beaucoup d'autres méta-informations comme par exemple l'expéditeur, l'heure et la date d'envoi, le numéro du centre de messagerie(SMSC), etc. Ces informations peuvent être écrites sous deux formes différentes. Soit Sous la forme hexa décimale « octets » ou la forme décimale « semi-octets ». La séquence d'octets du PDU est constituée de trois parties principales : les informations sur le SMSC, les informations sur l'expéditeur, et la date et l'heure.

II. 7. 3. Codage/décodage d'un SMS

II. 7. 3. 1. Emission d'un message

L'émission de données, sous la forme d'une trame au format PDU, nécessite un minimum de commande AT.

<i>Commande</i>	<i>Signification</i>
AT	Rappel de la configuration par défaut du modem
AT+CMGF=0	le mode PDU est activé

AT+CMGS=longueurs de la trame	Passes le modem en mode "ligne de commande" pour recevoir la trame à envoyer.
-------------------------------	---

-Commandes AT pour l'émission d'un message au format PDU-

Prenons l'exemple suivant:

Données utiles à transmettre: 0A94E2D4 en hexadécimal(TEST).

Schéma de codage: 7 bits (alphabet GSM).

Numéro du SMSC: par défaut (celui du fournisseur de la carte SIM)

Numéro du destinataire: **0796660948**

Durée de validité du message: 1 jour

1-adresse du SMSC: par défaut → **SCA=00H**

2-PDU utilisé : type de SMS → **PDU=11H**

3-Référence du message(MR): Référencement automatique → **MR= 00H**

4- Numéro du destinataire : adresse de l'émetteur DA (destination adress) →

DA=0A817069669084H

5-Protocole utilisé(PID): IL s'agit d'un SMS → **PID=00H**

6-Schéma de codage: Le champ UD est codé avec l'alphabet GSM → **DCS (data codage schème)=00**

7-Période de validité: 4 jours → **VP=nb jours-166=170_d=AA_{hexa}**

8-Longueur des données: le SMS est codé sur 4 octets → **UDL= 04H**

9-Données utiles: 4 octets dans le champ de données → **UD=0A94E2D4**

La trame complète est composée de 18 octets – 1 (le 1er octet de la trame qui définit que l'on ne précise pas de numéro spécial de SMSC n'est pas pris en considération):

L'envoi de la trame se fait par l'intermédiaire de la commande AT+CMGS= [longueur de la trame à transmettre].

AT+CMGS=17 <CR>.

Le modem retourne <CR><LF>">"<SPACE>.

> [Trame au format PDU] et valider avec <CTRL>+<Z> (caractère 1AH)

Ce qui donne:

> 0011000A810A8170696690840000AA040A94E2D4<CTRL>+<Z>

Le message est parti.

Schéma de codage :

0011000A8170696690840000AA040A94E2D4

II. 7. 3. 2. Réception d'un SMS

La réception d'une trame au format PDU, nécessite un minimum de commande AT.

Commande	Signification
AT	Rappel de la configuration par défaut du modem
AT+CMGF=0	le mode PDU est activé
AT+CNMI=2, 2, 0, 1,0	Le message reçu est directement transmis à l'application (n'est donc pas stocké dans le modem)

-Commandes AT pour la réception automatique d'un message au format PDU-

Lorsque le modem reçoit un message au format PDU, ce dernier est directement envoyé à l'application se présente sous la forme suivante:

+CMT: ,29

L'information +CMT:29 indique que la trame est composée de 29 octets.

AT+CPMS= ME

+CPMS: 2, 70, 0, 20, 2, 70

OK

AT+CMGR=2

+CMGR : 3,14

07911253001007F1040C911253556397010000015092811295800141

OK

Décomposons cette trame pour en ressortir les éléments principaux.

07911253001007F1040C911253556397010000018040800010120141

07 → nombre d'octets pour coder le SMSC.

91 → Type de l'adresse de centre de messagerie SMSC (international).

1253001007F1 → Représente le numéro de centre de messagerie.

04 → premier octets du SMS à délivré.

0C → la longueur de l'adresse de destinataire.

91 → Type de l'adresse de destinataire (numéro international).

1253556397010 → numéro du téléphone de destinataire en semi octets.

00 → Code PID (il s'agit d'un message SMS).

00 → champ DCS, UD (Corps de message) est codé avec l'alphabet GSM par défaut.

01804080001012 → Timbre horaire.

01 → nombre de caractères du SMS.

41 → A contenu de message.

- Pour le décodage de SMS, on suit les étapes suivantes :

-Chaque octet exprimé en hexadécimal est converti en un nombre binaire composé de 8bits.

-On regroupe les bits par paquets de 7 en commençant par la gauche.

-En s'aidant du tableau de conversion de l'alphabet GSM (voir l'annexe), on en déduit le caractère correspondant à chaque paquet.

-en fin, on effectuant une lecture de la droite vers la gauche, on obtient le corps du message.

- Pour chacun des octets qui composent le numéro on inverse 2 par 2 pour avoir les numéros en hexadécimal.

-le numéro de SMSC est +21350001701.

- le numéro de destinataire est +213555367910.

II. 7. 4. Codage décodage par logiciel « PDUspy »

Comme vous pouvez le constater le codage /décodage manuel d'une trame PDU est assez fastidieux. Dans la pratique ceci est heureusement totalement transparent pour l'utilisateur du téléphone portable. D'une part le numéro du SMSC utilisé est celui figurant dans la mémoire mobile, définit par l'opérateur .il est donc inutile de le mentionner lors de la rédaction du message. Le numéro du correspondant peut être sélectionné dans le répertoire ou saisi manuellement en mode de TEXT. Le corps de message est également saisi en mode TEXT à l'aide du clavier. Rien de plus simple en somme pour rédiger un SMS. Tous les autres champs que nous avons vus précédemment sont gérés par le processeur du mobile. Le mobile se charge ensuite de convertir chacun des champs en valeurs hexadécimales pour constituer la

trame qui sera finalement envoyée sur le réseau. Le mobile destinataire du SMS fera le cheminement inverse pour restituer à l'utilisateur seulement les informations pertinentes sur son écran. Malheureusement pour certains téléphones lorsque le port série est relié par exemple à un PC le mode TEXT n'est plus supporté. Les trames SMS affichées /constituées à l'écran du PC sont obligatoirement en mode PDU ce qui complique fortement les manipulations .Heureusement nous allons faire en sorte grâce au logiciel « PDUspy » que ce soit le PC qui prenne en charge le codage/ décodage des données SMS, le code fait largement appel aux fonctions de manipulation de chaîne de caractères.

Pour faciliter le codage d'un SMS nous allons expliquer l'utilisation de ce logiciel en suivant les étapes suivantes.

- 1) On lance le logiciel PDUspy l'image suivante apparait

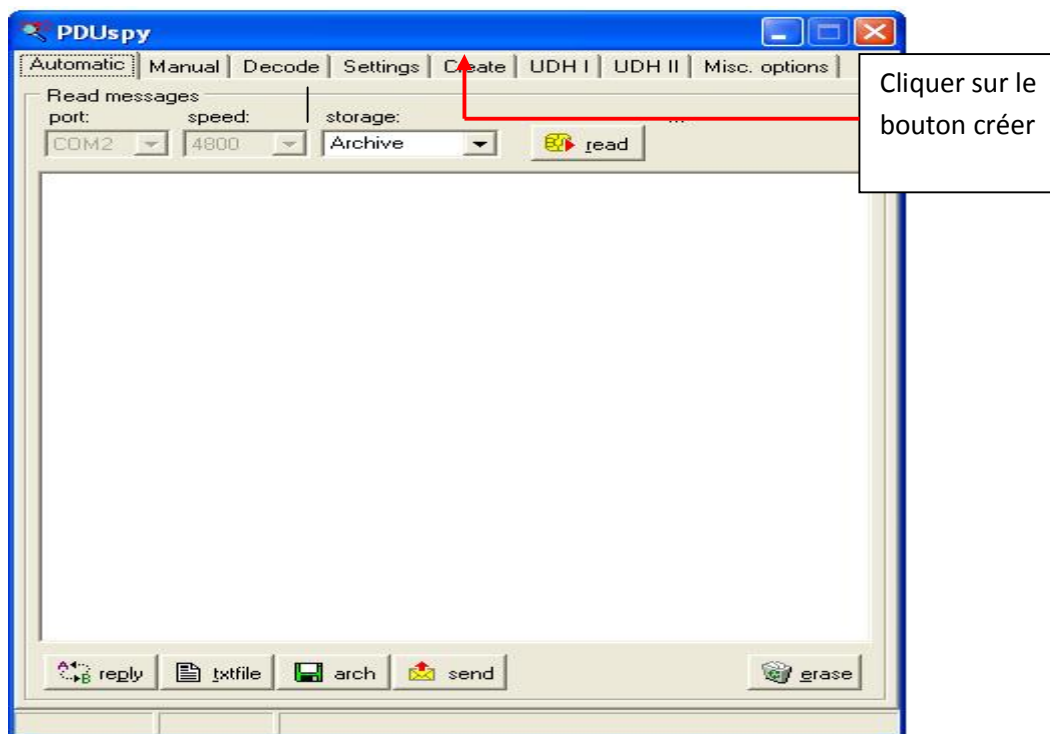


Figure. II .8. Lancement du logiciel PDUspy.

On cliquant sur le bouton créer, on aura l'image suivante :

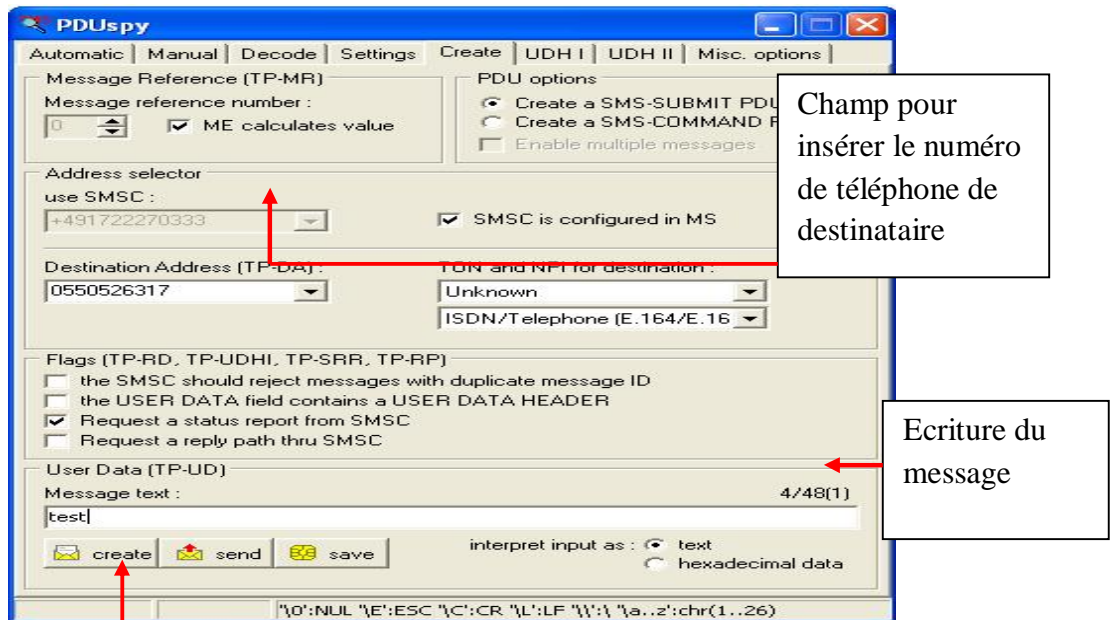


Figure. II. 9. Créer le SMS

On appuyant sur la zone créer on aura ensuite.

3)

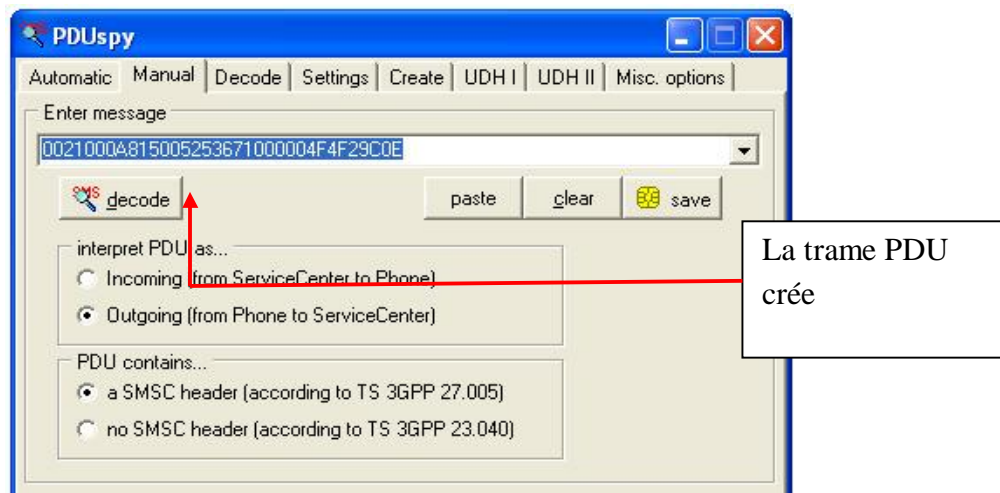


Figure. II. 10. Trame PDU crée.

Pour décoder cette trame on clique sur « décode », on aura alors les différentes informations de la trame(voir l'image suivante) :

4)

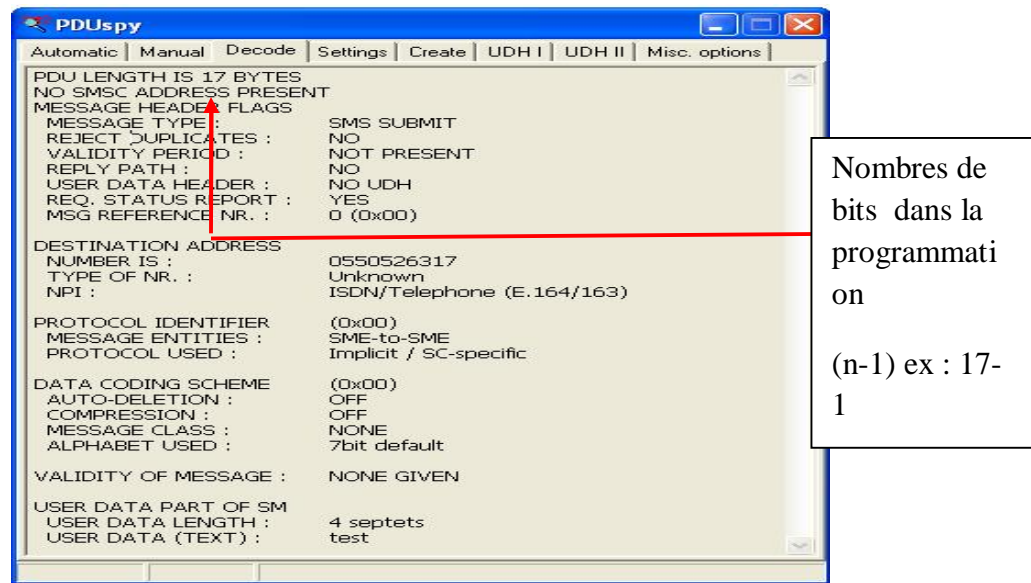


Figure. II. 11. Codage/décodage de la trame.

Conclusion

Le module GSM nous permet la transmission et la réception des données numériques en utilisant la norme du réseau GSM. Il est utilisé dans divers applications, parmi lesquelles notre système. Ses données sont acheminées à travers un port série, et utilise pour la communication les commandes AT. l'utilisation du logiciel PDUspy pour simplifier le codage et le décodage d'une trame PDU.

Introduction

La réalisation est l'aboutissement logique d'un travail de conception bien fait. Le travail de développement de l'application n'est autre que la concrétisation des besoins exprimés précédemment. Nous allons dans ce chapitre décrire l'environnement matériel et logiciel qui assure la réalisation de notre carte électronique et de ses applications.

III. A. 1. Etude de la carte d'acquisition et de commande

Il s'agit d'une carte d'acquisition des données numériques et analogiques et des sorties de commandes à base d'un microcontrôleur PIC16F877A. Cette carte est capable d'acquérir huit entrées analogiques et huit entrées numériques, et des entrées à bus I2C ainsi que la régulation et la génération des signaux de commande. Cette carte est polyvalente en exploitant les différentes entrées/sorties du pic, elle est donc capable de gérer diverses applications.

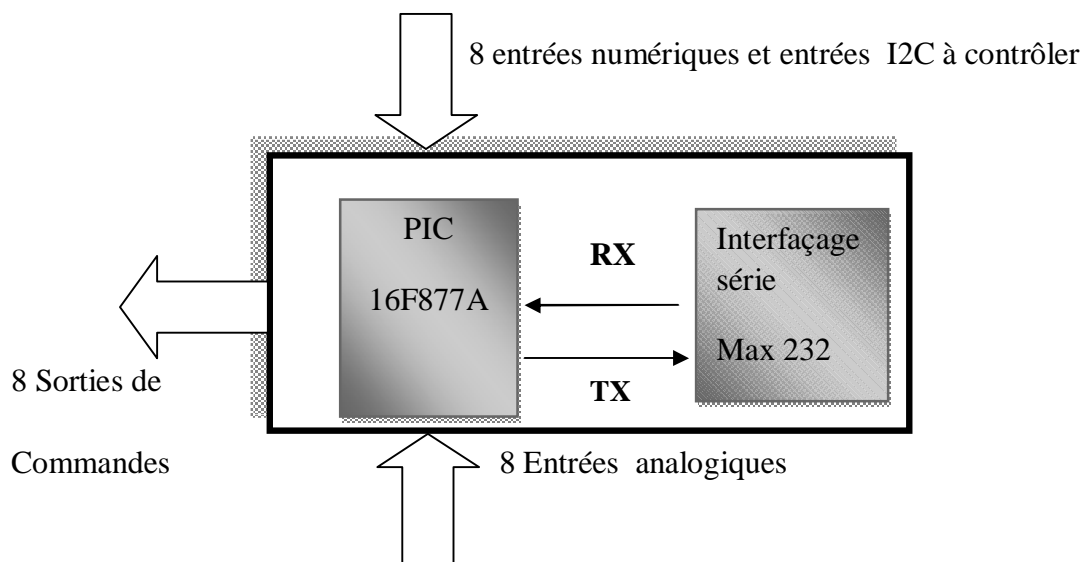


Figure. III. 1. Structure de la carte d'acquisition.

III. A. 1. 1. Microcontrôleur 16F877A

Le PIC est un microcontrôleur ; c'est à dire une unité de traitement de l'information de type Microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter l'ajout des composants externes. En ajoutant que les Pics sont alors des composants dits RISC (Reduced Instructions Set Computer, ou encore, composant à jeu d'instruction réduits). L'avantage est que plus on réduit le nombre d'instructions, plus leur

décodage sera rapide ce qui augmente la vitesse de fonctionnement du microcontrôleur. Les Pics sont subdivisés à l'heure actuelle en 3 grandes familles :

- Ü La famille Base Line, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits.
- Ü La famille Mid-Range, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie la 16F84 ,16F876 et 16F877).
- Ü La famille High-End, qui utilise des mots de 16 bits.

Pour identifier un PIC, on utilise simplement son numéro :

16 : indique la catégorie du PIC, c'est un Mid-range.

L : indique qu'il fonctionne avec une plage de tension beaucoup plus tolérante.

C : indique que la mémoire programme est une EPROM ou une EEPROM.

CR ou F : indique le type de mémoire : CR (ROM) ou F (FLASH).

XX : représente la fréquence d'horloge maximale que le PIC peut recevoir.

Les Pics 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 PIC16F877 peut fonctionner avec une horloge allant du continu jusqu'à 4 MHz. Nous nous limiterons dans ce document à la famille Mid-Range et particulièrement au PIC 16F877A.

III. A. 1. 1. a. Le Choix du microcontrôleur : le 16F877

Pour apprendre, la meilleur solution est de se faire la main sur du concret. On va donc étudier un vrai microcontrôleur, sachant que ce qu'on verra sera facilement transposable à d'autres PIC. Le 16F877 est un PIC de la série « Mid range» qui se prête particulièrement bien à la programmation en C. Les PIC de la série inférieure sont un peu justes en performance et en capacité mémoire pour accueillir un programme issu d'un compilateur C; mieux vaut les programmer en assembleur. Les gammes supérieures (16 ou 32 bits) supportent sans problème la programmation en C, mais comme se sont des circuits plus complexes (et plus chers), commençons par quelque chose de plus simple et de plus didactique. Le 16F877A (F comme « Flash ») convient parfaitement : mémoire programme de taille suffisante (8K), nombreux périphériques intégrés, fréquence de fonctionnement jusqu'à 20 MHz.

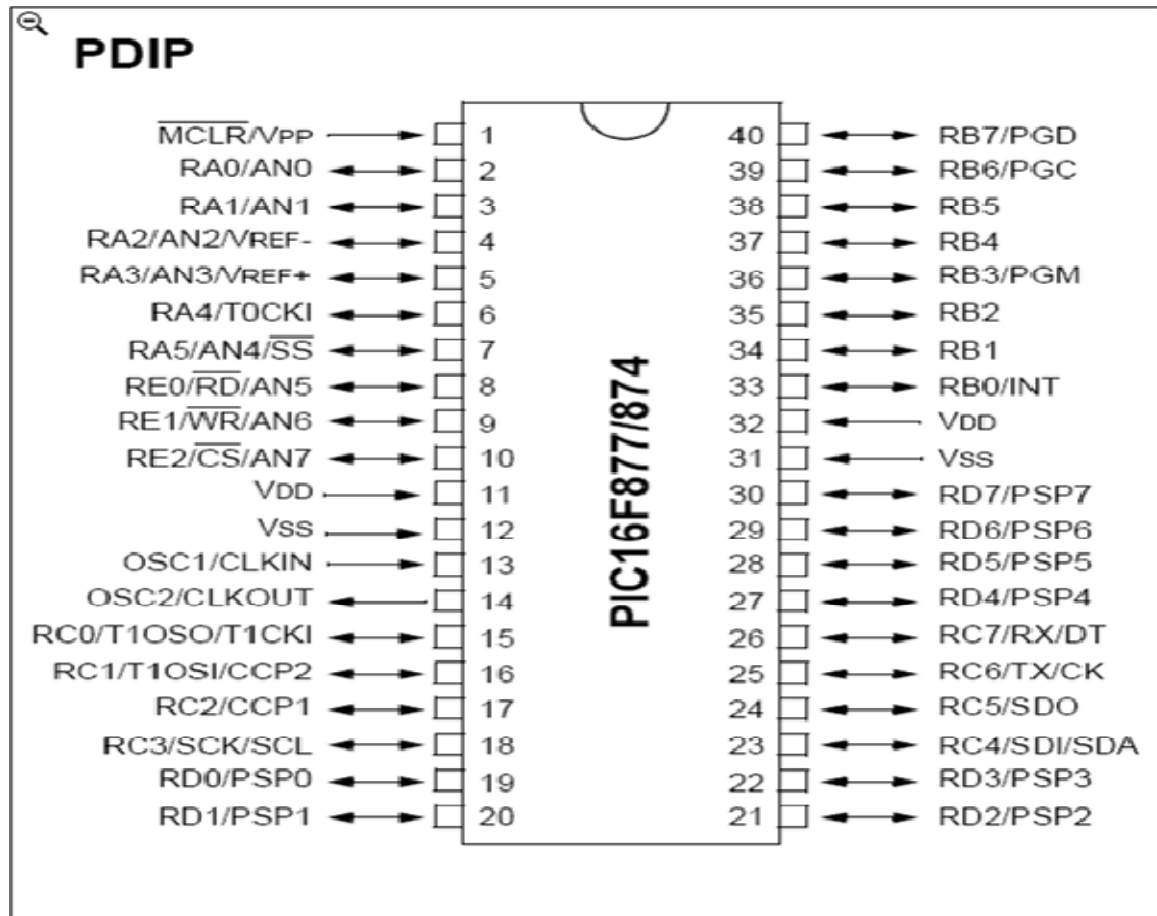


Figure. III. 2. Brochage du pic 16F877A.

Le boîtier du PIC 16F877 décrit par la figure 3 comprend 40 pins : 33 pins d'entrées/sorties, 4 pins pour l'alimentation, 2 pins pour l'oscillateur et un pin pour le reset (MCLR). La broche MCLR sert à initialiser le μ C en cas de la mise sous tension, de remise à zéro externe, de chien de garde et en cas de la baisse de tension d'alimentation. Les broches VDD (broches 11 et 32) et VSS (broches 12 et 31) servent à alimenter le PIC. Les courants véhiculés dans le PIC sont loin d'être négligeables du fait des nombreuses entrées/sorties disponibles.

Le pic 16F877A possède essentiellement les éléments suivants :

- Une mémoire programme de type EEPROM flash de 8K mots de 14 bits,
- Une RAM donnée de 368 octets,
- Une mémoire EEPROM de 256 octets,
- cinq ports d'entrée sortie, A (6 bits), B (8 bits), C (8 bits), D(8bits),E(8 bits).
- Convertisseur Analogiques numériques 10 bits à 5 canaux,

- USART, Port série universel, mode asynchrone (RS232) et mode synchrone,
- SSP, Port série synchrone supportant I2C,
- Trois TIMERS : TMR0, TMR1, TMR2,
- Deux modules de comparaison et Capture CCP1 et CCP2 ,
- Un chien de garde,
- 13 sources d'interruption,
- Générateur d'horloge, à quartz (jusqu' à 20 MHz) ou à Oscillateur RC,
- Protection de code,
- Fonctionnement en mode sleep pour réduction de la consommation,
- Programmation par mode ICSP (In Circuit Serial Programming, en Anglais) 12V ou 5V.
- Tension de fonctionnement de 2 à 5V,
- Jeux de 35 instructions.

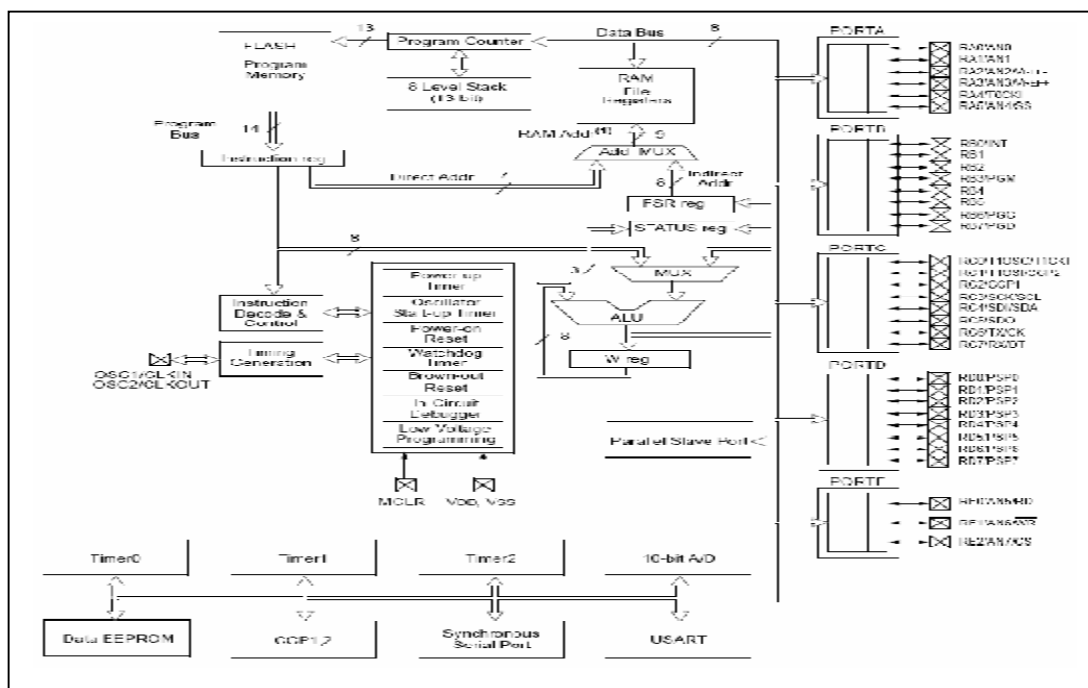


Figure. III. 3. Structure interne du pic 16F877A.

III. A. 1. 1. b. Les éléments de base du PIC 16F877A

Ø Mémoires du PIC 16F877A

Le PIC 16F877A dispose de trois types de mémoires :

Mémoire vive RAM

C'est de la mémoire d'accès rapide, mais labile (c'est-à-dire qu'elle s'efface lorsqu'elle n'est plus sous tension); cette mémoire contient les registres de configuration du PIC ainsi que les différents registres de données. Elle comporte également les variables utilisées par le programme.

Mémoire morte FLASH

C'est la mémoire programme proprement dite. Chaque case mémoire unitaire fait 14 bits. La mémoire FLASH est un type de mémoire stable, réinscriptible à volonté. Cette mémoire qui a fait le succès de microprocesseur PIC. Dans le cas du 16F877, cette mémoire FLASH fait 8 Kmots. Lorsque l'on programme en assembleur, on écrit le programme directement dans cette mémoire.

Mémoire EEPROM

Elle est de 256 octets, électriquement effaçable, réinscriptible et stable. Ce type de mémoire est d'accès plus lent, elle est utilisée pour sauver des paramètres. L'adresse relative de l'accès EEPROM est comprise entre 0000 et 00ff, ce qui nous permet d'utiliser qu'un registre de huit bits pour définir cette adresse.

Ø L'horloge

L'horloge peut être soit interne soit externe. L'horloge interne est constituée d'un oscillateur à quartz ou d'un oscillateur RC.

Avec l'oscillateur à Quartz, on peut avoir des fréquences allant jusqu'à 20 MHz selon le type de μ C. Le filtre passe bas (RC, C1, C2) limite les harmoniques dus à l'écrêtage et Réduit l'amplitude de l'oscillation, il n'est pas obligatoire.

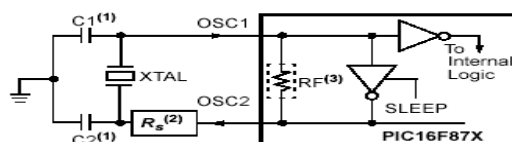


Figure. III. 4. Circuit d'horloge.

Ø Les ports d'E/S

Port A

Les broches (RA0, RA1, RA2, RA3 et RA5) peuvent être utilisées soit comme E/S numériques soit comme entrées analogiques.

Port B

Le port B est un port bidirectionnel de 8 bits (RB0 à RB7). Toutes les broches sont compatibles TTL.

Port C

Le port C est un port bidirectionnel de 8 bits (RC0 à RC7). Toutes les broches sont compatibles TTL.

Toutes les broches du port C peuvent être utilisées soit comme E/S normales soit comme broches d'accès à différents modules comme le timer 1, les modules de comparaison et de capture CCP1/2, le timer 2, le port I2C ou le port série, ceci sera précisé au moment de l'étude de chacun de ces périphériques.

Port D

Le port D est un port bidirectionnel de 8 bits (RD0 à RD7). Toutes les broches sont compatibles TTL et ont la fonction trigger de Schmitt en entrée.

Les 3 bits de PORTE peuvent être utilisés soit comme E/S numérique soit comme entrées analogiques du CAN. La configuration se fait à l'aide du registre ADCON1.

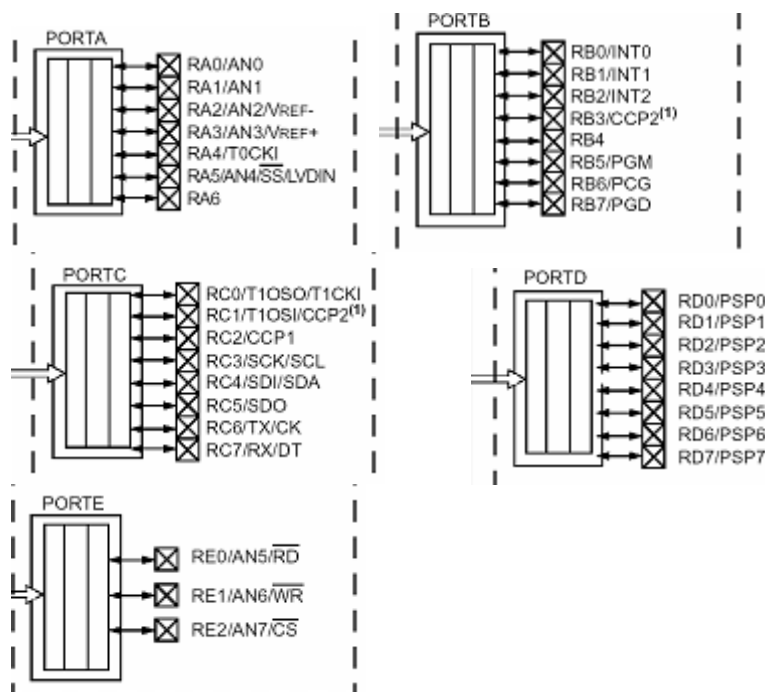


Figure. III. 5. Les différents ports d'I/O du pic 16F877.

Ø Circuit de reset

Lors de la phase d'alimentation du pic, ce dernier n'est pas prêt à exécuter des instructions instantanément, une broche nommée MCLR va permettre d'initialiser le pic après la mise sous tension. Cela est bien utile lorsque notre programme se trouve dans un état indéterminé ou non souhaité. Ce reset peut être en interne en reliant uniquement la broche

MCLR à +5V (par le biais d'une Resistance évidemment), ou bien si on souhaite pratiquer un reset a tout moment, il sera nécessaire un schéma tel que celui représenté à la figure suivante.

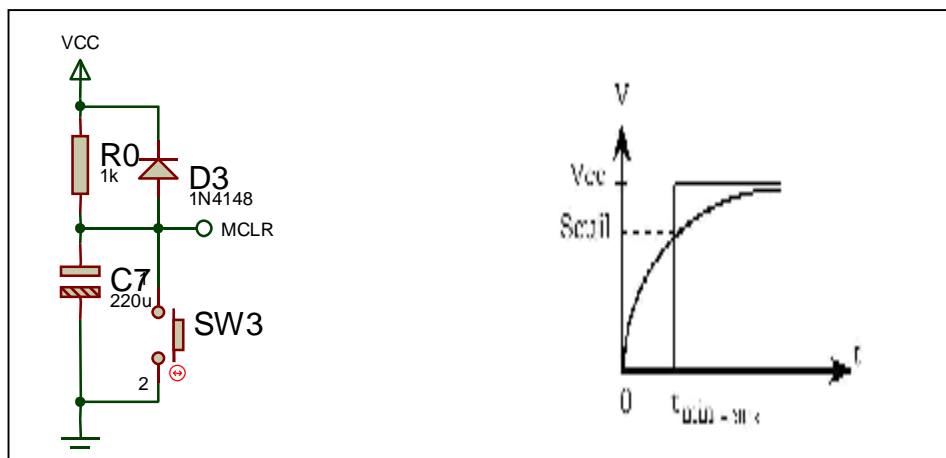


Figure. III. 6. Circuit reset.

Ø Le module MSSP en mode I2C

Le module MSSP du PIC peut être configuré en master ou en slave. Il utilise les broches RC3/SCL (Horloge) et RC4/SDA (données). Ces broches doivent être configurées en ENTREE à l'aide du registre TRISC et doivent être munie de résistances de pull-up externes nécessaire au fonctionnement I2C.

Les fréquences d'horloges supportées sont 100 kHz, 400 kHz et 1 MHz. L'accès au module en lecture et écriture se fait à l'aide du registre tampon (buffer) SSPBUF. La transmission et la réception se fait à l'aide du registre à décalage SSPSR auquel nous n'avons pas directement accès.

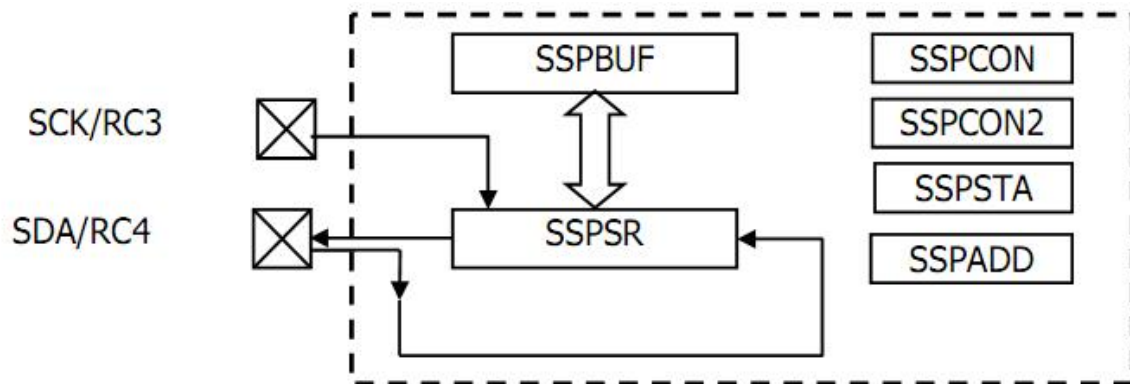


Figure. III. 7. Le module MMSP en mode I2C.

Le bus I2C

Ü Caractéristiques fondamentales

Le bus I²C permet d'établir une liaison série synchrone. Il effectue l'échange d'informations entre circuits intégrés se trouvant sur une même carte. Son nom, d'ailleurs, traduit son origine: Inter Integrate Circuit, ou I.I.C., ou plus communément I²C (I carré C).

L'I²C permettait, à ses débuts, de travailler à des fréquences maximales de 100 Kbits/seconde, vitesses assez rapidement portées à 400 Kbits/seconde. Il existe des familles de circuits pouvant atteindre des vitesses de 3.4 Mbits/seconde. Le bus I²C est constitué de 2 uniques lignes bidirectionnelles :

La ligne SCL (Serial Clock Line), qui comme son nom l'indique, véhicule l'horloge de synchronisation.

La ligne SDA (Serial Data line), qui véhicule les bits transmission.

Pour le bus I2C, le niveau dominant étant l'état bas. Les deux lignes SDA et SCL sont donc maintenues au niveau haut tant que le bus est libre.

Sur les deux lignes, le niveau est reconnu bas pour toute tension inférieure à 1,5 v et haut pour toute tension supérieure 3v.

Certaines combinaisons particulières de niveaux et de fronts des deux lignes déterminant la condition de départ ou d'arrêt de la transmission des données.

Condition de départ : Un front descendant sur SDA quand SCL est à l'état haut.

Condition d'arrêt : Un front montant sur SDA quand SCL est à l'état haut.

Ü Structure d'une trame I2C

Nous savons déjà que la transmission commence par un « start-condition » (S), Vient ensuite l'adresse, codée sur 7 ou 10 bits, complétée par le bit R/W qui précise si les données qui vont suivre seront écrites ou lues par le maître. Notez que certains considèrent que ce bit fait partie de l'adresse, ce qui implique alors que l'adresse réelle se retrouve multipliée par deux, et que les adresses paires sont destinées à des écritures, et les adresses impaires à des lectures.

Chaque octet envoyé est toujours accompagné d'un accusé de réception de la part de celui qui reçoit. Un octet nécessite donc $8 + 1 = 9$ impulsions d'horloge sur le pin SCL.

Notez donc, et c'est logique, que c'est toujours le maître qui envoie l'adresse, qu'il soit récepteur ou émetteur pour le reste du message.

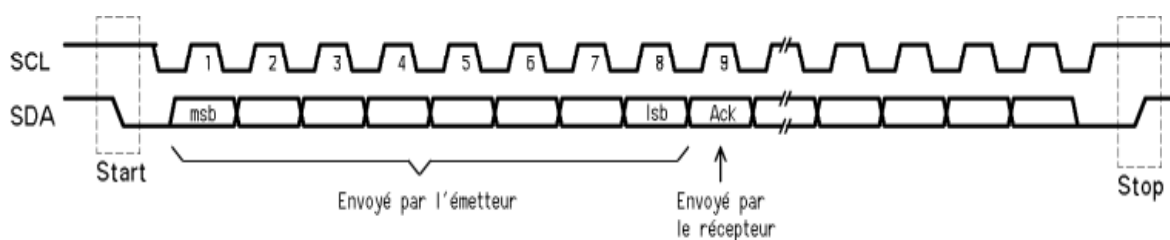


Figure. III. 8. Structure de la trame I2C.

Ø Le module USART

L'USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter, en Anglais) est un module de transmission série dont dispose le PIC 16F877A. Comme son nom l'indique, il peut établir une liaison synchrone ou asynchrone, recevoir et transmettre des données, selon la manière dont il est configuré. Concrètement, l'USART permet de communiquer avec le

monde extérieur : un ordinateur ou tout autre matériel équipé d'une interface série RS232, des circuits intégrés convertisseurs Numérique/Analogique ou Analogique/Numérique, des EEPROMs série. Il dispose les fonctionnalités suivantes:

- Fonctionnement en Full Duplex, c'est à dire émission et réception de données en même temps.
- Transmission et réception de données (compatibles avec la norme RS232 en utilisant une fonction d'adaptation de niveaux).
- Contrôle des erreurs de transmission et de réception.
- Transmission sur 8 ou 9 bits.
- Mode réveil automatique lors de la réception de signaux valides.
- 4 Sources d'interruptions possibles.

L'USART peut être configurée selon 3 modes :

- Asynchrone (Full Duplex)
- Synchrone Maître (Half Duplex)
- Synchrone Esclave (Half Duplex)

La communication se fait sur les deux broches RC6/TX et RC7/RX qui doivent être configurés toutes les deux en entrée par TRISC.

Dans notre cas, on s'intéresse uniquement au mode asynchrone (liaison RS232).

Liaison RS232

Les liaisons RS 232 sont des liaisons asynchrones très utilisées en informatique. Elles nécessitent que l'émetteur et le récepteur soit informé de la vitesse de transfert choisie. Puisque le récepteur connaît la vitesse du transfert, il peut se passer du signal de synchronisation.

Trois lignes sont nécessaires à cette liaison.

TX : transmission de donnés.

RX: réception de donnés.

GND : masse.

Elle permet la communication entre deux systèmes numériques.

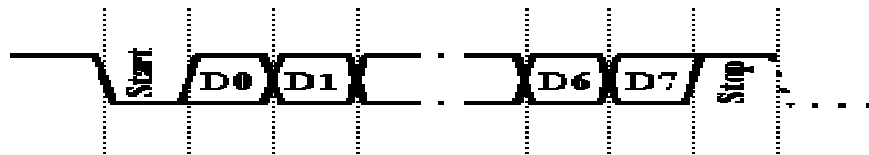
Ü Protocole de transmission

Afin que les éléments de communication puissent se comprendre, il est nécessaire d'établir un protocole de transmission. Ce protocole devrait être le même pour les deux éléments afin que la transmission fonctionne correctement.

Paramètres rentrant en jeu :

- Longueur des mots : 7 ou 8 bits
- La vitesse de transmission : les différentes vitesses de transmission sont réglables à partir de 110 bauds (bits/seconde) de cette façon : 110 b/s, 150 b /s, 300b/s, ...
- La parité : le mot transmis peut être suivi ou non d'un bit de parité sert à détecter les erreurs éventuelles de transmission.
- Bit Start : indique la transmission d'un mot (niveau bas).
- Bit stop : indique que le mot est transmis (niveau haut).

Ü Format de la trame



Bit de START en premier dans la trame puis les données (poids faible en premier), la parité éventuelle et le (s) bit (s) de stop.

III. A. 1. 1. c. Avantages d'utilisation du pic 16F877A

En effet, l'utilisation de ce microcontrôleur permet :

- De miniaturiser la taille de circuit imprimé puisqu'il embarque à l'intérieur de son boîtier plusieurs modules qui réalisent de nombreuses tâches à savoir : la conversion analogique /numérique, la transmission, le traitement numérique des données .
- De porter des modifications sur les paramètres de fonctionnement c'est le cas par exemple de la fréquence d'échantillonnage « Fc » et cela uniquement en agissant sur le logiciel uniquement.
- De dialoguer avec plusieurs interfaces extérieures, tel que le PC, le module GSM, mémoire, ...etc.

III. A. 2. Interface série Max232

La norme RS 232 définit des niveaux de +12v et -12v. pour établir ces mêmes niveaux Nous avons donc besoin d'un circuit (driver de bus) chargé de convertir les niveaux des signaux entre PIC et le PC. . Il faut donc insérer un composant nommé MAX232 en amont du connecteur DB9 afin de convertir les signaux en 0-5V.

Le Max 232 est un standard depuis longtemps, il permet de réaliser des liaisons RS232 et des interfaces de communications, il amplifie et met en forme deux entrées et deux sorties TTL/MOS vers deux entrées et deux sorties RS232.

Le MAX232 est circuit intégré créé par le constructeur MAXIM. Il se présente sous la forme d'un boîtier DIL 16 (2* 8 broches) et s'alimente sous 5V.

Le MAX232 sert d'interface entre une liaison série TTL dont les niveaux sont 0 et 5V et une liaison RS232 qui a pour niveaux -12V et +12V.

Voici la structure interne et externe ainsi que le brochage d'un MAX232 :

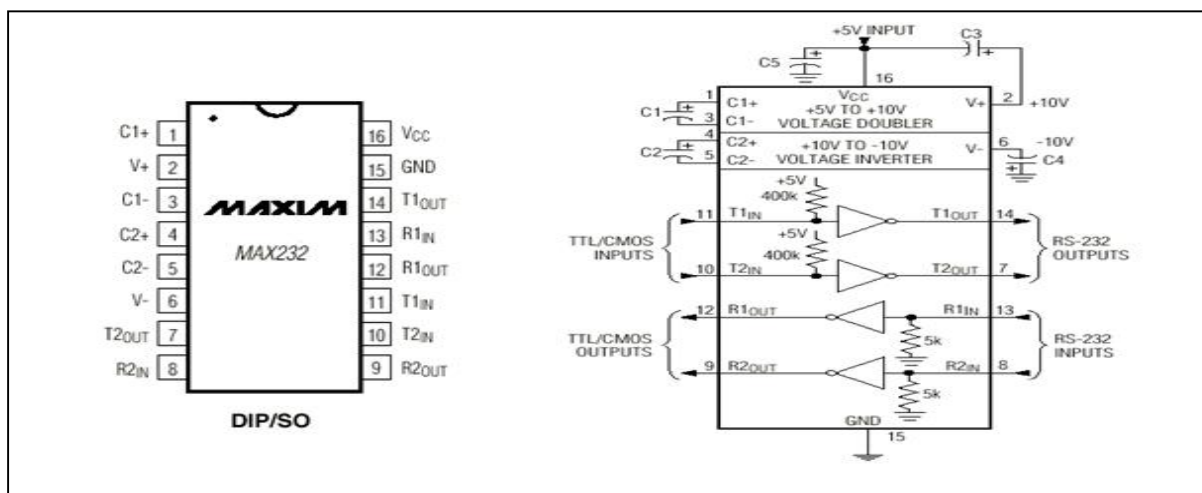


Figure. III. 9. Structure interne et externe de MAX232.

III. A. 1. 3. Capteurs

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs ...), on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques (température, force, position,...). Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de ces grandeurs physiques. Un capteur est un

organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique une grandeur électrique utilisable à des fins de mesure ou de commande. (Voir fig. ci-dessous).

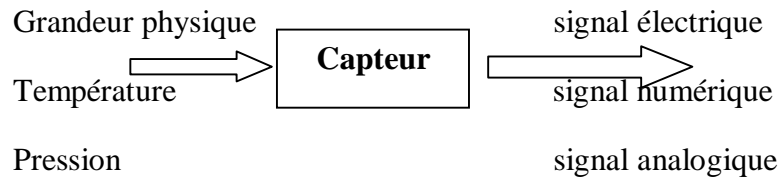


Figure. III. 10. Schéma de fonctionnement d'un capteur.

La température est un paramètre important dans les processus industriels. Différentes technologies sont employées pour mesurer la température selon de l'étendue et la précision désirée.

Il existe une infinité de capteur, dans notre application on a utilisé un capteur de température à sortie numérique DS1621.

III. A. 1. 3. 1. Capteur de température à sortie I2C DS1621

C'est un capteur à sortie numérique, il peut mesurer une température variante de 55°C à 125°C avec une précision de $0,5^{\circ}\text{C}$.

Pour transmettre la mesure (9 bits), il utilise la norme I2C qui consiste à transmettre en série les bits de mesure sur la ligne SDA en synchronisation avec la ligne SCL (horloge).

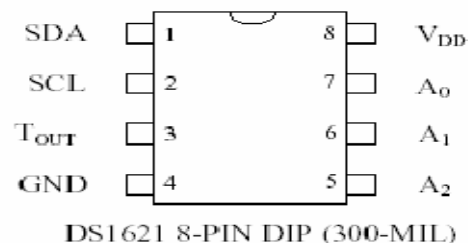


Figure. III. 22. Brochage du capteur DS1621

Température	Sorties digitales (binaires)	Sorties digitales (Hex)
+125°C	01111101 00000000	7D00h
+25°C	00011001 00000000	1900h
+1/2°C	00000000 10000000	0080h
+0°C	00000000 00000000	0000h
-1/2°C	11111111 10000000	FF80h
-25°C	11100111 00000000	E700h
-55°C	11001001 00000000	C900h

Table. III. 1. Températures du capteur.

Le DS1621 possède aussi d'autres fonctions :

- § Il est adressable physiquement sur 3 bits (A0, A1 et A2), ce qui permet d'en utiliser 8 sur la même ligne SDA-SCL.
- § Il possède une fonction thermostat qui permet de commander un chauffage (températures TH et TL) par l'intermédiaire de la ligne TOUT même lorsque le capteur est déconnecté du matériel informatique.

III. B. 1. Choix d'un langage de programmation (langage C)

Le développement de tout programme informatique peut être fait en langage machine (assembleur), ou langage évolués (basic ou C). Le langage C a été créé dans les années 70 par DENIS RITCHIE pour créer le système d'exploitation UNIX (multipostes et multitâches). Depuis quelques années, il a fait son entrée dans le monde des microcontrôleurs. Il permet de bénéficier d'un langage universel et portable pratiquement indépendant du processeur utilisé. Il évite les tâches d'écritures pénibles en langage assembleur et élimine ainsi certaines sources d'erreurs.

Le langage C des compilateurs pour microcontrôleur PIC ne diffère pas bien sur dans son ensemble du langage C traditionnel .puisque, la majorité des compilateurs indique être compatible du standard ANSI .cependant, compte tenu des particularités d'un microcontrôleur : taille de mémoire vive et de mémoire morte relativement réduites, gestion des entrées /sorties et de ressources interne, travail au niveau bit pour certains applications ou ressources, des aménagement doivent être apportés par les compilateurs au langage C .ces aménagement se présentes sous deux aspects différent selon les compilateurs et les ressources concernées. On rencontre dans le monde des compilateurs C pour pic des ressources de préprocesseurs ou bien encore des fonctions du langage qui sont spécifique.

Les avantages du langage C sont nombreux :

- **La portabilité** : un programme développé en c sur une machine donnée peut être porté sur d'autre machine sans le modifier.
- **Une grande bibliothèque de fonction** : le C suivants les machines utilisées, disposent d'un grand nombre de fonction, que se soit des fonctions mathématique, de gestion des fichiers ou d'entrées /sorties, il n'est donc pas nécessaire de se pencher sur les datasheet de chaque pic afin de connaitre l'utilisation des registres internes.
- **Proche de la machine** : le C est très proche de la machine en pouvant accéder aux adresses des variables.
- **Très rapide** : aucun control de débordements n'est effectué ce qui apporte une plus grande vitesse.

Pour toutes ces caractéristiques nous avons opté pour le langage C de CCS.

III. B. 2. Le compilateur C de CCS dans sa version PWH

Le système de développement comporte un compilateur adapté au langage C qui traduit les instructions écrites en langage évolué qui constituent source, en code binaire

exécutable par le microcontrôleur qui constitue le code objet, en fait les compilateurs C de CCS dans ces cinq versions (PCB, PCM, PCH, PCW, PCWH) différents seulement par les types de PIC supportés et par la présence de fonctionnalités additionnelles. Les versions les plus intéressantes sont évidemment les versions PCW, pour ceux qui veulent développer d'applications à base de la famille 16xxx.

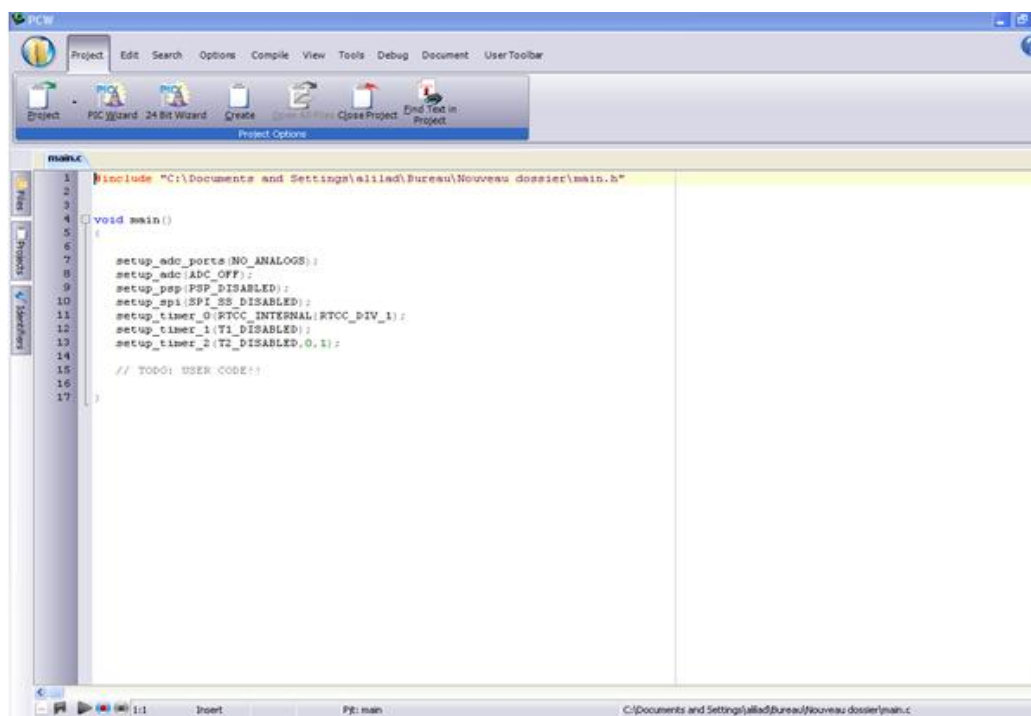


Figure. III.11. Fenêtre principale de l'environnement de développement.

Des fonctions intégrées dans ce compilateur permettent de développer le code d'une manière très aisée. L'environnement intégré de développement C donne à l'utilisateur une méthode rapide de produire un code efficace par le biais du langage évolué C.

Le compilateur comprend des fonctions intégrées comme READ_ADC qui lit une valeur provenant du convertisseur A/D du hardware PIC.

Des fonctions telles qu'INPUT et OUTPUT_HIGH maintiennent proprement les registres trois-états. Les variables y compris des structures peuvent être directement mappées en mémoire tels les ports I/O pour mieux représenter la structure du hardware en C. Des fonctions d'I/O série permettent aux fonctions standard telles que GETC et PRINTF d'être

utilisé comme I/O pour le RS232. Les opérateurs du standard C et les fonctions pour les bits et les fonctions d'I/O.

Le fichier de sortie Hexa et ceux de débogage sont sélectionnables et compatibles avec les émulateurs populaire y compris MPLAB pour le débogage au niveau source.

III. B. 3. Création d'un projet

Dans le menu « Project », cliquez sur « New » puis sur pic wizard, une fenêtre d'exploration de répertoire s'ouvre pour vous permettre de saisir ce qui sera le nom du fichier source principale de votre projet.

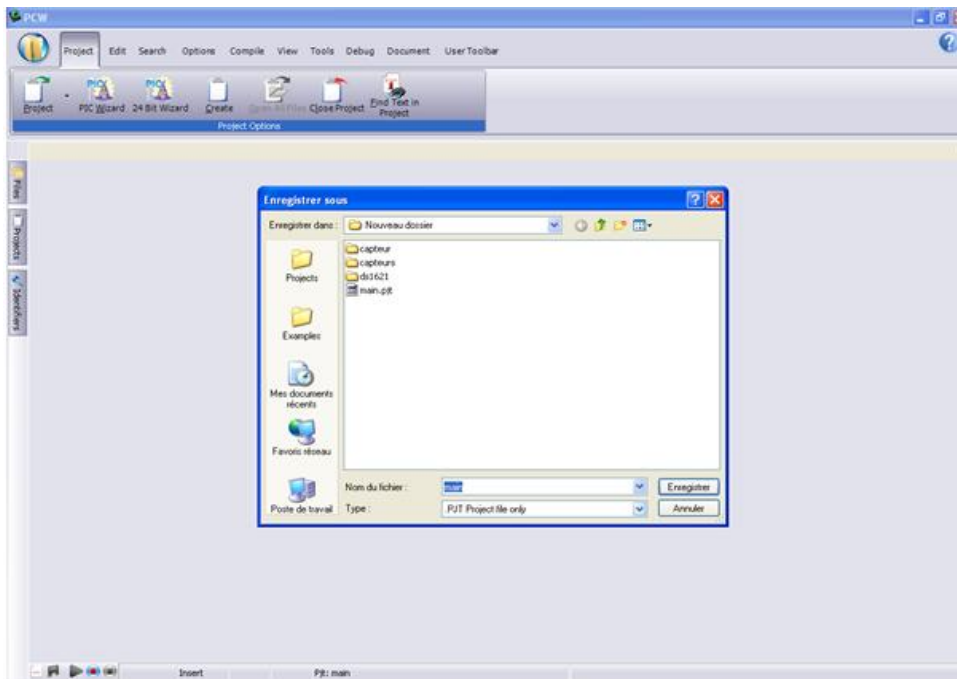


Figure. III. 12. Fenêtre d'exploration.

Choisissez le répertoire de votre choix et donnez un nom a votre fichier, une nouvelle fenêtre apparaîtra alors. Elle comporte de très nombreux onglets dans sa partie basse correspondant à la définition matérielle de votre application.

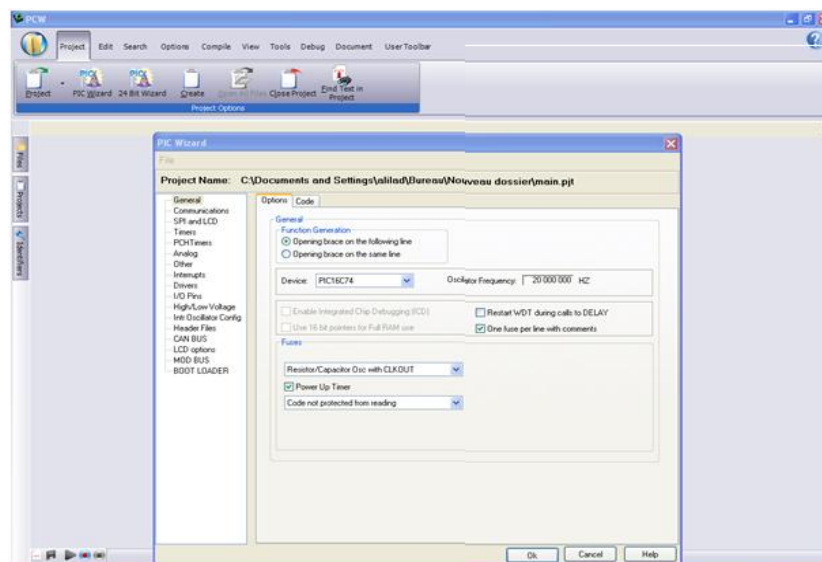


Figure. III. 13. Fenêtre de configuration.

A partir de cette fenêtre on peut configurer les ports, les timers, le convertisseur, les interrupteurs,...etc. En validant cette fenêtre principale du compilateur réapparaît, on saisit le programme, puis on le compile. Une fois le programme compilé, le fichier « *.hex » généré pourra être téléchargé dans le pic à l'aide du logiciel « MPLAB ».

III. B. 4. Edition d'un programme

Vous pouvez maintenant éditer votre programme qui sera par exemple un clignotant d'une led à la branche C0 du pic 16F877A, pour compiler le programme écrit, appuyez sur la touche F9, la fenêtre suivante apparaît.

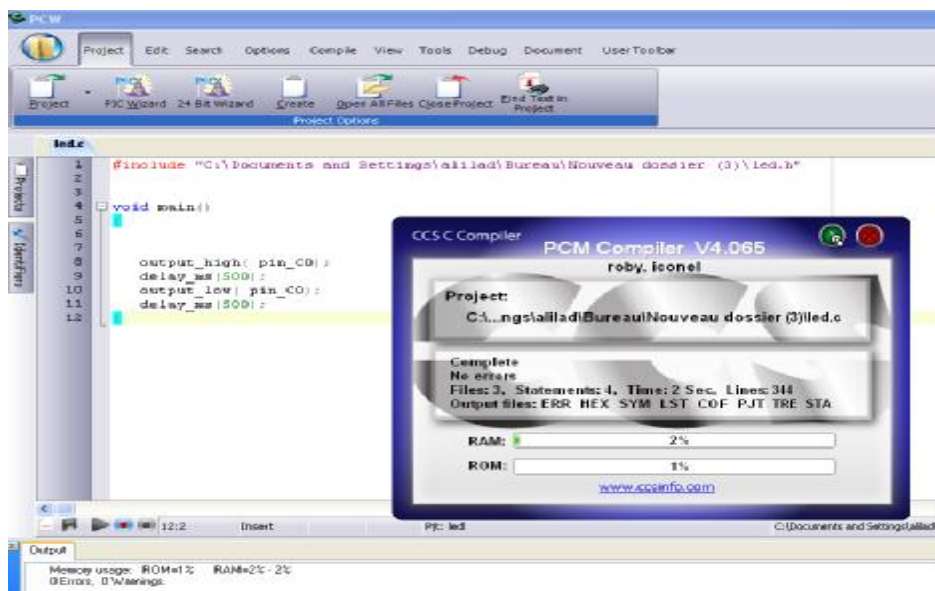


Figure. III. 14. Un petit programme et sa compilation

III. B. 5. Téléchargement du programme avec MPLAB

La programmation du pic est effectuée à l'aide d'une interface de programmation universelle piloter par l'utilitaire PIC STAR intégrée dans le logiciel MPLAB de Microchip avec lequel on charge notre programme dans le PIC en suivant ces différents étapes :

- ü Configuration de programmeur
- ü Sélectionner le pic
- ü Importer le fichier et programmer

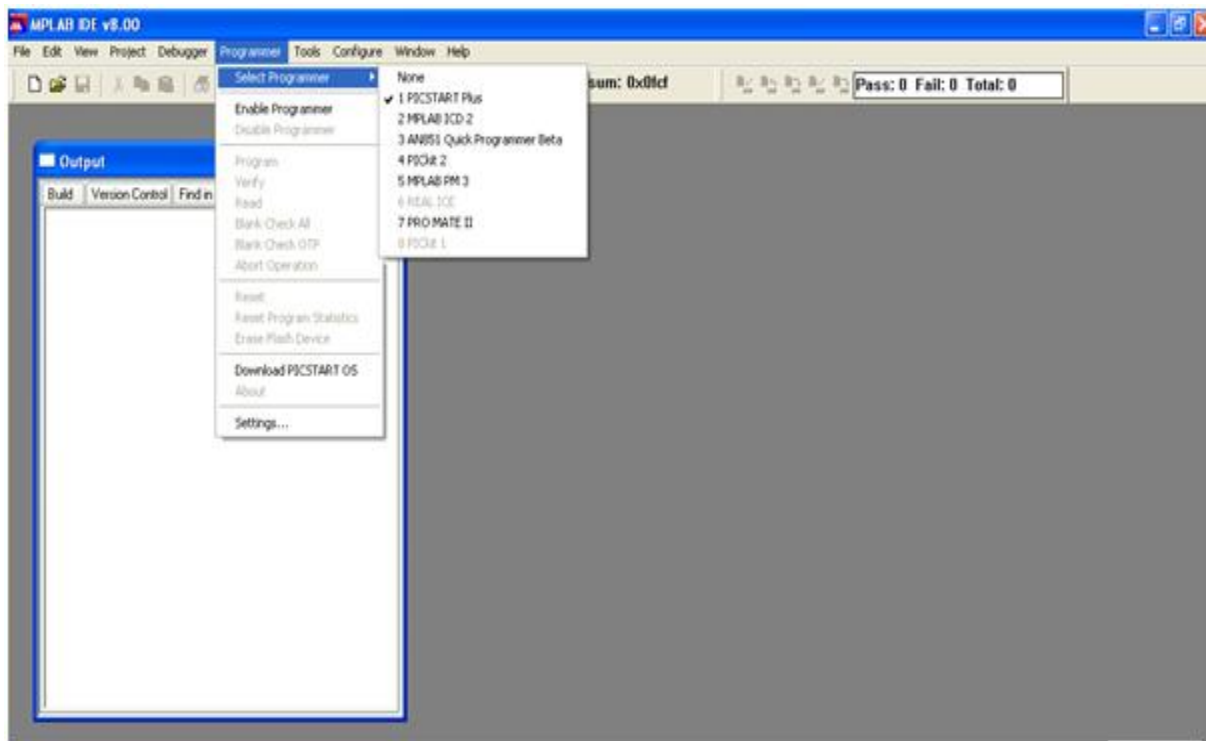


Figure. III. 16. Configuration du programmeur.

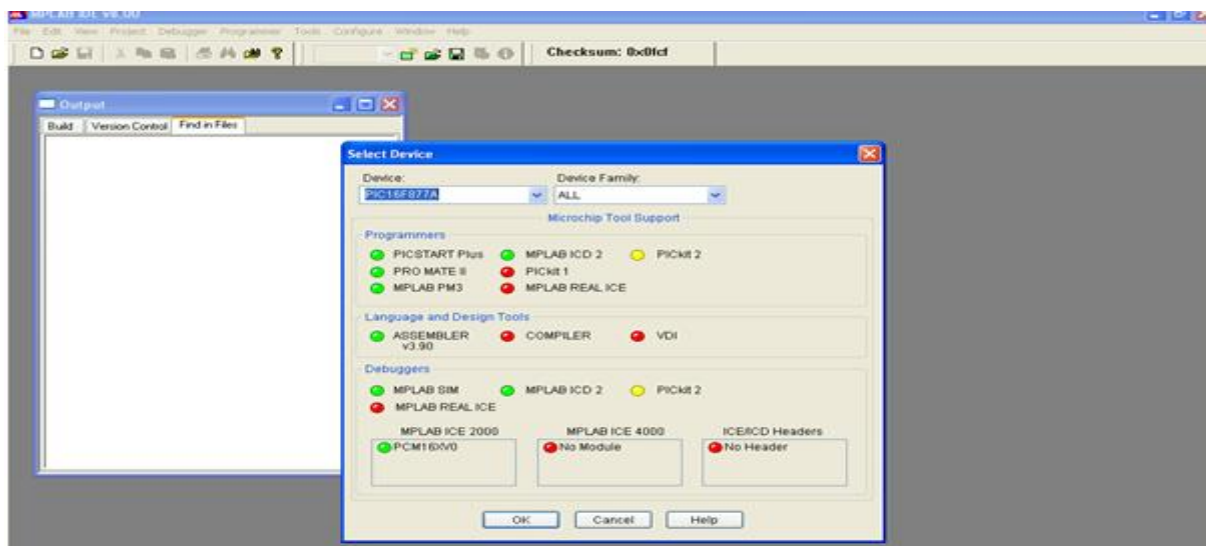


Figure. III. 17. Choix du pic.

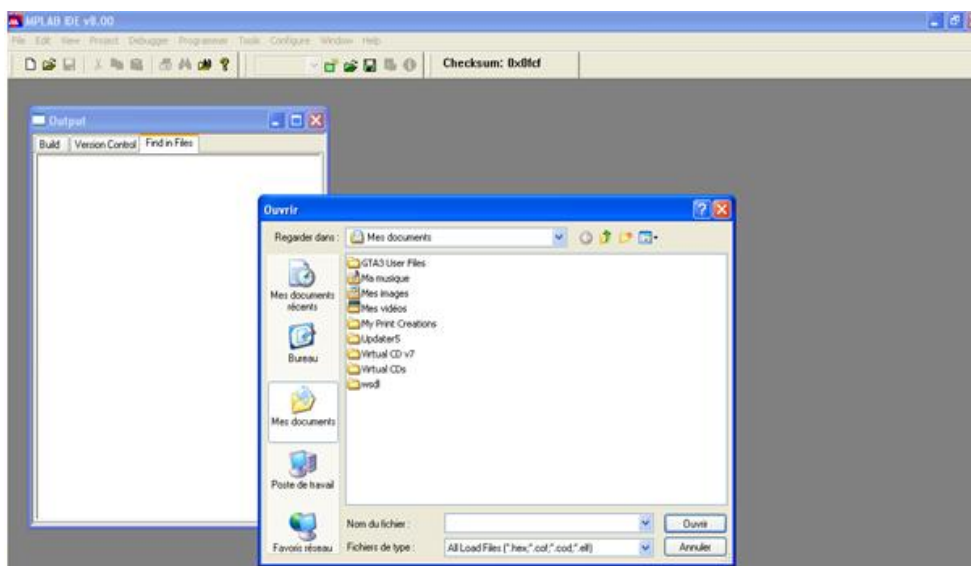


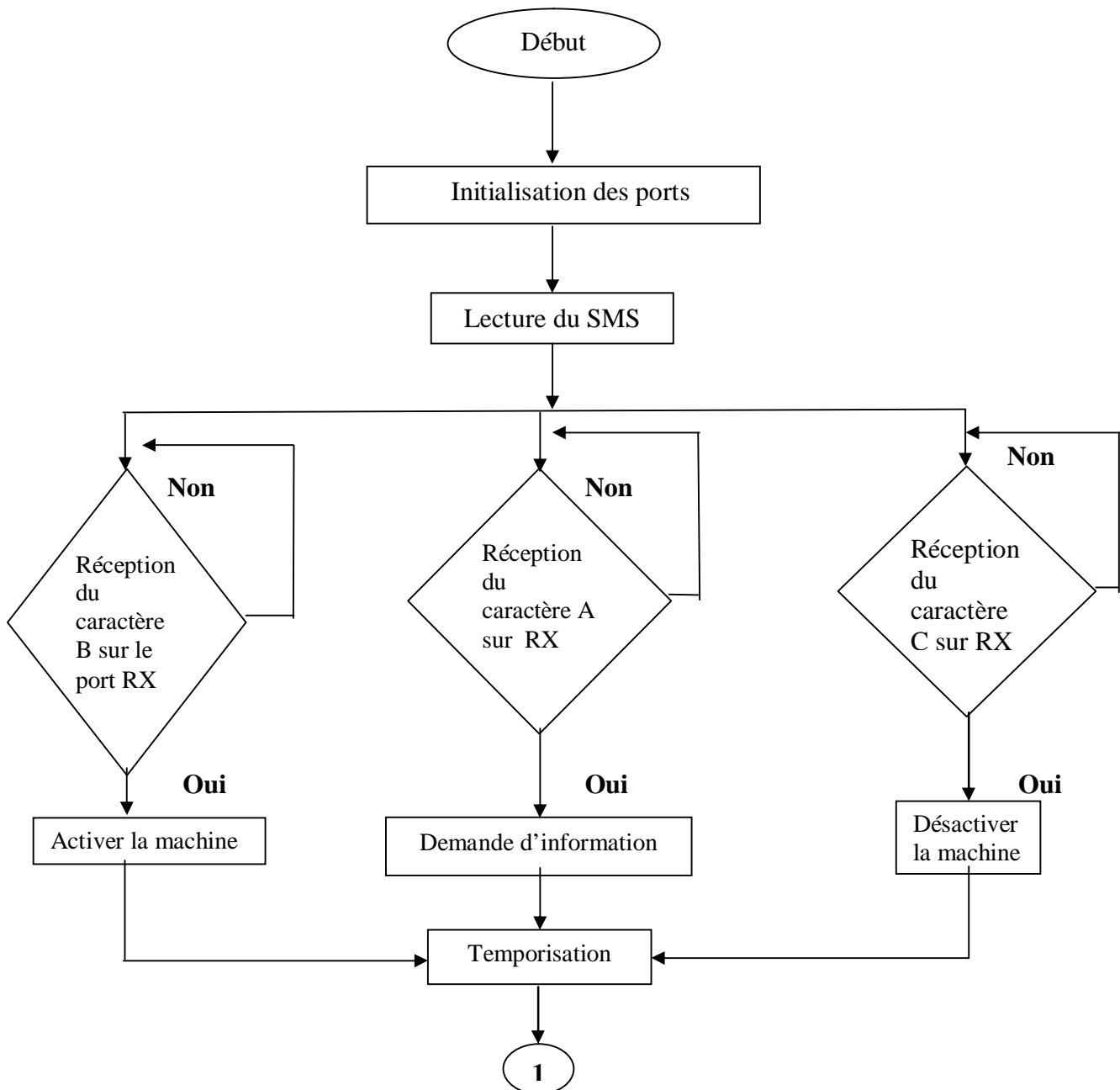
Figure. III. 17. Import du fichier.

Conclusion

On a consacré cette partie à l'étude détaillée de la conception de notre carte, le chapitre suivant sera réservé à la partie pratique où l'aspect matériel sera passé en revue.

Introduction :

Après études générales des différents éléments constituant notre carte électronique, on passe maintenant à la réalisation physique de notre projet. Dans cette partie on touchera aux différents logiciels et outils utilisés pour la création de notre carte.

IV.1. Programmation**IV. 1. a. Organigramme général**

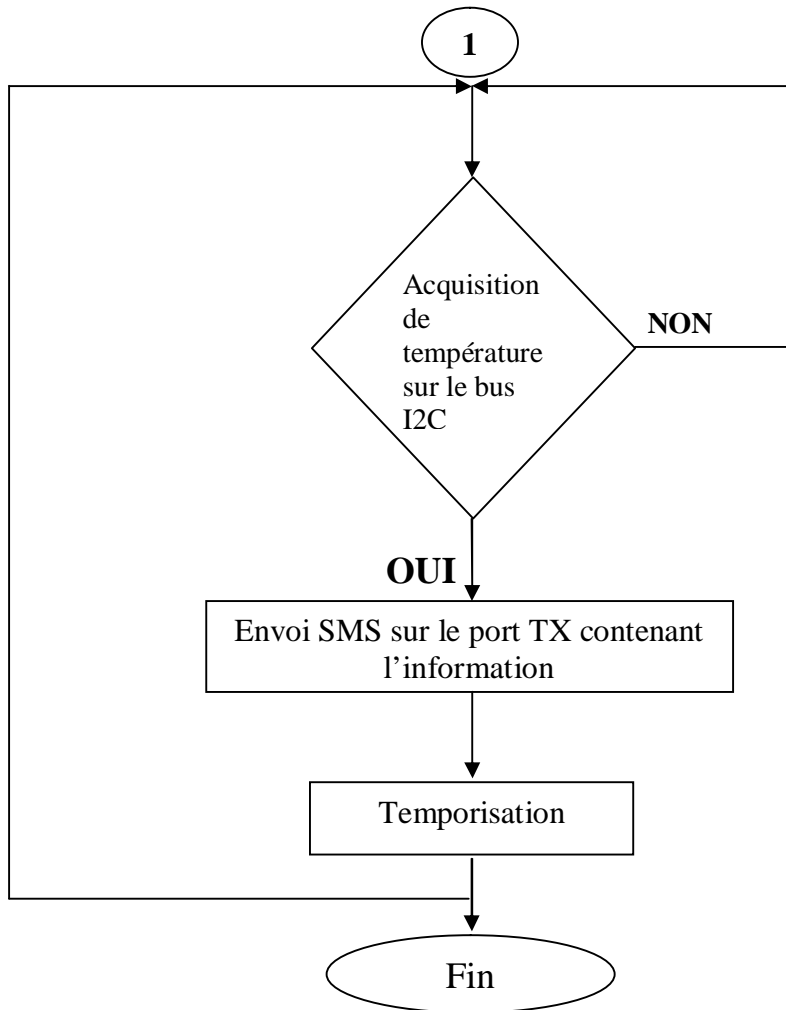
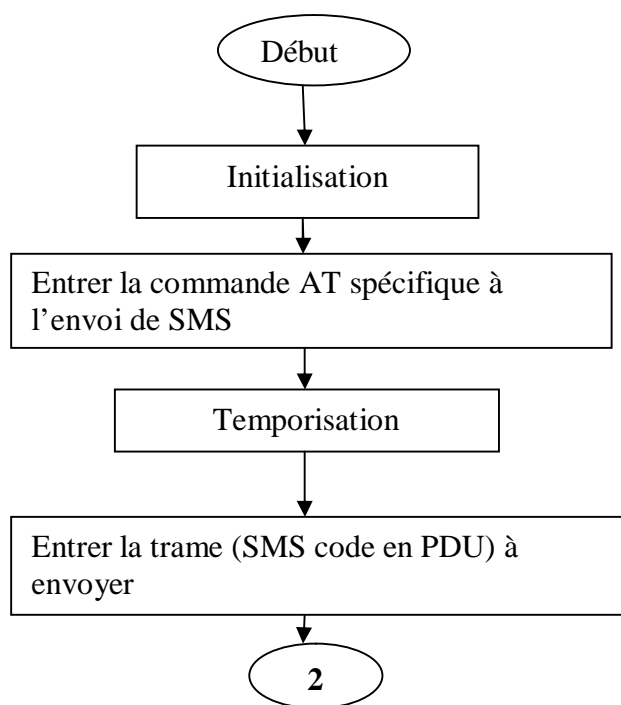


Figure. IV. 1. Organigramme général.

IV. 1. b. Organigramme d'envoi d'un SMS



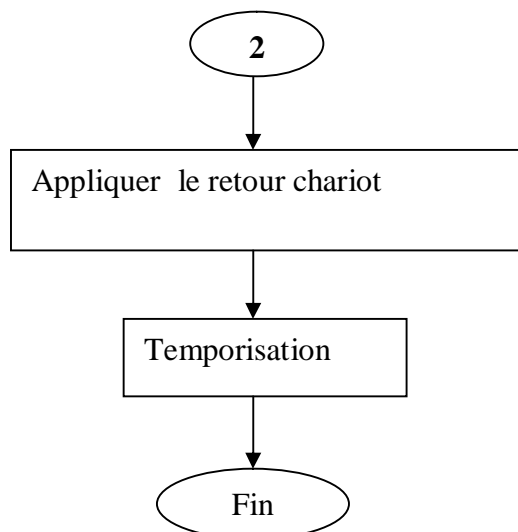
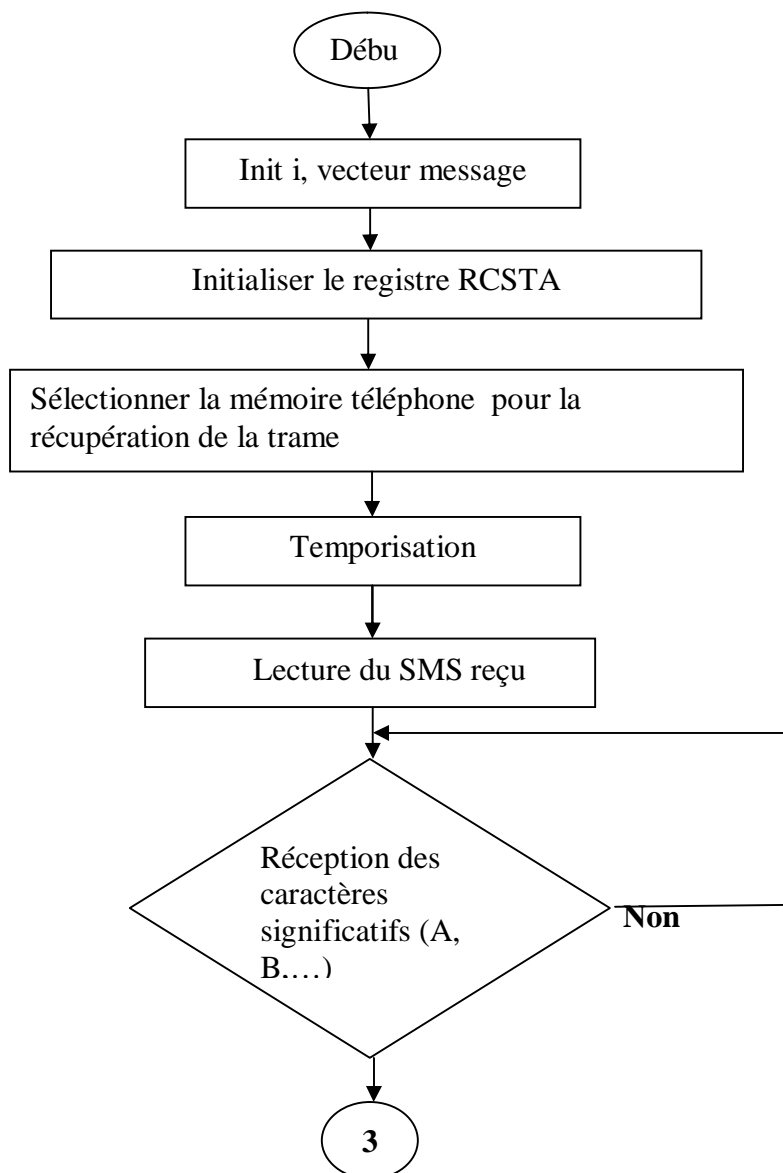


Figure. IV. 2. Organigramme d'envoi d'SMS

IV. 1. c. Organigramme de réception d'un SMS



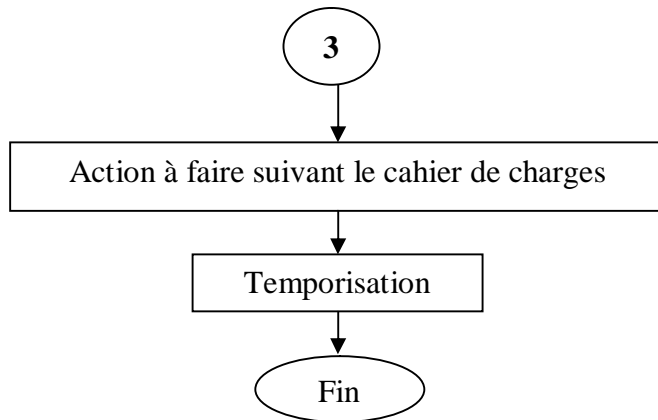
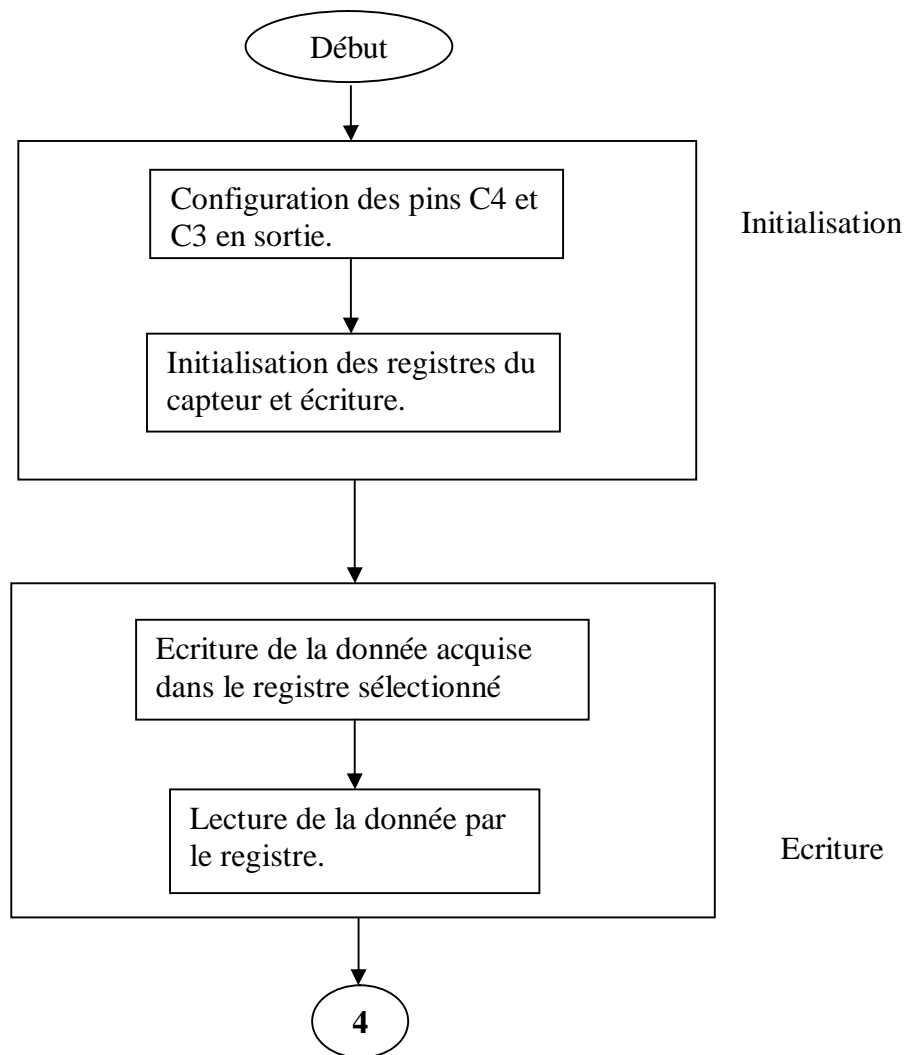


Figure. IV. 3. Organigramme de la réception d’SMS.

IV. 1. D. Organigramme d’acquisition des données par le bus I2C



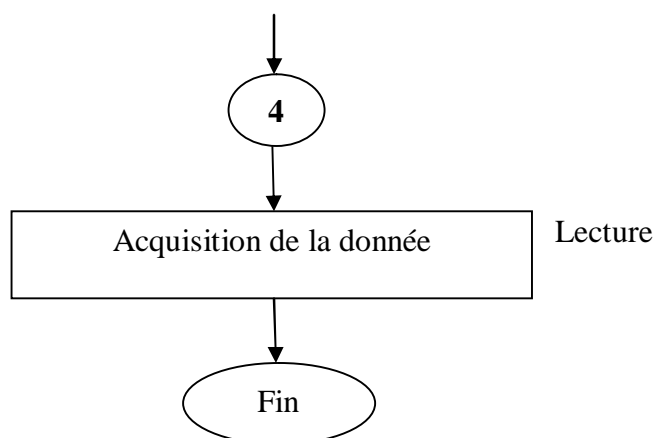


Figure IV.4. Organigramme d'acquisition des données par le bus I2C.

IV. 2. Essais de simulation

IV. 2. a. Description du logiciel ISIS

ISIS est un logiciel professionnel, utilisé dans l'électronique pour simuler des circuits. Il est également capable de simuler le fonctionnement du PIC avec tous les périphériques de la carte de commande.

L'utilisation du logiciel « ISIS » permet de mieux visualiser le bon déroulement du système ainsi que d'avoir une idée claire sur la partie matérielle et la conception des circuits imprimés. Il nous permet de limiter les essais réels.

IV. 2. b. Envoi d'un SMS

Pour envoyer un SMS, il Suffit de suivre les étapes suivantes :

- ü réaliser le schéma ci-dessous qui comporte un PIC16F877A et un terminal pour afficher le

SMS et un connecteur DB9qui assure la liaison entre le PIC et le téléphone portable.

- ü Télécharger le programme d'envoi d' SMS compilé dans le pic.
- ü Lancer la simulation en appuyant sur le bouton lire.

Le SMS sera envoyé et on aura l'image suivante.

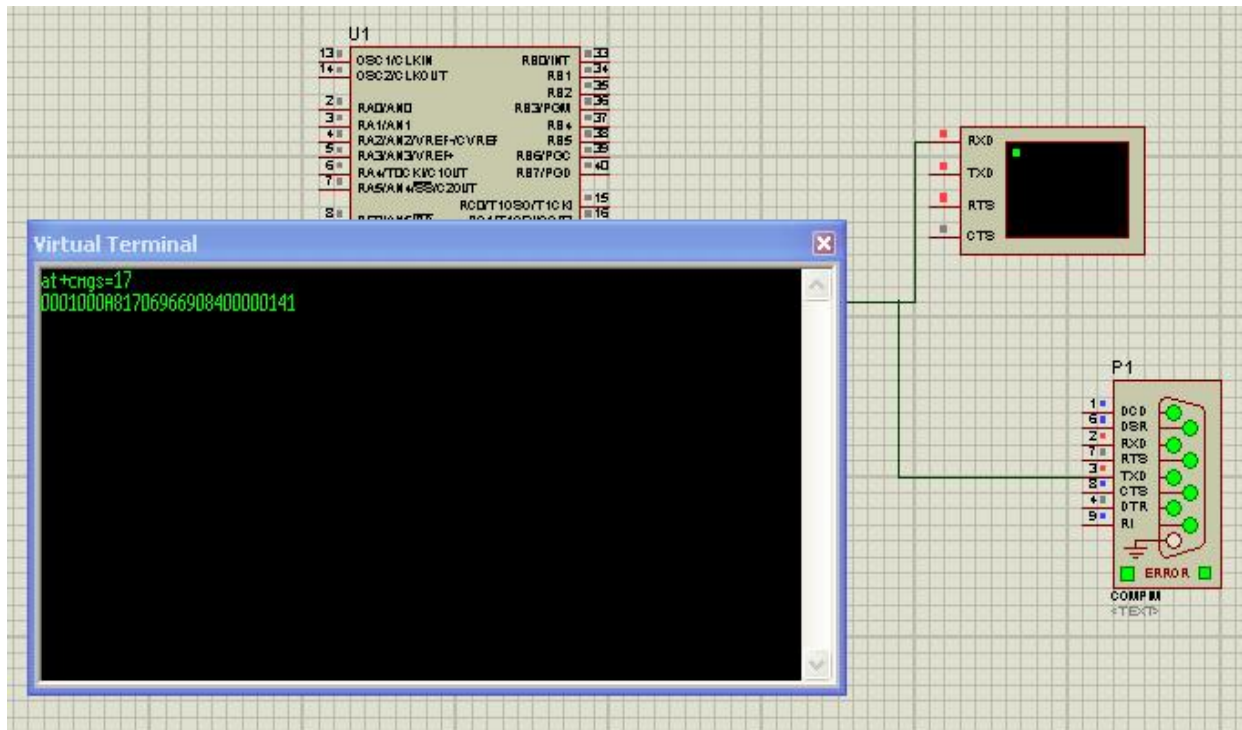


Figure. IV. 5. Envoi d'un SMS.

IV. 2. c. Réception d'un SMS

Pour la réception d'un SMS, on suit les mêmes étapes que l'envoi, la différence réside dans le programme injecté dans le pic.

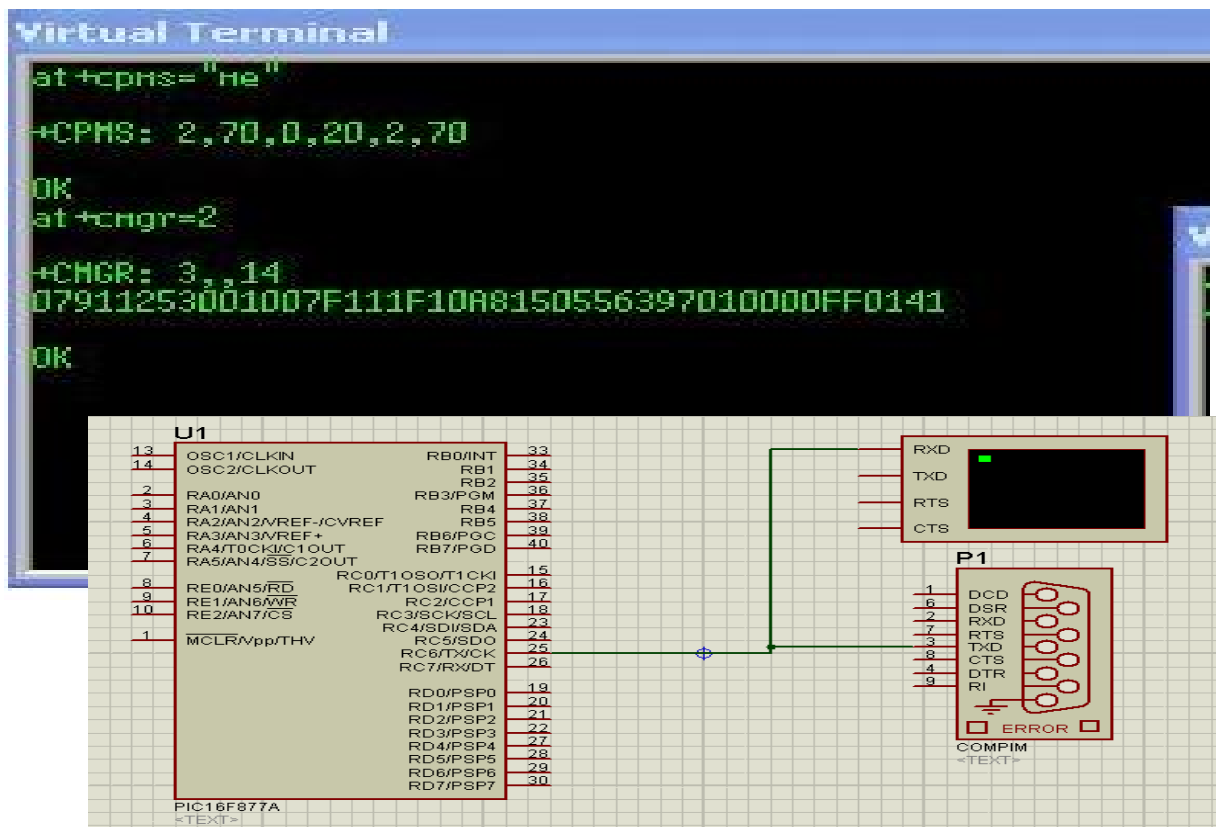


Figure. IV.6. Réception d'un SMS.

IV. 2.d Acquisition d'une température et l'envoyer par SMS

On a acquis une température d'une valeur de 40°C que nous avons par la suite envoyé par SMS comme le montre la figure suivante.

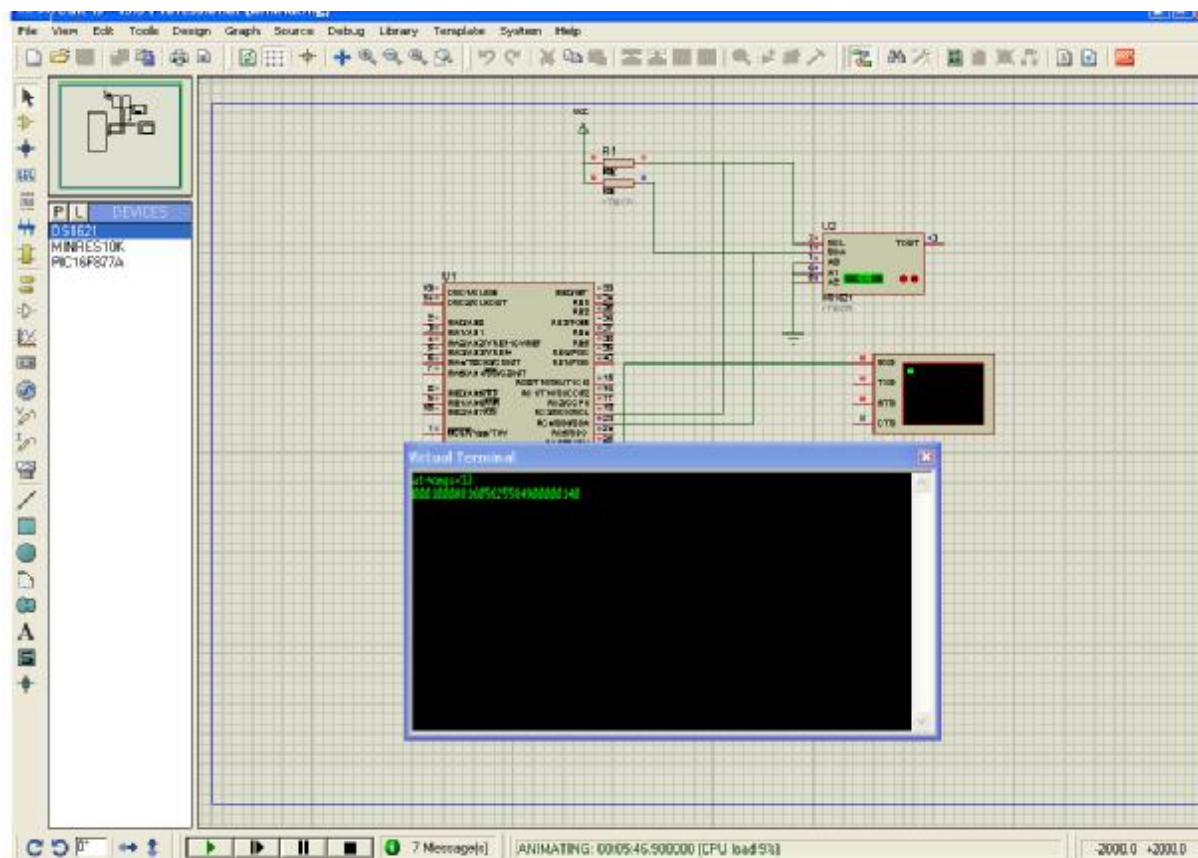


Figure. IV. 6. Acquisition d'une température.

IV. 3. Réalisation pratique

IV. 3. 1. Schémas électriques du système

Le schéma électrique de notre système ainsi l'adaptateur TTL /RS232 et la carte de capteur sont réalisés à l'aide du logiciels ISIS de (PROTEUS).

IV. 3. 1. 1. La carte d'acquisition et de commande

- Listes des composants

Circuits intégrés : U1 : régulateur 5V, U2 : PIC 16F877A, U3 : MAX232, U4 :ULN228

Résistances : R1= R3=...=R15=10KΩ

Condensateurs : C1=100μF, C2=470μF, C3=C4=100nF, C9=C10=15pF,

C2àC5 :1 μ F/électrolyte/15V

D1 :1N4002

D2, D3 :1N4148

REG : régulateur 78L05

J1 : barrette HE10 3 contact +cavalier

CN1 : bornier à vis 2 plots

CN2 : connecteur DB9 male

CN3 : connecteur spécifique au modèle de téléphone utilisé

IC1 : MAX232+support DIL16 broche

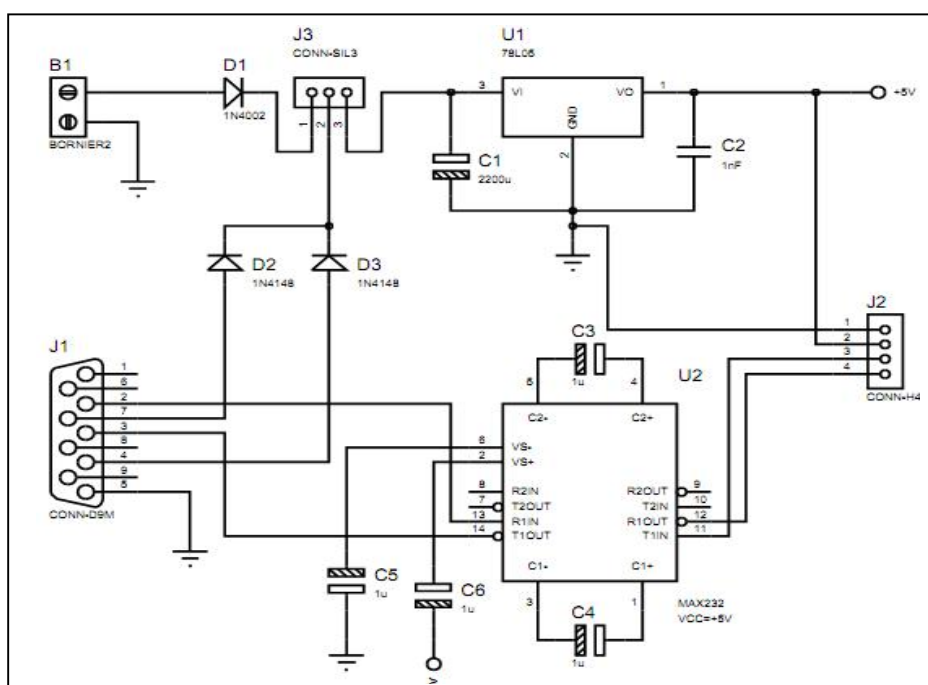


Figure. IV. 8. Circuit électrique de l'adaptateur TTL/rs232.

VI. 3 .1. 3. La carte du capteur DS 1621

- Liste des composants

U1 : capteur de température DS 16 21

R1, R2 : résistances 10K

B1, B2 : bornier à vis 2 plots

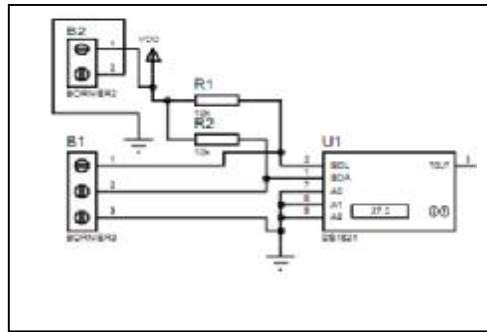


Figure. IV.9. Circuit électrique.

IV. 3. 2. Circuit imprimé du système

Le coté composant et circuit imprimé élaborés grâce aux logiciels ARES (PROTEUS) des différent cartes sont présente ci-dessus .

IV. 3. 2. 1. Présentation de l'ARES

C'est un logiciel permettant le routage des cartes électroniques en mode automatique ou manuel. Il est possible d'utiliser ARES sans avoir crée au préalable un schéma dans ISIS. Cette fonctionnalité permet de réaliser des circuits de faible complexité en plaçant les composants et en traçant les pistes directement sur ARES. Une fois les connections établies, il est possible d'effectuer un routage automatique des pistes. Dans ce logiciel vous pouvez également créer de nouveaux boitiers et les placer dans une bibliothèque.

VI. 3. 2 .2. Les cartes électroniques

VI. 3. 2 .2. 1. La carte d'acquisition et de commande

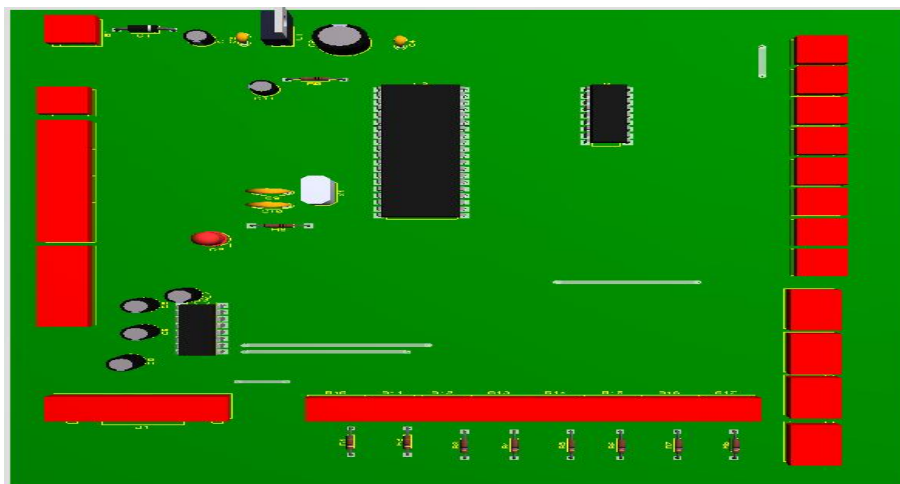
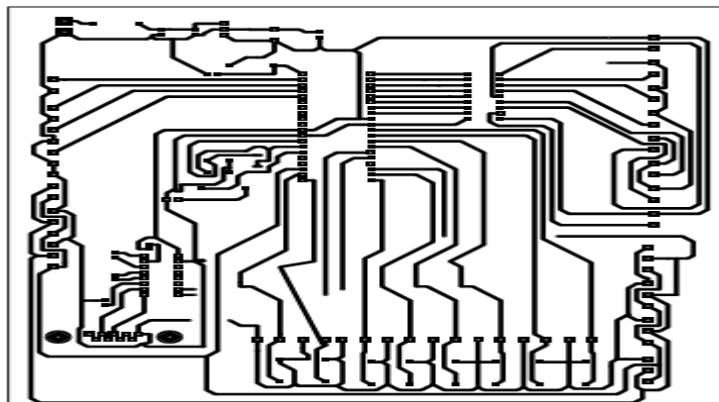


Figure. IV.10. Schéma de la carte en 3D.

a)



b)



Figure. IV. 11. Circuit imprimé : a) coté cuivre b) coté composants.

VI. 3. 2 .2. 2. La carte d'interface RS232

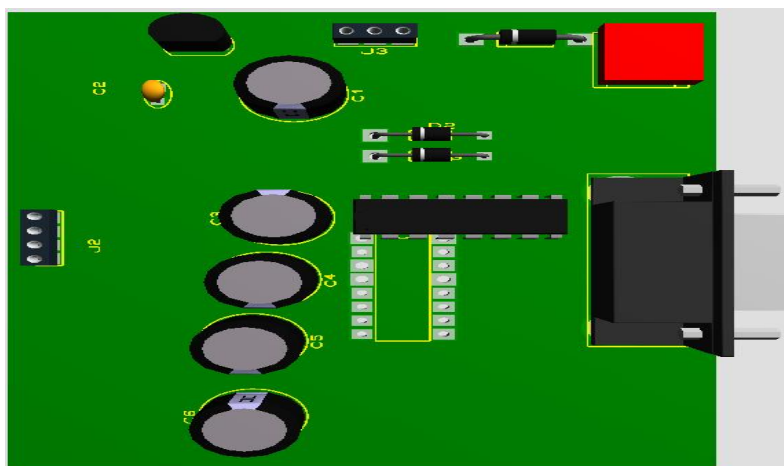


Figure. IV. 12. Schéma de la carte en 3D.

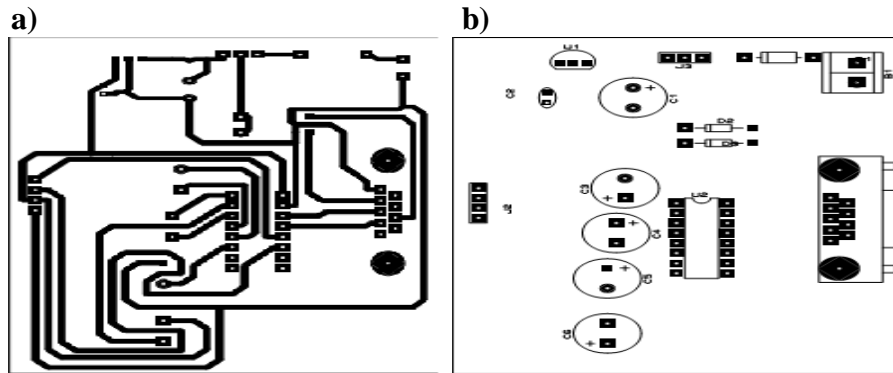


Figure. IV. 13. Circuit imprimé : a) coté cuivre, b) coté composants.

VI. 3. 2 .2. 3. La carte de capteur

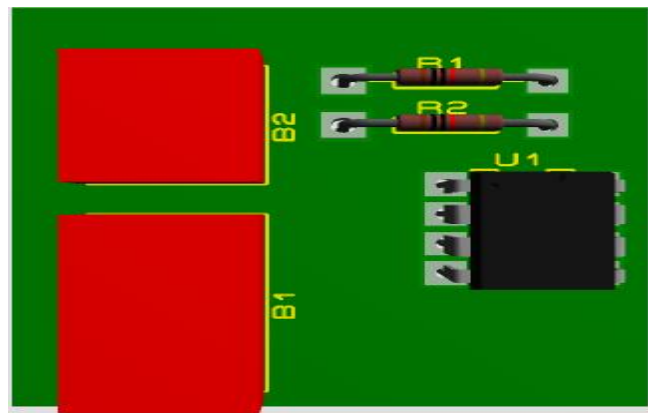


Figure. IV. 14. Schéma de la carte en 3D.

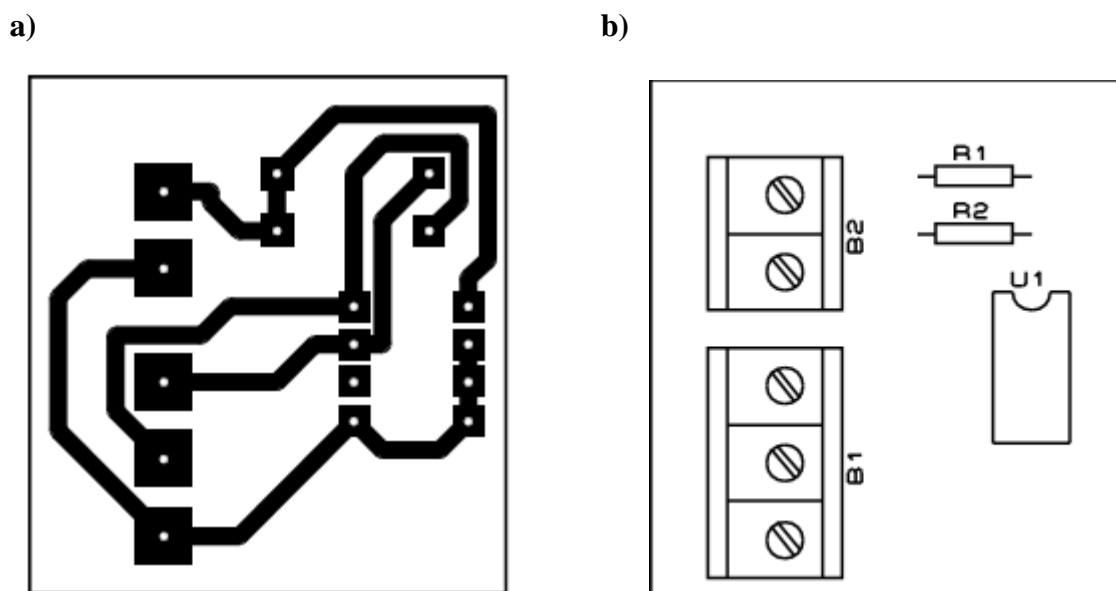


Figure. IV. 15. Circuit imprimé : a) coté cuivre, b) coté composants

Conclusion générale

Conclusion générale

L'utilisation du réseau de transmission GSM pour l'exécution à distance d'actions plus ou moins complexes telles que la manipulation d'équipements électriques et mécaniques est une voie prometteuse, à explorer pour les systèmes modernes de surveillance et de sécurité, voire également de domotique.

L'avantage principal d'un tel système est le gain de temps, ce qui se traduit par un gain d'argent.

Les bénéfices de ce système sont:

- La réduction des temps d'arrêt des systèmes
- La commande et le contrôle des machines à distance.
- La réduction du temps de réaction aux risques

L'élaboration de ce projet regroupe plusieurs parties, notamment, l'étude de l'ensemble des éléments constituant le système, la réalisation de la carte, le montage électronique et la programmation.

Nous avons eu l'occasion au cours de ce projet d'étudier, concevoir et utiliser divers matériels et logiciels.

Les résultats obtenus durant ce projet de fin d'étude sont satisfaisants et même encourageants. Certes il reste quelques améliorations à apporter, on note qu'il est déjà opérationnel.

Comme perspectives, notre carte peut être utilisée dans le domaine de la télésurveillance, vu son autonomie, son aspect évolutif. En effet les possibilités de développement, en langage évolué, sur systèmes embarqués est très passionnant et permet de réaliser "assez simplement" des applications d'un niveau de conception déjà élevé.

Enfin, nous espérons que ce mémoire fera office d'un guide d'utilisateur pour ceux qui s'intéressent aux systèmes de contrôle et de commande à distance, et servira comme moyen didactique pour les promotions à venir.

Résumé

Notre projet consiste à réaliser un système de contrôle et de commande à distance via le réseau GSM.

Le système se compose de deux parties :

- La première partie est une carte d'acquisition et de commande qui permet d'acquérir huit entrées analogiques, huit entrées numériques, des entrées I2c et des sorties de commande.
- La deuxième carte est une carte d'interface GSM (téléphone portable).

Le fonctionnement du système :

Le fonctionnement du système est simple, il suffit d'envoyer à l'aide d'un téléphone portable un SMS comportant une commande AT au module GSM (téléphone portable) qui sera acquis par le centre de messagerie, puis il s'envoie de ce dernier vers le module GSM, la carte d'acquisition et de commande récupère l'information(SMS) du module GSM à travers le port série pour commander les sorties (actionner ou désactionner le système) ou récupérer des informations (télémessures) des différents périphériques reliés à la carte d'acquisition et de commande.

ANNEXE

-Datasheet du pic 16F877A

-datasheet du capteur de température DS1621

-datasheet du MAX232

-tableau de l'alphabet GSM



Références bibliographiques

Ø Livres et revus:

ü DAVID REY, Interfaces GSM montage pour téléphone

(DUNOD, Paris, 2004).

ü CHRISTIAN TAVERNIER. Programmation en C des PIC

(DUNOD, Paris, 2003).

Ø Mémoires de fin d'études :

ü Etude et réalisation d'une carte de visualisation de la température à base du pic 16F876d'un moteur a la station de pompage de TASSADORT, promotion 2007, dirigé par Mr M. Laghrouche.

ü Conception et réalisation d'un régulateur de température à base de microcontrôleur 16F876

Promotion 2005 dirigé par Mr M. Laghrouche

ü Etude et réalisation d'une chaine de mesure de CO₂

Promotion 2010 dirigé par Mr k. BENNAMANE

Ø Sites internet et liens :

ü www.123people.fr cours d'Olivier Français sur les capteurs.

ü www.abcelectronique.com Cours Bigonoff sur les PIC.

ü www.discip.crdp.ac-caen.fr/crgelec/article.php?sid=48 cour sur les PIC

16F876 et 16F877

ü z.oumnad.123.fr cours sur les microcontrôleurs.

ü www.alldatasheet.net les datasheet des différents composants électroniques utilisés.

www.wikipédia.org