

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUEES
DÉPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie Electrique

Spécialité : Electronique des systèmes embarqués

THÈME

**Réalisation d'une Carte de Commande par
Communication GSM.
Application sur une Machine Electrique**

Préparé par : BETTEFAL Djaâfar

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Qualité
M. KOULALI	MCB	Président
A.TAHRI	MCB	Examineur 1
S. ZINE	MCB	Examineur 2
M. KOUADRIA	MCB	Encadreur

Année Universitaire : 2021 -2022

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout compatissant le tout miséricordieux, qui nous aide et qui nous a donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je dédie entièrement ce travail à mon père et ma mère, mes piliers, mes exemples, mes premiers supporteurs, leur soutien constant et ma plus grande force et toute ma famille.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon encadreur de ce mémoire KOUADRIA Mohamed le directeur du projet, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je désire aussi remercier Mr ARAB Mustapha de l'université de Chlef qui m'a orienté vers le but du sujet avec sa réflexion pratique ainsi Mr Kouan Moussa, Moussa Ahmed et Merabet Khaled et Zerrouki Mokhtar pour leur précieuse aides.

Enfin, je remercie mes amis qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

Résumé

Réalisation d'une carte de commande par communication GSM. Application sur une machine électrique

Résumé- Ce travail décrit une application qui consiste à commander un moteur électrique muni d'un capteur de température dont la sortie est reliée à un microcontrôleur. De la sorte, ce dernier permet de déclencher le moteur, de gérer les informations du capteur, de transmettre les messages SMS via un téléphone mobile et de les recevoir suivant un algorithme développé. Cette application présente plusieurs avantages par rapport à un système à base d'un microcontrôleur utilisé sans la téléphonie mobile. En effet, son principal avantage est qu'elle permet d'avoir des réponses rapides via SMS selon certaines conditions programmées par l'utilisateur, qui à son tour aura la possibilité de connaître à tout moment l'état de fonctionnement du système sans se soucier à intervenir directement puisqu'il se trouve dans un lieu aussi loin par rapport à celui où est implanté son système. Pour monter l'efficacité de cette application, un test de simulation ainsi qu'une réalisation pratique, seront effectués dans le présent mémoire.

Mots-clés : Commande, Communication, Microcontrôleur, Machine, GSM

Realization of a control card by GSM communication. Application on an electric machine

Abstract- This work describes an application which consists in controlling an electric motor equipped with a temperature sensor whose output is connected to a microcontroller. In this way, the latter allows to trigger the engine, to manage the information of the sensor, to transmit the SMS messages via a mobile phone and to receive them according to a developed algorithm. This application has several advantages over a system based on a microcontroller used without mobile telephony. Indeed, its main advantage is that it allows to have quick answers via SMS according to certain conditions programmed by the user, who in turn will have the possibility to know at any time the operating status of the system without worrying about intervening directly since it is in a place as far away from where its system is located. To show the effectiveness of this application, a simulation test as well as a practical realization will be carried out in this thesis.

Key-words: Control, Communication, Microcontroller, Machine, GSM

انجاز بطاقة تحكم عن طريق اتصالات ج س م. التطبيق على آلة كهربائية .

الملخص يصف هذا العمل تطبيقاً يتكون من التحكم في محرك كهربائي مزود بمستشعر درجة الحرارة الذي يتم توصيل خرجه بمعالج دقيق وبهذه الطريقة ، فإن هذا الأخير يجعل من الممكن تشغيل المحرك ، وإدارة المعلومات من المستشعر ، وإرسال رسائل SMS عبر الهاتف المحمول واستقبالها وفقاً لخوارزمية مطورة.. يتمتع هذا التطبيق بالعديد من المزايا مقارنة بنظام يعتمد على معالج دقيق يستخدم بدون الاتصالات الهاتفية المحمولة. في الواقع ، ميزته الرئيسية هي أنه يتيح الحصول على إجابات سريعة عبر الرسائل القصيرة وفقاً لشروط معينة مبرمجة من قبل المستخدم ، والذي بدوره سيكون لديه إمكانية معرفة حالة تشغيل النظام في أي وقت دون القلق بشأن التدخل المباشر لأنه في مكان بعيد جداً عن مكان نظامه. لإظهار فعالية هذا التطبيق ، سيتم إجراء اختبار محاكاة بالإضافة إلى إدراك عملي في هذه الأطروحة... .

كلمات مفتاحية: تحكم ، اتصالات ، معالج دقيق ، آلة ، ج س م

Liste des symboles et abréviations

Liste des abréviations

Gsm	Global system for mobiles
SMS	Short message service
SCADA	Système de contrôle et d'acquisition de données
GPS	Système américain de navigation et de localisation par satellite
AT	Attention précède toujours les commandes AT
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RAM	Random Access Memory
ROM	Read-Only Memory
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
CPU	Central processing unit
ADC	Analog to Digital Converter
DAC	Digital Analog Converter
CCP	Capture Compare PWM
E/S	Entrée / Sortie
CAN	Convertisseur analogique numérique
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal asynchronous receiver-transmitter
I²C	Inter Integrated Circuit Bus
ISR	Interrupt service routine
2G	Deuxième génération
TTL	Transistor-Transistor Logic
USB	Universal Serial Bus
FTDI 232	USB UART interface Integrated Circuit Devices
TXT	Transmit Data
RXD	Received data
DC044	CONVERTISSEUR Adaptateur Connecteur
COM	communication port
VSPE	Virtual Serial Port Emulator
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
PdU	Protocol Data Unit
WIFI	Wireless fidelity :
GND	Ground

Table des matières

Table des matières

	Page
Résumé.....	
Tables des matières.....	
Introduction générale.....	1
 Chapitre 1 : Généralités sur le système à microcontrôleurs et à base de technologies de communications	
1.1. Introduction	3
1.2. Définitions	3
1.3. Système à base d'un microcontrôleur.....	4
1.3.1. Domaines d'application.....	4
1.3.2. Outils de développement du microcontrôleur.....	5
1.3.3. Les périphériques d'entrée.....	5
1.3.4. Les périphériques de sortie	7
1.3.5. Domaine d'application d'un système à microcontrôleur.....	8
1.3.6. Avantages et inconvénients d'un système à microcontrôleur.....	9
1.4. Système à base de modules de communication.....	9
1.4.1. Les modules de communication.....	10
1.4.2. Domaine d'application d'un système à module de communication.....	12
1.4.3. Avantages et inconvénients d'un système à module de communication.....	16
1.5. Conclusion.....	17
 Chapitre2 : Etude de la carte de commande à communication GSM	
2.1. Introduction.....	18
2.2. Cadre du projet.....	18
2.3. Cahier des charges proposé.....	18
2.4. Avantages du projet.....	19
2.5. Etude du système à réaliser.....	19
2.5.1. Présentation du microcontrôleur.....	20
2.5.2. Présentation du module GSM.....	24
2.5.3. Convertisseur USB TTL	27
2.5.4. Commandes AT.....	30

2.5.5 Capteur de température LM 35.....	32
2.5.6 Circuit de puissance	32
2.6. Conclusion.....	35

Chapitre 3 : Simulations du fonctionnement des circuits

3.1 Introduction.....	36
3.2 Description des organigrammes.....	36
3.2.1 Organigrammes module GSM- Utilisateur.....	36
3.2.2 Organigramme Utilisateur- module GSM.....	37
3.3 Simulations.....	39
3.3.1 Simulations module GSM- Utilisateur.....	39
3.3.2 Simulation Utilisateur- module GSM.....	42
3.4 Conclusion.....	44

Chapitre4 : Réalisations pratiques

4.1. Introduction.....	45
4.2. Matériels et logiciel utilisés.....	45
4.3 Estimation du coût du projet réalisé.....	46
4.4 Réalisations pratiques.....	46
4.4.1. Test de fonctionnement du module GSM	46
4.4.2. Carte électronique du système réalisé à base du microcontrôleur et du module GSM	51
4.5. Circuit imprimé.....	52
4.6. Conclusion.....	54

Conclusion générale.....	55
--------------------------	----

Annexe

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure 1.1	<i>Structure générale du système à base d'un microcontrôleur</i>	4
Figure 1.2	<i>Quelques périphériques d'entrée</i>	7
Figure 1.3	<i>Quelques périphériques de sortie</i>	8
Figure 1.4	<i>Quelques périphériques d'entrée/de sortie</i>	8
Figure 1.5	<i>Structure générale du système à base de module de communication</i>	10
Figure 1.6	<i>Cas d'un module de communication wifi</i>	10
Figure 1.7	<i>Exemple de module GSM</i>	11
Figure 1.8	<i>Module GPS</i>	12
Figure 1.9	<i>Module de communication Bluetooth</i>	12
Figure 1.10	<i>Système d'irrigation à Internet</i>	13
Figure 1.11	<i>Système de sécurité d'un entrepôt à base de GSM</i>	13
Figure 1.12	<i>Système de sécurité d'un entrepôt à base de GSM</i>	14
Figure 1.13	<i>Collier GPS pour animaux de compagnie</i>	15
Figure 1.14	<i>Parking souterrain à base de Bluetooth</i>	15
Figure 2.1	<i>Structure générale du système</i>	20
Figure 2.2	<i>Brochage du PIC 16F877A</i>	21
Figure 2.3	<i>Architecture interne du PIC 16F877A</i>	22
Figure 2.4	<i>Présentation du module GSM SIM 808</i>	25
Figure 2.5	<i>Encoche de la carte SIM</i>	26
Figure 2.6	<i>Antennes GPS et GSM, Bluetooth</i>	27
Figure 2.7	<i>Types de convertisseurs USB TTL</i>	27
Figure 2.8	<i>Installation du pilote USB TTL sous Windows</i>	28
Figure 2.9	<i>Transmission commande AT</i>	30
Figure 2.10	<i>Brochage LM 35</i>	32
Figure 2.11	<i>Circuit à relais</i>	33
Figure 3.1	<i>Organigramme d'envoi de SMS du GSM à l'utilisateur</i>	38
Figure 3.2	<i>Organigramme d'envoi de SMS de l'utilisateur au GSM</i>	39
Figure 3.3	<i>Circuit électronique pour l'envoi de SMS du PIC au GSM</i>	41
Figure 3.4	<i>SMS envoyés par PC et SMS reçus par GSM</i>	42
Figure 3.5	<i>Liaison entre le port physique(GSM) et virtuel (application)</i>	42
Figure 3.6	<i>Circuit électronique pour la réception de SMS du GSM vers le PIC</i>	43
Figure 3.7	<i>Panneau de configuration du composant « COMPIM » de Proteus</i>	44
Figure 3.8	<i>SMS reçus du GSM au PIC</i>	44
Figure 3.9	<i>Liaison en le port physique(GSM) et virtuel (application)</i>	44

Figure 4.1	<i>Vérification du port COM du PC connecté au périphérique FTDI 232</i>	48
Figure 4.2	<i>Liaison du Port physique au Port virtuel</i>	49
Figure 4.3	<i>Circuits connectés pour le test du module GSM</i>	50
Figure 4.4	<i>Commandes envoyées de l'HyperTerminal vers GSM</i>	51
Figure 4.5	<i>SMS envoyé du GSM vers mobile</i>	51
Figure 4.6	<i>SMS envoyé du pic vers GSM</i>	52
Figure 4.7	<i>SMS envoyé du GSM vers mobile</i>	52
Figure 4.8	<i>Carte électronique à base du microcontrôleur 16F877A et le module GSM</i>	53
Figure 4.9	<i>SMS envoyé du GSM vers mobile</i>	54
Figure 4.10	<i>Circuit imprimé</i>	54
Figure 4.11	<i>Carte électronique. Circuit imprimé en format 3D</i>	55

Introduction générale

Introduction générale

Aujourd'hui, le GSM (Global System for Mobile communication) continue de se répandre dans le monde entier et ne cesse d'être utilisé par de millions d'utilisateurs, ce qui représente une exploitation élevée de tout ce qui peut envoyer et recevoir des données sans fil.

Ainsi, la commande à distance offre la possibilité d'une transmission pour agir à distance et pour, simultanément, être toujours informé de la situation afin de prendre les décisions convenables [1]. Cet intérêt grandissant est dû à plusieurs paramètres notamment la rapidité de transmission de données et à grande vitesse, simple à installer, le faible coût d'introduction et d'entretien [2]. D'autre part, les avancées réalisées dans le domaine des capteurs ont favorisé l'utilisation de la technologie à base de modules GSM dans des milieux hostiles où l'intervention humaine est très difficile à atteindre.

De nos jours les modules GSM sont couramment utilisés dans une large gamme d'applications électroniques, et ils sont devenus nécessaires pour communiquer avec les microcontrôleurs. Ce qui donne la possibilité d'envoyer et de recevoir de SMS puisque la distance n'est plus un souci et le réseau GSM couvre la plupart des territoires dans le monde. Ainsi, c'est sur ce principe que notre travail est centré : réalisation d'une carte de commande par communication GSM. Application sur une Machine Electrique.

Notre travail présente plusieurs avantages par rapport à un système à base d'un microcontrôleur utilisé sans la téléphonie mobile. En effet, son principal avantage est qu'elle permet d'avoir des réponses rapides via SMS selon certaines conditions programmées par l'utilisateur, qui à son tour aura la possibilité de connaître à tout moment l'état de fonctionnement du système sans se soucier à intervenir directement puisqu'il se trouve dans un lieu aussi loin par rapport à celui où est implanté son système.

Le principe fondamental des applications à base de microcontrôleurs est de connecter un module GSM. Dans ce cas, les instructions AT sont nécessaires pour communiquer avec un module GSM. Ce dernier est alors activé pour effectuer l'action requise après que le

microcontrôleur lui a transmis ces ordres. Par la suite, l'utilisateur aura l'avantage de pouvoir contrôler son système selon ses cas de sortie programmés, et cela pourrait fonctionner que s'il y a de signaux.

Dans ce mémoire, nous proposons de commander un moteur électrique fonctionnant dans un lieu loin par rapport à celui de l'utilisateur. Ce moteur est muni d'un capteur de température, ce qui permet la transmission de messages suivant certaines conditions. Le choix de ce type de système s'explique par le fait que, le module GSM qui est comparable au téléphone portable utilisé dans notre cas permet de minimiser les déplacements et trop d'interventions sur place de l'utilisateur.

En conséquence, le mémoire de master est structuré comme suit :

Nous abordons notre étude par le premier chapitre qui sera consacré à la présentation générale des différentes composantes et outils appliqués dans des systèmes à base de technologies de communication et les microcontrôleurs.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons une étude détaillée du système à réaliser. Donc, nous aurons la possibilité d'étudier : la partie de traitement destinée à la commande du moteur en fonction de la température liée à son fonctionnement, l'entité intervenante dans la transmission de données qui est le module GSM.

Le troisième chapitre sera consacré aux différentes simulations, ce qui nous permettra de pouvoir vérifier le fonctionnement de notre système dans les situations virtuelles.

Enfin le quatrième et dernier chapitre sera consacré à la réalisation pratique. Dans ce cas, le module GSM sera testé suivant deux possibilités à savoir l'emploi de l'HyperTerminal et du Proteus. Par la suite, l'application du microcontrôleur sera employée avec un capteur et un module GSM pour l'échange de SMS avec l'utilisateur sur l'état de fonctionnement du moteur.

Chapitre 1

Généralités sur le système à microcontrôleurs et à base
de technologies de communications

1.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons d'abord la terminologie utilisée dans les systèmes à base de microcontrôleurs et de modules de communication. Après avoir illustré les périphériques d'entrée et de sortie d'un système à microcontrôleurs, nous décrivons le domaine d'applications du différent type de module de communication, ainsi que leurs particularités dans l'échange d'informations à distance avec le minimum d'intervention humaine.

1.2. Définitions

- **Gsm** : est une norme numérique utilisant plusieurs bandes de fréquences pour la communication du système mobile [3].
- **Module GSM** : est une puce ou un circuit qui va servir à établir une communication entre un appareil mobile ou une machine informatique et un système GSM [4].
- **Microcontrôleur** : est un circuit intégré de traitement de l'information possédant des circuits d'interface intégrés et fonctionnant de façon autonome après programmation.
- **Capteur** : Organe qui élabore, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique, souvent de nature électrique, utilisable à des fins de mesure ou de commande. [5].
- **Circuit de puissance** : Un circuit de puissance est défini comme tout circuit utilisé pour transporter de l'électricité nécessaire au fonctionnement une charge [6].
- **Téléphone mobile** : est un appareil conçu pour pouvoir communiquer à distance [7].
- **Commande** : est défini comme étant un dispositif qui permet de diriger ou de réguler le comportement d'autres dispositifs ou systèmes pour obtenir un résultat souhaité. [8].
- **Contrôle** : ensemble d'activités techniques et de technologies destinées à l'automatisation des procédés et de systèmes de fabrication industrielle [9].
- **Acquisition de données** : correspond à la mesure d'un phénomène physique ou électrique tel que le courant, la tension,... à l'aide d'un dispositif à base de capteurs [10].
- **Actionneur** : un actionneur est un objet qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique qui fournit un travail, modifie le comportement ou l'état d'un système [11].

- **Pré-actionneur** : est un constituant dont le rôle est de distribuer, sur ordre de la P.C., l'énergie utile aux actionneurs [12].
- **SMS** : Message alphanumérique de longueur limitée, que l'on peut recevoir ou envoyer sur un terminal mobile ou sur un ordinateur [13].

1.3. Système à base d'un microcontrôleur

Les microcontrôleurs peuvent être utilisés pour concevoir des systèmes pour effectuer certaines tâches spéciales. Voici une liste de certains systèmes qui peuvent être conçus à l'aide de microcontrôleurs. Les microcontrôleurs sont souvent utilisés dans l'élaboration de systèmes embarqués, nécessitant des traitements spécialisés

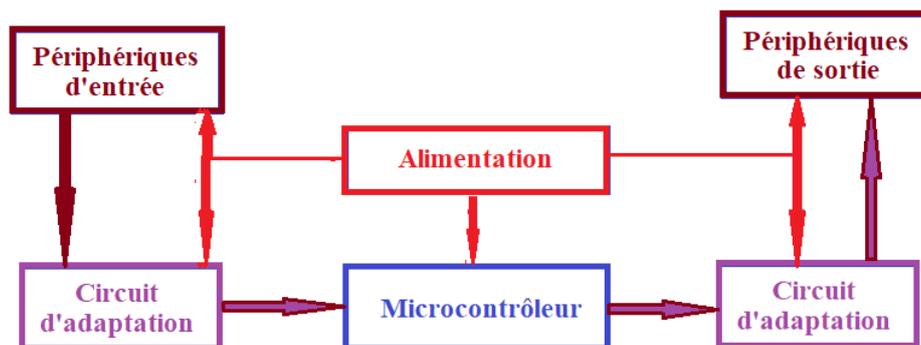


Figure 1.1 Structure générale du système à base d'un microcontrôleur

1.3.1. Domaines d'application

1. **Agriculture** (Irrigation, régulation automatiquement de l'humidité du sol, surveillance des cultures, pulvérisation des cultures, évaluation de la santé des cultures, Surveillance de l'état des animaux, serres)
2. **Industrie** (contrôle des moteurs, sécurité, alarme de prévention, alarme de protection,...)
3. **Médical** (Température corporelle, Pression artérielle, Glycémie,...)
4. **Appareils ménagers** (machines à laver, les climatiseurs, les fours à micro-ondes, les aspirateurs et les réfrigérateurs,...)

1.3.2 Outils de développement du microcontrôleur

Dans ce cas, nous allons donner quelques Outils de programmation du PIC

Cas 1 : MikroC Pro, les outils de programmation nécessaires sont :

- 1- Edite le code
- 2- Compiler
- **le code hexadécimal peut être chargé dans le pic par l'un des 2 utilitaires suivants :**
 - 1- Picket 3
 - 2- Ou Pic_Avr_Bootloader

Cas 2 : MPLAB, les outils de programmation nécessaires sont :

- 1- Edite le code
- 2- Compiler
- **le code hexadécimal peut être gravé dans la mémoire du PIC par l'un des 3 utilitaires suivants :**
 - 3- PICCA
 - 4- Ou ICPROG
 - 5- Ou Pic_Avr_Bootloader

Cas 3 : CCS C Compiler (Custom Computer Services), les outils de programmation nécessaires sont :

- 1- Edite le code
- 2- Compiler
- **le code hexadécimal peut être chargé dans le pic par l'un des 2 utilitaires suivants :**
 - 3- DPIC / EasyPic7
 - 4- Ou Pic_Avr_Bootloader

1.3.3. Les périphériques d'entrée

Un périphérique d'entrée est un élément utilisé à l'entrée d'un système fonctionnel permettant de fournir des données et des signaux de commande à un système de traitement de l'information, par exemple un microcontrôleur. Les exemples de périphériques d'entrée incluent les interrupteurs, les microphones, les capteurs,

Les périphériques d'entrée souvent utilisés sont les capteurs. Ces derniers délivrent des tensions ou des courants analogiques. Les capteurs peuvent être classés comme suit [6] :

- Des grandeurs électriques (tension, courant, puissance),
- Les températures
- Les forces
- Les déplacements

Il est à noter que, certains de ces capteurs délivrent des tensions très faibles, de l'ordre du millivolt, il faut prendre des précautions spéciales pour que leur connexion au circuit de traitement (par exemple, Microcontrôleur) n'introduise pas d'erreurs inacceptables. La tendance actuelle en matière de capteurs consiste à utiliser des techniques numériques. La figure suivante illustre un exemple de cas de circuits introduits dans les applications à de microcontrôleurs, d'arduino, raspberry pi, Pic, 8051, AVR, MSP...

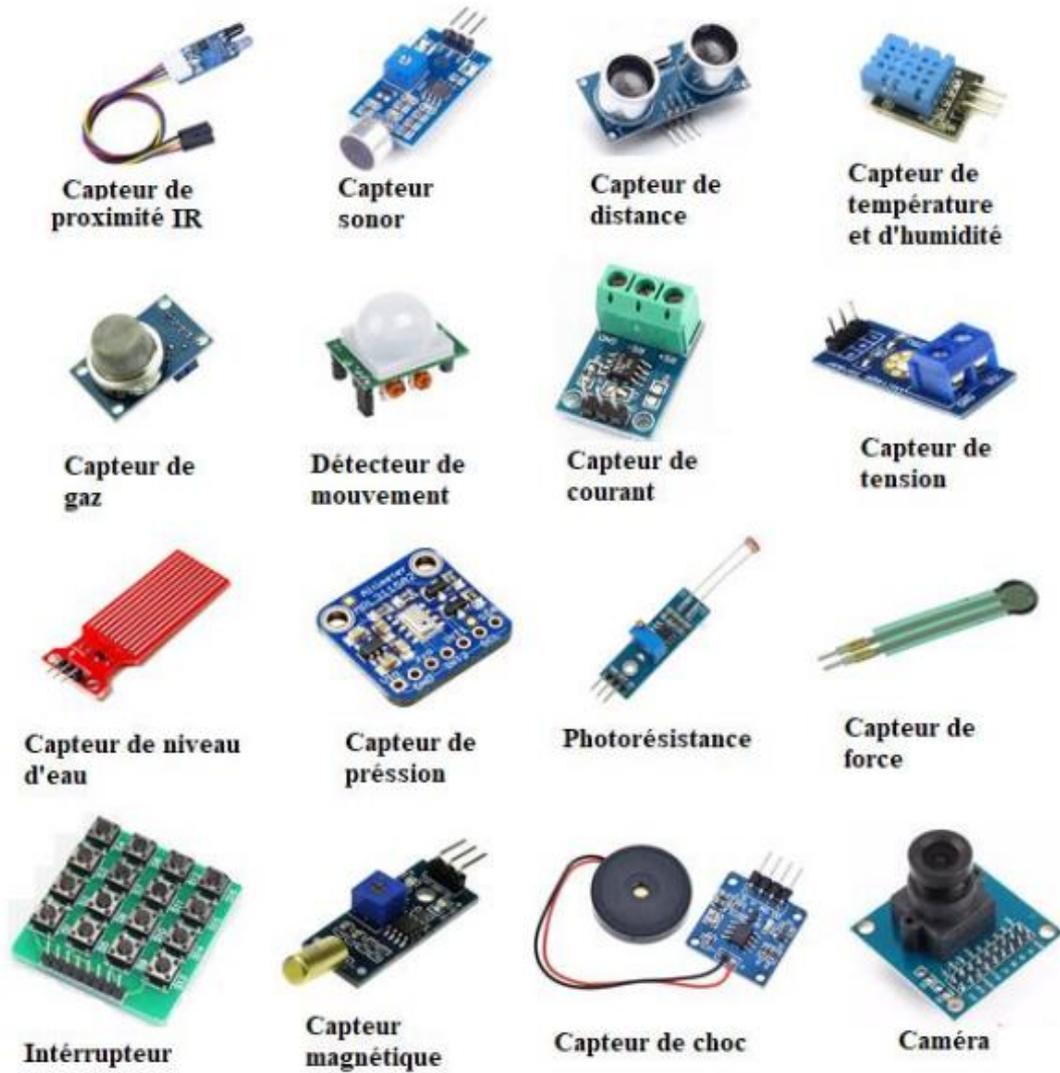


Figure 1.2 Quelques périphériques d'entrée

1.3.4. Les périphériques de sortie

Un périphérique de sortie est tout élément d'un système fonctionnel qui convertit les informations sous une forme perceptible par l'utilisateur. Il peut être textuel, graphique, sonore, audio, rotationnel, lumineuse,....

Tout comme les périphériques d'entrée, il existe un grand nombre d'actionneurs, en voici quelques exemples.



Figure 1.3 *Quelques périphériques de sortie*

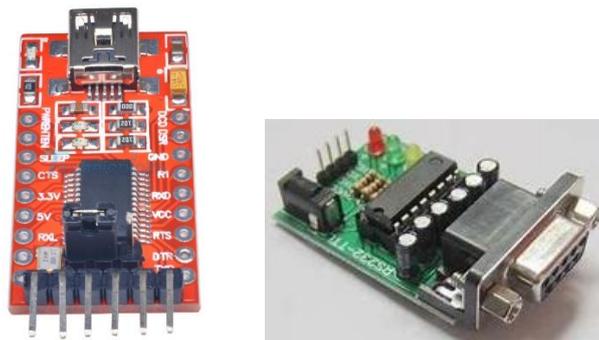


Figure 1.4 *Quelques périphériques d'entrée/de sortie*

1.3.5. Domaine d'application d'un système à microcontrôleur [14]

- Dispositifs de détection et de contrôle de la lumière
- Dispositifs de détection et de contrôle de la température
- Détection d'incendie et dispositifs de sécurité
- Dispositifs d'instrumentation industrielle
- Dispositifs de contrôle de processus
- Voltmètre
- Mesure d'objets tournants
- Compteur de courant

1.3.6. Avantages et inconvénients d'un système à microcontrôleur

Un système à microcontrôleur est un système électrique, caractérisé par une combinaison de matériel et de logiciel. Ainsi, nous donnons quelques de ses avantages et inconvénients [15][16] :

- Son coût de réalisation et sa taille selon le nombre de composants utilisés sont moindres.
- Comme il est fonctionnel à base d'actionneurs de faible puissance, il peut l'être dans le cas en haute puissance.
- Il a très peu d'interconnexions.
- Il peut répondre aux actions en un minimum de temps (temps réel).
- Les opérations effectuées par le système à microcontrôleur sont plus précises car elles sont conçues à l'aide de logiciels avancés.

Inconvénients d'un système à microcontrôleur

- Si le système est endommagé, une grande partie de sa circuiterie peut être modifiée ou supprimée.
- Les erreurs de tel système sont moins difficiles à rectifier et à résoudre.
- Le système à microcontrôleur sont très difficiles à mettre à niveau et à mettre jour.
- D'énormes modifications ne peuvent pas être mises en œuvre sur ces systèmes.
- Ressources limitées pour la mémoire
- Moins de durabilité de l'alimentation dans le cas où le système est complètement autonome.
 - Limitations pour le matériel, en raison de sa réalisation pour une tâche spécifique.
 - Plus difficile de déplacer des données d'un système à un autre système.

1.4. Système à base de modules de communication

De nos jours, la technologie de communication a presque révolutionnée tous les secteurs, ce qui a permis de pouvoir minimiser l'intervention humaine, et plus particulièrement dans des lieux considérés très difficiles à atteindre où dans des

entreprises modernes ayant des systèmes à grandes échelles faisant référence à l'utilisation des technologies modernes

telles que les courriels, les téléphones portables, la figure suivante montre qu'un système programmable peut être fonctionnel à la base de technologies de communication.

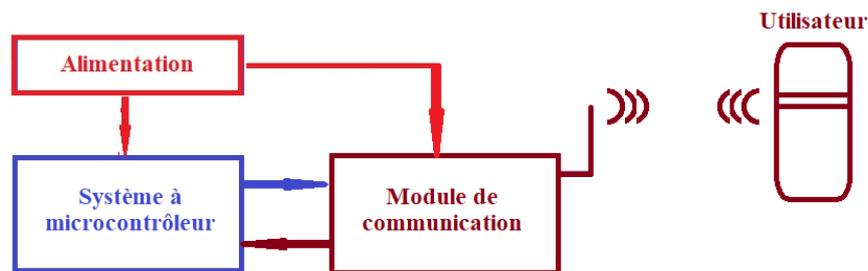


Figure 1.5 Structure générale du système à base de module de communication

1.4.1. Les modules de communication

A- Module Wifi

Un **module wifi** est conçu sous la forme d'un système sur puce. il intègre :

- des couches de **protocole de communication TCP/IP**,
- une mémoire de **4 Mo**
- des circuits (régulateurs, amplificateurs, etc.).

Un module wifi permet à n'importe quel microcontrôleur d'accéder au réseau Wifi depuis un projet connecté. La figure 1.6 montre un exemple de module wifi, il s'agit d'ESP8266.

Prix d'achat : 52.90 Euro = 8227,77 DA.

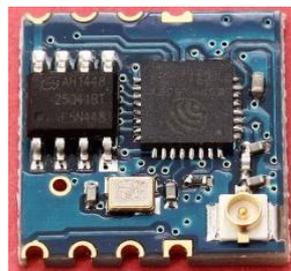


Figure 1.6 Cas d'un module de communication wifi

B- Module Gsm

Un module GSM, ou modem GSM, ou Contrôleur GSM est un boîtier électronique muni d'une carte SIM, qui se connecte au réseau téléphonique comme un téléphone portable. Ainsi il dispose de son propre numéro de téléphone, et fonctionne partout dans le monde où il existe un réseau cellulaire GSM. La figure 1.7 représente le cas du module GSM SIM900.

Prix d'achat : 14.85 Euro = 2309,69 DA



Figure 1.7 Exemple de module GSM

C- Module GPS

Les récepteurs GPS sont généralement utilisés dans les smartphones, les systèmes de gestion de flotte, l'armée, etc. pour le suivi ou la localisation.

Le système de positionnement global (GPS) est un système de satellites qui utilise des satellites et des stations au sol pour mesurer et calculer sa position sur terre.

Le GPS est également connu sous le nom de système de navigation avec temps et distance (NAVSTAR) GPS.

Le récepteur GPS doit recevoir des données d'au moins 4 satellites à des fins de précision. Le récepteur GPS ne transmet aucune information aux satellites.

Prix d'achat : 46.54 Euro = 7238,57 DA



Figure 1.8 *Module GPS*

D- Module Bluetooth

Les modules Bluetooth sont des composants de liaison sans fil qui sont généralement attachés à une carte-mère pour permettre au dispositif de diffuser et se connecter via un signal Bluetooth. Un module Bluetooth peut être installé dans de nombreux périphériques différents et peut améliorer considérablement leurs fonctions de base. La technologie Bluetooth est répartie en "classes" qui sont 1, 2 ou 3. Le niveau de la classe détermine la gamme de l'appareil, la classe 1 étant la meilleure dans cette gamme pour la plage de fonctionnement.

Bluetooth consomme très peu d'énergie.

Prix d'achat : 5.40 Euro = 839,89 DA



Figure 1.9 *Module de communication Bluetooth*

1.4.2. Domaine d'application d'un système à module de communication

A- Module wifi

Application dans le domaine agricole. Un module WIFI utilisé permettant de connecter le système d'irrigation à Internet avec différents types de capteurs. Ce qui permet d'informer l'agriculteur sur l'approvisionnement en eau du sol [17]



Figure 1.10 *Système d'irrigation à Internet*

Dans cette 'application un IoT est utilisé pour contrôler le dispositif de combustion d'un déchet organique via un accès Wifi [18]

B- Gsm

- Système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) des processus industriels localement ou à distance [19].
- Système de détection et de surveillance du niveau de liquide dans toute unité de production disposant de grands réservoirs pour le stockage et l'approvisionnement en liquide connecté à un module GSM [20].
- Système d'appareils de surveillance des rayonnements tels qu'un radiomètre sans fils via SMS [21].
- Système d'irrigation automatique dans le domaine agricole basé sur la communication sans fils [22].
- Système de sécurité des lieux (maison, parking, entrepôt,..) [23]



Figure 1.11 *Système de sécurité d'un entrepôt à base de GSM*



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figure 1.12 *Système de sécurité d'un entrepôt à base de GSM*

- (a) *Surveillance et contrôle de serre basés sur GSM*
- (b) *Système de sécurité domestique basé sur GSM*
- (c) *Système de suivi solaire à GSM*
- (d) *Système de détection d'incendie de forêt utilisant*
- (e) *Système industrielle basé sur GSM pour le contrôle automatique*
- (f) *Passage à niveau ferroviaire contrôlé par GSM*

C- GPS

- Appliqué dans le cas de dispositif embarqué à l'intérieur d'un véhicule dont les positions doivent être déterminées et suivies en temps réel [24].
- Situation pour pouvoir détecter les accidents à l'aide d'un élément de détection de vibration et un véhicule peut être localisé par un module GPS. Les alertes d'accident sont ensuite envoyées à l'équipe de secours [25].
- Un système de suivi automatique incorporant la technologie GPS sous la forme d'un appareil qui serait attaché au corps d'un animal et surveillerait en permanence la position de l'animal par rapport aux limites définies par GPS à l'intérieur d'une réserve [26].



Figure 1.13 Collier GPS pour animaux de compagnie

- Utilisation du GPS dans l'agriculture pour le guidage des tracteurs en pilote automatique [27].

D- Bluetooth

[28] lieux intelligents utilisant des appareils connectés via la technologie Bluetooth à un téléphone portable.

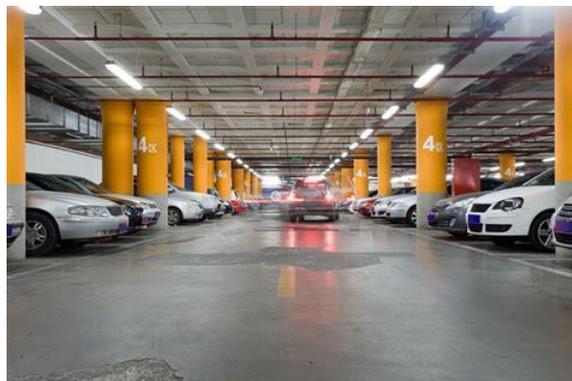


Figure 1.14 Parking souterrain à base de Bluetooth

[29, Dans le processus de lutte contre l'incendie, afin d'éviter certains facteurs incontrôlables qui risquent de toucher les pompiers pendant leur travail d'extinction, un extincteur intelligent basé sur le téléphone portable Bluetooth est conçu et mis en œuvre.

1.4.3. Avantages et inconvénients d'un système à module de communication

➤ Avantages [30]

2. **Absence de fils** : Peut-être configuré avec l'utilisation de n'importe quelle connexion physique.
3. **Facile à installer** : Le réseau sans fil est facile à étendre et à configurer
4. **Couverture meilleure ou globale** : Il offre une portée mondiale en fournissant un réseautage dans des endroits tels que les zones rurales, les champs de bataille, etc. où le câblage n'est pas possible.
5. **Flexibilité** : Le réseau sans fil est plus flexible et adaptable que le réseau câblé.
6. **Rentabilité** : Comme il est facile à installer et ne nécessite pas de câbles, le réseau sans fil est relativement moins cher.
7. **Mobile et portable** : Le réseau sans fil est facile à transporter et à réinstaller dans un autre endroit.
8. **Mobilité** : Il a une bonne mobilité d'utilisation.

➤ Inconvénients

1. Comme la communication se fait à travers un espace ouvert, elle est moins sécurisée.
2. Fiabilité
3. Plus ouvert aux interférences.
4. Risque accru de brouillage.
5. La vitesse de transmission est comparativement inférieure.
6. il dispose d'une quantité limitée de bande passante pour la communication et les violations de la sécurité du réseau.
7. Les réseaux sans fil peuvent être facilement piratés.
8. Les réseaux sans fil nécessitent une fréquence radio prudente lors de leur installation.

1.5. Conclusion

Dans ce chapitre, et après avoir présenté les principaux éléments de constitution d'un système à base d'un microcontrôleur, nous avons présenté les différents modules intervenants dans la communication à distance, ce qui nous a permis de savoir que chacun de ces types peut être exploité selon les besoins.

Pour terminer ce chapitre, nous nous sommes intéressés aux inconvénients des types de modules malgré leurs avantages. Dans le chapitre suivant, nous allons-nous intéresser à l'étude de notre système basé sur l'utilisation du microcontrôleur et un module de communication GSM.

Chapitre 2

Etude de la carte de commande à communication GSM

2.1. Introduction

Nous commençons dans ce chapitre par une présentation succincte du sujet en citant son cadre et ses bénéfiques. Suivi par le cahier des charges proposées pour la réalisation de notre projet.

La réalisation de ce projet nécessite une étude détaillée sur certaines notions qui touchent non seulement le cadre général du projet, mais aussi son implémentation. Pour bien assimiler ces différentes notions, nous donnons, dans un premier lieu, la présentation du microcontrôleur ainsi que les éléments qui lui sont reliés en entrée et en sortie, puis le module GSM suivi de différentes commandes AT.

2.2. Cadre du projet

La réalisation de notre projet a pour but de répondre à un certain besoin qui concerne la sécurité de fonctionnement d'un système à base d'un entraînement électrique (augmentation de la température qui peut entraîner la détérioration de l'isolation du bobinage d'un moteur.

Ainsi, le cadre de notre projet de fin d'étude est orienté sur la réalisation d'une carte électronique connectée via un port série à un module GSM (SIM808). Ce qui permet de connaître à n'importe quel instant l'état du moteur électrique à distance.

Cette carte permet à l'utilisateur, par le biais de son téléphone portable, de recevoir des SMS codé qui contient une information sous forme de simple compte rendu sur l'état récent du système surveillé.

2.3. Cahier des charges proposé

Le cœur du système à réaliser est un circuit programmable. Il s'agit d'un microcontrôleur PIC interfacé avec :

- Un module GSM (SIM808).
- Un circuit de puissance à base d'un relais.
- Un capteur de température

Dans ce cas, nous avons besoin de passer par les étapes suivantes :

- Etude du module GSM intégré.
- Conception et réalisation de la carte électronique.
- Programmation du système à base du PIC.
- Test de fonctionnement de la carte réalisée.

2.4. Avantages du projet

Notre travail présente des avantages tels que :

L'assurance de la durée de vie du système dans le cadre de la maintenance préventive (minimisation des défaillances).

- Le contrôle des machines.
- Réception à temps réel et à distance des comptes rendus sur l'état du système.

Donc, une telle solution est un gain de point de vue temps et minimisation de la maintenance curative. Ce qui traduit par un gain d'argent.

2.5. Etude du système à réaliser

Généralement, un système à base de module GSM doit permettre d'envoyer et recevoir des informations via un réseau mobile pouvant être à n'importe quelle zone du monde. Ce qui permet ainsi, une certaine communication entre utilisateur et le système.

Dans notre cas, le schéma l'ensemble du système est illustré par la figure 2. Donc, d'après cette figure :

➤ Le capteur lit la température du moteur et envoie les données au microcontrôleur

Dès que le microcontrôleur reçoit des données, du capteur de température, au-delà de la valeur de référence, il envoie une alerte SMS à l'utilisateur, à l'aide du module GSM.

➤ Après l'alerte, le microcontrôleur met le moteur à l'arrêt.

Si le moteur est arrêté, le microcontrôleur envoie en outre une autre alerte SMS au propriétaire.

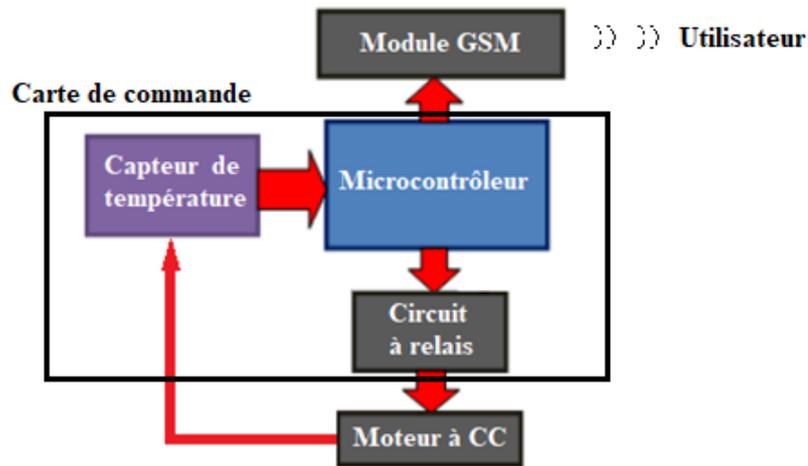


Figure 2.1 Structure générale du système

- L'utilisateur : permet de recevoir un par un téléphone Portable le message contenant des informations sur l'état du système.
- Module GSM : permet d'envoyer des SMS et communiquer avec une carte électronique par le biais d'une communication série.
- Carte électronique : permet de communiquer avec module GSM en lui envoyant des commandes de contrôler le circuit de puissance

2.5.1. Présentation du microcontrôleur

Nous allons maintenant nous intéresser à la structure interne du PIC 16F877A, avec lequel nous avons réalisé notre projet de fin d'études. Ce 16F877A est un microcontrôleur de MICROCHIP, fait partie intégrante de la famille des Mid-Range (16) dont la mémoire Programme est de type flash (F).

A- Désignation

Le terme PIC16 désigne une des familles du **microcontrôleur** de Microchip. Cette famille est caractérisée par un jeu d'instructions de 35

Identification : 16 = famille PIC16 MID Range

F = mémoire de programme de type Flash (mémoire du microcontrôleur est reprogrammable).

B- Brochage

Le PIC16F877 est un circuit intégré de 40 broches :

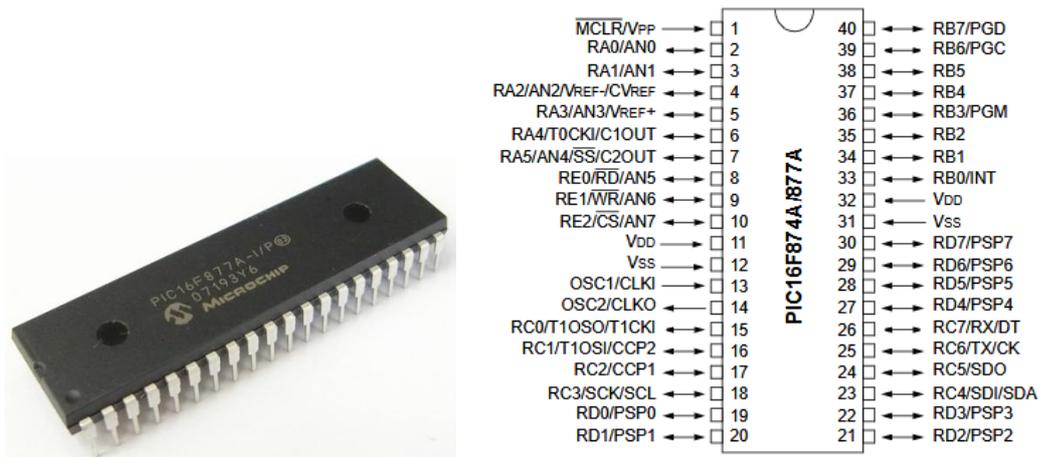


Figure 2.2 Brochage du PIC 16F877A

C- Tableau des caractéristiques du PIC 16F877A

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

D- Architecture interne du PIC 16F877A

L'architecture du microcontrôleur PIC est basée sur l'architecture Harvard et prend en charge l'architecture RISC (Reduced Instruction Set Computer). Comme nous pouvons

Tension d'alimentation : Le pic 16F877A fonctionne une tension logique standard de +5V.

Horloge 'Oscillateur' : il est cadencé de 4 Mhz jusqu'à 20 Mhz à l'aide d'un dispositif externe, dans notre cas un Crystal 8Mhz et deux condensateurs.

Réinitialisation d'entrée MCLR : utilisée pour réinitialisé le PIC 16f877A en externe à l'aide d'un bouton poussoir.

Convertisseur analogique numérique : utilisé pour convertir un signal analogique tel que la tension en une forme numérique afin qu'il puisse être lu et traité par un microcontrôleur. Dans notre PIC 16F877A, il est de 10 bits donc le niveau de quantification est de 1024.

Les convertisseurs ADC servent aux applications de contrôle et de surveillance, car la plupart des capteurs dans la vie réelle (par exemple, capteur de température, capteur de pression, capteur de force, etc.) produisent des tensions de sortie analogiques.

Port d'entré et de sortie : Le PIC 16F877A possède cinq port d'entrée / sortie A, B, C, D, E dont 3 de 8 broches, 1 de 6 broches, et 1 de 3 broches. Soit 33 E/S en tout. Ces derniers bidirectionnels peuvent être configurés en entrées ou en sorties.

Entrées – Sorties série : Sert pour la communication série, le PIC 16F877A possède :

- Deux modules UART :(récepteur-émetteur universel synchrone-asynchrone) c'est une interface pour la communication série.
- SPI et I²C : (serial peripheral interface), I²C (interconnexion intégrée)

Comparateur analogique : utilisé pour comparer deux tensions analogiques externes.

Interruptions : Le PIC 16F877A possèdent quinze sources d'interruptions, Quand elle se produit, le microcontrôleur quitte son flux normal d'exécution du programme et passe à une partie spéciale du programme, appelée routine de service d'interruption (ISR), une fois terminée il reprend son flux normal d'exécution

Chien de garde : c'est une minuterie de surveillance utilisée pour détecter un problème système, tel que le programme bloqué dans une boucle sans fin.

Timers : Le PIC 16F877A possède trois timers permettent différentes taches comme mutineries, compteur, modulation :

- Timer 0 : 8 bit
- Timer 1 : 16 bit
- Timer 2 : 8 bit

Modulation de largeur d'impulsion PWM : Son objectif est de changer une valeur moyenne en jouant sur le rapport cyclique.

Mémoire : possède trois types de mémoires :

- Mémoire RAM de données : possède une capacité de 368 octet.
- Mémoire EEPROM : peut être effacé électriquement de 256 octet.
- Mémoire Flash de programme : capable de stocker 8192 instructions.

Après un bref aperçu sur le microcontrôleur PIC 16F877A, Passant maintenant au deuxième composant important dans notre projet l'étude du module GSM SIM 808.

E- Critères de choix d'un microcontrôleur

Le choix d'un microcontrôleur pour une application donnée dépend de :

- nombre d'entrées/sorties de l'application cible ;
- type de mémoire programme : flash, Eprom, OTP... et de sa taille ;
- la présence ou de l'absence des convertisseurs Analogiques/Numériques CAN ;
- l'existence ou non d'une mémoire EEPROM ;
- l'existence ou non d'un bus I2C.

Autres critères :

- La disponibilité du composant sur le marché local ;
- La facilité de mise en œuvre ;
- Le prix ;

2.5.2 Présentation du module GSM

A- Désignation

Le module SIM808 est une carte de développements de SIMCOM qui nous permet d'utiliser les fonctionnalités de communication GSM et GPS et Bluetooth .On peut avec ce module envoyer et recevoir des SMS ; tracez un emplacement et même créer notre propre téléphone portable.

Le module est contrôlé par la commande AT via UART et prend en charge le niveau logique 3.3V et 5V [31].

B- Brochage

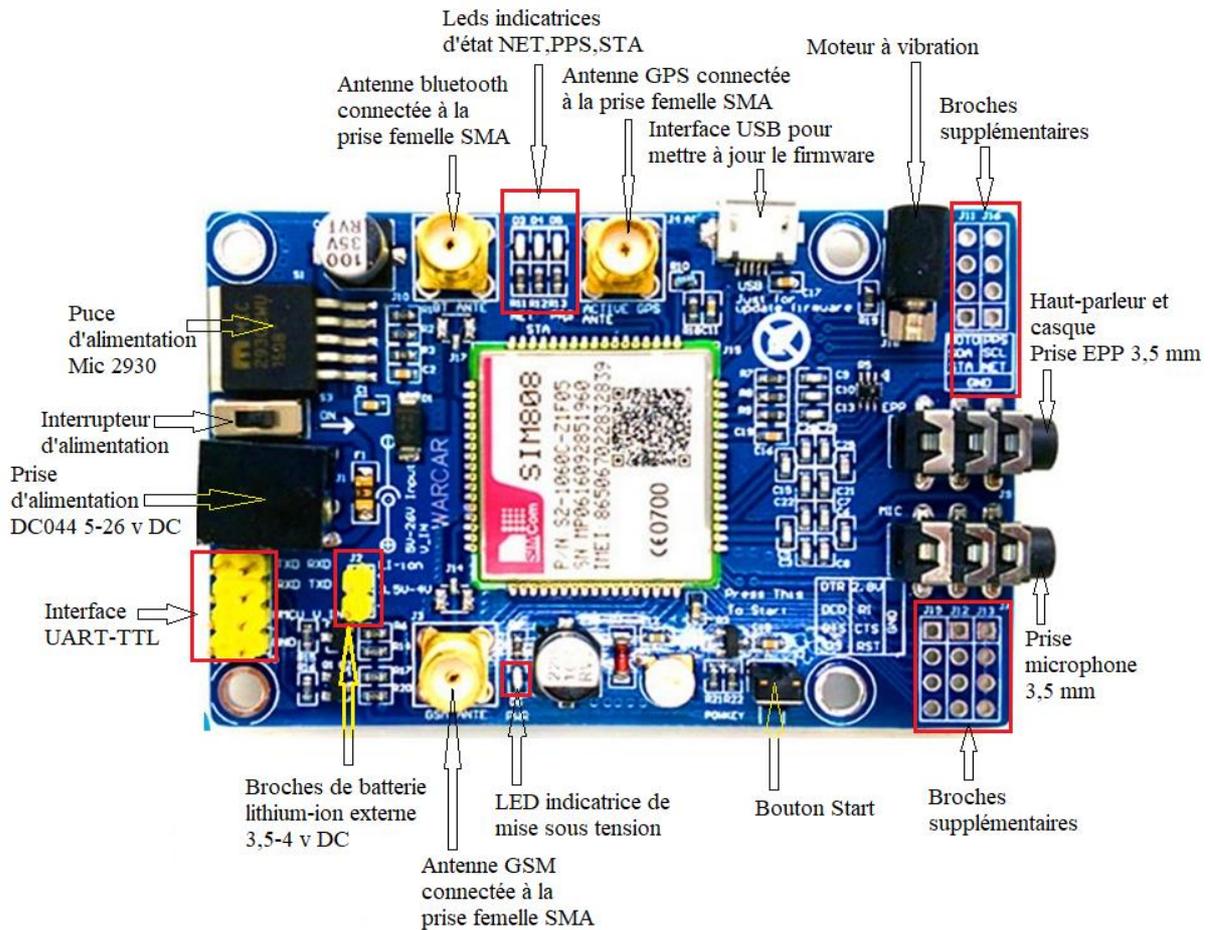


Figure 2.4 Présentation du module GSM SIM 808

- Prend en charge le quadri-bande 850/900/1800/1900 MHz, compatible avec tous les réseaux 2G du monde entier.
- Récepteur GPS interne MT3337, précision -165dBm, contrôle sur un même port série.
- Sorties écouteur/microphone sur carte ou haut-parleur externe 32 ohms + prend en charge les appels vocaux avec un microphone à électret.
- Envoi et réception de SMS.
- Envoi et réception de données GPRS (TCP/IP, HTTP).
- Communication UART avec réglages automatiques du débit en bauds.
- GPRS multi-slot classe 12/10
- Station mobile GPRS classe B
- Conforme GSM phase 2/2 +
 - Classe 4 (2 W @ 850 / 900MHz)

- Classe 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)
- Prend en charge le mode de faible consommation d'énergie : 100 mA @ 7 V-GSM
- Prise en charge du contrôle des commandes AT (3GPP TS 27.007, 27.005 et commandes AT améliorées SIMCOM)
- Prend en charge la technologie de navigation par satellite GPS
- Indicateur d'état LED de prise en charge : état de l'alimentation, état du réseau et modes de fonctionnement
- Environnement de travail : -40 ~ 85 °C
- L'alimentation
 - La tension d'entrée est de 5 à 26V. A noter que lorsque la tension d'entrée est inférieure à 9V, le courant devrait être de 2A.
 - Un autre port d'alimentation 3.5 à 4.2V (adapté à l'alimentation par batterie au lithium)

Le module SIM808 GSM/GPRS se compose de quatre composants clés, qui jouent un rôle important dans son fonctionnement. Ces composants clés sont la puce cellulaire GSM SIM808, les indicateurs d'état LED, les antennes pour recevoir et envoyer les données et la prise Micro-SIM. Ces éléments sont montrés dans les figures suivantes :

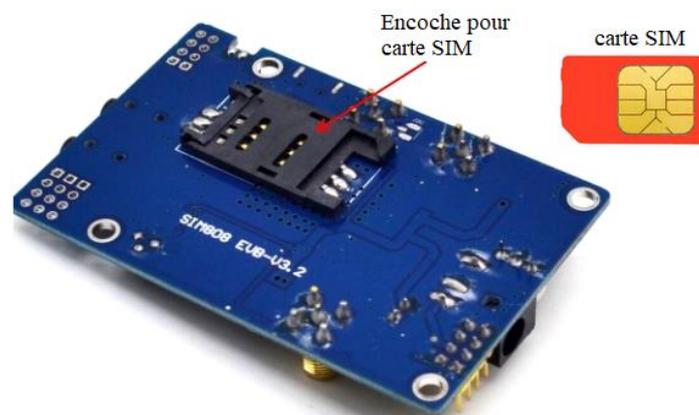


Figure 2.5 Encoche de la carte SIM



Figure 2.6 Antennes GPS et GSM, Bluetooth

2.5.3 Convertisseur USB TTL

Un convertisseur de RS232 vers USB et adapte pour une utilisation directe sur un microcontrôleur, est reconnu par le système d'exploitation comme une interface série. il existe différent types illustré dans la figure ci-dessous :

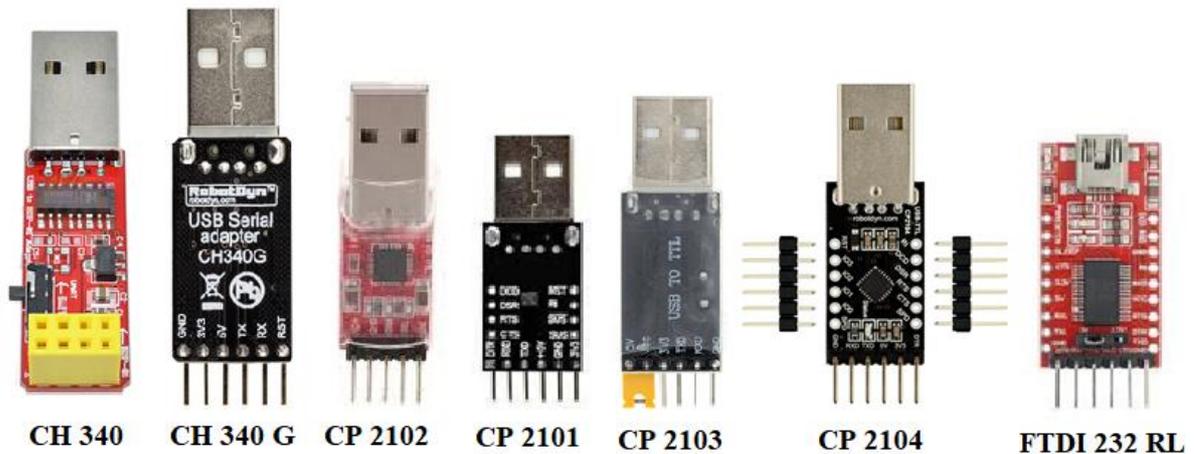


Figure 2.7 Types de convertisseurs USB TTL

Pour être fonctionnel il faut tout d'abord installer le pilote du le convertisseur série USB vers TTL pour qu'il soit reconnue avec Windows. il faut vérifier son installation dans le gestionnaire de tache Windows. Dans notre cas nous avons utilisé le FTDI 232.

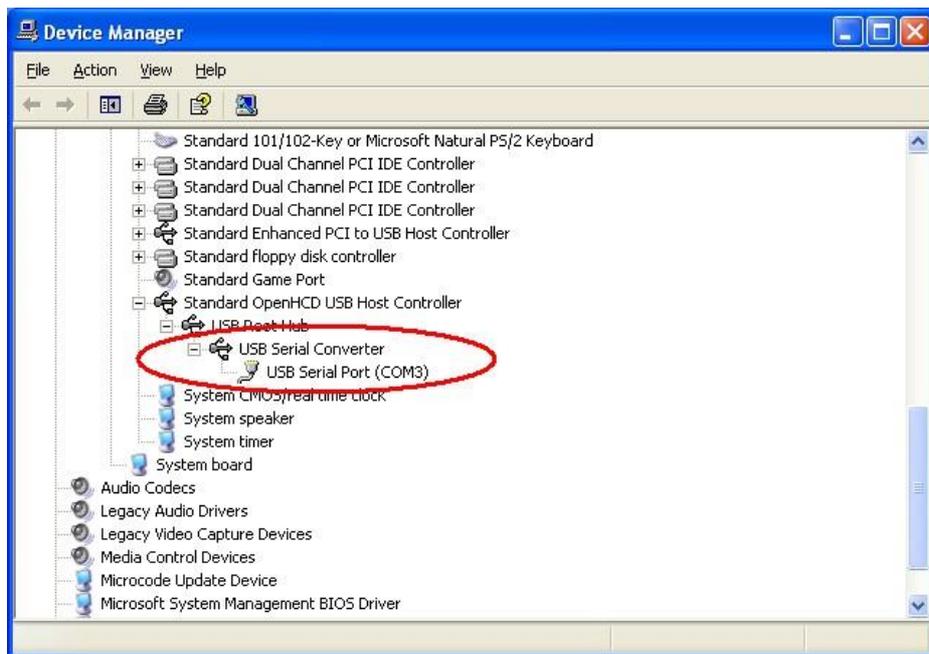


Figure 2.8 Installation du pilote USB TTL sous Windows

A- Configurations matérielles FTDI232 avec GSM SIM 808

- 1- Connexion du convertisseur USB TTL à l'interface UART USB TTL SIM 808
 - TXT – RXD
 - RXD – TXD
 - GND – GND
- 2- Insertion de la carte SIM valide dans le support SIMCARD.
- 3- Connexion l'antenne GSM à la carte.
- 4- Connexion l'adaptateur secteur à l'interface DC044.
- 5- Changement l'interrupteur.
- 6- Action sur le bouton START pendant 3 secondes, le module SIM808 fonctionnera et les 3 autres LED s'allumeront.

B- Configurations Software de l'HyperTerminal avec GSM SIM 808

Une fois le module GSM SIM 808 est lié avec le PC et mis sous tension. On procède à son teste grâce à un HyperTerminal et un émulateur virtuel de port série à l'aide des commandes AT qui seront discuté en bas.

➤ **Hyperterminal**

C'est un logiciel qui permet de se connecter a des systèmes (Ordinateurs, modem, module etc.....) afin d'envoyer des commandes pour s'assurer qu'ils sont correctement connecté. La communication entre HyperTerminal et les équipements est en textuelle « interface textuelle ».

Il peut être inclus dans Windows ou télécharger séparément.

Il existe différents types de logiciel terminal dont nous citons quelques un :

- RealTerm Serial capture program 2...0.0.7
- YAT
- PUTTY
- Project1
- HyperTerminal Windows

Dans notre cas nous avons l'HyperTerminal YAT.

➤ **Emulateur port série**

Ce sont des ports série virtuels pour établir une liaison entre un équipement virtuel ou physique et une application afin de communiquer entre eux, sont spécifiés pour configurer une interface virtuelle. Ils se comportent comme de vrais ports COM, de manière à ce que les applications n'y voient aucune différence. Il permet ainsi à l'utilisateur de créer un nombre illimité de port COM virtuel série qui est détecte automatiquement par le périphérique ou logiciel série.

Il existe plusieurs modelés dans le marché :

- ComPort Data Emulateur
- Advanced Serial Port Terminal
- VSPE Emulateur
- Virtuel Serial Port Driver

Il très simple à configurer un fois lance après l'installation :

- Ajouter une paire de ports COM
- Lier le modèle de COM de l'application et utilisez le terminal de port série pour vous connecter.

Dans notre cas nous avons utilisé le VSPE Emulateur pour créer une liaison entre l'HyperTerminal et le module GSM SIM 808 dans Windows, les paramètres de configuration de l'HyperTerminal pour permettre une communication sont :

- Port COM5
- 9600 bps
- 8 bits de data
- Pas de bit de parité
- 1 bit d'arrêt
- Aucun contrôle de flux
- FIFO désactivés

L'étape suivante pour terminer les tests du module GSM SIM 808, ces tests ne sont que les commandes envoyer entre l'HyperTerminal et le module appelés sous le nom de commandes AT.

2.5.4. Commandes AT

Les commandes AT sont définies dans la norme GSM (pour les SMS cf. GSM 07.05). AT est l'abréviation de 'Attention'. Ces 2 caractères sont toujours présents pour commencer une ligne de commande sous forme de texte (codes ASCII). Les commandes permettent :

- de composer un numéro de téléphone.
- de commander le raccordement du modem à la ligne (l'équivalent de décrocher le téléphone).
- de connaître l'état de la ligne : tonalité d'invitation à transmettre, ligne occupée...
- de spécifier le type de transmission et le protocole de liaison à utiliser
- de régler le volume sonore du haut-parleur interne du modem.
- d'envoyer les caractères transmis simultanément vers l'écran.
- d'afficher certains renseignements concernant le modem.
- de manipuler les registres internes du modem.

Composer et modifier les paramètres de connexion pour les modems.

A- Structure et Syntaxe d'une commande AT

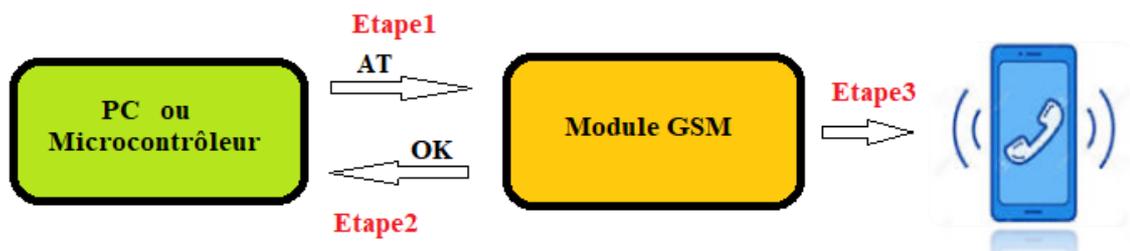


Figure 2.9 Transmission commande AT

AT est le préfixe d'une ligne de commande qui indique au module qu'une commande ou une séquence de commande est entrée. Il existe deux modes pour configurer les commandes afin d'envoyer un sms :

- Mode texte
- Mode PDU

Pour les SMS, on n'a exploité que le mode texte.

B- Types des AT COMMANDS et les réponses

Commande de test	AT+<X> = ?	Le ME renvoie la liste des paramètres et des plages de valeurs définies avec la commande d'écriture correspondante par processus internes.
Commande pour lire	AT+<X> ?	Cette commande renvoie la valeur actuellement définie du paramètre ou des paramètres.
Commande pour écrire	AT+<X> = <...>	Cette commande définit les valeurs de paramètre défini par l'utilisateur.
Commande d'exécution	AT+<X>	La commande d'exécution lit les paramètres non variables affectés par les processus internes dans le GSM.

C- Commandes dédiées au service sms

Ce tableau ne désigne que quelques commandes AT pour gérer la manipulation des sms

AT	Répond par OK pour accusé la réception
AT+CPIN ?	Vérifier la qualité du signal
AT+ COPS ?	Chercher le nom du fournisseur
AT+CMGR	AT+CMGR=1 lit le premier message en position
AT+ CMGD =1	Supprime le premier en position

2.5.6 Circuit de puissance

A- Circuit à Relais

Dans cette partie, un signal de commande est appliqué sur la base du transistor par l'intermédiaire de la résistance R_B . Ainsi, comme un interrupteur, ce transistor permet de pouvoir relier la bobine du relais à la masse. Si cette bobine est parcourue par un courant, alors le relais est actionné. De plus, la diode de roue libre est placée en parallèle de la bobine pour empêcher l'effet de dégradation de celle-ci sur le transistor lors de l'ouverture de ce dernier.

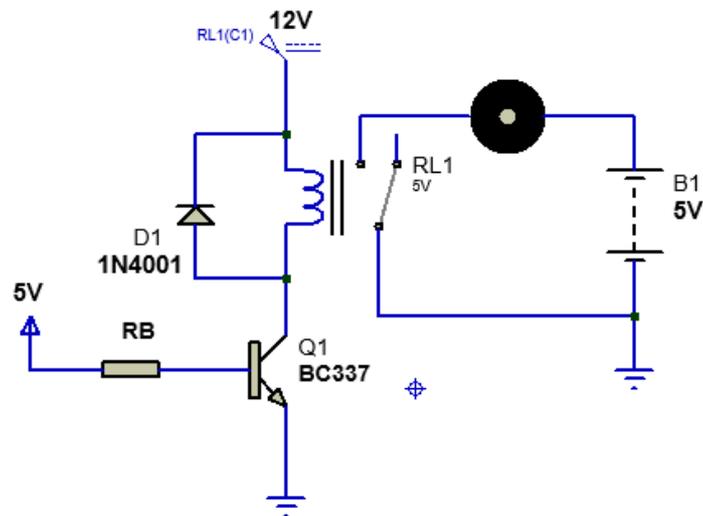


Figure 2.11 Circuit à relais

- R_B est une résistance élevée qu'on doit calculer
- Un relais de 12volts et de résistance 240Ω pouvant représentée la résistance R_c
- Une diode 1N4001 est parfaitement adaptée pour une utilisation à usage général :
 - application de diodes de roue libre.
 - Courant max : 30A.
 - Tension max : 35v.
 - tension inverse : 50v.
 - température de fonctionnement max : 150°C .
- Un transistor BC337 de type NPN et de gain $\beta=194$

Calcul de R_B :

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{V_{CC}} \cdot \frac{R_C \cdot \beta}{2}$$

A.N.

$$R_B = \frac{5 - 0.7}{12} \cdot \frac{240 \cdot 194}{2} = 8342$$

Ainsi, $R_B = 8342 \Omega$ est une résistance qui n'est pas normalisée. Donc, nous avons 8200Ω ou bien $10k\Omega$. Alors, nous allons choisir la valeur supérieure $10k\Omega$.

Dans ce cas, la résistance calculée R_B est traversée par un courant assez faible et, le transistor peut travailler en commutation (tout ou rien); soit il est passant complètement, soit il est bloqué complètement. De plus, le courant du collecteur qui passe à travers la charge (bobine) est le courant de saturation.

Note :

- Le transistor a également un courant de collecteur élevé pouvant atteindre 800 mA et une tension d'émetteur de collecteur décente de 45 V et une tension de déclenchement de base de seulement 5V. Cela rend le transistor adapté aux circuits de commutation à usage général. En raison de sa faible tension de déclenchement de base, les circuits numériques tels que les circuits de microcontrôleur (comme dans notre cas) peuvent être facilement contrôlés. De plus, nous pouvons utiliser le transistor 2N2222 le plus couramment utilisé si nous recherchons un remplacement BC337 pour la commutation des charges.
 - A titre d'exemple, un autre type de transistor peut être utilisé : il s'agit du BC108. Mais, dans ce cas, tous les calculs effectués ci-dessus devaient être revus, ce qui revient aux caractéristiques de chaque transistor.
 - Cas de calcul de R_B avec le BC108
- Le transistor BC108 est de type NPN et de gain $\beta=110$

Calcul de R_B :

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{V_{CC}} \cdot \frac{R_C \cdot \beta}{2}$$

A.N.

$$R_B = \frac{5 - 0.6}{12} \cdot \frac{240 \cdot 110}{2} = 6204$$

B- Moteur à courant continu

Sert à fournir une énergie mécanique d'une énergie électrique afin d'entraîner une charge en mouvement.

L'élévation du niveau de température d'un moteur pendant son fonctionnement au-delà d'une limite autorisée est appelée surchauffe. Les causes de cette dernière sont dues soit à une distorsion de la tension d'alimentation, mauvaise refroidissement, déséquilibrées des tensions d'alimentation ou l'usure des enroulements du moteur.

D'où il est impérativement de bien faire le bon choix de la classe d'échauffement du moteur électrique, ces classes sont citées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1 *Classe d'échauffement du moteur électrique*

	A	E	B	F	H
Valeur maximale	105°C	120°C	130°C	155°C	180°C
Marge température	5°C	5°C	10°C	10°C	15°C
Echauffement permis	60°C	75°C	80°C	105°C	125°C
Température ambiante	40° C				

- La valeur maximale supportée par l'isolation du moteur (la température maximale supportée par les enroulements et qui lui garantissent un fonctionnement optimal)
- La marge thermique
- L'échauffement permis (échauffement maximum conseillé, et qui va varier en fonction de l'application du moteur).
- La température ambiante (que l'on considère en standard à 40°C) [32]

Les performances du moteur changeront à mesure que la température du moteur augmentera.

2.6. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de faire une étude détaillée du système, ainsi malgré l'importance et l'intérêt approuvé des éléments principaux, à savoir le microcontrôleur et

le module GSM, dans le fonctionnement d'un système de commande à distance, et malgré la richesse de la littérature dans ce domaine, il n'y a pas de technologie optimale sur laquelle devrait être adopté un projet donné. De plus, le choix d'un circuit programmable le plus approprié dépend fortement à la fois de l'application spécifique envisagée et de l'information a priori relative aux caractéristiques que préconise tel circuit. Pour cette raison, le choix d'une étude particulière n'est pas une tâche facile car plusieurs critères doivent être pris en compte.

Le chapitre suivant sera consacré à la simulation selon plusieurs cas possibles pour vérifier le fonctionnement de notre projet.

Chapitre 3

Simulations du fonctionnement des circuits

3.1 Introduction

Le PIC 16F877A étudié dans le chapitre précédent représente la partie de traitement, donc le cœur du système. Ainsi, nous avons besoin de pouvoir le programmer, ce qui servira de base au fonctionnement des circuits.

Ce présent chapitre sera abordé par une représentation graphique sous forme d'organigramme, ce qui permet d'expliquer l'enchaînement des opérations effectuées par le système.

Par conséquent, plusieurs cas de simulation seront présentés dans le but de montrer les premiers résultats de fonctionnement du système de notre travail.

3.2 Description des organigrammes

3.2.1 Organigrammes module GSM- Utilisateur

Pour une compréhension approfondie du fonctionnement, nous allons nous reporter à l'organigramme suivant :

- Tout d'abord, le microcontrôleur initialise les ports A, B, C et D. ainsi, le port A en entrée et les autres ports en mode sortie.
- Ensuite, Initialisation de l'afficheur LCD, du convertisseur ADC et du port série UART. C'est la condition préalable à l'interfaçage entre le microcontrôleur et les périphériques.
- Après cela, le microcontrôleur activera la charge (moteur) et affichera son état actuel en degré Celsius sur l'écran LCD. Ainsi, le microcontrôleur continue à vérifier si la valeur de la température du moteur est supérieure à la température de référence ou non. Alors, le même cycle d'opérations est répété tant que la valeur de la température du moteur restera inférieure à la valeur fixée de la température.
- Lorsque la valeur de la température du moteur dépassera celle de référence, le microcontrôleur enverra un SMS au module GSM pour informer l'utilisateur de l'état actuel. Cependant, le microcontrôleur continuera par mettre le moteur à l'état d'arrêt puis, par envoyer un autre SMS au GSM pour indiquer à l'utilisateur sur la suite d'état du moteur.
- De même, le microcontrôleur continuera de lire la valeur de la température en maintenant

cette opération (arrêt du moteur) jusqu'à ce que le moteur reprenne son fonctionnement de nouveau.

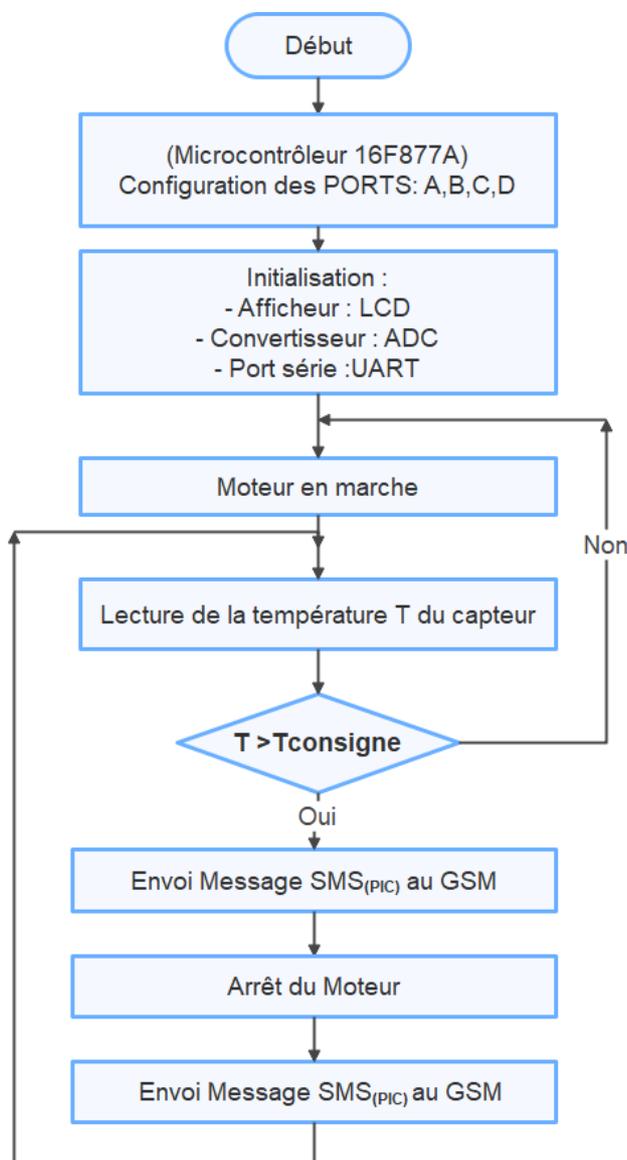


Figure 3.1 Organigramme d'envoi de SMS du GSM à l'utilisateur

3.2.2 Organigramme Utilisateur- module GSM

Dans cette partie, l'application du module GSM a été implémentée et un téléphone mobile a été utilisé pour accéder au système, puisqu'il s'agit de commander l'arrêt du moteur prévu initialement en état de fonctionnement. Ainsi, l'organigramme qui explique le principe de fonctionnement de tel système est illustré à la figure 3.2.

- Au début, l'étape primordiale, comme dans la figure 3.1, c'est la configuration du mode de

fonctionnement des ports du microcontrôleur.

- L'étape suivante est la configuration du port série dont dispose le microcontrôleur, puisque nous avons besoin d'établir une communication entre ce dernier et le module GSM.
- Par la suite, le moteur est mis en marche par un signal de commande transmis via un port du microcontrôleur.
- A travers l'utilisation du téléphone portable est envoyé un SMS au périphérique module GSM. Dans ce cas, le microcontrôleur reçoit le SMS et le compare avec une chaîne prédéfini.
- Dans le cas de confirmation du message, le moteur sera mis à l'arrêt. Par contre dans le cas contraire, le moteur continuera son fonctionnement jusqu'à ce que d'autres SMS seront approuvés.

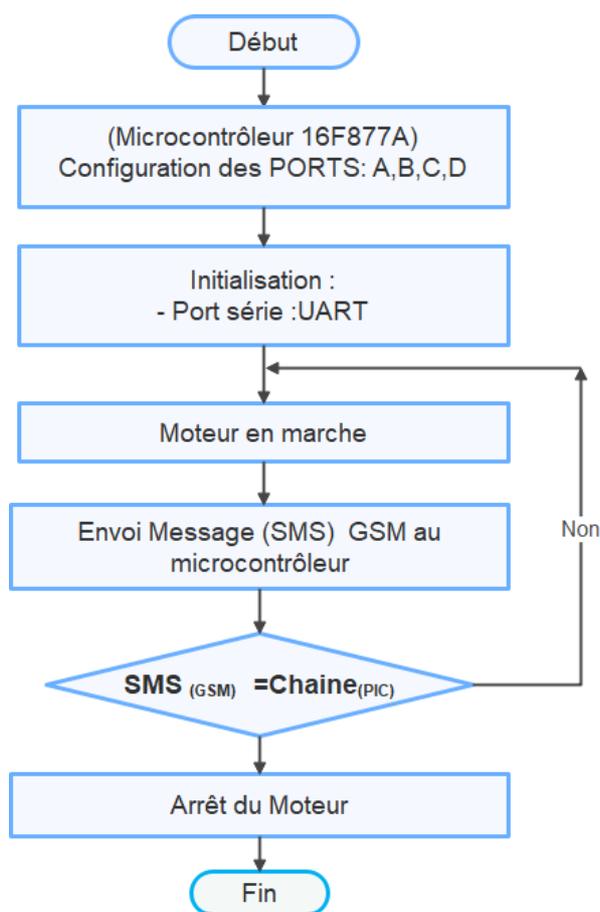


Figure 3.2 Organigramme d'envoi de SMS de l'utilisateur au GSM

3.3 Simulations

La simulation est un outil très utile pour vérifier virtuellement et comprendre comment le système fonctionnera après la mise en œuvre en temps réel. Dans ce cas, nous allons utiliser « Proteus » comme un logiciel de simulation de base. Donc, nous allons simuler dans un premier temps, le cas où le moteur est commandé par le microcontrôleur, ou ce dernier permet à chaque évènement d'envoyer des SMS à l'utilisateur via le module GSM. Par la suite, nous simulons le cas où l'utilisateur aura la possibilité de transmettre des SMS au microcontrôleur via le module GSM.

3.3.1 Simulations module GSM- Utilisateur

La figure 3.3 représente la carte électronique de simulation qui permet de transmettre des SMS à l'utilisateur selon l'état de fonctionnement du moteur. Nous remarquons que :

- la broche 4 Master Clean (**MCLR/Vpp/THV**) du microcontrôleur est désignée par « **Reset** ». Elle permet de réinitialiser le microcontrôleur lorsque la tension appliquée est égale à 0V.
- Entre les broches « OSC1 et OSC2 » est câblé un circuit à quartz de 8MHz, ce qui permet de pouvoir définir la fréquence de l'oscillateur utilisé dans le système. Donc, cette horloge système dite aussi horloge instruction est obtenue en divisant la fréquence par 4. Avec un quartz de 8 MHz, on obtient une horloge instruction de 2 MHz.
- Dans notre projet, nous allons détecter la température à l'aide du LM35 et l'afficher sur un écran LCD 16 × 2. Comme le capteur de température LM35 est précis et ne nécessite aucun étalonnage externe, il appliqué directement au microcontrôleur via la broche d'entrée analogique RA0 du port A. La tension de sortie est proportionnelle à l'échelle de température Celsius et change de 10 mV par °C.
- Le microcontrôleur est configuré sur le port C connecté au module GSM (ici, représenter par le terminal RECEPTION) via le port série Tx (ici représenté par le terminal ENVOI).
- Le courant de sortie maximal de la broche du microcontrôleur RD0 est de quelques milliampères. Mais les besoins en énergie de la plupart des moteurs à courant continu sont hors de portée du microcontrôleur, ce qui peut endommager le microcontrôleur. Par

conséquent, il n'est pas toléré d'interfacer le moteur à courant continu directement avec le microcontrôleur. Nous avons utilisé donc un circuit à base d'un relais commandé par un transistor entre le moteur et le microcontrôleur. Dans ce cas, ce dernier envoie un signal sur la broche RD0 (Port D configuré en mode sortie) connectée à la base du transistor selon l'état de fonctionnement du moteur (excès de température). Cet évènement provoque l'envoi d'un SMS par le microcontrôleur au module GSM, ce qui permet de le décoder et transférer à l'utilisateur.

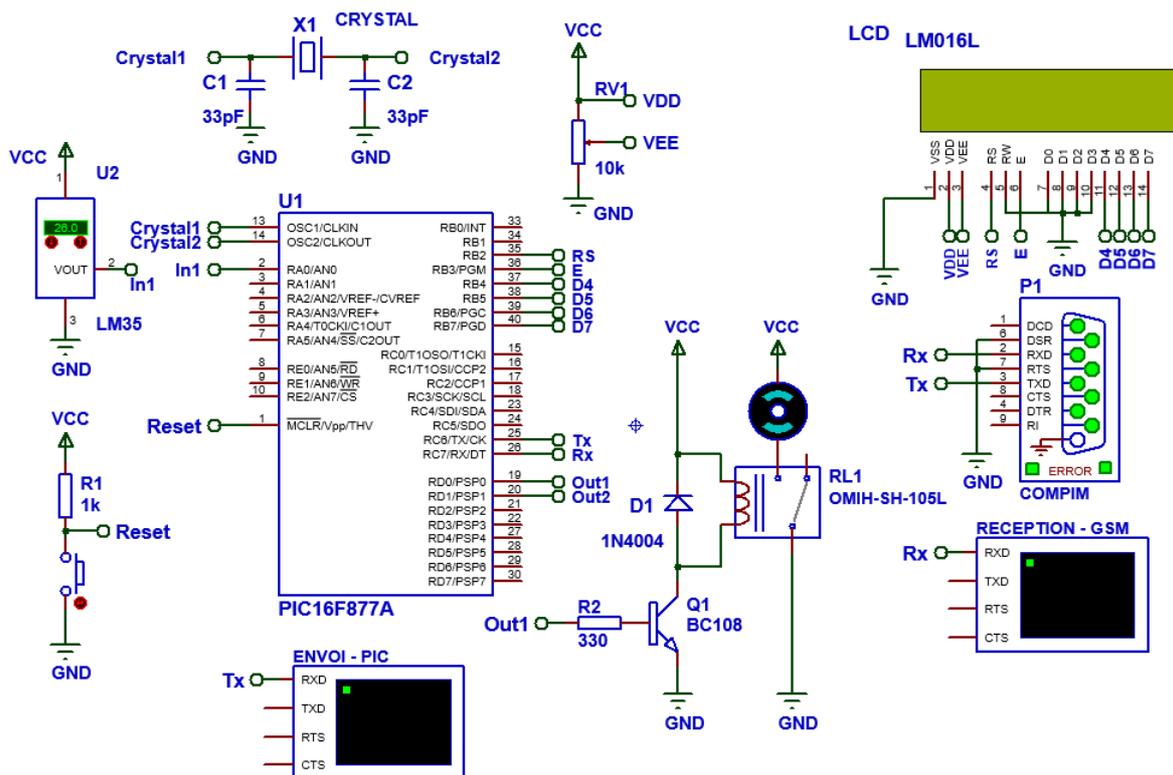


Figure 3.3 Circuit électronique pour l'envoi de SMS du PIC au GSM

La figure 3.4 illustre les différentes commandes AT utilisées pour l'envoi des SMS au module GSM via une communication série. Ainsi, suivant les résultats obtenus, nous donnons les étapes suivantes :

- La réponse **OK** du module GSM à la différente commande **AT** passant du microcontrôleur permet d'assurer que le composant GSM est toujours prêt pour être utilisé.
- Le microcontrôleur surveille en permanence l'état du capteur de température. Dans notre cas le microcontrôleur envoie le SMS « **Température en excès** » au numéro de téléphone prédéfini, pour notifier la situation, car la condition « dépassement de la température du moteur » est

atteinte (température fixée = 25°C°), voir figure 3.4.

➤ Par la suite, l'arrêt du moteur est déclenché dans le processus, ce qui permet au microcontrôleur d'envoyer un autre SMS « **Moteur à l'arrêt** » à l'utilisateur toujours via le module GSM.

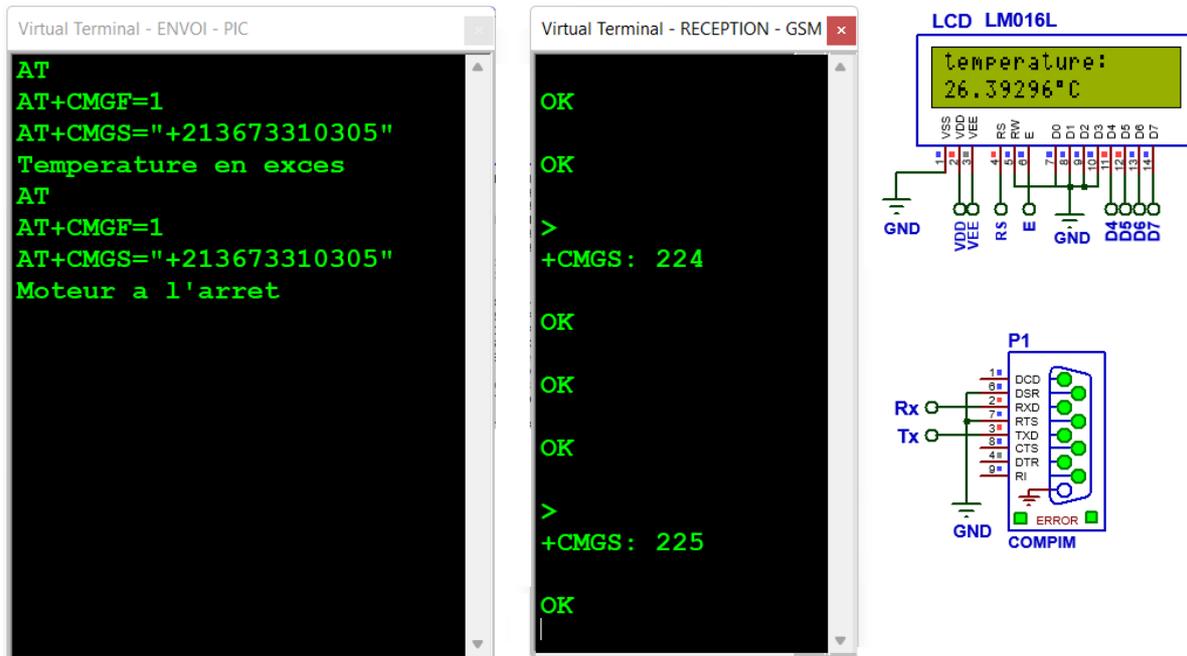


Figure 3.4 SMS envoyés par PC et SMS reçus par GSM

La figure 3.5 montre l'interface de l'outil de création des ports RS232 virtuels, le VSPE (Visual Serial Ports Emulateur). Ce qui nous permettra de créer des ports virtuels reliés par paires via la connexion Virtual nul modem (connexion sans modem).

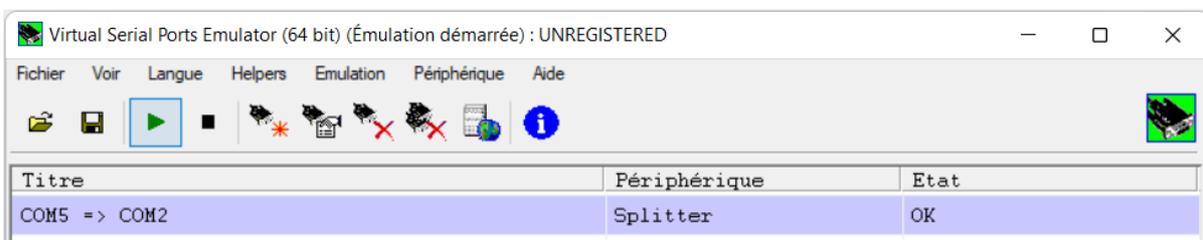


Figure 3.5 Liaison entre le port physique(GSM) et virtuel (application)

3.3.2 Simulation Utilisateur- module GSM

Le module GSM a la possibilité d'être interfacé à un microcontrôleur à l'aide de la fonction TTL-UART. De plus, le logiciel Proteus, comme nous avons vu, a la possibilité de se connecter aux ports COM de l'ordinateur, figure 3.3. Le schéma du circuit de simulation dans le cas d'envoi de SMS du téléphone mobile est donné à la figure 3.6.

Le composant 'COMPIM' COMPORT Physical Interface Model est utilisé pour connecter le circuit proteus au port série de l'ordinateur, figure 3.7. Le terminal virtuel correspondant est utilisé pour afficher les données qui sont transmises 'RECEPTION'. Donc, nous devons configurer le COMPORT dans le logiciel Proteus en passant par le panneau représenté par la figure 3.7.

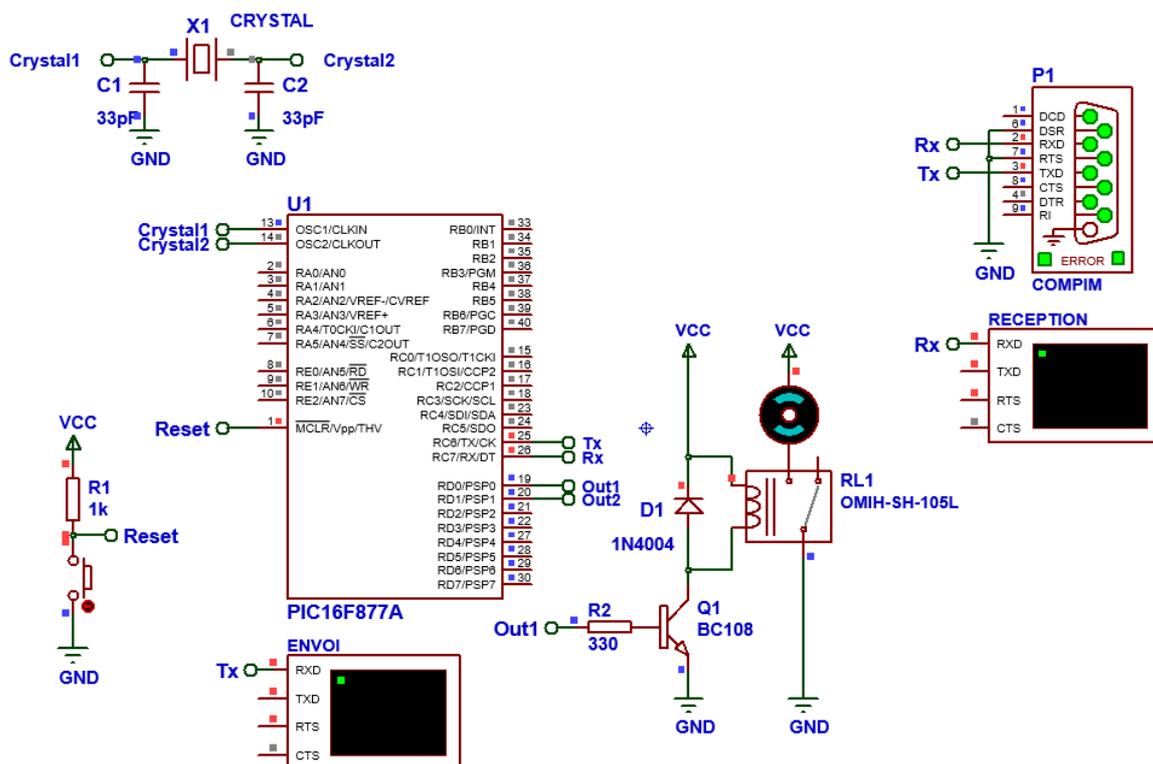


Figure 3.6 Circuit électronique pour la réception de SMS du GSM vers le PIC

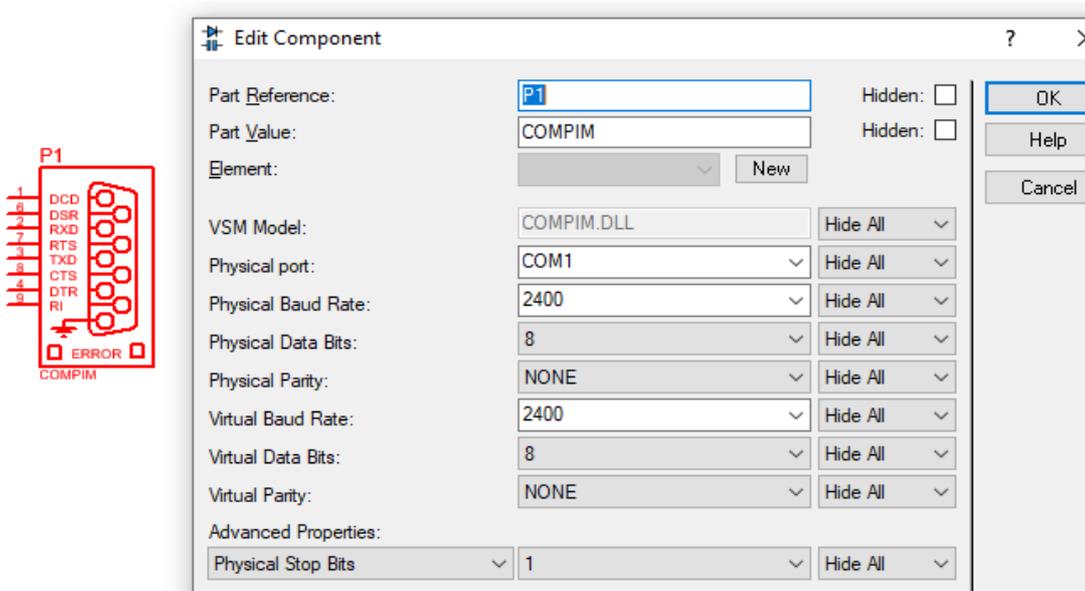


Figure 3.7 Panneau de configuration du composant « COMPIM » de Proteus

Le Virtual Terminal est un outil important disponible dans Proteus et il est très pratique lorsque nous travaillons sur des modules série, c'est-à-dire comme dans notre cas, le GSM. Les figures 3.8 et 3.9 montrent l'affichage de données échangées entre le module GSM (RECEPTION) et le microcontrôleur (ENVOI) comme expliqué selon les figures 3.4 et 3.5.



Figure 3.8 SMS reçus du GSM au PIC

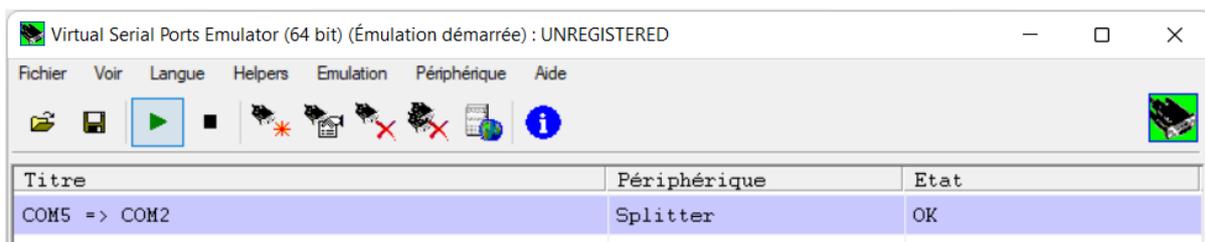


Figure 3.9 Liaison en le port physique(GSM) et virtuel (application)

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le principe fonctionnement d'un module GSM via un microcontrôleur. A travers plusieurs tests de simulations, il a été démontré que cette technique présente plusieurs avantages par rapport à une situation à base d'un microcontrôleur sans la technologie de communication.

De plus, qu'il est très facile d'interfacer un module GSM à un microcontrôleur PIC car ce type de module a une interface série. Aussi, les résultats obtenus des simulations prouvent la faisabilité de l'idée de notre projet. Ainsi, des études expérimentales sont nécessaires pour évaluer pleinement l'utilité et les avantages de ce modeste projet. A cet effet, des réalisations pratiques ont été effectuées qui font l'objet du prochain chapitre pour valider notre travail.

Chapitre 4

Réalisations pratiques

4.1. Introduction

Notre étude a été vérifiée à l'aide de simulations effectuées dans le chapitre précédent. Dans ce qui suit, cela va être vérifié par la réalisation pratique du système pour montrer son fonctionnement. Donc, différentes parties seront illustrées à savoir, la partie qui concerne le test du module GSM dans le cas des deux figures, avec l'HyperTerminal et avec Proteus. L'autre partie concerne la carte électronique du système complet.

4.2. Matériels et logiciel utilisés

Les besoins du système réalisé en termes de matériel et de logiciel sont comme suit :

a) Les matériels et composants utilisés

- ✓ Breadboard
- ✓ 1x Câble de connexion : USB to Micro-USB Câble
- ✓ Fils de liaison pour plaque d'essais électronique (breadbord jumper wires)
- ✓ 1x Carte SIM808 GSM GPS Bluetooth (EVB-Version 3.2)
- ✓ 1x Microcontrôleur PIC 16f877A
- ✓ 1x Quartz 8MHz
- ✓ 1x Module série USB vers UART FTDI 232 TTL
- ✓ 1x Capteur de température LM35
- ✓ 1x Adaptateur AC/DC. Model : XL-92025. Entrée : 100-240VAC 50/60Hz. Sortie : 9V DC2A
- ✓ 1x 2004A LCD 20x4 caractères LCD Rétroéclairage vert
- ✓ Résistances :
 - 1x Potentiomètre 10K
 - 1x 1K,
 - 1x220 Ohms
- ✓ Condensateurs
 - 1x 100nF - céramique
 - 2x 33pF – céramique
- ✓ 1x Bouton poussoir

b) Logiciels utilisés

- ✓ Logiciel ISIS/Proteus
- ✓ mikroC PRO for PIC version 7.6.0

- ✓ Virtual Serial Port Emulateur (VSPE 64 bits)
- ✓ Hyperteminal YAT (Serial Terminal)

4.3 Estimation du coût du projet réalisé

Généralement, l'estimation des coûts est une estimation quantifiée du nombre de ressources nécessaires pour réaliser un projet ou des parties d'un projet.

Le tableau suivant donne, approximativement, le coût de notre projet réalisé selon différents composants utilisés.

Tableau 4.1 *Coût détaillé et globale du système réalisé*

Désignation	PU (DA)	Quantité	Total ligne (DA)
Breadboard	330	1	3300
Câble de connexion : USB to Micro-USB Câble	200	1	200
Fils de liaison pour plaque d'essais électronique (breadbord jumper wires)	200		200
Carte SIM808 GSM GPS Bluetooth (EVB-Version 3.2)	550	1	5500
Microcontrôleur PIC 16f877A	900	1	900
Quartz 8MHz	100	1	100
Module série USB vers UART FTDI 232 TTL	900	1	900
Capteur de température LM35	350	1	350
Adaptateur AC/DC. Model : XL-92025. Entrée : 100-240VAC 50/60Hz. Sortie : 9V DC2A	500	1	500
2004A LCD 20x4 caractères LCD Rétroéclairage vert	1200	1	1200
Potentiomètre 10K	150	1	150
Résistance 1K	5	1	5
Résistance 220 Ohm	5	1	5
Condensateur 100 nF	20	1	20
Condensateur 33pF	15	2	30
Bouton poussoir	50	1	50
Total			13410

4.4. Réalisations pratiques

4.4.1. Test de fonctionnement du module GSM

Avant de brancher le module GSM au microcontrôleur, il est nécessaire (obligation) de commencer à le tester. Dans ce cas, nous nous sommes basés sur deux cas possibles, à savoir l'outil HyperTerminal et Proteus.

➤ Cas avec l'Hyperterminal

La figure 4.1 montre la page du Gestionnaire de périphériques, ce qui nous permet de vérifier le type de port et le configurer avec le matériel à utiliser, comme dans notre cas, il s'agit du module pour l'interfaçage entre le microcontrôleur et le module GSM.

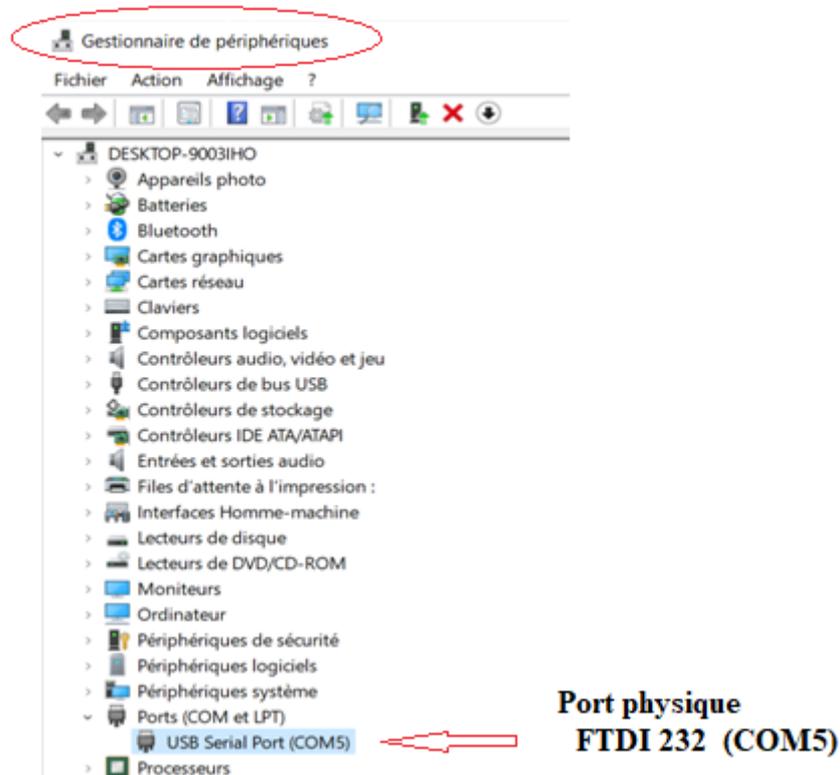


Figure 4.1 Vérification du port COM du PC connecté au périphérique FTDI 232

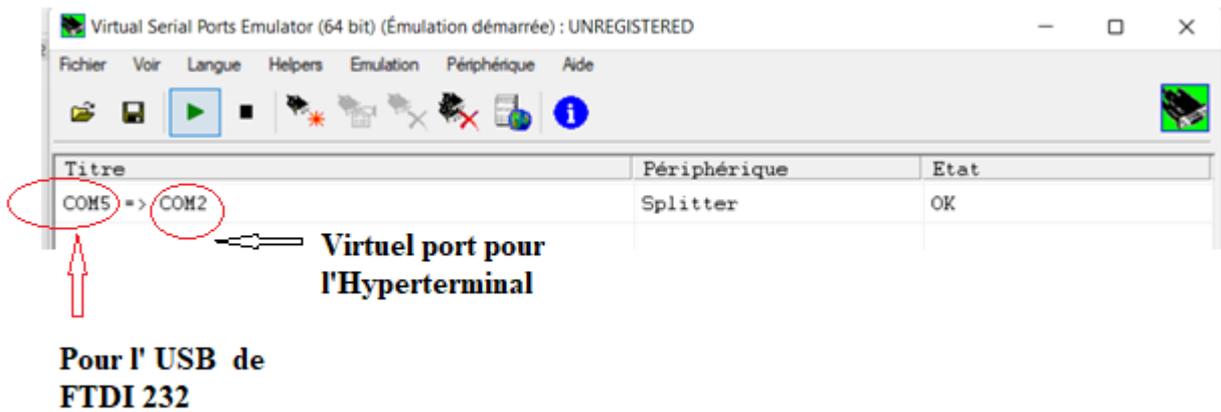


Figure 4.2 Liaison du Port physique au Port virtuel

La figure 4.3.a représente le schéma de connexion complet pour le test du module GSM. Il comprend le microordinateur, le module GSM, le module d'interfaçage et l'alimentation. Les caractéristiques du microordinateur utilisé sont données comme suit :

Mémoire RAM installée : 16 Goctets

Processeur : Intel(R) Core (TM) i7- 6700HQ CPU @ 2.60GHz 2.60 GHz

Type du système : Système d'exploitation 64 bits

Pour l'alimentation, nous avons exploité un adaptateur 9V, 2A, puisque l'alimentation d'entrée est de 5 à 26V. Pratiquement, pour un courant inférieur à 1.5A, le module GSM SIM 808 n'est pas fonctionnel.

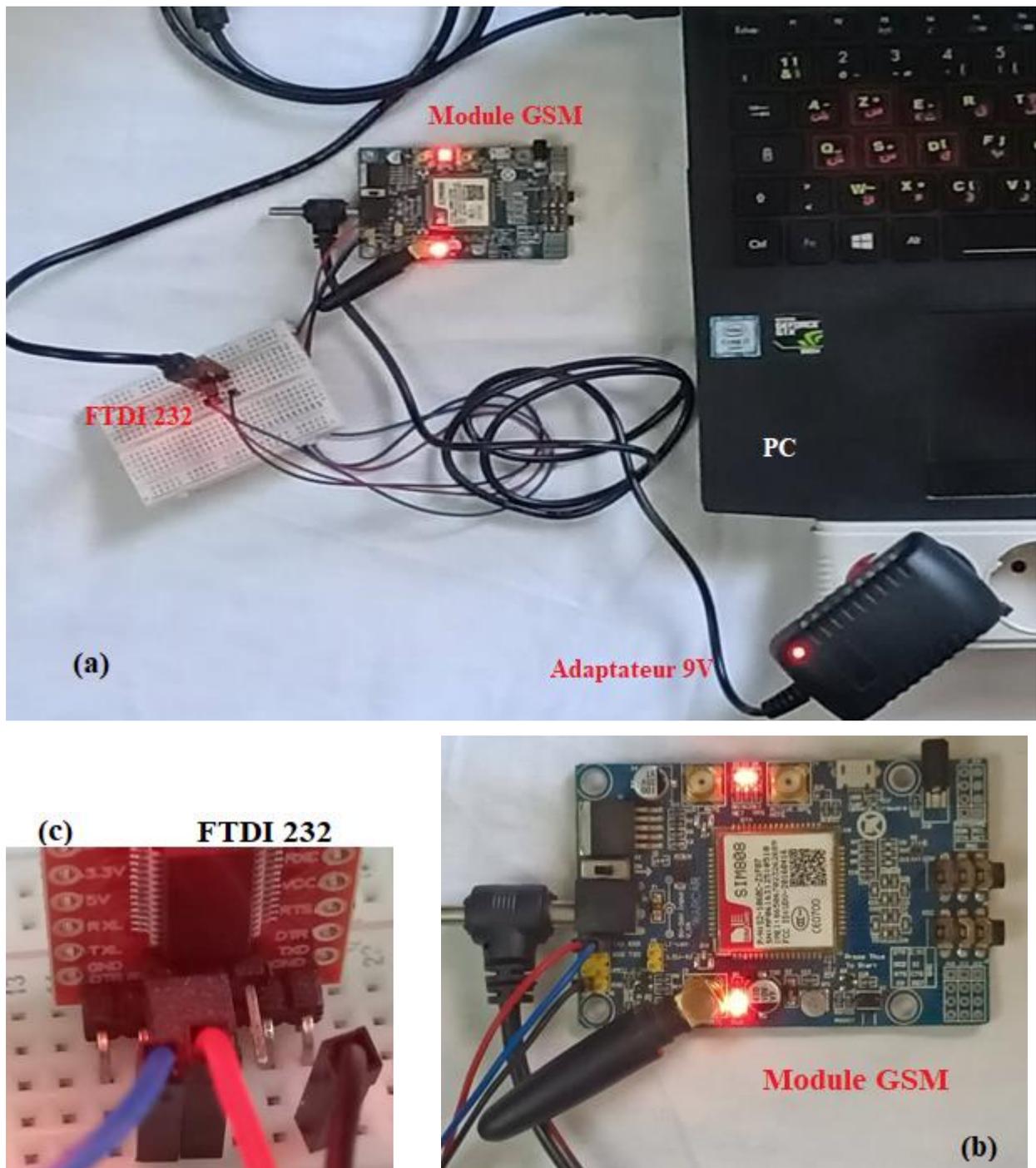


Figure 4.3 *Circuits connectés pour le test du module GSM*

La figure 4.4 illustre l'interface d'utilisation de l'utilitaire Hyperterminal. Nous remarquons l'affichage de quelques commandes AT utilisées pour une possibilité de réponses du module GSM. Les réponses obtenues confirment que le module GSM est fonctionnel pour l'échange de SMS entre le microcontrôleur et l'utilisateur (Téléphone portable).

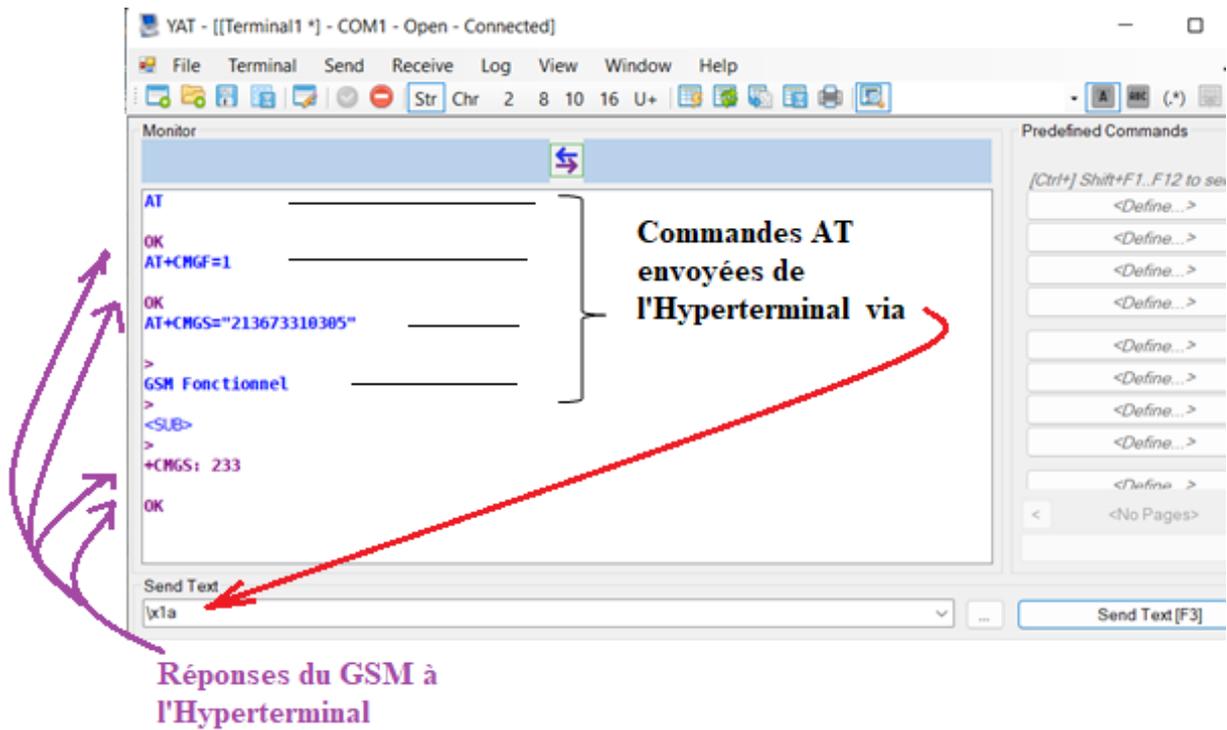


Figure 4.4 Commandes envoyées de l'HyperTerminal vers GSM

La figure 4.5 montre le mobile de l'utilisateur. Ce dernier affiche la réception du message « GSM Fonctionnel » qui lui a été envoyé de l'Hyperterminal via le module GSM.



Figure 4.5 SMS envoyé du GSM vers mobile

➤ **Cas avec Proteus**

Les cas de figures 4.1, 4.2 et 4.3 utilisées avec l'Hyperterminal seront considérées comme les mêmes étapes avec Proteus.

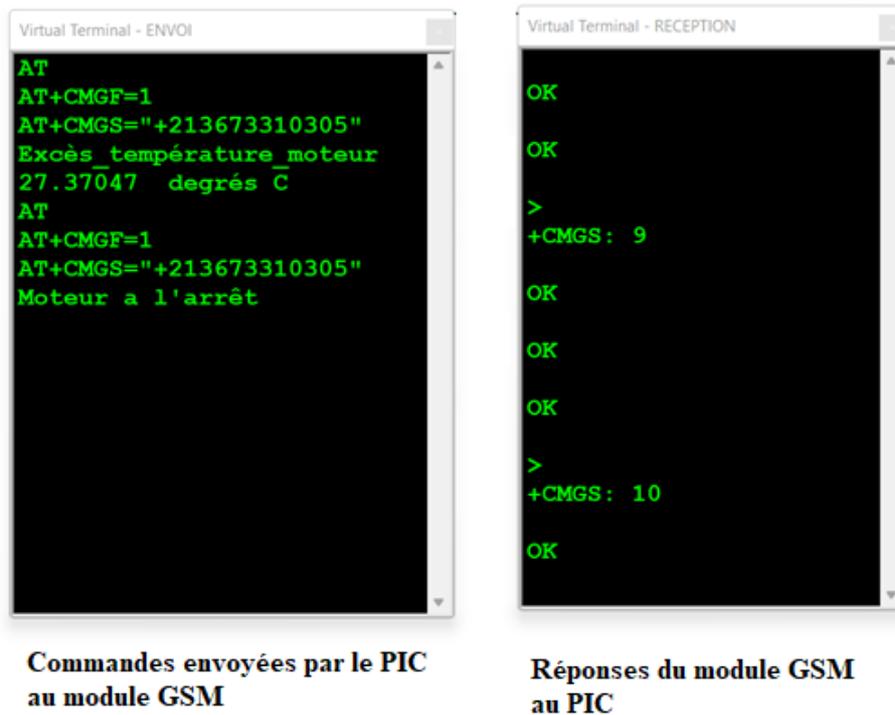


Figure 4.6 SMS envoyé du pic vers GSM

La figure 4.7 montre bien l’affichage des SMS envoyés du microcontrôleur PIC via le module GSM. Il s’agit bien des messages liés au fonctionnement du système concernant :

- l’état de dépassement de température du moteur
- l’arrêt du moteur



Figure 4.7 SMS envoyé du GSM vers mobile

4.4.2. Carte électronique du système réalisé à base du microcontrôleur et du module GSM

Les résultats de la simulation, vus au troisième chapitre, garantit que le circuit fonctionne correctement. La mise en œuvre pratique du circuit simulé est présentée à la figure 4.8. Dans ce

schéma de circuit, le microcontrôleur PIC est le principal composant utilisé pour contrôler d'autres appareils (module GSM, écran LCD, pré-actionneur à base de transistor et relais). Parmi les dispositifs de contrôle, le capteur de température pour déterminer l'état actuel du moteur. Ce système fonctionnera lorsque la position du capteur est en contact avec le moteur. La technologie module GSM est un protocole réseau qui permet à deux appareils ou plus de se connecter via un réseau personnel. Dans cette partie, le périphérique module GSM est utilisé comme moyen de communication entre le microcontrôleur et le téléphone mobile. Dans ce système, le moteur continu de tourner tant que sa température restera inférieure à la température prédéfini. De plus, la valeur de la température est affichée en continuité sur l'écran LCD.

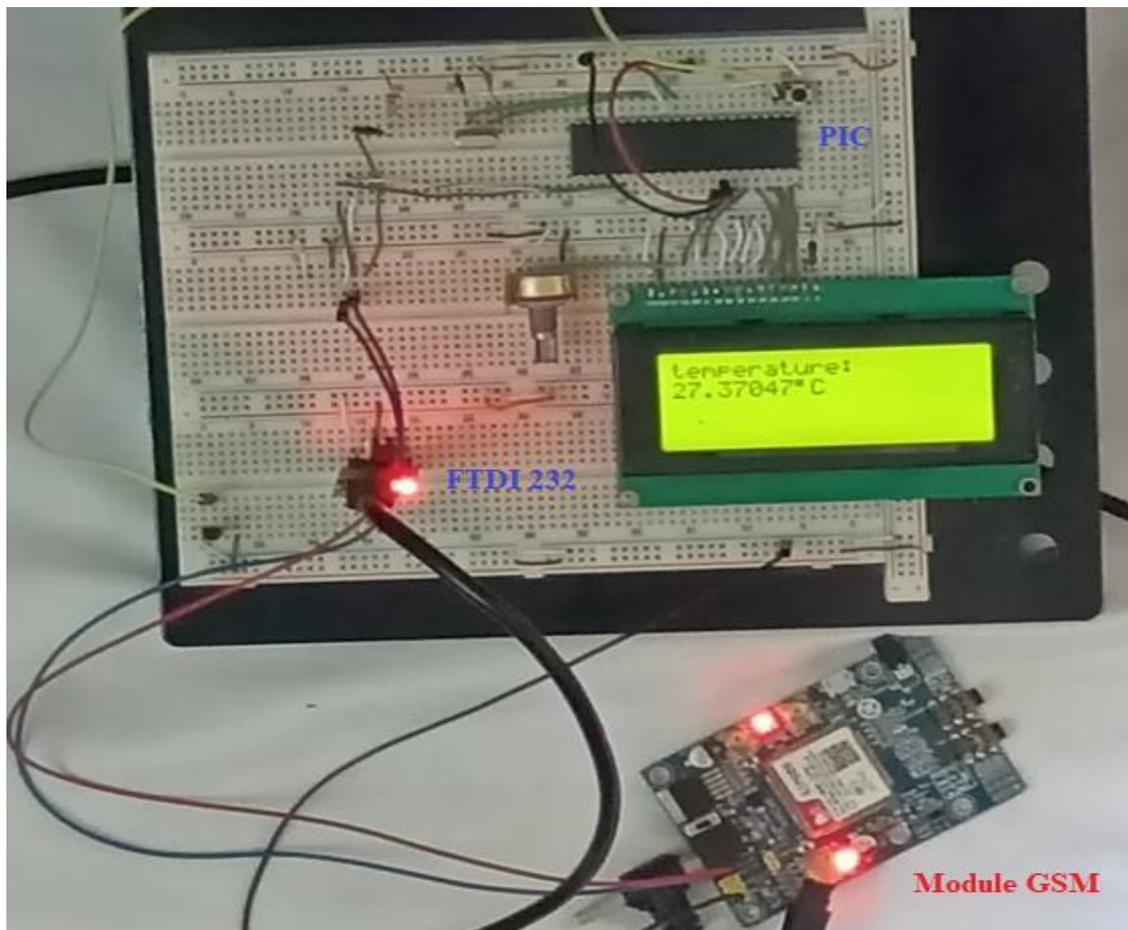


Figure 4.8 Carte électronique à base du microcontrôleur 16F877A et le module GSM

Comme le cas d'affichage représenté par la figure 4.7, la figure 4.9 montre la possibilité de réception du message envoyé du microcontrôleur via le module GSM.

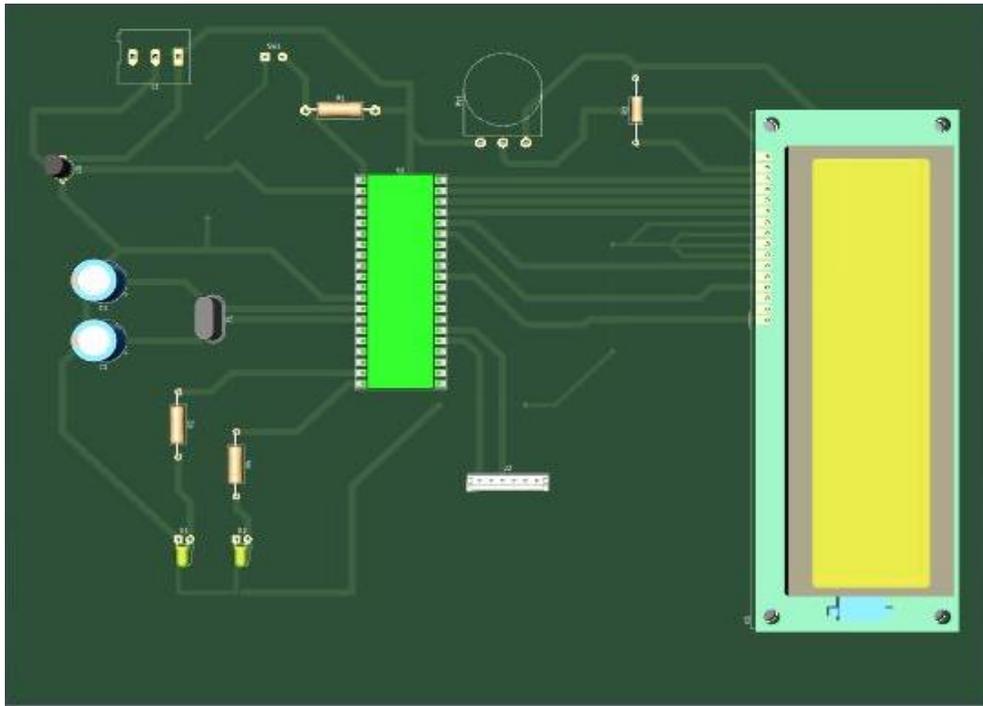


Figure 4.11 Carte électronique. *Circuit imprimé en format 3D*

4.6. Conclusion

Dans cette partie, les tests de différentes parties réalisées, nous ont donné la possibilité de montrer le bon fonctionnement du microcontrôleur soit, du côté entrées en fonction du capteur, soit du côté sorties en relation avec l’afficheur et le module GSM. Donc, plusieurs éventualités peuvent être considérées pour améliorer ce travail.

Conclusion générale

Conclusion générale

A travers le présent mémoire, deux technologies importantes ont été utilisées pour le suivi de la température d'un moteur. La première appelée microcontrôleur pour automatiser le processus et a la capacité de recevoir le signal du capteur de température et de commander la mise en marche du moteur en conséquence, d'arrêter le moteur, de donner des messages au propriétaire via le GSM et l'affichage de la température sur un écran LCD.

La seconde appelée Système Global pour les Communications Mobiles est quant à elle employée pour l'envoi des SMS au utilisateur. Ce cas se produit lors de dépassement de la température de consigne au-dessous de laquelle devrait fonctionner le moteur.

Pour démontrer cela, plusieurs simulation ont été employées concernant l'envoi du SMS du GSM à l'utilisateur qui a fait l'objet du cahier de charge de notre travail et la réception du SMS passant de l'utilisateur au GSM pour démontrer la possibilité de fonctionnement du GSM au microcontrôleur.

Ensuite, et à l'aide de l'ensemble des composants appropriés, nous avons pu réaliser la carte électronique, ce qui nous a donné la possibilité de constater l'efficacité de de fonctionnement du système dans le monde réel. Le principal avantage de ce système est que l'ensemble du travail peut être réalisé avec un investissement très réduit et peut être utilisé n'importe où, apportant ainsi une technologie avancée appliquée dans le domaine de la communication et avec moins d'intervention humaine.

La portée future de ce projet est qu'en utilisant des panneaux solaires, nous pouvons fournir l'alimentation au circuit, puis nous pouvons également surveiller le fonctionnement du moteur pendant les coupures de courant.

Le système peut être utilisé dans les serres pour contrôler la température pour la croissance des plantes.

Ce projet peut être utilisé dans les industries pour assurer une protection contre les surtensions et contrôler la température selon les besoins.

Annexe

Annexe 1**➤ Programme de fonctionnement du système : cas d'émission du PIC vers module GSM**

- Démarrage du moteur
- Envoi SMS d'alerte excès de température
- Envoi SMS d'alerte arrêt du moteur
- Arrêt du moteur

```
// LCD module connections
```

```
sbit LCD_RS at RB2_bit;
sbit LCD_EN at RB3_bit;
sbit LCD_D4 at RB4_bit;
sbit LCD_D5 at RB5_bit;
sbit LCD_D6 at RB6_bit;
sbit LCD_D7 at RB7_bit;
```

```
sbit LCD_RS_Direction at TRISB2_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISB3_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISB4_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISB5_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISB6_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISB7_bit;
// End LCD module connections
```

```
# define Motor portd.RD0
# define Fan portd.RD1
# define On 1
# define Off 0
```

```
/** Procedure ***/
void Read_temperature (void);
void Gsm_Init1(void);
//void Send_Gsm(void);
void Lcd_Clear();
void Delete_sms() ;
void send_sms();
```

```
/**/
int envoi=0;
int envoi2=0;
```

```
signed int temp;
float temp1;
char text[15];
char textforsms;
int i;
```

```
void Read_temperature(void)
{
  temp=0;
  temp= Adc_Read(0);
  temp1=temp*500.0/1023.0;
  floattostr(temp1,text);
  //Lcd_out(2,1,"      ");
  Lcd_out(2,1,text);
  Lcd_Chtr_Cp(223);
  Lcd_Chtr_Cp('C');
  delay_ms(250);
}
```

```
void Lcd_Clear()
{
  Lcd_Cmd(0); //Clear the LCD
  Lcd_Cmd(1); //Move the cursor to first position
}
```

```
void Gsm_Init1(void)
{
  uart1_Init(19231);
  delay_ms(250);
  uart1_write_text("AT \r\n");
  delay_ms(250);
  uart1_write_text("AT+CMGF=1\r\n");
  delay_ms(250);
  //uart1_write_text("AT+CSMP=17,167,0,0\r\n");
  delay_ms(250);
}
```

```
/*void Send_Gsm(void)
{
  delay_ms(250);
  uart1_write_text("AT+CMGS=\"+213676740547\" \r\n");
  //uart1_write(0x0d);
  delay_ms(250);
  uart1_write_text("depassement de temperature: \r\n" );
  //uart1_write(temp1);
  //uart1_write(0x1A);
  uart1_write(26);
  //uart1_write(0x0d);
  delay_ms(500);
// send_sms(0);
}*/
```

```
void send_sms(char n)

{
    delay_ms(250);
    //uart1_write_text("AT+CMGS=\"+213699816421\"\n\r"); delay_ms(500);
    uart1_write_text("AT+CMGS=\"+213673310305\"\n\r"); delay_ms(500);
    switch(n){
        case 1:
            uart1_write_text("Excès température moteur \n\r");
            uart1_write_text (text);
            uart1_write_text(" degrés C \n\r");
            break;
        case 2:
            uart1_write_text("Moteur a l'arret \n\r");
            break;

    }
    uart1_write(26); //uart1_write(0x1A);
    delay_ms(4000);
}

/*void send1_sms(char n)

{
    delay_ms(250);
    uart1_write_text("AT+CMGS=\"+213673310305\"\n\r"); delay_ms(500);

    if (n == 1){
        uart1_write_text("Temperature en excès \n\r");
    }
    else if (n == 2){
        uart1_write_text("Moteur a l'arret \n\r");
    }
    else {
        uart1_write_text("Moteur en marche");
    }

    uart1_write(26);
    delay_ms(4000);
} */

void Delete_sms()
{
    UART1_write_text("AT+CMGDA=\\DEL ALL \r\n");
    delay_ms(1000);
}

void main()
{
    Trisb=0x00;
    portb=0x00;
```

```
trisd=0x00;
portd=0x00;
Trisa=0xff;

    Adc_Init();
    Lcd_Init();
    Delay_ms(250);

    Lcd_Cmd(_Lcd_Clear);
    Lcd_Cmd(_Lcd_Cursor_off);
    Lcd_out(1,1,"temperature: ");
    delay_ms(250);
    Motor = On;

while(1)
{

    Read_temperature();

    if (temp1 >= 25)
    {

        if(envoi==0)
        {
            if(uart1_data_ready()==0)
            {
                Gsm_Init1();
                send_sms(1);
                delay_ms(2000);
                Motor = Off;
                Gsm_Init1();
                send_sms(2);
                //Delete_sms();
            }
            } envoi=1;

        } else {
            Motor = On;
            Envoi = 0;
        }
    }
}
```

➤ **Programme de fonctionnement du système : cas de réception du module GSM vers PIC**

```

# define Motor portd.Rd0
# define On 1
# define Off 0

char IncData;
int x = 0;

char RcvdMsg[60] = "";
int RcvdCheck = 0;
int RcvdConf = 0;
int index = 0;
int RcvdEnd = 0;
char MsgMob[15];
char MsgTxt[10];
int MsgLength = 0;
void RecSMS();
void ClearBuffers();
void Config();

void main() {
    TRISD=0X00;
    PORTD=0X00;
    TRISC.F7 = 1;
    UART1_Init(19200);          // Initialize UART module at 9600 bps
    Delay_ms(100);             // Wait for UART module to stabilize
    Config();
    Motor = On ;
    while(1)
    {
        while(!UART1_Data_Ready());
        if (UART1_Data_Ready())
        {
            IncData = UART1_Read();
            //UART1_Write_Text(IncData);
            if(IncData == '+'){RcvdCheck = 1;}
            if((IncData == 'C') && (RcvdCheck == 1)){RcvdCheck = 2;}
            if((IncData == 'M') && (RcvdCheck == 2)){RcvdCheck = 3;}
            if((IncData == 'T') && (RcvdCheck == 3)){RcvdCheck = 4;}
            if(RcvdCheck == 4){index = 0;RcvdConf = 1; RcvdCheck = 0;}

            if(RcvdConf == 1)
            {
                if(IncData == '\n'){RcvdEnd++;}
                if(RcvdEnd == 3){RcvdEnd = 0;}
                RcvdMsg[index] = IncData;

                index++;
                if(RcvdEnd == 2){RcvdConf = 0;MsgLength = index-2;index = 0;}
            }
        }
    }
}

```

```
if(RcvdConf == 0)
{
    //PortD.F3 = 1;
    //UART1_Write_Text("Mobile Number is: ");
    //for(x = 4;x < 17; x++)
    //{
        //MsgMob[x-4] = RcvdMsg[x];
        //UART1_Write(MsgMob[x-4]);
    //}
    UART1_Write(0x0D);

    UART1_Write_Text("Message Text: ");
    for(x = 46;x < MsgLength;x++)
    {
        MsgTxt[x-46] = RcvdMsg[x];
        UART1_Write(MsgTxt[x-46]);
    }
    if(MsgTxt[0] == 'A'){ Motor = Off ;} //L1ON();}
    if(MsgTxt[0] == 'B'){ Motor = On;} //L1OF();}
    ClearBuffers();
}
}
}

void ClearBuffers()
{
    strcpy(RcvdMsg,"");
    RcvdCheck = 0;
    RcvdConf = 0;
    index = 0;
    RcvdEnd = 0;
    strcpy(MsgMob,"");
    strcpy(MsgTxt,"");
    MsgLength = 0;
}

void Config()
{
    Delay_ms(2000);
    UART1_Write_Text("ATE0\r\n");
    Delay_ms(1000);
    UART1_Write_Text("AT\r\n");
    Delay_ms(1000);
    UART1_Write_Text("AT+CMGF=1\r\n");
    Delay_ms(1000);
    UART1_Write_Text("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r\n");
    Delay_ms(1000);
}
```

Annexe 2

Quelques Commandes AT

AT	Replies with OK for Acknowledgement
AT+CPIN?	Check signal Quality
AT+COPS?	Find service provider name
ATD96XXXXXXXXX;	Call to the specific number, ends with semi-colon
AT+CNUM	Find the number of SIM card (might not work for some SIM)
ATA	Answer the Incoming Call
ATH	Hang off the current Incoming call
AT+COLP	Show incoming call number
AT+VTS=(number)	Send DTMF number. You can use any number on your mobile keypad for (number)
AT+CMGR	AT+CMGR=1 reads message at first position
AT+CMGD=1	Delete message at first position
AT+CMGDA="DEL ALL"	Delete All messages from SIM
AT+CMGL="ALL"	Read all messaged from SIM
AT+CMGF=1	Set SMS configuration. "1" is for text only mode
AT+CMGS = "+91 968837XXXX" >CircuitDigest Text<Ctrl+z>	Sends SMS to a particular number here 968837XXXX. When you see ">" start entering the text. Press Ctrl+Z to send the text.

AT+CGATT?	To check for internet connection on SIM card
AT+CIPSHUT	To close TCP connection, meaning to disconnect form internet
AT+CSTT = "APN", "username", "Pass"	Connect to GPRS with your APN and Pass key. Can be obtained from Network Provider.
AT+CIICR	Check if SIM card has data pack
AT+CIFSR	Get IP of the SIM network
AT+CIPSTART = "TCP", "SERVER IP", "PORT"	Used to set a TCP IP connection
AT+CIPSEND	This command is used to send data to server

Références bibliographiques

Bibliographie

- [1] <https://tpecontroleadistance.wordpress.com/le-controle-a-distance/>
- [2] <https://www.geeksforgeeks.org/advantages-and-disadvantages-of-remote-communication-technology/>
- [3] La technologie GSM - Définition de GSM (Global System for Mobile Communication) (dicodunet.com) ,
- [4] All You Wanted to Know About GSM Module and GPRS Module, August 30, 2021, <http://www.electronicsforu.com/ressources/gsm-module>
- [5] <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/capteur/13016>
- [6] <https://www.vedantu.com/question-answer/the-power-circuit-is-used-for-and-the-lighting-class-12-physics-cbse-5f83ed07781fe74044ecac7a>
- [7] Téléphone, <https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9l%C3%A9phone>, 24 septembre 2021 à 17:16.
- [8] Electrical4U, Control Systems: What Are They? (Open-Loop & Closed-Loop Control System Examples), <https://www.electrical4u.com/control-system-closed-loop-open-loop-control-system/>, December 27, 2020 .
- [9] https://fr.wikipedia.org/wiki/Contr%C3%B4le_industriel, 16 avril 2022 à 18:11
- [10] Qu'est-ce que l'acquisition de données ? - informatique Industrielle & IIoT (integral-system.fr), 1 mai 2019 par Intégral System.
- [11] Actionneurs', <https://fr.Wikipédia.org/Wiki/actionneur> , 8 avril 2022 à 11:04.
- [12] <http://www.jdotec.net/s3i/EdS/Voc/Preactionneur.php> , Mai 1998.
- [13] <https://gdt.oqlf.gouv.qc.ca> ,2018.
- [14] Principes de base, types et applications du microcontrôleur (electronicshub.org)
- [15] Advantages, Disadvantages, Characteristics of Embedded System (digitalthinkerhelp.com), August23, 2020.
- [16] 9 Advantages and Disadvantages of Embedded System | Benefits and Drawbacks of Embedded System (chtips.com), October 26, 2021.
- [17] A. Gulati and S. Thakur, "Smart Irrigation Using Internet of Things," *2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, 2018, pp. 819-823, doi: 10.1109/CONFLUENCE.2018.8442928.
- [18] Y. Tan, M. R. Rahmadi, E. Wismiana, M. Yunus and A. Munir, "IoT Based Organic Waste Burner for Wood Vinegar Production," *2018 12th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/TSSA.2018.8708819.
- [19] HAFEEZ UR REHMAN, S.M. JAWAD HAIDER and FAIZAN ZAFAR, 'Microcontroller based SCADA System Using GSM', thesis Bachelor of Science bahawalpur pakistan University, 2006.
- [20] Ahamed, N., Rahman, S A M Matiur, Mamun, Md Abdullah Al, Yusof, Zulkifli, Rabbi, Mohammad,'Microcontroller based liquid level monitoring system with GSM module', Far East Journal of Electronics and Communications, September 2016.

- [21] Abdul Rahman, Nur,Ibrahim, Noor,Lombigit, Lojius,Azman, Azraf,Jaafar, Zainudin,Abdullah, Nor,Mohamad, Glam ‘GSM module for wireless radiation monitoring system via SMS’, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,January 2018.
- [22] D. R, P. Choudhary, V. S. Yalagi, B. D and Y. S B, "Automatic Irrigation System Using GSM Module," *2021 International Conference on Design Innovations for 3Cs Compute Communicate Control (ICDI3C)*, 2021, pp. 93-97, doi: 10.1109/ICDI3C53598.2021.00027.
- [23] A. Arunkumar , P. Maikkannan1 , M. Nitheiswaran , and N. Bagyalakshmi M.E., ‘Microcontroller based home security system using gsm module’, *International Journal of Innovation and Scientific Research*, ISSN 2351-8014 Vol. 30 No. 3 May 2017, pp. 330-337.
- [24] Hlaing, Ni, Naing, Ma, Naing, San ‘GPS and GSM Based Vehicle Tracking System’, *International Journal of Trend in Scientific Research and Development Volume-3*, DOI - 10.31142/ijtsrd23718, june 2019.
- [25] IOT based accident prevention and detection system using GSM-GPS, eye blink, and alcohol sensor, *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology IJRASET*, Volume 8 Issue V May2020.
- [26] Priyadharsini. S, Renukasri.V, Sneha. R, Sowmiya. P. K, Swaathi. K, 2020, Wildlife Animal Tracking System using GPS and GSM, *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH & TECHNOLOGY (IJERT) ICEECT – 2020 (Volume 8 – Issue 17)*
- [27] Gomez-Gil, Jaime, Alonso, Sergio, Gómez-Gil, Francisco, Stombaugh, Tim,‘ A Simple Method to Improve Autonomous GPS Positioning for Tractors’, *Sensors (Basel, Switzerland)*, December 2011, Doi - 10.3390/s110605630,
- [28] Zaw Lin, Win Lai, Theint, Than, Maung ‘Bluetooth Based Home Automation System Using Android and Arduino’, *Conference: The 2nd Conference on Computer application and Research*,October 2018,DO - 10.5281/zenodo.5503596
- [29] S. Qiaoyun, X. Yu, R. Hong, Z. Shuguang and W. Min, "The Realization of Intelligent Fire Extinguishing Device based on Mobile Phone Bluetooth Communication," *2021 IEEE 5th Information Technology,Networking,Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, 2021, pp. 945-948, doi: 10.1109/ITNEC52019.2021.9586944.
- [30] <https://www.geeksforgeeks.org/advantages-and-disadvantages-of-wireless-communication/>
- [31] [Module GSM/GPRS/GPS SIM808 | Didactico : La Maison De L'électronique Tunisie](#)
- [32] <https://www.engineersgarage.com/motor-protection-against-simple-phasing-overheating>