

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 : informatique industrielle

THÈME

**Réalisation d'un réseau MODBUS :
Application domotique**

Préparé par : BENAMARA Nawel

BOUREZG Fahima Karima

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Qualité
Mr. Y.Belhadji	MAA	Président
Mr. F.Moulehcene	MCB	Examinateur
Mr. A.Ghellab	MCB	Encadreur
Mr. M.Sebaa		Invité
Mr. D.Nasri		Invité
Mr. M.Bouhaous		Invité

PROMOTION 2015 /2016

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier **Allah**, le tout puissant qui nous a accordé la santé, la volonté et la patience pour accomplir ce projet.

Nos remerciements et gratitude les plus chaleureux vont à nos parents, frères et sœurs et toute la famille.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur **Mr. Ghellab AbdelKader** de nous avoir dirigés et pour la patience et la disponibilité dont il a fait preuve tout au long de ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres de jury qui nous ont faites le grand plaisir d'évaluer ce travail.

Nous remercions encore nos professeurs qui nous ont encadrés durant les années d'études à **l'université Ibn Khaldoun** de Tiaret.

Un grand merci à tous nos camarades et nos amis pour leurs encouragements et pour l'ambiance agréable durant la réalisation de cette thèse.

Nos reconnaissances aux membres de l'université pour leurs conseils et leur aide quotidien.

Merci infiniment.

Dédicace

A qui on doit tout

Aux meilleurs des pères

Au plus beau cadeau que dieu nous a offert nos chères mères

A nos chères frères et sœurs

A nos chères amies

A tous ce qui nous sont chers

A tous ceux qui, par un mot nous ont donné la force de continuer.

Especialmente Nos Madres

Nadia, Fatima et Rachida.

« Certes, il y'a des travaux pénibles ; mais la joie de la réussite n'a-t-elle pas à compenser nos douleurs ? »

Jean de la bruyère.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Domotique	
I.1- Introduction	3
I.2- Le principe de la domotique	4
I.2.1- Unir confort et sécurité	4
I.2.2- Des économies d'énergie	5
I.2.3- La domotique de sécurité	7
I.2.4- La domotique pour les personnes à mobilité réduite.....	7
I.3- Les automatismes	8
I.3.1- L'automatisme au service de votre maison	8
I.3.2- La motorisation du portail	9
I.3.3- La motorisation des volets	10
I.4- La programmation domotique	11
I.4.1- Introduction à la programmation de la domotique	11
I.5- Les appareils domotiques	12
I.5.1- Principe et définition	12
I.5.2- Les capteurs	13
I.5.3- Les alarmes	14
I.6- Les réseaux et la communication	15
I.6.1- La maison communicante	15
I.7- Conclusion	17
Chapitre 2 : Transmission des données	
II.1- Introduction	18
II.2- Les types de transmission	18
II.2.1- Transmission parallèle	18
II.2.2- Transmission série	19
II.3- Modes de transmission	21
II.3.1- Mode simplex	21
II.3.2- Mode Half-Duplex	21
II.3.3- Mode Full-Duplex	21

II.4- Les liaisons de la transmission série Asynchrone	22
II.4.1- Liaison série RS232	22
II.4.2- Caractéristique de la liaison RS232.....	22
II.4.3- Le protocole de transmission de la liaison RS232.....	23
II.4.4- Niveaux de Tension d'une liaison RS232	24
II.4.5- Brochage d'une liaison RS232.....	24
II.5- Liaison RS485	26
II.5.1- Principe d'une liaison différentielle	26
II.5.2- Bus RS485	27
II.5.3- Le Protocole MODBUS	29
II.5.4- Principe de fonctionnement du MODBUS.....	29
II.5.5- Structure du message	30
II.5.6- Format général d'une trame	30
II.5.7- Services supportés par MODBUS	31
II.6- Conclusion.....	32

Chapitre 3 : Description du microcontrôleur PIC16F877

III.1- Introduction	33
III.2- Le microcontrôleur.....	33
III.2.1- Exemple de systèmes a base de microcontrôleurs	33
III.2.2- Place du microcontrôleur dans un système	34
III.2.3- Types et modèle usuels de microcontrôleurs	34
III.3- Qu'est ce qu'un microcontrôleur.....	34
III.3.1- Constitution.....	34
III.3.2- Classification des PICs de Microchip	35
III.3.3- Identification des microcontrôleurs de Microchip	35
III.3.4- Critères de choix d'un microcontrôleur	36
III.4- Le microcontrôleur 16F877	36
III.4.1- Définition	36
III.4.2- Structure interne d'un microcontrôleur.....	37
III.4.3- Brochage du PIC 16F877.....	39
III.4.4- Mémoire FLASH.....	39

III.4.5- Mémoire RAM.....	39
III.4.6- Mémoire EEPROM	40
III.4.7- Les ports entrée / sortie	40
III.4.8- Les TIMERS.....	41
III.4.9- Les modules CCP1 et CCP2.....	41
III.4.10- Les Registres internes	42
III.4.11- Les interruptions.....	44
III.4.12- USART.....	46
III.4.13- CONVERTISSEUR Analogique/Numérique CAN.....	50
III.5- Conclusion	53

Chapitre 4 : Simulation et Réalisation.....

IV.1- Introduction	54
IV.2- Cahier de charge	54
IV.3- Description du réseau	54
IV.3.1- Schéma synoptique du réseau.....	55
IV.4- Description du matériel	55
IV.4.1- PIC 16F877	55
IV.4.2- MAX 485	56
IV.5- Description des cartes	58
IV.5.1- Constituants de la carte Principale	58
IV.5.2- Constituants de la carte secondaire 1	61
IV.5.3- Constituants de la carte secondaire 2	64
IV.6- Connexion et mise en place du bus 485	68
IV.6.1- Réalisation de la carte du bus RS485	69
IV.7- Outils de réalisations et de développement	70
IV.7.1- MPLAB	70
IV.7.2- ISIS PROTEUS	71
IV.7.3- ARES	73
IV.8- Conclusion	73

Conclusion générale

Références Bibliographique

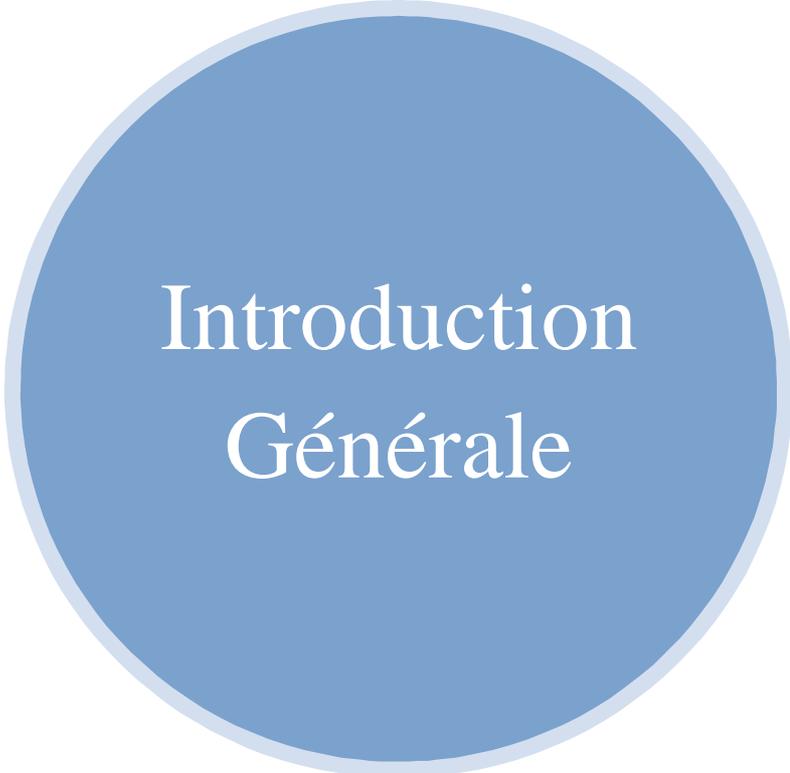
Liste des Figures et schémas

Figure-I-1 : Représentation graphique schématique d'items relatifs à l'« habitat intelligent ».	03
Figure-I-2 : Domicile équipé d'un réseau de capteurs et d'actionneurs assurant le confort.	04
Figure-I-3 : sécurité pour Domotique.	05
Figure-I-4 : Economie d'énergie.	05
Figure-I-5 : Technique câblée : Câble Ethernet ou BUS, sans fil.	06
Figure-I-6 : Panneau d'intervention.	07
Figure-I-7 : Domotique pour personnes à mobilité réduite.	07
Figure-I-8 : De l'automatisme dans un système Domotique.	09
Figure-I-9 : Motorisation du portail.	10
Figure-I-10 : Motorisation des volets roulants.	10
Figure-I-11 : Programmation Domotique.	11
Figure-I-12 : Appareils Domotique.	12
Figure-I-13 : Capteur de fumée.	13
Figure-I-14 : Choix de type d'alarme.	14
Figure-I-15 : Support de communication.	15
Figure-II-1 : Schéma synoptique du type de transmission Parallèle.	18
Figure-II-2 : Schéma synoptique du type de transmission Série.	19
Figure-II-3 : Exemple d'une trame asynchrone.	20
Figure-II-4 : Schéma synoptique du mode Simplex.	21
Figure-II-5 : Schéma synoptique du mode Half-Duplex.	21
Figure-II-6 : Schéma synoptique du mode Full-Duplex.	21
Figure-II-7 : Schéma synoptique de la liaison RS232.	22
Figure-II-8 : Chronogramme du protocole RS232.	23
Figure-II-9 : Ports séries DB9/DB25.	24
Figure-II-10 : Schéma synoptique pour la liaison différentielle.	26
Figure-II-11 : Schéma synoptique pour la liaison RS485.	27
Figure-II-12 : Topologie RS485.	27
Figure-II-13 : Câblage RS485 Half-Duplex.	28
Figure-II-14 : Câblage RS485 Full-Duplex.	28
Figure-II-15 : Trames d'échange en MODBUS.	29
Figure-II-16 : Format d'une Trame MODBUS.	30

Figure- III-1 : Des exemples de systèmes a base de microcontrôleurs.	33
Figure- III-2 : Schéma de place du microcontrôleur dans un système.	34
Figure- III-3 : Types et fabricant de microcontrôleur.	34
Figure- III-4 : Schéma synoptique d'un système a microprocesseur.	35
Figure- III-5 : Schéma synoptique des éléments constitutifs du PIC 16F877.	38
Figure- III-6 : Brochage PIC 16F877.	39
Figure- IV-1 : Réseau de l'application.	55
Figure- IV-2 : Schéma synoptique du réseau MODBUS.	55
Figure- IV-3 : Schéma de base pour faire fonctionner le pic 16F877.	56
Figure- IV-4 : Schéma électrique du MAX485.	57
Figure- IV-5 : Boitier MAX485.	57
Figure- IV-6 : Circuit de la carte principale sur ISIS.	58
Figure- IV-7 : Fonctionnement du capteur de fumée optique.	59
Figure- IV-8 : Circuit de la carte auxiliaire n° 1.	61
Figure- IV-9 : LED émettrice SFH415-U.	62
Figure- IV-10 : LED réceptrice bp 104.	62
Figure- IV-11 : Circuit de la carte auxiliaire n° 2.	64
Figure- IV-12 : Capteur de température LM35.	65
Figure- IV-13 : Boitier et brochage du Transistor NPN (2N2222).	66
Figure- IV-14 : Brochage du MAX485 au bus.	68
Figure- IV-15 : Connexion bus RS485.	68
Figure- IV-16 : Typon de la carte.	69
Figure- IV-17 : La carte réalisée du Bus RS485.	70
Figure- IV-18 : L'environnement MPLAB.	71
Figure- IV-19 : Ecran d'accueil d'ISIS.	72
Figure- IV-20 : Ecran d'accueil ARES.	73

Liste des tables

Tableau-II-1 : Notion des fils de la liaison RS232.	22
Tableau-II-2 : Niveaux logiques adaptés.	24
Tableau-II-3 : Les pôles de D9/D25.	25
Tableau-II-4 : Comparaison entre les deux liaisons : RS232 et RS485.	31
Tableau-II-5 : Les fonctions du protocole MODBUS.	32
Tableau-III-1 : Pages d'adressage.	42
Tableau-III-2 : Source d'interruption.	46
Tableau-III-3 : Entrée analogique.	51
Tableau-III-4 : Fréquence d'horloge du C.A.N.	52
Tableau-III-5 : Sélection de la tension de référence et du nombre d'entrées analogique.	53
Tableau-IV-1 : Description des pins du MAX485.	58



Introduction
Générale

Introduction générale :

L'utilisation des intelligences artificielles est extrêmement variée et elle s'adapte à tous les domaines ou presque. La majorité est toujours en expansion.

En effet, elle se présente sous diverses formes et dans des domaines variés tels que le domaine militaire (drone, tête chercheuse et les robots de combats), le domaine médical (afin de mieux diagnostiquer des maladies et prodiguer des soins) et la domotique (portail automatique, robot ménager, maison intelligente).

La domotique est un domaine où elle s'exploite et se développe tous les jours, et crée de nouvelles perspectives d'utilisations toujours en allant dans l'optique d'une maison qui « penserait » à notre place, et anticiperait nos besoins.

Le mot domotique est constitué du mot latin « Domus » signifiant la maison et le suffixe « tique » associé à la technique. Ses premiers développements sont apparus au milieu des années 1980.

L'automatisation du domicile (la domotique) est l'intelligence centralisée qui est l'ensemble des techniques permettant à des machines d'accomplir des tâches et résoudre des problèmes normalement réservés aux humains, elle fait appel à l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les habitats. Elle exige une conception et une configuration pouvant gérer la coordination et l'assortiment entre les différents périphériques.

Afin d'aboutir à une gestion techniques l'implémentation d'un réseau de communication est indispensable. On désigne deux types de réseau « point à point et multipoints ». Pour notre application le type agréé est le réseau multipoints.

Parmi les protocoles convenables nous optons sur le protocole MODBUS (reposant sur une liaison de type RS485 qui autorise le « multi-points ») pour ses caractéristiques (bande passante, le canal de transmission, la vitesse et la portée).

Pour cela, ce mémoire est présenté sous forme d'une description détaillée du système réalisé. Il est subdivisé en 4 chapitres.

❖ Chapitre 1 : donne une description générale sur la domotique et ses fonctionnalités.

❖ Chapitre 2 : nous décrivons et comparons les différents types et modes de Transmission des données tout en optant pour le MODBUS.

❖ Chapitre 3 : étant donné que la communication entre stations dans un réseau nécessite une certaine intelligence, un microcontrôleur est utilisé pour la gestion de chaque station. Le chapitre 3 a été consacré pour l'étude du Pic 16F877 opté pour notre application.

❖ Chapitre 4 : évoquera les différents circuits réalisés après la simulation par ISIS dans notre projet et ainsi qu'une description du programme qui sera logé dans la mémoire flash du PIC. La présentation sous forme d'organigramme est choisie pour plus de simplicité et de facilité de compréhension.

La conclusion générale dressera un bilan du travail effectué.

Chapitre I

Domotique

I.1- Introduction :

Qu'est-ce que la domotique?

La domotique, pour une maison intelligente, vient des mots *domus* (« domicile » en latin) et automatique, la domotique regroupe l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'informatique et des communications au service de la maison. Son champ d'application est quasi illimité. Visite guidée, dédiée à la réduction (ou élimination) de l'effort et/ou intervention de la personne dans l'accomplissement d'une fonction.

Dans le domaine de la domotique résidentielle, les équipements domotisés servent à automatiser les applications touchant à:

- La sécurité des occupants.
- Leurs communications.
- La gestion de l'énergie (contrôle d'éclairage et de chauffage).
- Le divertissement multimédia. etc.

Les systèmes de contrôle en domotique permettent la gestion d'une quantité d'activités dans la maison dont :

- L'éclairage.
- Le chauffage.
- Le système de surveillance (les détecteurs d'incendies).
- Les équipements audio vidéo et...une foule d'autres choses, et ce, peut importe l'endroit où ils se trouvent.

Ce cerveau dédié à la gestion de la maison rend la vie plus simple et plus agréable pour ses occupants. De plus, une gestion intelligente du chauffage et de l'éclairage pourra avoir des retombées importantes sur la conservation de l'énergie sans pour autant nuire au confort de la maison.

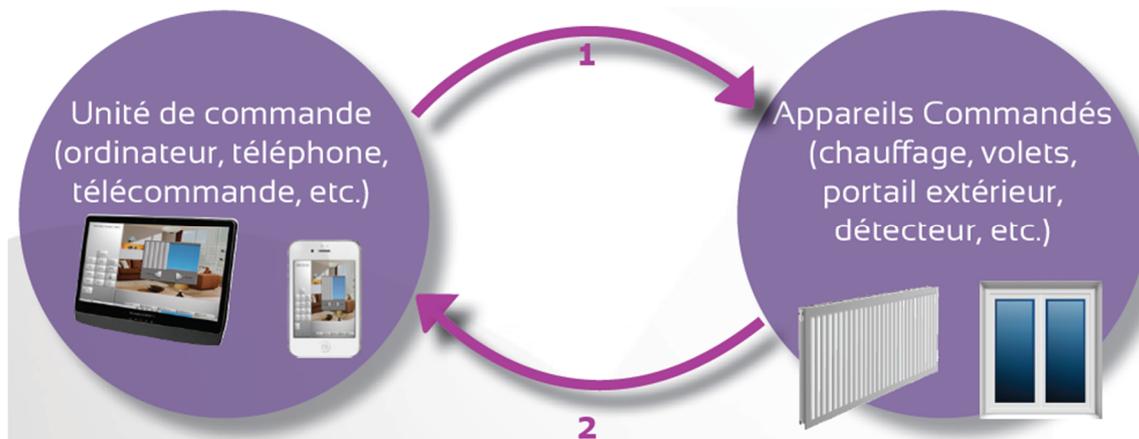


Figure-I-1 : Représentation graphique schématique d'items relatifs à l'« habitat intelligent » :

- 1) Circuit de commande, transmission des informations pour la réalisation d'une tâche à partir du tableau électrique, le Wifi, etc.
- 2) Informations sur l'état des appareils.

I.2- Le principe de la domotique :

La gestion intelligente de l'habitat, et plus généralement du bâtiment, est au centre de plusieurs débats : environnement, sécurité, confort. Il existe aujourd'hui des architectes qui proposent une approche écodomotique, où l'écologie se marie à la technologie. Les constructeurs rivalisent d'innovations pour concilier bien-être et performance dans votre quotidien.

Si, par ses divers moyens de contrôle et de régulation, la domotique est bien une des clés de l'optimisation énergétique de votre domicile, elle en possède aussi beaucoup d'autres.

I.2.1- Unir confort et sécurité :

Avec une installation domotique, vous pourrez aujourd'hui avoir une maison vivante et économe. Rendre votre maison intelligente vous assurera un résultat bas consommation évident.

Votre habitat sera protégé, car la domotique veillera à la sécurité de votre lieu de vie.

Elle vous offre aussi un bien-être sur-mesure, avec un confort en permanence.

La solution domotique pour les personnes âgées est, par exemple, une extension d'avenir de ce type d'installation.



Figure-I-2 : Domicile équipé d'un réseau de capteurs et d'actionneurs assurant le confort.

I.2.1.1- Pour une qualité de vie domestique :

Sans être exhaustif, une installation adaptée permet de maîtriser au plus juste vos dépenses énergétiques, comme c'est le cas avec la domotique du chauffage.

De plus, elle gère et optimise les automatismes de l'habitat. Il est ainsi possible de contrôler à distance l'ouverture et la fermeture des volets.

Enfin, les débits et la qualité de l'eau utilisée, aussi bien à l'intérieur (la domotique de la salle de bain) qu'à l'extérieur de votre habitat (la domotique de la piscine évolue beaucoup), peuvent également être contrôlés.

I.2.1.2- Pour une sécurité :

La domotique de sécurité est l'un des aspects les plus utilisés de la maison intelligente. Elle nécessite une installation comprenant des capteurs et des alarmes domotiques, un scénario (ou plusieurs) via une programmation domotique appropriée, et une centrale domotique qui peut exister en version très simple (un écran par exemple). Tous ces éléments sont ainsi mis en réseau.



Figure-I-3 : sécurité pour Domotique.

I.2.2- Des économies d'énergie [1]

Le but est d'éviter le gaspillage en supprimant les dépenses inutiles. Les systèmes de régulation permettent de maîtriser la consommation d'électricité, de gérer le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire avec un niveau de confort optimal. Un détecteur de présence placé dans chaque pièce commande instantanément l'allumage ou l'extinction des éclairages, la mise en route ou l'arrêt de la climatisation... Au jardin, l'arrosage s'automatise, tandis qu'un détecteur crépusculaire se charge d'allumer et d'éteindre les lumières dès la tombée du jour.



Figure-I-4 : économie d'énergie.

I.2.2.1- Priorité de la maison intelligente : communiquer

Actuellement, deux types de transmission s'interpénètrent et se complètent pour une maison communicante : le sans fil et le câblage.

La domotique sans fil se sert de diverses technologies telles les ondes radio, pour une domotique au budget modeste ; l'infrarouge, qui nécessite cependant d'être dans le « champ visuel » de l'équipement ; et le champ magnétique, qui répond parfaitement aux besoins d'une alarme par exemple et utilise des cartes ou des interrupteurs magnétiques comme « signatures » de reconnaissance.

Les techniques câblées fonctionnent soit par Courant Porteur en Ligne (CPL), soit par un câble Ethernet ou BUS.

La première option offre l'avantage de se servir des circuits électriques déjà existants ; tandis que la seconde est reconnue pour sa stabilité.



Figure-I-5 : Câble Ethernet ou BUS, sans fil.

I.2.2.2- Maison intelligente et économies :

La domotique permet de diminuer jusqu'à 10 % les factures d'énergie. Grâce aux automatismes et à des capteurs, les équipements électriques inter-reliés pilotent au plus juste la consommation énergétique (chauffage, éclairage, eau, ventilation, etc.), tout en gardant sous contrôle le confort des zones occupées.

La maison intelligente utilise la programmation domotique via des scénarios qu'on détermine en fonction des besoins spécifiques, évitant les pertes thermiques inutiles et palliant les risques d'oubli ou de sécurité.

I.2.2.3- Une perpétuelle évolution :

La domotique s'adapte en permanence à l'évolution de vos besoins. En effet, la programmation des scénarios d'usage est modifiable à l'infini. Une simple télésurveillance peut devenir une vidéosurveillance par exemple, avec un budget modéré. Il suffit de basculer de la domotique par téléphone à la domotique par Internet.

I.2.3- La domotique de sécurité :

La sécurité par la domotique ressemble à un jeu... technologiquement sophistiqué ! Une de ses règles de base : « animer » sa maison comme si on y était, qu'on travaillait ou partait en vacances. Mais, la domotique de sécurité dépasse largement le contexte gendarmes/voleurs !



Figure-I-6 : Panneau d'intervention.

Le panel d'intervention de la domotique de sécurité est polyvalent, mais peut se résumer en quatre expressions :

- ▀ Simuler une présence pour dissuader les intrusions indésirables ;
- ▀ Alerter automatiquement en déclenchant une alarme ou un signal silencieux à distance (vers le commissariat, une agence de gardiennage, etc.) en cas d'intrusion et de situations à risques (fuites de gaz, inondation, etc.) ;
- ▀ Déclencher des mesures correctives (ou d'urgence) adéquates, comme la fermeture des volets, la coupure de l'arrivée d'eau, etc., grâce aux divers automatismes ;
- ▀ Superviser le bon fonctionnement des équipements, car l'interface confirme la bonne exécution ou non des ordres donnés préalablement. [2]

I.2.4- La domotique pour les personnes à mobilité réduite :



Figure-I-7 : Domotique pour personnes à mobilité réduite.

Comme le monte escalier ou la baignoire à porte, la domotique répond aux besoins de confort et de sécurité des personnes à mobilité réduite (PMR) et des seniors.

L'aménagement PMR et la domotique pour les personnes âgées améliorent le quotidien, rassurent les familles et, surtout, les gardent autonomes et indépendantes chez elles. La domotique permet le maintien à domicile des personnes en perte d'autonomie et/ou en situation de handicap.

Cette intention passe par une adaptation du logement, lequel obéit au concept de la maison intelligente par le biais d'un système domotique.

I.2.4.1- Technologie anti-handicap :

Rendre un logement rassurant et confortable est l'enjeu actuel de la domotique axée sur l'aménagement PMR.

Dans le cas d'un handicap, la multiplication des points de commande et l'emploi de télécommandes domotiques permettent à l'utilisateur de contrôler son environnement sans avoir à se déplacer.

Par ailleurs, les automatismes diminuent les tâches répétitives. Par exemple, le détecteur de mouvement (par des capteurs domotiques) déclenche instantanément l'éclairage dans les lieux de circulation, sans actionner aucun interrupteur.

☞A noter : Les équipements domotiques touchent tous les domaines. Par exemple, il existe des prototypes de « lit médicalisé intelligent » accessible au patient lui-même, jusqu'à la commande au soufflé pour les personnes les plus dépendantes. [2]

I.3- Les automatismes :

Comment faire participer activement et intelligemment votre maison au confort et à la maîtrise de votre environnement ? Le système automatique est l'une des réponses. En effet, aujourd'hui très accessible, tant en termes de budget que de simplicité de fonctionnement, il offre des outils efficaces et adaptés à chacun.

I.3.1- L'automatisme au service de la maison :

L'automatisme est un sous-ensemble ou un organe de machine(s) destiné à remplacer, de façon totalement automatisée, une action ou décision habituelle et prédéfinie, sans intervention de l'être humain.

Formulé autrement, l'automatisme exige trois types de « partenaires » au sein du système domotique, pour se déclencher et remplir sa tâche. Premièrement, des capteurs domotiques sont indispensables à l'évolution précise de l'environnement à un instant « T ». Ces derniers sont des

capteurs de mouvements, de présence, de lumière, ou de fumée. Ensuite, une programmation domotique simple, ou sophistiquée, offre la possibilité de modifier à volonté les scénarios. Elle doit être évolutive.

Enfin, la centrale domotique programmée gère et pilote seule toute l'installation. Elle est en interaction perpétuelle avec les ordres via diverses télécommandes.



Figure-I-8 : De l'automatisme dans un système Domotique.

L'imagination n'a pas de fin !

Les automatismes ont des fonctions multiples et infinies et offrent plus de confort à notre quotidien. La motorisation des volets par exemple, peut se programmer selon les heures de la journée, l'orientation des pièces, la saison, et même le climat, etc.

S'adapter aux besoins propres à l'âge de chacun est également un véritable enjeu. Pour un jeune enfant ou une personne âgée, des interrupteurs automatiques créeront des chemins lumineux grâce à un détecteur de présence (couloir, jardin...). Les automatismes compensent nos handicaps et nos oublis. Ils agissent aussi à notre place en cas d'urgence.

Par exemple, une alarme périphérique peut être programmée pour avertir d'un double danger : oubli de la fermeture de la barrière de sécurité obligatoire alors que quelqu'un s'approche trop près de la piscine. Sécuritaires, ils simulent notre présence en déclenchant la radio, en allumant la lumière... suivant le scénario programmé.

Enfin, ils gèrent au plus juste toutes nos consommations domestiques. Certains automatismes de la domotique de chauffage sont capables de couper un radiateur dans une pièce où une fenêtre serait restée ouverte. [2]

I.3.2- La motorisation du portail :

La motorisation des portails est une des multiples applications des automatismes en domotique. Deux cas se présentent : motoriser votre portail existant ou acheter un portail motorisé.

Avec une même télécommande domotique, vous pouvez piloter votre porte de garage, votre portail et l'alarme de la maison.



Figure-I-9 : Motorisation du portail.

I.3.3- La motorisation des volets :

La motorisation des volets et des stores est une des caractéristiques de base de la domotique de la maison. Au même titre que la motorisation du portail et de la porte de garage, la motorisation des volets offre la triple réponse du confort, de la sécurité et de l'économie.

I.3.3.1- Pour des volets roulants :

Qu'ils soient en façade (volets roulants) ou sur le toit, les volets se motorisent facilement. La motorisation du volet est composée d'un moteur tubulaire logé dans un tube cylindrique ou octogonal, dit « axe d'enroulement », protégé par un coffre intégré à la maçonnerie (construction neuve), puis posé en façade (bâti existant) ou fixé au dormant (fenêtre de toit) ; et d'un récepteur radio (dans le prolongement de l'axe) commandé par une télécommande domotique, dédiée ou universelle.

☞ A noter : Un détecteur de pluie, typique des capteurs domotiques, existe souvent pour la fermeture automatique des fenêtres de toit.



Figure-I-10 : Motorisation des Volets roulants.

I.4- La programmation domotique :

La domotique assume automatiquement les fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie et de communication au sein du logement.

Les appareils domestiques, intégrés et gérés par des systèmes communicants via divers automatismes, obéissent à des ordres directs ponctuels (télécommande, écran tactile, etc.) et/ou à une programmation par divers logiciels domotiques depuis une centrale.

Globalement, la programmation domotique contrôle l'éclairage et le chauffage, mais elle peut aussi être utile pour arroser le jardin, commander l'ouverture et la fermeture de ses volets, etc.

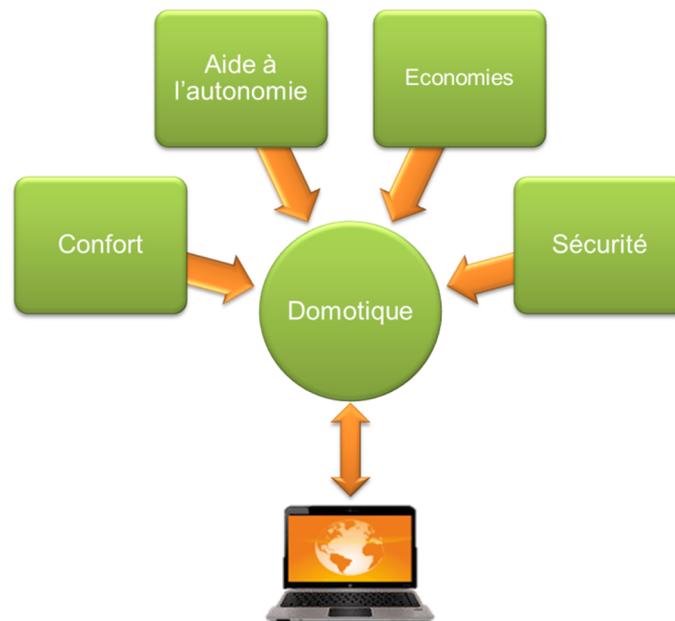


Figure-I-11 : Programmation Domotique.

I.4.1- Introduction à la programmation de la domotique :

La domotique utilise le concept de pyramide, avec la centrale domotique au sommet.

Une structure hiérarchique :

Le schéma domotique, qui permet de visualiser une installation, est à conception pyramidale :

- ▮ En bas, l'ensemble de vos équipements et appareils domestiques (cafetière, MAL, TV, ventilateurs, radiateurs, robot de piscine, etc.) ;
- ▮ Au centre, sur plusieurs niveaux (en fonction de la complexité de votre installation), les automatismes, capteurs et alarmes domotiques ;
- ▮ En haut, coiffant le tout, la centrale de commande (PC, TV, téléphone, mobile, etc.).

Entre chaque étage, la « communication » bi-directionnelle se fait grâce à la programmation domotique, qui utilise un (ou plusieurs) réseau(x) de transmission.

I.4.1.1- Comment programmer son système ?

Si on choisit des kits domotiques (pour chaque fonction à gérer) préprogrammés, on n'a qu'à programmer les scénarios. Vous pouvez aussi opter pour une centrale domotique dédiée.

Si on est un bricoleur à l'aise avec l'informatique, l'électricité et les télécommunications, on peut installer soi-même son installation domotique ; sinon, faites appel à une entreprise de domotique.

I.4.1.2- Quelques logiciels de programmation :

La programmation domotique se sert de logiciels spécifiques usant de systèmes d'exploitation aptes à gérer l'ensemble des équipements techniques de la maison (éclairages, volets, chauffages, systèmes de sécurité).

Voici quelques exemples de logiciels de programmation domotique en standard EIB/KNX (sous Windows) : HoMIDoM gère un système domotique multi technologies pour la maison et est entièrement gratuit ; ExDomus possède une interface très pédagogique, mais est payant (logiciel plus sophistiqué et évolutif) ; ETS est une version plus professionnelle. C'est un outil de conception et de programmation par PC réservé aux installations de grande taille ou aux fonctionnalités très étendues.

I.5- Les appareils domotiques :

Tous les équipements domestiques sont, par principe, des appareils domotiques. Cependant, la progression du marché de la domotique se traduit entre autres par l'apparition d'appareils spécifiquement conçus pour s'intégrer à une installation domotique.

I.5.1- Principes et définition :

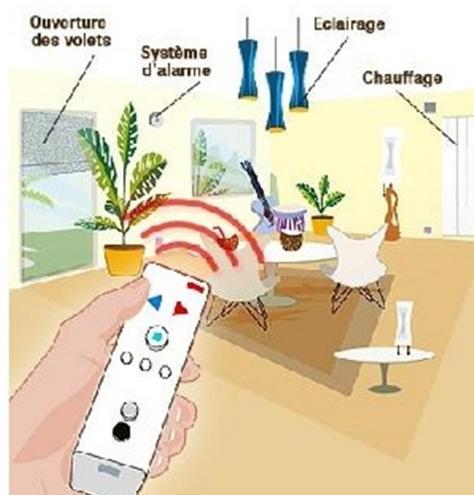


Figure-I-12 : Appareils Domotiques.

Le concept propre de la maison intelligente, ou encore de la maison communicante, est de transformer tous les « outils » du quotidien en appareils domotiques, c'est-à-dire programmables. Leur fonctionnement obéit alors à une télécommande domotique ou peut se déclencher à distance (domotique par Internet).

Quelques exemples

Indépendamment de l'équipement électroménager de la cuisine et de la salle de bain (cafetière, four, lave-vaisselle, chauffe-eau...) vendu en modèles déjà programmables, la domotique permet de généraliser les automatismes aux autres équipements :

- Audio et vidéo, c'est la domotique pour le home cinéma ;
- Accessoires du jardin (arrosage de la pelouse, domotique de l'éclairage...) ;
- Tous les ouvrants (motorisation des volets, portails, portes de garage, etc.) ;
- La salle de bain, qui offre aujourd'hui une gestion automatisée de l'eau grâce à des capteurs adéquats ;
- La piscine, qui va aussi bénéficier de la domotique du chauffage;

I.5.2- Les capteurs :

Un capteur permet de convertir une grandeur physique (température, luminosité, humidité, débit, présence d'objet, etc.) en un signal analogique, radio ou électrique.

Cette conversion permet un traitement du signal électrique par des structures électroniques à des fins de mesures et/ou de commandes. Le marché de la domotique offre une multitude de capteurs.



Figure-I-13 : Capteur de fumée.

Quel modèle pour quelle fonction ?

Il existe cinq grandes familles de capteurs à connaître. Le capteur logique ou TOR (Tout Ou Rien) détecte un évènement ou un objet lié au système.

Le capteur numérique fournit, lui, un signal fréquentiel ; le modèle le plus connu est le pluviomètre. D'un emploi facile, il peut être directement couplé à un compteur. D'autre part, le capteur analogique existe lui aussi en deux groupes ; il est :

- Soit physique, il réagit alors aux déformations (forces, pressions), à la température, aux changements magnétiques ou acoustiques, etc. ;
- Soit chimique (gaz, humidité, biochimique, etc.).

On trouve aussi sur le marché des capteurs biométriques qui utilisent divers types de reconnaissance : veineuse, etc. Enfin, le capteur digital repose sur des informations binaires combinatoires. On peut citer pour exemple les codeurs optiques.

Les capteurs numériques, digitaux et biométriques sont les plus performants pour répondre aux exigences de la domotique de sécurité ou de la domotique pour les personnes à mobilité réduite. Ces capteurs domotiques sont une innovation révolutionnaire, car ils récupèrent les données sans liaison filaire, en radio, tout en étant autosuffisants en énergie.

I.5.3- Alarme:

Un système domotique est une structure pyramidale destinée à « couvrir » l'ensemble du « périmètre » habitable. Dans cet espace, plus ou moins grand, éventuellement avec un jardin et des dépendances extérieures (garage, piscine, etc.), le contrôle de l'environnement se fait par les capteurs domotiques, tandis que les alertes dépendent des alarmes. Une installation domotique utilisera donc une alarme appropriée à chaque domaine qu'elle peut couvrir.



Figure-I-14 : Choix de type d'alarme.

L'alarme doit correspondre au mieux aux besoins de chacun. Toutefois, certaines fonctions restent essentielles.

Tout d'abord, il faut vérifier que l'alarme dispose d'une fonction intégrée de « diagnostic » des pannes. Cela permet de veiller à l'état de l'alarme et d'être averti d'une défaillance éventuelle. De plus, il est préférable de choisir un modèle avec une télécommande multifonction, à moins d'opter pour une centrale domotique avec une télécommande universelle. Enfin, si l'alarme choisie est sonore, il est conseillé de se munir d'une sirène déportée et puissante (110 dB).

Une alarme domotique ne s'achète pas seule, elle est vendue en pack (modèle simple). En effet, elle s'intègre à un kit domotique qu'on peut installer soi-même ; Les alarmes se résument à deux familles :

- Les alarmes filaires (câblage domotique), qui fonctionnent avec un réseau Ethernet ou des BUS ;
- Les alarmes sans fil, avec un système à infrarouge, à courant porteur, à radio sans fil ou à ondes (WiFi, Bluetooth).

I.6- Les réseaux et la communication :

La communication tient une place de plus en plus importante dans le logement. Une installation domotique adaptée, avec les appareils de la maison montés en réseau, satisfait aux besoins et aux loisirs de chaque personne du foyer.

I.6.1- La maison communicante :

Rendre son habitat communicant, donc domotique, se fait de trois manières :

- Avec un câblage domotique bien pensé ;
- En domotique sans fil (WiFi, ondes radio, etc.) ;
- Par domotique CPL ou à courant porteur (appelé X10).



Figure-I-15 : Support de communication.

I.6.1.1- Protocoles :

Au royaume des normes de la domotique, il est difficile de s'y retrouver. Il est donc important d'avoir un aperçu lexical de quelques termes souvent rencontrés :

- Le **réseau VDI** est un nouveau type de câblage, qui transporte toutes les informations (Voix, Données, Images) depuis une prise universelle RJ45.
- Le protocole **MODBUS** (marque déposée par Modicon) est un protocole de dialogue basé sur une structure hiérarchisée entre un client unique et plusieurs serveurs. Ce protocole est dans le domaine public et sa spécification est publique.
- Le **Io-homecontrol** est une technologie radio sans fil et sécurisée, partagée par des spécialistes de l'habitat avec une communication bi-directionnelle.
- -Le **Bluetooth** est quant à lui un protocole radio permettant une communication transparente entre tous les équipements situés dans un périmètre de quelques mètres.
- -Le terme **DSP** (Digital Signal Processor) désigne un protocole utilisé dans les amplificateurs de home cinéma, qui gère la diffusion du signal sonore vers les enceintes du système (domotique audio).
- -L'interface **HDMI** (High Definition Multimedia Interface) véhicule les signaux audio et vidéo en numérique.
- Le protocole de gestion domotique ultime (libre, simple et documenté), pour faire communiquer l'ensemble des équipements de l'installation, est le protocole **xPL**.
- Le système **Peer-to-Peer** (P2P) est un échange de données entre deux ordinateurs reliés à Internet. Il établit un lien direct entre les deux machines, sans nécessiter de serveur central.
- Le transport des informations sur un réseau informatique est assuré par un protocole **Ethernet**.
- Enfin, **ZigBee** est un protocole de haut niveau permettant la communication de petites radios, avec une consommation réduite pour les réseaux à dimension personnelle. [2]

☞ **Attention :** *en domotique, l'un des principaux problèmes est d'arriver à faire communiquer l'ensemble des modules et des équipements du système entre eux.*

Dans notre travail, nous optons pour le réseau MODBUS pour ses caractéristiques de protocole de dialogue, de portée et de vitesse de transmission qui seront discutées plus loin dans ce mémoire.

I.7- Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude descriptive des différents niveaux hiérarchiques (capteurs, actionneurs, calculateurs et support de communication) d'un système domotique.

Dans la suite de ce mémoire, nous optons pour le réseau MODBUS pour ses caractéristiques qui seront discutées plus loin (portée, vitesse et protocole) afin de mettre en œuvre une application domotique assurant la communication entre les différentes pièces du domicile. Ainsi, cette application englobe la sécurité à domicile, le confort et la surveillance.

Chapitre II

Transmission des données

II.1- Introduction :

La transmission de données est un transfert physique des données sur un canal de communication point à point ou point à multipoints.

La manière dont les données sont transmises d'un endroit à un autre est appelée mode de transmission de données ou encore mode de communication de données. Elle indique la direction du flux d'informations. Parfois, les modes de transmission de données sont également désignés en tant que modes directionnels.

On distingue, dans la littérature, différentes classifications des types de transmission. Cette classification est relative au canal de transmission. Ce canal peut transporter plusieurs bits simultanément (transmission parallèle). Ce type de transmission est caractérisé par sa vitesse de transmission au détriment de la distance que peut parcourir la donnée à transmettre. Le second type de transmission est la transmission dite série. Dans ce cas le canal peut transporter plusieurs bits sur une seule ligne. C'est le type de transmission adopté dans ce travail.

II.2- Les Types de Transmission :

II. 2.1- Transmission Parallèle :

Dans ce type de transmission, le canal est constitué de plusieurs lignes ou conductrices, généralement 8, 16, 32 ou même 64, transmettant simultanément autant de bits qu'il y a de conducteurs. L'intérêt de ce type de communication est que le débit des données est multiplié par le nombre de fils mis côte à côte. Ce type de transmission a longtemps été considéré comme plus rapide que les transmissions de type série.



Figure-II-1 : Schéma synoptique du type de transmission Parallèle.

Les avantages de la Transmission Parallèle sont:

- Tous les bits de données seront transmis simultanément, de sorte que la durée requise de transmission de N bits sera seulement un cycle d'horloge.

- En raison de la transmission dans un seul cycle d'horloge, la fréquence d'horloge peut être maintenue faible, sans affecter la vitesse de fonctionnement.

Tandis que les inconvénients de la Transmission Parallèle sont :

- Pour la transmission de N bits, il faudra un nombre N de fils.
- Avec l'augmentation des utilisateurs, ces fils seront nombreux pour une gestion commode.
- La transmission parallèle est utilisé pour communication courte distance.

II.2.2- Transmission Série :

Dans une liaison en série, les données sont envoyées bit par bit sur la voie de transmission. Toutefois, étant donné que la plupart des processeurs traitent les informations de façon parallèle, il s'agit de transformer des données arrivant de façon parallèle en données en série au niveau de l'émetteur, et inversement au niveau du récepteur.



Figure-II-2 : Schéma synoptique du type de transmission Série.

La transmission série, selon la synchronisation entre l'émetteur et le récepteur peut être classée en deux types, transmission série synchrone et transmission série asynchrone.

II.2.2.1- Transmission Série Synchrone :

La transmission série est dite synchrone si l'émetteur et le récepteur sont cadencés à la même fréquence d'horloge. Le récepteur reçoit de façon continue (même lorsqu'aucun bit n'est transmis) les informations au rythme de l'émetteur.

II.2.2.2- Transmission Série Asynchrone :

Avec la transmission asynchrone la synchronisation du signal n'est pas nécessaire; les signaux sont envoyés dans un modèle convenu de bits et si les deux extrémités sont mis d'accord sur le modèle, la communication peut avoir lieu.

Les informations (octets) sont transmises de manière irrégulière. L'intervalle de temps entre 2 bits de l'octet est cependant fixe. Souvent un *bit de start* (élément de départ) et *de stop* (élément d'arrêt) encadrent chaque octet.

Dans les transmissions asynchrones, les horloges de l'émetteur et du récepteur sont indépendantes, la synchronisation des caractères se fait évidemment par reconnaissance des signaux de départ (START) et des signaux d'arrêt (STOP) qui délimitent chaque octet. En effet, dans le récepteur le signal START déclenche au début de chaque octet, la mise en route de l'horloge local ayant la même fréquence que celle de l'émetteur, et qui permet l'échantillonnage des symboles binaires contenus dans les caractères, assurant ainsi la synchronisation.

Principe de la transmission Asynchrone :

- Transmission de données d'un équipement A (PC, console, GPS, modem, équipement industriel) à un équipement B.
- Données à transmettre existent sous forme parallèle (octet, double octet, etc.) et sont transmises sous forme série (LSB en premier le plus souvent).
- Données reçues sous forme série (LSB en premier) puis reconditionnées dans le format initial.
- Asynchrone car aucune horloge (bit clock) n'est transmise entre l'émetteur et le récepteur. Le récepteur ignore (au préalable) quand il va recevoir une donnée.

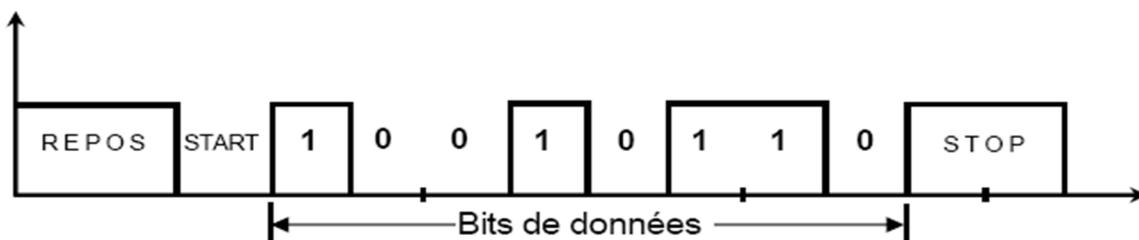


Figure-II-3 : Exemple d'une trame asynchrone.

- Les avantages de la Transmission série sont :
 - seul fil est nécessaire.
 - réduction des coûts en raison de moins de nombre de conducteurs.
- Les inconvénients de la Transmission série sont :
 - La vitesse de transfert de données est lente.
 - pour augmenter la vitesse de transfert de données, la fréquence de l'horloge doit être augmentée.

Les modes de transmission série dans la littérature ont été classés en trois modes.

II.3- Modes de transmission :

Le mode de transmission concerne le sens dans lequel sont circulées les données.

II.3.1- Mode simplex :

Dans le mode simplex, les données peuvent circuler dans une seule direction. Dans ce mode, un expéditeur peut envoyer des données et ne peut pas recevoir. De même, un récepteur peut recevoir des données mais ne peut pas en envoyer. Les données envoyées par l'ordinateur à l'imprimante est un exemple de mode simplex.

Dans le mode simplex, il est impossible pour confirmer la réussite de la transmission de données. Il est également impossible de demander à l'expéditeur pour retransmettre l'information (par défaut qu'on ignore si la transmission est réussie).



Figure-II-4 : Schéma synoptique du mode Simplex.

II.3.2- Mode Half-Duplex :

Ce mode, appelé aussi bidirectionnel à l'alternatif, permet une transmission dans les deux sens, mais alternativement. Chacune des deux extrémités reçoit et émet à tour de rôle, jamais simultanément.

Par rapport aux transmissions simplex, il est nécessaire de disposer de transmetteur (émetteur) et récepteur aux deux extrémités.

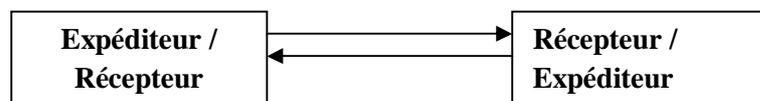


Figure-II-5 : Schéma synoptique du mode Half-Duplex.

II.3.3- Mode Full-Duplex :

Ce mode se caractérise par une liaison dans laquelle les données circulent dans les deux sens simultanément.



Figure-II-6 : Schéma synoptique du mode Full-Duplex.

II .4- Les liaisons de la transmission série Asynchrone :

II.4.1- Liaison série RS232 :

RS-232 est une norme standardisant un port de communication de type série. Disponible sur presque tous les PC jusqu'au milieu des années 2000, il est communément appelé le « port série ».

Le port RS-232 est fréquemment utilisé dans l'industrie pour connecter différents appareils électroniques (automate, appareil de mesure, etc..).

Dans cette liaison, l'octet à transmettre est envoyé bit par bit (**poids faible en premier**) par l'émetteur sur la ligne Tx, vers le récepteur (ligne Rx) qui le reconstitue.

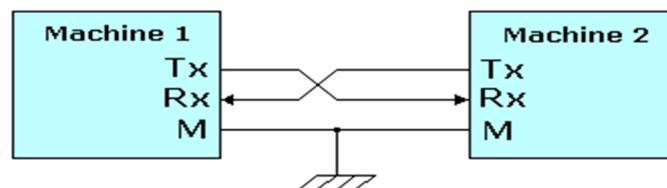


Figure-II-7 : Schéma synoptique de la liaison RS232.

Tx	Transmit	conducteur d'émission des données
Rx	Receive	conducteur de réception des données
Gnd	Ground	la masse

Tableau-II-1 : Notation des fils de la liaison RS232.

II.4.2- Caractéristiques de la liaison RS232 :

- La vitesse de transmission de l'émetteur doit être identique à la vitesse d'acquisition du récepteur. Ces vitesses sont exprimées en Bauds (1 baud correspond à 1 bit / seconde). Il existe différentes vitesses normalisées: 9600, 4800, 2400, 1200... bauds.
- La communication peut se faire dans les deux sens (duplex), soit émission d'abord, puis réception ensuite (half-duplex), soit émission et réception simultanées (full-duplex)
- La transmission étant du type asynchrone (pas d'horloge commune entre l'émetteur et le récepteur), des bits supplémentaires sont indispensables au fonctionnement: bit de début de mot (**start**), bit(s) de fin de mot (**stop**).
- Mot transmis de 5,6 7 ou 8 bits.

- 1 bits de START (0) et 1,1.5 ou 2 bits de stop (1) indiquent le début et la fin du mot transmis.
- 1 bit de parité (paire ou impaire) est éventuellement ajouté pour détecter les erreurs de transmission.
- Caractéristiques électriques :
0 : niveau émis +V.
1 : niveau émis -V.

Avec V compris entre 5 et 25 Volts (12Volts pour les ports séries COM1, COM2 sur Un PC).

II.4.3- Le Protocole de Transmission de la liaison RS232 :

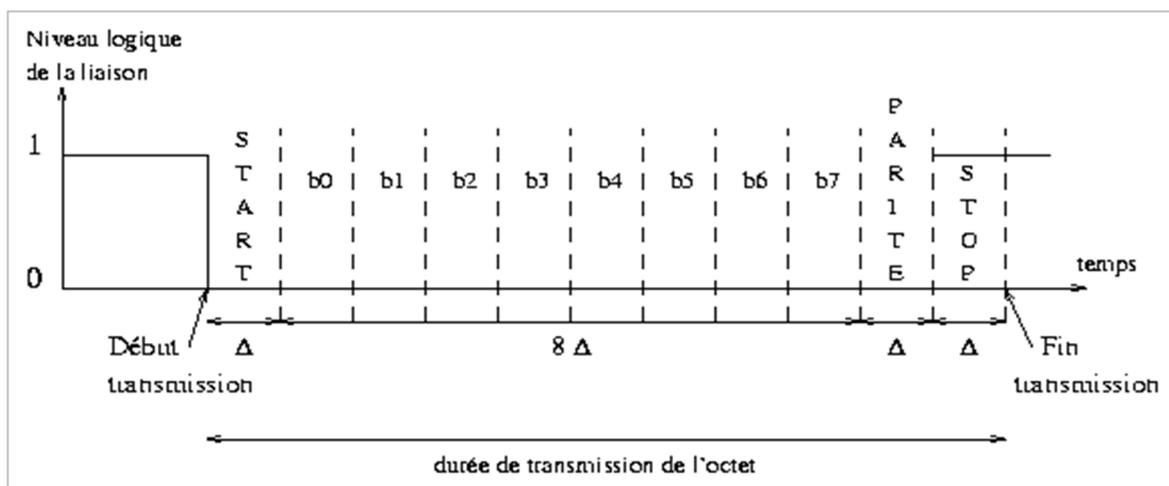


Figure-II-8 : Chronogramme du protocole RS232.

Bit de Start : la ligne au repos est à l'état logique 1 pour indiquer qu'un mot va être transmis la ligne passe à l'état bas avant de commencer le transfert. Ce bit permet de synchroniser l'horloge du récepteur.

Bit de stop : après la transmission, la ligne est positionnée au repos pendant 1, 2 ou 1,5 période d'horloge selon le nombre de bits de stop.

Donnée : le bit de poids faible est envoyé en premier. La longueur du mot peut être de 7 bits ou 8 bits.

La vitesse de transmission : les différentes vitesses de transmission sont réglables à partir de 110 bauds (bits par seconde).

Parité : indique si le nombre de bits à 1 dans la donnée est pair ou impair. Le mot transmis peut être suivi ou non d'un bit de parité qui sert à détecter les erreurs éventuelles de transmission. Ce bit de parité est généré automatiquement par l'UART de l'émetteur. A la réception on compare la parité obtenue avec celle reçue. La parité peut être paire ou impaire :

a- Parité paire : le bit ajouté à la donnée est positionné de telle façon que le nombre des états à 1 soit paire sur l'ensemble de la donnée y compris le bit de parité.

b- Parité impaire : le bit ajouté à la donnée est positionné de telle façon que le nombre des états à 1 soit impaire sur l'ensemble de la donnée y compris le bit de parité.

II.4.4- Niveaux de Tension d'une liaison RS232 :

Les signaux RS-232 (+/-3V à +/-25V) ne sont pas compatibles avec les signaux logiques TTL (0V/5V) des montages électroniques ou certains matériels. Il est donc nécessaire de les convertir.

Niveau Logique	Tension RS232	Tension TTL
« 0 »	+3V à 25V	0V
« 1 »	-3V à -25V	5V

Tableau-II-2 : Niveaux logiques adaptés.

Pour chaque signal, le support est un fil référencé par rapport à la masse. La norme permet d'adapter les signaux logiques (TTL ou CMOS) à l'aide d'un circuit adaptateur de ligne.

Le MAX232 qui transforme les niveaux logiques issus du système numérique en niveaux logiques compatibles avec les normes RS232 et vice versa.

II.4.5- Brochage d'une liaison RS232 :

La liaison RS232 nécessite un minimum de 3 fils, (Tx) pour l'émission, (Rx) pour la réception et une ligne de masse.

Il existe deux types de port série, le premier consistant en 25 pôles qui est le format d'origine défini dans le Protocole et est appelé D25 (très vieux). Et le second, dans lequel on trouve 9 petit pôle, appelé D9 et est apparu à son début dans les ordinateurs personnels en raison de la non-utilisation d'autres pôles dans le grand port.

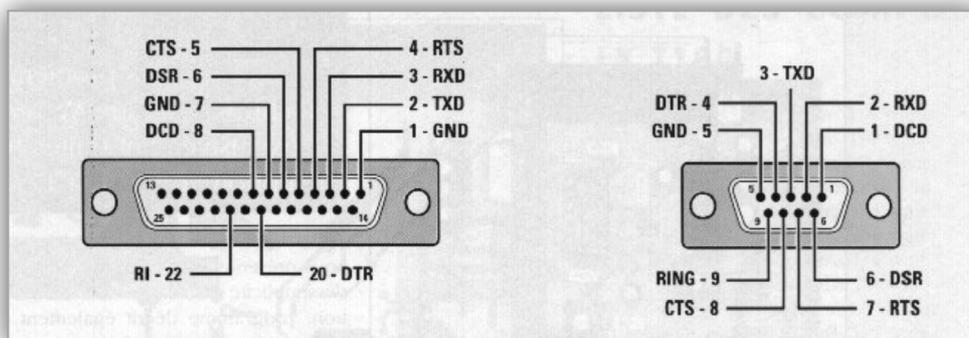


Figure-II-9 : Ports séries DB9/DB25.

DB9	DB25	Signal	Fonction	Sens
1	8	DCD	Détection de porteuse	Entrée
2	3	RxD	Réception des données	Entrée
3	2	TxD	Transmission des données	Sortie
4	20	DTR	Terminal prêt	Sortie
5	7	SG	Masse du signal	Masse
6	6	DSR	Données prêtes	Entrée
7	4	RTS	Demande d'émission	Sortie
8	5	CTS	Prêt pour l'émission	Entrée
9	22	RI	Indicateur de sonnerie	Entrée

Tableau-II-3 : les pôles de D9/D25.

- GND (Masse)
- TxD (Données transmises) les informations envoyées (sortie): les informations sont envoyées sur ce pôle. Cette ligne est une sortie. Les données de l'ordinateur vers le correspondant sont véhiculées par son intermédiaire,
- RxD (données reçues): dédié pour recevoir des informations (entrée): L'information est reçue sur ce pôle. Cette ligne est une entrée.
- DTR (Data Terminal Ready) (sortie) indique si le terminal de données est prêt à envoyer. Cette ligne est une sortie active au niveau logique haut. Elle permet à l'ordinateur de signaler au correspondant que le port série a été libéré et qu'il peut être utilisé s'il le souhaite.
- DSR (Data Set Ready) (entrée): indique si le dispositif de données (modem) est prêt à recevoir des données. Cette ligne est une entrée active au niveau logique haut. Elle permet au correspondant de signaler qu'une donnée est prête.
- RTS (Request To Send) : Cette ligne est une sortie active au niveau logique haut. Elle indique au correspondant si l'ordinateur veut lui transmettre des données.
- CTS (Clear To Send) (entrée): Cette ligne est une entrée active au niveau logique haut. Elle indique à l'ordinateur que le correspondant est prêt à recevoir des données,

- CD (Carrier Detected) (entrée): indique à l'ordinateur sur la disponibilité du signal porteur .Cette ligne est une entrée active au niveau logique haut. Elle signale à l'ordinateur qu'une liaison a été établie avec un correspondant.
- RI (*Ring Indicateur*) : cette ligne est une entrée active au niveau logique haut. Elle permet à l'ordinateur de savoir qu'un correspondant veut déclencher une communication avec lui.

II.5- Liaison RS485 :

RS485 est une liaison série, de type asynchrone, différentielle qui permet un débit élevé (jusqu'à 10 Mégabits/seconde) sur une distance importante (jusqu'à 1200 mètres).

II.5.1- Principe d'une liaison différentielle :

Une liaison différentielle comporte deux conducteurs actifs. L'émetteur possède un amplificateur différentiel qui va transmettre les états logiques à la double ligne de transmission sous forme de deux tensions +A et -B ou +B et -A selon le niveau logique. Le récepteur est un montage à amplificateur opérationnel qui fera la différence (soustraction) de tension entre les deux fils de ligne. [3]

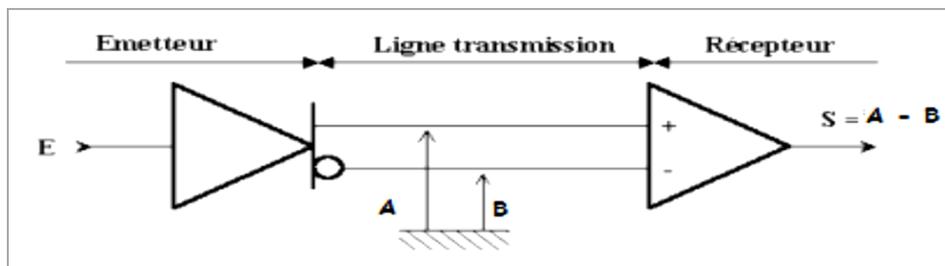


Figure-II-10 : Schéma synoptique pour la liaison différentielle.

La liaison RS485 utilise des lignes différentielles équilibrées pour la communication, le plus souvent des paires torsadées de fils. Les pilotes de ligne et des récepteurs pour ces interfaces utilisent comme information de données la différence de tension entre les deux lignes d'une même paire.

Les données binaires sont identifiées par la polarité de la différence de tension définissant que les données sont à un état logique "1" lorsque la polarité est positive (niveau de tension dans fil "+" est plus élevé que dans fil "-") et «0» lorsque la polarité est négative (niveau de tension dans fil "-" est plus élevé que dans fil "+"). Une marge de $\pm 0,2$ V niveau de bruit est définie pour améliorer l'immunité au bruit. Les données étant équilibrées, la transmission annule le bruit induit, étant donné que le même bruit est induit dans les deux conducteurs de la paire, en

conservant la différence de tension qui transporte les informations. Le bruit rayonné d'un bus de communication équilibrée est également inférieur à l'un d'un bus non différentiel.

La liaison RS485 dispose de deux bornes d'émission polarisées notées Tx(+) , Tx(-) et deux bornes de réception polarisées notées Rx(+) et Rx(-) .

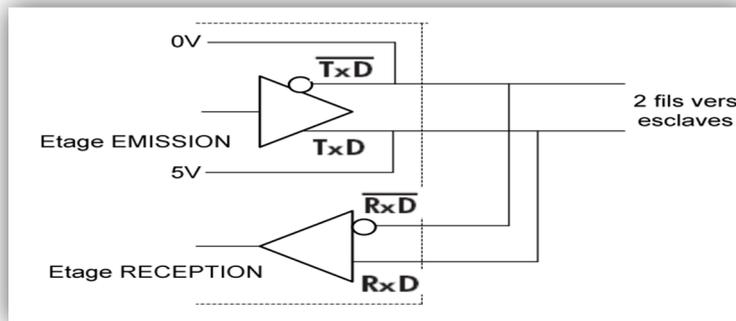


Figure-II-11 : Schéma synoptique pour la liaison RS485.

II.5.2- Bus RS485 :

Le bus RS485 est un bus définie par la norme EIA-485.il permet la réalisation d'une liaison multipoints (Half-Duplex/Full Duplex).

La topologie bus du réseau RS485 est probablement la cause pour que le RS485 soit le plus favorable parmi les autres. Le RS485 est l'interface unique qui est capable d'interconnecter plusieurs transmetteurs et récepteurs dans la même structure.

En utilisant un récepteur RS485 avec une résistance d'entrée de 120 Ohms, c'est possible de connecter 32 équipements dans la structure. [4]

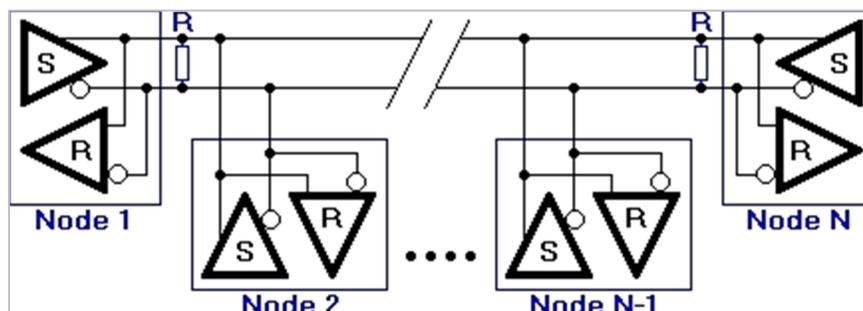


Figure-II-12 : Topologie RS485.

Les nœuds sont connectés à un support RS485 multipoint. Pour améliorer la vitesse et étendre la structure sur des longueurs plus longues il est nécessaire d'utiliser des résistances de

120ohms sur l'entrée et la sortie pour l'adaptation car les lignes de transmission sont de 120ohms comme les transmetteurs et les récepteurs RS485 sont par défaut adaptés (imposé par le fabricant) à des résistances 120 Ohms :

Comme déjà cité auparavant un RS-485 peut avoir jusqu'à 32 unités de charge, avec une unité de charge équivalente à une impédance d'entrée de 12k. En utilisant des récepteurs à haute impédance, on peut avoir jusqu'à 256 nœuds.

Le bus RS485 peut être câblé en mode Half-Duplex (implémentation 2 fils obligatoire) comme le montre la figure ci-dessous.

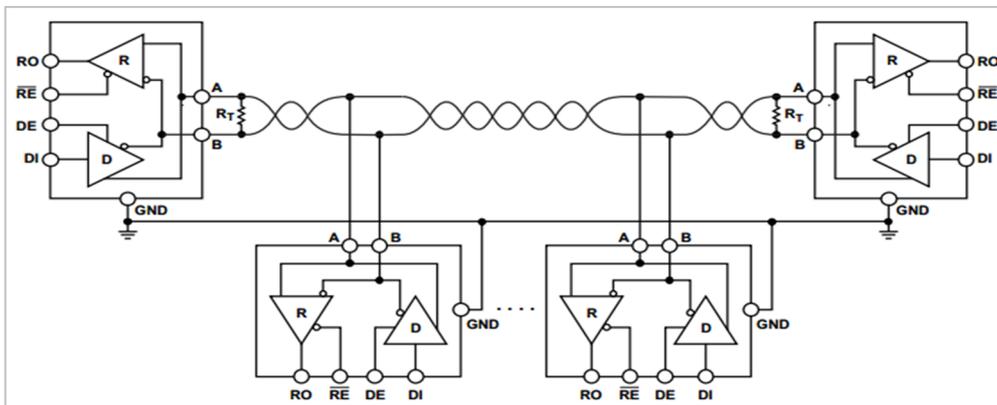


Figure-II-13 : Câblage RS485 Half-Duplex.

On peut le câblé aussi en full duplex (implémentation 4 files optionnelle) câblage 4 files

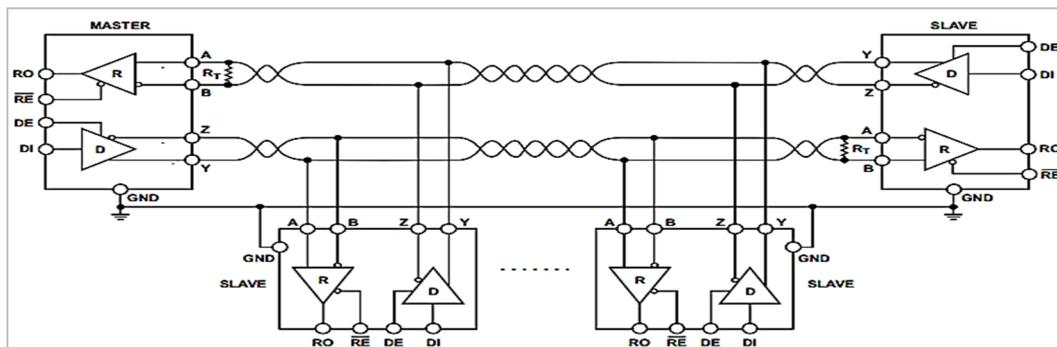


Figure-II-14 : Câblage RS485 Full-Duplex.

II.5.3- Le Protocole MODBUS :

MODBUS est un protocole de communication **non-propriétaire** créé en 1979 fonctionnant sur le mode Client/serveur et permettant une communication entre un Client (Maitre) et un ou plusieurs Serveurs (esclave). Relevant du niveau 7 (applicatif) du Modèle OSI.

Le protocole MODBUS consiste en la définition de trames d'échange, son espace d'adressage comprend 256 adresses différentes L'adresse 0 est réservée à l'adresse de diffusion. Tous les nœuds esclaves doivent reconnaître l'adresse de diffusion. Le maitre communique avec 1 ou plusieurs esclaves (247 max)

Le nœud MODBUS maitre n'a pas d'adresse spécifique, seuls les nœuds esclaves doivent avoir une adresse. Cette adresse doit être unique sur un MODBUS bus série.

Les échanges sont réalisés à l'initiative du maître et comportent une demande du maître et une réponse de l'esclave.

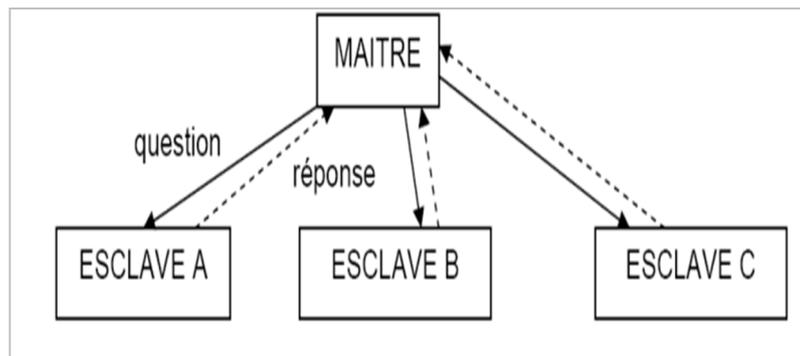


Figure-II-15 : Trames d'échange en MODBUS.

II.5.4 - Principe de fonctionnement du MODBUS :

- Le maître envoie une demande et attend une réponse.
- Deux esclaves ne peuvent dialoguer ensemble.
- Le dialogue maître – esclave peut être schématisé sous une forme successive de liaisons point à point.
- Mode de communication : **half-duplex**. (2 fils ou 4 fils).
- le maître parle à l'ensemble des esclaves, sans attente de réponse (diffusion générale).

Il ne peut y avoir sur la ligne qu'un seul équipement en train d'émettre. Aucun esclave ne peut envoyer un message sans une demande préalable du maître. Le dialogue direct entre les esclaves est impossible. [5]

II.5.5- Structure du message :

Le maître envoie un message constitué de la façon suivante:

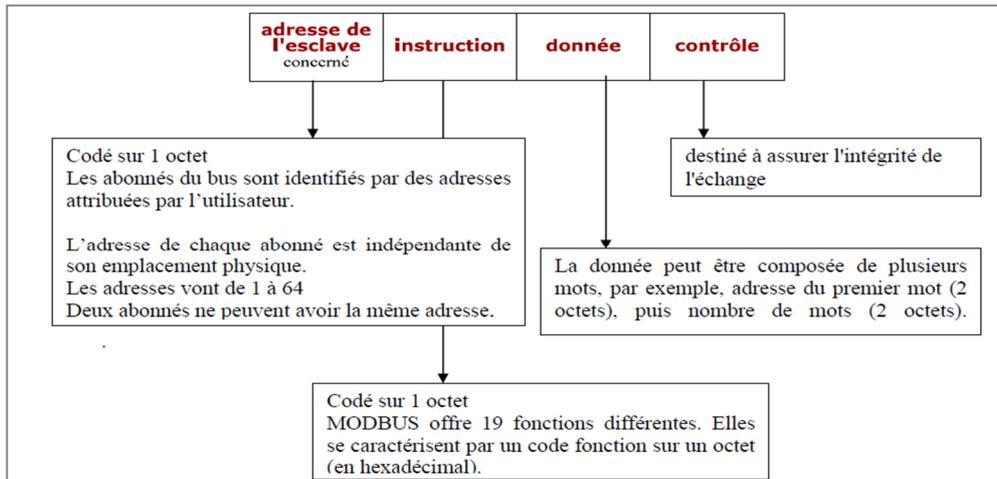


Figure-II-16 : Format d'une Trame MODBUS.

II.5.6- Format général d'une trame : [6]

Deux types de codage peuvent être utilisés pour communiquer sur un réseau MODBUS.

Tous les équipements présents sur le réseau doivent être configurés selon le même type.

- Type ASCII : chaque octet composant une trame est codé avec 2 caractères ASCII (2 fois 8 bits).

START	Adresse	Fonction	Donnée	LRC	END
1 caractère	2 caractères	2 caractères	n caractères	2 caractères	2 caractères

LRC : C'est la somme en hexadécimal modulo 256 du contenu de la trame hors délimiteurs, complétée à 2 et transmise en ASCII.

- Type RTU :(Unité terminale distante) : chaque octet composant une trame est codé sur 2 caractères hexadécimaux (2 fois 4 bits).

START	Adresse	Fonction	Donnée	CRC	END
Silence	1 octet	1 octet	n octets	2 octets	Silence

La taille maximale des données est de 256 octets

Différence entre MODBUS RTU et ASCII :

Il existe deux modes de transmission de base trouvés dans les connexions MODBUS série, ASCII et RTU. Ces modes de transmission déterminent la manière dont les messages sont codés.

En format ASCII, les messages sont lisibles, alors que dans RTU les messages sont en codage binaire et ne peuvent pas être lus lors de la surveillance. Le compromis est que les

messages RTU sont d'une taille plus petite, ce qui permet plus de l'échange de données dans le même laps de temps. Il faut être conscient que tous les nœuds au sein d'un réseau MODBUS doivent être du même mode de transmission, ce qui signifie MODBUS ASCII ne peut pas communiquer avec MODBUS RTU et vice versa.

L'une des principales différences entre MODBUS ASCII et MODBUS RTU est que ASCII permet des écarts entre les octets d'un message d'une longueur maximale de 1 seconde. Avec MODBUS RTU, des flux continus de messages doivent être envoyés.

II.5.7- Services supportés par MODBUS : [6]

MODBUS offre 19 fonctions différentes. Elles se caractérisent par un code fonction sur un octet (en hexadécimal). Tous les équipements ne supportent pas tous les codes fonction.

Code	Nature des Fonctions MODBUS
H'01'	Lecture de n bits de sortie consécutifs
H'02'	Lecture de n bits de sortie consécutifs
H'03'	Lecture de n mots de sortie consécutifs
H'04'	Lecture de n bits de consécutifs d'entrée
H'05'	Ecriture de n bits de sortie
H'06'	Ecriture de n mots de sortie
H'07'	Lecture du statu d'exception
H'08'	Accès aux compteurs de diagnostic
H'09'	Téléchargement, télé-déchargement et mode de marche
H'0A'	Demande de CR de fonctionnement
H'0B'	Lecture du compteur d'événement
H'0C'	Lecture des événements de connexion
H'0D'	Téléchargement, télé-déchargement et mode de marche
H'0E'	Demande de CR de fonctionnement
H'0F'	Ecriture de n bits de sortie
H'10'	Ecriture de n mots de sortie
H'11'	Lecture d'identification
H'12'	Téléchargement, télé-déchargement et mode de marche
H'13'	Reset de l'esclave après erreur non recouverte

Tableau-II-5 : Les fonctions du protocole MODBUS.

Les différences majeures entre la norme RS232 et la norme RS485 :

	RS232	RS485
Connexion	Point à Point	Bus
Emetteurs/Récepteurs	1/1	32/32
Couplage électrique	Mode asymétrique	Mode Symétrique
Support Physique	2 fils de données + masse	1 Paire Torsadée
Type de liaison	Simplex / Full duplex	Half Duplex 10 Mb/s
Débit maximum	20 kb/s	10 Mb/s
Portée typique	10m	1 Km

Tableau-II-4 : Comparaison entre les deux liaisons RS232 et RS485.

La norme RS485, contrairement à la norme RS232, ne définit que les caractéristiques électriques de la couche physique pour de nombreux standards bien connus comme Profibus et Modbus. Les principales différences sont le médium de communication (une paire torsadée), un mode de tensions différentielles, et la possibilité de travailler en réseau (et non en mode point à point) avec une grande vitesse sur des longues distance.

II.6- Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié deux liaisons série asynchrones ; une point à point en mode commun concrétisée par le RS232, l'autre Multipoints en mode différentiel (MODBUS). Les différents avantages caractérisant ce dernier tel que sa portée, son protocole (Half-Duplex) et sa vitesse ainsi que sa robustesse contre les bruits additifs (grâce au mode différentiel) nous ont menés à opter, dans ce qui suit dans ce mémoire, pour ce réseau (MODBUS) pour la mise en œuvre de notre application domotique.

Chapitre III

Description du
Microcontrôleur
PIC16F877

III.1- Introduction :

L'évolution sans cesse galopante des systèmes techniques amène de plus en plus les concepteurs à remplacer la commande câblée, généralement à base de nombreux circuits intégrés, par un seul et unique circuit programmable capable seul de remplir toutes les fonctions exigées par le système.

Les microcontrôleurs qui sont de taille tellement réduite, peuvent être sans difficulté implantés sur l'application même qu'ils sont censés piloter. Leur prix et leurs performances simplifient énormément la conception de système électronique et informatique. L'utilisation des microcontrôleurs ne connaît de limite que l'ingéniosité des concepteurs, on les trouve dans nos cafetières, les magnétoscopes, les radios.

III.2- Le microcontrôleur :

III.2.1- Exemple de systèmes à base de microcontrôleurs :

Les systèmes et les objets techniques à base de microcontrôleur(s) prennent de plus en plus de place dans notre quotidien.



Figure-III-1 : Des exemples de systèmes à base de microcontrôleurs.

Le microcontrôleur présente des avantages tels que :

- ▀ La simplicité de mise en œuvre.
- ▀ La grande capacité de traitement.
- ▀ Le coût relativement faible.

III.2.2- Place du microcontrôleur dans un système :

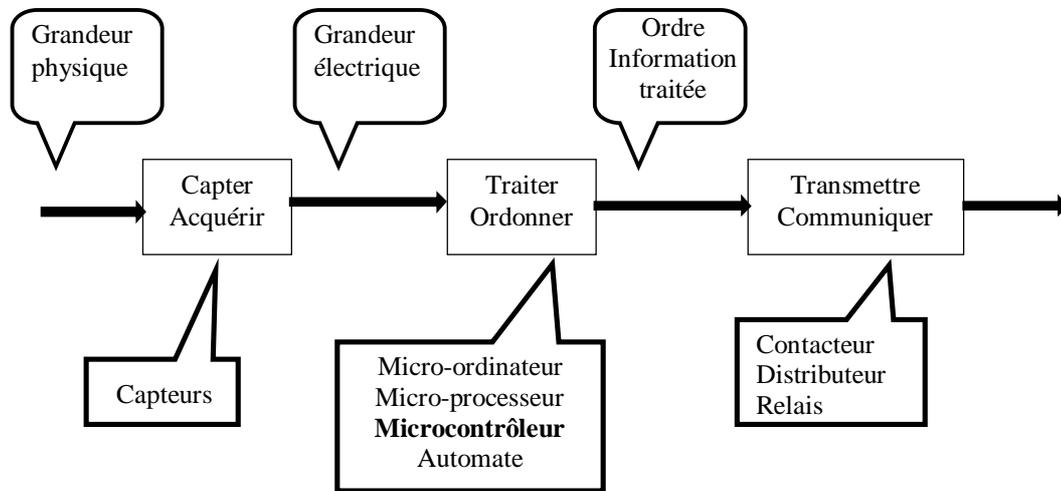


Figure-III-2 : Schéma de place du microcontrôleur dans un système.

III.2.3- Types et modèle usuels de microcontrôleurs :

Plusieurs constructeurs et fabricants proposent une multitude de références dans le domaine des microcontrôleurs.

Parmi ces fabricants, on cite :

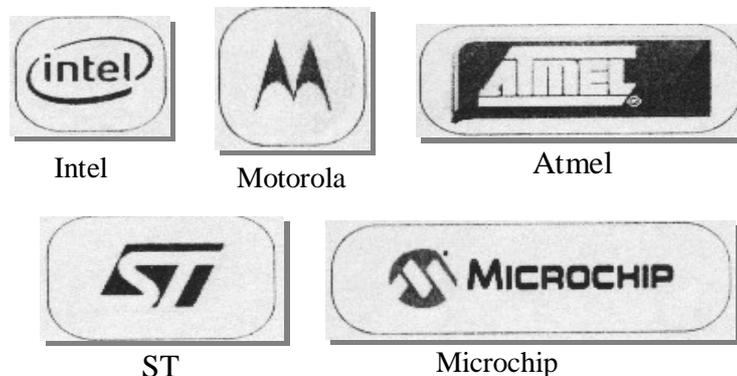


Figure -III-3 : Types et fabricants de microcontrôleurs.

III.3- Qu'est-ce qu'un microcontrôleur ?

III.3.1- Constitution :

C'est un système à microprocesseur monté dans un circuit intégré. Les avancées technologiques en matière d'intégration, ont permis d'implanter sur une puce de silicium de quelques millimètres carrés la totalité des composants qui forment la structure de base d'un

ordinateur. Leur prix varie de quelques Euros à une dizaine d'Euros pour les plus complexes. Comme tout ordinateur, on peut décomposer la structure interne d'un système à microprocesseur en trois parties :

- ▶ Les mémoires
- ▶ Le processeur
- ▶ Les périphériques

C'est ce qu'on peut voir sur la figure -III-4 :



Figure-III-4 : Schéma synoptique d'un système à microprocesseur.

III.3.2- Classification des PICs de Microchip :

La famille des PICs est subdivisée en 3 grandes familles :

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

Les PICs sont des composants STATIQUES, Ils peuvent fonctionner avec des fréquences d'horloge allant du continu jusqu'à une fréquence max spécifique a chaque circuit. Un PIC16F876-04 peut fonctionner avec une horloge allant du continu jusqu'à 4 MHz.

Nous nous limiterons dans ce projet a la famille Mid-Range et particulièrement au PIC 16F877.

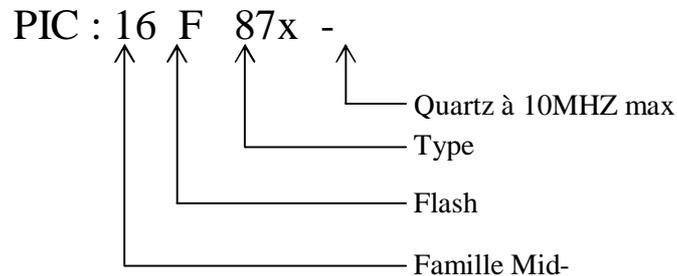
III.3.3- Identification des microcontrôleurs de Microchip :

Un PIC est généralement identifié par une référence de la forme suivante : xxXXyy-zz

- ✓ xx : Famille du composant, actuellement « 12, 14, 16, 17 et 18 ».
- ✓ XX : Type de mémoire programme :
 - C : EPROM ou EEPROM ;
 - CR : PROM ;
 - F : Flash.

- ✓ yy : Identificateur ;
- ✓ zz : Vitesse maximale du quartz de pilotage.

Exemple :



III.3.4- Critères de choix d'un microcontrôleur :

Le choix judicieux d'un microcontrôleur, pour une application donnée dépend principalement :

- ▶ Du nombre d'entrées/sorties de l'application cible,
 - ▶ Du type de mémoire programme : Flash, Eprom, OTP (*One Time Programmable*) ...
- et de sa taille.

- ▶ De la présence ou de l'absence des convertisseurs analogiques/numériques CAN,
- ▶ De l'existence ou non d'une mémoire EEPROM,
- ▶ De l'existence ou non d'un bus I2C,

D'autres critères considérés tels que :

- ▶ La disponibilité du composant sur le marché local.
- ▶ La facilité de sa mise en œuvre.
- ▶ Le prix...etc.

Dans notre application qui sera l'objet du chapitre suivant et d'après l'étude des nombres d'entrées/sorties et de sources d'interruption, périphériques requis (CAN, USART.. etc.), nous avons opté pour le microcontrôleur 16F877A.

III.4- Le microcontrôleur 16F877A :

III.4.1- Définition :

Le PIC16F877 (Programmable Interface Contrôler) est un microordinateur, fabriqué par la société MICROCHIP technologie, son boîtier DIL (Dual In Line) de 40 broches, contenant un CPU, une mémoire FLASH, une mémoire RAM, une mémoire EEPROM, des entrées-sorties, des périphériques (USART, TIMER, I2C, CAN).

III.4.2- Structure interne d'un microcontrôleur : [7]

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- ▶ Consommation : moins de 2mA sous 5V à 4 MHz.
- ▶ Architecture RISC : 35 instructions de durée 1 ou 2 cycles.
- ▶ Durée du cycle: Période de l'oscillateur quartz divisée par 4 soit 200 ns pour un quartz de 20 MHz.
- ▶ Deux bus distincts pour le code programme et les data.
- ▶ Code instruction : mot de 14 bits et compteur programme (PC) sur 13 bits, ce qui permet d'adresser 8 K mots (de h'0000' à h'1FFF')
- ▶ Bus DATA sur 8 bits.
- ▶ 33 Ports Entrée-Sortie bidirectionnels pouvant produire 25 mA par sortie.

PORTA = 6 bits et PORTB PORTC et PORTD = 8bits PORTE = 3 bits pour le 16F877.

- ▶ 4 sources d'interruption :
 - Externe par la broche partagée avec le Port B : PB0
 - Par changement d'état des bits du Port B: PB4 PB5 PB6 ou PB7
 - Par un périphérique intégré dans le chip: écriture de Data en EEPROM terminée, conversion analogique terminée, réception USART ou I2C.
 - Par débordement du Timer.
- ▶ 02 Compteurs 8 bits et 01 compteur 16 bits avec pré-diviseur programmable.
- ▶ Convertisseur analogique 10 bits à 8 entrées pour le 16F877.
- ▶ UART (*Universal Asynchrone Receiver/Transmitter*) pour transmission série synchrone ou asynchrone.
- ▶ Interface I2C (Inter Integrated Circuits).
- ▶ 02 modules pour PWM (Pulse Wide Modulation) avec une résolution de 10 bits.
- ▶ 368 Octets de RAM
- ▶ 256 Octets d'EEPROM Data.
- ▶ 8K mots de 14 bits en EEPROM Flash pour le programme (h'000' à h'1FFF').
- ▶ 01 registre de travail : W et un registre fichier : F permettant d'accéder à la RAM ou aux registres internes du PIC. Tous les deux sont des registres 8 bits.

PORTA : 6 entrées -sorties. 5 entrées du CAN. Entrée CLK du Timer 0.

PORTB : 8 entrées-sorties. 1 entrée interruption ext. Clk et Data pour prog.

PORTC : 8 entrées-sorties. Clk Timer1 et PWM1. USART. I2C.

PORTD : 8 entrées-sorties. Port interface microprocesseur (8 bits data).

PORTE : 3 entrées-sorties. 3 bits de contrôle interf micro. 3 entrées du CAN.

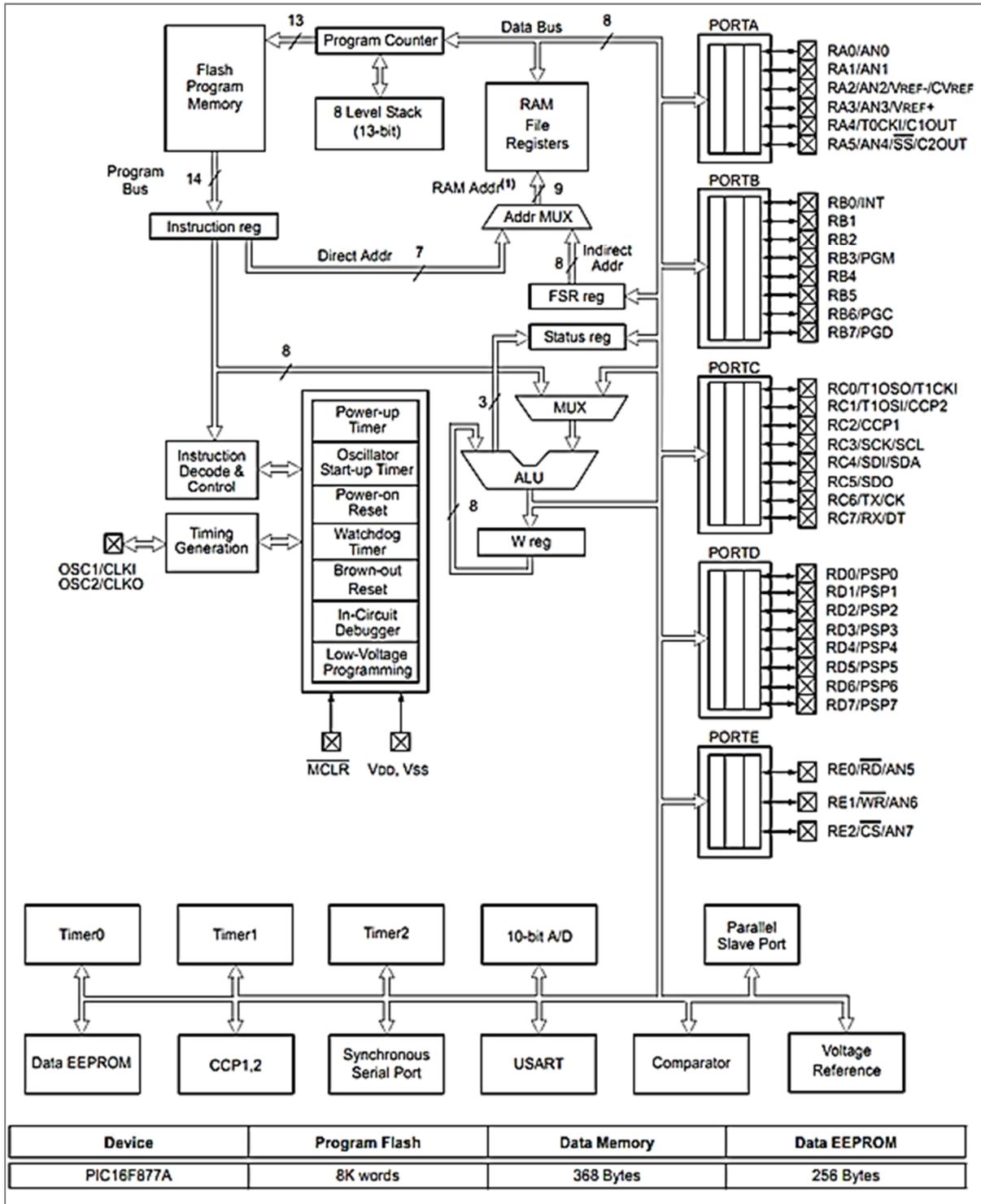


Figure-III-5 : Schéma synoptique des éléments constitutifs du PIC 16F877.

III.4.3- Brochage du PIC 16F877: [7]

Comme le montre la figure ci-après, le pic 16F877A est présenté sous la forme d'un circuit intégré dans un boîtier appelé « DIL 4 ». Il présente 40 broches qui sont virtuellement numérotées de 1 à 40. La 1^{ère} broche est placée dans le coin situé à gauche de l'encoche de repérage. Il a :

- ▶ 04 pins pour l'alimentation (VDD, VSS).
- ▶ 02 pins pour l'oscillateur (OSC1, OSC2).
- ▶ 01 pin pour le RESET (MCLR).
- ▶ 33 pins d'entrées/sorties dont chacune de ses broches assure un fonction précise.

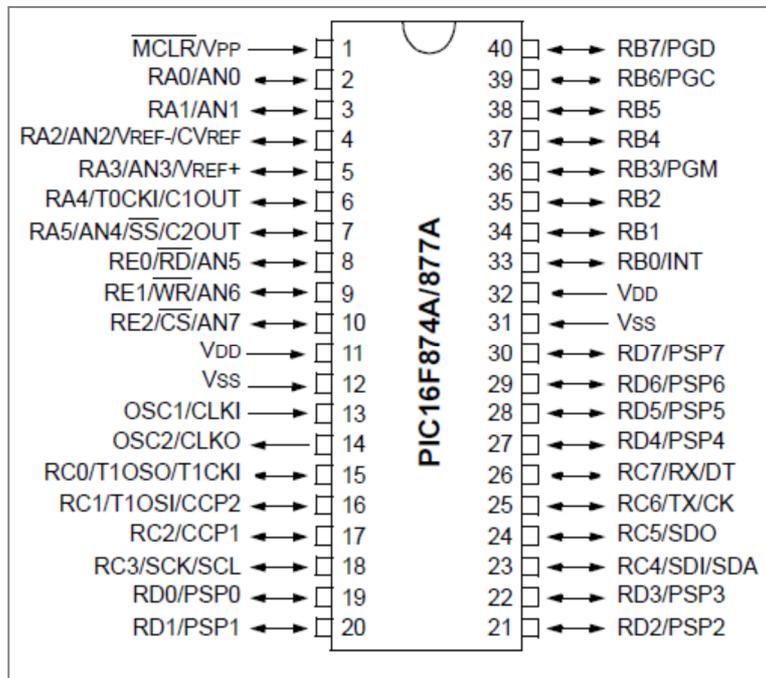


Figure-III-6 : Brochage PIC16F877.

III.4.4- Mémoire FLASH :

C'est la mémoire programme proprement dite. 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, elle fait 8K mots, sa vocation est de stocker le programme du PIC, mais pas les variables de votre programme. Le PIC exécute une à une les instructions logées dans la mémoire du programme.

III.4.5- Mémoire RAM :

C'est une mémoire de taille 368 Octets, d'accès rapide, mais labile, cette mémoire contient les registres de configuration ainsi que les différents registres de données permettant de contrôler le cœur du PIC. Elle comporte également des cases mémoires à usage générique dans lesquelles pourront être stockées les variables utilisées par le programme.

III.4.6- Mémoire EEPROM :

Elle est de taille de 256 Octets, électriquement effaçable, réinscriptible et stable. Ce type de mémoire est d'accès plus lent, elle est très utile pour sauver des paramètres semi-permanents, modifiés plusieurs million de fois par secondes.

III.4.7- Les ports entrée / sortie :

PORTA (h05) et TRISA (h85) :

Ce port bidirectionnel est constitué de 6 bits. Le registre de direction correspondant est TRISA.

Quand on écrit un "1" dans TRISA, le bit correspondant du PORTA est configuré en ENTREE, et le driver de sortie est placé en haute impédance. Si on écrit un "0", le port devient une SORTIE, et le contenu du Latch correspondant est chargé sur la broche sélectionnée.

Le bit 4 du Port peut également servir pour l'entrée horloge du timer TMR0.

Les autres bits du Port sont partagés avec le CAN.

PORTB (h06) et TRISB (h86) :

Il comporte 8 bits. Le registre de direction correspondant est TRISB. Si on écrit un "1" dans le registre TRISB, le driver de sortie correspondant passe en haute impédance. Si on écrit un "0", le contenu du Latch de sortie correspondant est recopié sur la broche de sortie.

Chaque broche du PORT B est munie d'un tirage au +VDD que l'on peut mettre ou non en service en mode entrée uniquement. On active cette fonction par la mise à "0" du bit7 dans le registre OPTION en h'81'.

Au reset, le tirage est désactivé.

Il est inactif quand le port est configuré en sortie.

Les 4 broches PB7 PB6 PB5 et PB4 provoquent une interruption sur un changement d'état si elles sont configurées en ENTREE.

On doit remettre à zéro le Flag de cette interruption (bit 0 du registre INTCON en h'0B') dans le programme d'interruption. Cette possibilité d'interruption sur un changement d'état associé à la fonction de tirage configurable sur ces 4 broches, permet l'interfaçage facile avec un clavier. Cela rend possible le réveil du PIC en mode SLEEP par un appui sur une touche du clavier.

Le bit 0 du PORT B peut également être utilisé comme entrée d'interruption externe. Le choix du front de déclenchement se fait en configurant le bit 6 du registre OPTION.

Au RESET: PORT A et PORT B configurés en ENTREE (TRISA et TRISB = 1)

PORT B : Tirage désactivé.

PORTC (h07) et TRISC (h87) :

Il s'agit d'un PORT 8 bits bidirectionnel.

Il est partagé avec le module de transmission synchrone I2C et l'USART.

III.4.8- Les TIMERS : [7]**III.4.8.1- Timer0 :**

C'est le plus ancien des timers implantés dans les PICs, son ancienne appellation était RTCC, pom Real Time Clock. C'est un temporisateur /compteur 8 bits (0 à 255) simple, Il a pour rôle de gérer des événements périodiques, comme l'incrémement des variables. Celui-ci est incrémenté soit par l'horloge interne ($F_{osc}/4$) ou par des impulsions extérieures générées par une horloge appliquée sur la broche T0CKI/ RA4.

Le mode temporisateur est sélectionné si le bit T0CS du registre(OPTION_REG) est met à 0, ce mode de fonctionnement est assuré par l'horloge interne, le timer0 est incrémenté à cycle d'instruction (sans le pré-diviseur).

Le mode compteur est sélectionné en mettant à 1 le bit T0CS du registre (OPTION_REG). L'horloge dans ce cas est externe, si le bit T0SE est met à 1,le Timer0 est incrémenté à chaque front montant de la patte RA4/T0CKI, et à chaque front descendant si T0SE est mis à 0.

III.4.8.2- Timer1 :

Il fonctionne sur le même principe que le timer mais il est plus moderne dans sa conception.

C'est un temporisateur/compteur 16 bits. Il peut être incrémenté via le bit TMR1CS du registre (T1CON) soit par l'horloge interne, externe par des impulsions sur la broche T1CKI/RCO ou par un oscillateur (RC ou quartz) connecté sur les broches T1OSO/RC0 et T1OSI/RC1.

III.4.8.3- Le Timer2 :

Le Timer2 a un fonctionnement différent des Timer0 et Timer1. Le Timer2 est un compteur 8 bits, il sert à générer des signaux carrés, ou, en association avec le module CCP, des signaux PWM «Pulse Width Modulation» «Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI) ».Il est incrémenté par l'horloge interne ($F_{osc}/4$). Celle-ci peut être pré divisée. Les bits T2CKPS1 et T2KPS0 du registre (T2CON) permettent de choisir la valeur de la pré-division (1,4 ou 16).

III.4.9- Les modules CCP1 et CCP2 :

Le 16F877A disposent de 2 modules CCP (Capture, Compare, and PWM) au niveau ressources utilisées, nous pouvons simplement dire que les modules CCPx utilisés en mode compare et en mode capture font appel au **timer1**, alors que le mode PWM nécessite l'utilisation de **timer2**.

III.4.10- Les Registres internes : [8]**STATUS REGISTER : (h '03' ou h'83' ou h'103 ou h'183') :**

On accède indifféremment à ce registre par une quelconque de ces 4 adresses.

Bit7**bit0**

IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
-----	-----	-----	----	----	---	----	---

Au reset : STATUS = 00011XXX

Bit 7 : IRP = permet la sélection des pages en adressage indirect.

Pour la PAGE 0 (de 00 à 7F) et la PAGE 1 (de 80 à FF) ce bit doit être laissé à "0". Mis à "1", il permettra d'atteindre la PAGE 3 (de 100 à 17F) et la PAGE 4 (de 180 à 1FF).

Bits 6 et 5 : RP1 et RP0 = permettent la sélection des pages en adressage direct.

RP1	RP0	Page sélectionnée
0	0	PAGE 0 de 00 à 7F
0	1	PAGE 1 de 80 à FF
1	0	PAGE 2 de 100 à 17F
1	1	PAGE 3 de 180 à 1FF

Tableau-III-1 : Pages d'adressage.*Bit 4: TO* = Time Out bit. Bit en lecture seulement.*Bit 3: PD* = Power Down bit.*Bit 2: Z* = Zero bit.*Bit 1: DC* = Digit Carry bit.*Bit 0: C* = Carry bit.**OPTION REGISTER: (h '81' ou h'181').**

Ce registre en lecture-écriture permet de configurer les prédiviseurs du Timer et du Watchdog, la source du Timer, le front des interruptions et le choix du Pull up sur le Port B.

Bit7**bit0**

RBPU	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0
------	--------	------	------	-----	-----	-----	-----

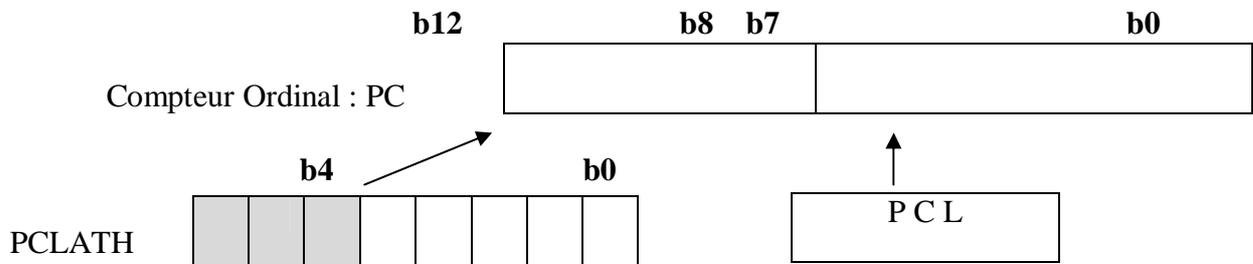
Au reset : OPTION = 11111111

Bit 7: RBPU = Pull up Enable bit on Port B.*Bit 6: INTEDG* = Interrupt Edge select bit.*Bit 5: TOCS* = Timer TMR0 Clock Source select bit.*Bit 4: TOSE* = Timer TMR0 Source Edge select bit.*Bit 3: PSA* = Prescaler Assignment bit.*Bits 2 à 0: PS2 PS1 PS0* = Prescaler Rate Select bits.

PCL REGISTER : (h '02' ou h'82' ou h'102' ou h'182').

PCLATH REGISTER: (h '0A' ou h'8A ou h'10A' ou h'18A')

Le compteur de programme est sur 13 bits. Les 8 bits de poids faible sont dans le registre PCL qui est en lecture/écriture. Les 5 bits de poids forts ne sont pas lisibles mais on peut les écrire indirectement à travers le registre PCLATH.



INTCON REGISTER : (h '0B' ou h'8B' ou h'10B' ou h'18B').

Ce registre en lecture écriture permet de configurer les différentes sources d'interruption.

bit7							bit0
GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

Au reset : INTCON = 0000000X

Bit 7: **GIE** = Global Interrup Enable bit.

Bit 6: **PEIE** = Peripheral Interrupt Enable bit.

Bit 5: **TOIE** = Timer TMR0 Overflow Interrup Enable bit.

Bit 4: **INTE** = RB0/Int Interrup Enable bit.

Bit 3: **RBIE** = RB Port Change Interrup Enable bit.

Bit 2: **TOIF** = Timer TMR0 Overflow Interrup Flag bit.

Bit 1: **INTF** = RB0/Int Interrup Flag bit.

Bit 0: **RBIF** = RB Port Change Interrup Flag bit. Ce flag doit être remis à zéro par programme.

PIE1 REGISTER : (h '8C' : page 1).

Ce registre contient les bits individuels d'autorisation pour les Interruptions des périphériques. Le bit 6 de INTCON (PEIE) doit être mis à "1" pour autoriser une quelconque IT de périphérique.

bit7							bit0
PSPIE	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE

Au reset : PIE1 = 00000000

Bit 7 : **PSPIE** = Parallel Slave Port Interrup Enable bit.

Bit 6 : **ADIE** = A/D converter Interrup Enable bit.

Bit 5: **RCIE** = USART Receive Interrup Enable bit.

Bit 4: **TXIE** = USART Transmit Interrup Enable bit.

Bit 3: **SSPIE** = Synchronous Serial port Interrup Enable bit.

Bit 2: **CCP1IE** = CCP1 Interrup Enable bit.

Bit 1: **TMR2IE** = TMR2 Interrup Enable bit.

Bit 0: **TMR1IE** = TMR1 overflow Interrup Enable bit.

PIR1 REGISTER : (h '0C' : page 0).

Ce registre contient les FLAG associés aux interruptions des périphériques.

Ces Flag passent à "1" quand une IT correspondante survient et que le bit d'autorisation est bien positionné. Ces Flag doivent être remis à "0" par Soft.

bit7						bit0	
PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF

Au reset : PIR1 = 00000000

Bit 7 : **PSPIE** = Parallel Slave Port Interrup Flag bit.

Bit 6 : **ADIF** = A/D converter Interrup Flag bit.

Bit 5 : **RCIF** = USART Receive Interrup Flag bit.

Bit 4 : **TXIF** = USART Transmit Interrup Flag bit.

Bit 3 : **SSPIF** = Synchronous Serial Port Interrup Flag bit.

Bit 2 : **CCP1IF** = CCP1 Interrup Flag bit.

Bit 1 : **TMR2IF** = TMR2 Interrup Flag bit.

Bit 0 : **TMR1IF** = TMR1 Overflow Interrup Flag bit.

III.4.11- Les interruptions : [8]

Une interruption provoque l'arrêt du programme principal pour aller exécuter une procédure d'interruption. A la fin de cette procédure, le microcontrôleur reprend le programme principal à l'endroit où il l'a laissé. A chaque interruption sont associés deux bits, un bit de validation et un drapeau. Le premier permet d'autoriser ou non l'interruption, le second permet au programmeur de savoir de quelle interruption il s'agit.

Sur le 16F877, les interruptions sont classées en deux catégories, les interruptions primaires et les interruptions périphériques. Elles sont gérées par les registres :

INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF
PIE1 (bk1)	PSPIE	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE
PIR1 (bk0)	PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
PIE2 (bk0)	-	-	-	EEIE	BCLIE	-	-	CCP2IE
PIR2 (bk1)	-	-	-	EEIF	BCLIF	-	-	CCP2IF
OPTION_REG		INTEDG						

- Toutes les interruptions peuvent être validées/interdites par le bit INTCON.GIE.
- Toutes les interruptions périphériques peuvent être validées/interdites par le bit INTCON.PEIE.
- Chaque interruption peut être validée/interdite par son bit de validation individuel.

En résumé, pour valider une interruption périphérique (par exemple), il faut positionner 3 bits, GIE, PEIE et le bit individuel de l'interruption.

III.4.11.1- Déroulement d'une interruption :

Lorsque l'événement déclencheur d'une interruption intervient, alors son drapeau est positionné à 1 (levé). Si l'interruption a été validée (bits de validations = 1), elle est alors déclenchée : le programme arrête ce qu'il est en train de faire et va exécuter la procédure d'interruption qui se trouve à l'adresse 4 en exécutant les étapes suivantes :

- L'adresse contenue dans le PC (Program Counter) est sauvegardée dans la pile, puis remplacée par la valeur 0004 (adresse de la routine d'interruption).
- Le bit GIE est placé à "0" pour inhiber toutes les interruptions (afin que le PIC ne soit pas dérangé pendant l'exécution de la procédure d'interruption).
- A la fin de la procédure d'interruption (instruction RETFIE) :
- Le bit GIE est remis à 1 (autorisant ainsi un autre événement)
- Le contenu du PC est rechargé à partir de la pile ce qui permet au programme de reprendre là où il s'est arrêté.

Deux remarques importantes sont à faire :

1 - Le drapeau reste à l'état haut même après le traitement de l'interruption. Par conséquent, il faut toujours le remettre à "0" à la fin de la routine d'interruption sinon l'interruption sera déclenchée de nouveau juste après l'instruction RETFIE.

2 - Seul le PC est empilé automatiquement. Si cela est nécessaire, les registres W et STATUS doivent être sauvegardés en RAM puis restaurés à la fin de la routine pour que le microcontrôleur puisse reprendre le programme principal dans les mêmes conditions où il l'a laissé.

- L'interruption INT (Entrée RB0 du port B) :

Cette interruption est provoquée par un changement d'état sur l'entrée RB0 du port B quand elle est programmée en entrée. En plus de son bit de validation INTE et son drapeau INTF, elle est gérée aussi par le bit INTEDG (OPTION_REG) qui détermine le front sur lequel l'interruption se déclenche, 1=montant, 0=descendant.

III.4.11.2- Les sources d'interruption :

Interruption : Source d'interruption	Validation	Flag	PEIE
T0I : Débordement Timer 0	INTCON,INTE	INTCON,INTF	non
INT : Front sur RB0/INT	INTCON,INTE	INTCON,INTF	non
RBI : Front sur RB4-RB7	INTCON,RBIE	INTCON,RBIF	non
ADI : Fin de conversion A/N	PIE1,ADIE	PIR1,ADIF	oui
RCI : Un Octet est reçu sur l'USART	PIE1,TXIE	PIR1,TXIF	oui
TXI : Fin transmission d'un octet sur l'USART	PIE1,TXIE	PIR1,TXIF	oui
SSPI : Caractère émis/reçu sur port série synchrone	PIE1,SSPIE	PIR1,SSPIF	oui
TMR1I : Débordement de Timer 1	PIE1,TMR1IE	PIR1,TMR1IF	oui
TMR2I :Timer 2 a atteint la valeur programmée	PIE1,TMR2IE	PIR1,TMR2IF	oui
PSPI : Lecture/écriture terminée sur Port parallèle (16F877)	PIE1,PSPIE	PIR1,PSPIF	oui
CCP1I : Capture/comparaison de TMR1 avec module CCP1	PIE1,CCP1IE	PIR1,CCP1IF	oui
CCP2I : Capture/comparaison de TMR1 avec module CCP2	PIE2,CCP2IE	PIR2,CCP2IF	oui
EEI : Fin d'écriture en EEPROM	PIE2,EEIE	PIR2,EEIF	oui
BCLI : Collision sur bus SSP en mode I2C	PIE2,BCLIE	PIR2.BCLIF	oui

Tableau-III-2 : Source d'interruption.

III.4.12- USART (Universal Synchron Asynchron Receiver Transmitter): [8]

Elle utilise les pins 6 et 7 du PORT C: **PC6 = Tx DATA** et **PC7 = Rx DATA**

Les 5 registres utilisés sont :

Registre Emission : **TXREG** en h'19' page 0.

Registre Réception: **RCREG** en h'1A' page 0.

Registre d'état Emission : **TXSTA** en h'98' page 1.

Registre d'état Réception : **RCSTA** en h'18' page 0.

Registre du choix de la vitesse : **SPBRG** en h'99 page 1.

TXSTA REGISTER: (h '98' : page 1).

bit7					bit0		
CSRC	TX9	TXEN	SYNC		BRGH	TRMT	TX9D

Au reset : TXSTA = 00000010

Bit 7 : **CSRC**= Clock Source en synchrone. Sans importance en asynchrone.

Bit 6 : TX9 = Autorisation d'émission sur 9 bits.

1 = Autorisé.

0 = Non autorisé.

Bit 5 : TXEN = Autorisation d'émission.

1 = Autorisé.

0 = Non autorisé.

Bit 4 : SYNC = Sélection mode Synchrone / Asynchrone.

1 = Mode synchrone.

0 = Mode asynchrone.

Bit 3 : Non implémenté

Bit 2 : BRGH = Sélection vitesse rapide en mode asynchrone.

1 = Vitesse haute sélectionnée.

0 = Vitesse basse sélectionnée.

Bit 1 : TRMT = bit d'état du registre à décalage Emission.

1 = Registre vide, donc émission terminée.

0 = Registre plein, donc émission en cours.

Bit 0 : TX9D = 9eme bit de Data transmise.

Ce bit peut être le bit de la parité.

SPBRG REGISTER: (h '99' : page 1).

Le Baud Rate Generator est un registre 8 bits qui contient le facteur de division (N) de l'horloge interne qui permet d'obtenir la vitesse commune d'émission et de réception.

En mode Asynchrone (bit SYNC = 0), suivant l'état du bit BRGH on aura le choix entre deux vitesses : haute pour BRGH=1 et basse pour BRGH=0.

BRGH=0 VITESSES BASSES	BRGH=1 VITESSES HAUTES
$\text{VITESSE} = \frac{F_{oscill}}{64(N+1)}$	$\text{VITESSE} = \frac{F_{oscill}}{16(N+1)}$
$N = \frac{F_{oscill}}{64 \cdot \text{Vitesse}} - 1$	$N = \frac{F_{oscill}}{16 \cdot \text{Vitesse}} - 1$

Le nombre N est le nombre entier, arrondi de la valeur trouvée par les équations dans le tableau ci-dessus.

Il est recommandé d'utiliser si possible les vitesses hautes (BRGH=1), même pour des vitesses faibles, car dans ce cas on minimise l'erreur, en obtenant un nombre N plus grand.

Valeurs de N pour diverses vitesses avec un Quartz de 8 MHz :

VITESSES en Bits/sec ou BAUDS	VITESSES BASSES BRGH = 0	VITESSES HAUTES BRGH = 1
119200	X	4
57600	X	8
38400	X	12
19200	5	25
9600	12	51
4800	25	103
2400	51	207
1200	103	X

RCSTA REGISTER: (h'18': page 0).

bit7						bit0	
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D

Au reset : RCSTA = 0000000X

Bit 7 : SPEN = *Serial Port Enable*. PC7 et PC6 configurés pour le port série.

- 1 = Port série en service.
- 0 = Port série désactivé.

Bit 6 : RX9 = Autorisation de réception sur 9 bits.

- 1 = Autorisé.
- 0 = Non autorisé.

Bit 5 : SREN = *Single Receive Enable*. Réserve pour mode Synchrone.

Non utilisé en mode Asynchrone.

Bit 4 : CREN = *Continuous Receive Enable*.

- 1 = Autorise la réception en continu.
- 0 = Désactive la réception en continu.

Bit 3 : ADDEN = *Address Detect Enable*. En mode Asynchrone 9 bits :

1 = Autorise la détection d'adresse, et charge la Data dans le registre de réception RCREG quand le 9^{ème} bit du registre de dé srialisation vaut "1".

0 = Deselecte la détection d'adresse. Tous les octets sont reçus et le 9eme bit peut servir de bit de parité.

Bit 2 : FERR = *Framing Error*.

- 1 = Une erreur de Framing est survenue.
- 0 = Pas d'erreur de Framing.

Bit 1 : OERR = *Overrun Error*.

Un octet est reçu alors que le registre de réception n'a pas été vidé par lecture.

- 1 = *Erreur Overrun*.
- 0 = Pas d'erreur Overrun.

Bit 0 : RX9D = 9eme bit de Data reçue.

Ce bit peut être le bit de la parité.

EMISSION: Pin PC6 = TX DATA.

L'émission est autorisée par la mise à "1" du bit 5 de TXSTA: TXEN = 1.

La DATA à transmettre est mise dans le registre TXREG en h'19' page 0. Ce registre prévient qu'il est vide en mettant le flag TXIF à "1" (bit 4 de PIR1).

Ce flag passe à "0" dès que l'on charge un octet dans le registre TXREG. Il repasse à "1" quand le registre est vidé par transfert dans le registre de sérialisation : TSR. *Ce registre n'est pas accessible par l'utilisateur, il n'a pas d'adresse.*

Si on charge alors un 2^{ème} octet dans le registre TXREG le flag TXIF va passer à "0" et y rester tant que le registre TSR n'aura pas complètement sérialisé l'octet précédent à transmettre. Dès que le STOP de l'octet précédent a été transmis, le registre TXREG est transféré dans TSR et le flag TXIF repasse à "1" signalant ainsi que le registre de transmission TXREG est vide et peut donc recevoir un nouvel octet à transmettre.

Le bit TRMT (bit 1 de TXSTA) informe sur l'état du registre TSR. Quand le registre TSR n'a pas fini de sérialisé, TRMT=0. Ce flag repasse à "1" quand le registre est vide, c'est à dire quand le stop a été émis.

Le flag TXIF permet aussi de générer une interruption, à condition qu'elle soit autorisée par mise à "1" du bit 4 de PIE1 : TXIE = 1. Il faut dans ce cas autoriser les interruptions des périphériques par mise à "1" du bit 6 de INTCON: PEIE = 1, et par la mise à "1" du bit 7 : GIE = 1.

PROCEDURE POUR EMETTRE :

- ▶ Initialiser SPBRG pour la vitesse désirée et choix pour BRGH.
- ▶ Autoriser mode Asynchrone : SYN = 0 et SPEN = 1.
- ▶ Eventuellement faire TX9 = 1 si une émission sur 9 bits est désirée.
- ▶ Autoriser l'émission par TXEN = 1.
- ▶ Si une transmission 9 bits a été choisie, mettre le 9^{ème} bit dans TX9D.
- ▶ Mettre l'octet à transmettre dans TXREG.
- ▶ Avant de remettre l'octet suivant à transmettre dans TXREG, il faut tester le flag TXIF qui est à "0" si le registre n'est pas disponible. Dès que le registre est vide ce flag passe à "1" et on peut alors charger TXREG par l'octet à transmettre.
 - ▶ Pour savoir si le dernier octet a été émis, il suffit de tester le flag TRMT qui signale par son passage à "1" que le dernier bit du dernier octet et son STOP ont bien été sérialisés.
 - ▶ On peut alors stopper le module émission de l'USART par TXEN=0.

RECEPTION: Pin PC7 = RX DATA.

La réception est autorisée par la mise à "1" du bit 4 de RCSTA: CREN = 1.

La DATA reçue est mise dans le registre RCREG en h'1A' page 0. Ce registre prévient qu'il est plein en mettant le flag RCIF à "1" (bit 5 de PIR1). On peut autoriser la génération d'une interruption quand RCIF = 1, c'est à dire quand une donnée valide est disponible dans RCREG par mise à "1" du bit 5 de PIE1 : RCIE = 1. Le flag RCIF repasse à "0" par hard quand on vide le registre RCREG par sa lecture.

Si le STOP d'un 2^{ème} octet survient alors que le registre RCREG n'a pas été vidé, une erreur OVERRUN se produit. Elle est signalée par le passage à "1" du bit 1 de RCSTA : OERR=1. L'octet dans le registre de dé srialisation est alors perdu.

Le bit d'erreur OERR doit être remis à zéro par soft. Pour cela il faut stopper la réception par CREN=0 puis remettre en service la réception par CREN=1. En fait le registre RCREG est un double registre FIFO. On peut donc recevoir 2 octets et ne pas les lire avant qu'un 3^{ème} octet ne fasse un OVERRUN.

On doit alors lire deux fois RCREG pour le vider les 2 octets reçus qui sont dans le FIFO.

Si un STOP est trouvé à "0" alors une ERROR FRAMING est générée par mise à "1" du bit 2 de RCSTA: FERR=1.

PROCEDURE POUR RECEVOIR :

- ▶ Initialiser SPBRG pour la vitesse désirée et choix pour BRGH.
- ▶ Autoriser mode Asynchrone : SYN = 0 et SPEN = 1.
- ▶ Eventuellement faire RX9 = 1 si une réception sur 9 bits est désirée.
- ▶ Eventuellement faire RCIE = 1 si une réception par interruption est désirée.
- ▶ Autoriser l'émission par RCEN = 1.
- ▶ Test du Flag RCIF (ou attente IT) pour savoir si un octet a été reçu.
- ▶ Lire éventuellement le 9ème bit de Data dans RCSTA pour tester la parité.
- ▶ Lire les bits FERR et OERR pour déterminer les erreurs éventuelles.
- ▶ Si une erreur est survenue il faut faire CREN=0 puis CREN=1 pour RAZ.
- ▶ Lecture du registre RCREG pour récupérer l'octet reçu.

III.4.13 -CONVERTISSEUR Analogique/Numérique CAN : [8]

Il est constitué d'un module convertisseur à 8 entrées.

Les 5 premières entrées sont sur le Port A en PA0, PA1, PA2, PA3 et PA5.

Les 3 entrées supplémentaires du boîtier 40 pins sont en PE0, PE1 et PE2.

Le résultat de la conversion est codé sur 10 bits. C'est une valeur comprise entre h'000' et h'3FF'.

Les tensions de référence haute et basse peuvent être choisies par programmation parmi: VDD ou la broche PA3 pour VREF+ et VSS ou la broche PA2 pour VREF- .

Les 4 registres utilisés par le module convertisseur A/D sont :

- ADRESH en h'1E' page 0 : MSB des 10 bits du résultat.
- ADRESL en h'9E' page 1 : LSB des 10 bits du résultat.
- ADCON0 en h'1F' page 0 : registre de contrôle n°0 du convertisseur.
- ADCON1 en h'9F' page 1 : registre de contrôle n°1 du convertisseur

ADCON0 : (h'1F' : page 0).

Bit7	bit0						
ADSC1	ADSC0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE		ADON

Au reset : ADCON0 = 00000000

Bit 7 et bit 6 : **ADSC1 et ADSC0** = Clock Select bits.

Ces 2 bits permettent de choisir la vitesse de conversion :

00= Fosc/2.

01= Fosc/8.

10= Fosc/32.

11= Oscillateur RC interne

Le temps de conversion d'un bit est TAD. Pour une conversion totale des 10 bits il faut : 12.TAD.

Pour que la conversion soit correcte il faut que TAD soit au minimum de **1,6µs**.

Avec l'oscillateur interne RC on a : TAD = 4 µs typique (entre 2 et 6 µs).

Bit 5 bit4 et bit 3 : **CHS2 CHS1 et CHS0** = Channel Select bits.

Ces 3 bits permettent de choisir l'entrée qui va être convertie.

Canal	CHS2	CHS1	CHS0	PORT
0	0	0	0	PA0
1	0	0	1	PA1
2	0	1	0	PA2
3	0	1	1	PA3
4	1	0	0	PA5
5	1	0	1	PE0
6	1	1	0	PE1
7	1	1	1	PE2

Tableau-III-3 : Entrée analogique.

Bit 2: **GO/DONE**: Status bit si ADON=1.

1 = Démarre la conversion A/D.
 0 = La conversion A/D est terminée.

Bit 1 : **Bit non implanté.**

Bit 0 : **ADON : A/D on bit.**

1 = Convertisseur A/D en service.
 0 = Convertisseur A/D à l'arrêt.

Temps de conversion TAD en fonction du Quartz et des bits du Clock select :

QUARTZ	CLOCK	T _{AD}	12-T _{AD}	Ne convient pas si T _{AD} < 1.6µs
4 MHz	Fosc/2 = 2 MHz	0,5 µs	6 µs	Ne convient pas
	Fosc/8 = 500 KHz	2 µs	24 µs	OK
	Fosc/32 = 125 KHz	8 µs	96 µs	OK
8 MHz	Fosc/2 = 4 MHz	0.25 µs	3 µs	Ne convient pas
	Fosc/8 = 1 MHz	1 µs	12 µs	Ne convient pas
	Fosc/32 = 250 KHz	4 µs	48 µs	OK
12 MHz	Fosc/2 = 6 MHz	0.16 µs	1.92 µs	Ne convient pas
	Fosc/8 = 1,5 MHz	0.66 µs	8 µs	Ne convient pas
	Fosc/32 = 375 KHz	2.6 µs	32 µs	OK
16 MHz	Fosc/2 = 8 MHz	0.125 µs	1.5 µs	Ne convient pas
	Fosc/8 = 2 MHz	0.5 µs	6 µs	Ne convient pas
	Fosc/32 = 500 KHz	2 µs	24 µs	OK

Tableau-III- 4 : Fréquence d'horloge du C.A.N

ADCON1 : (h'9F' : page 1).

Bit7

Bit0

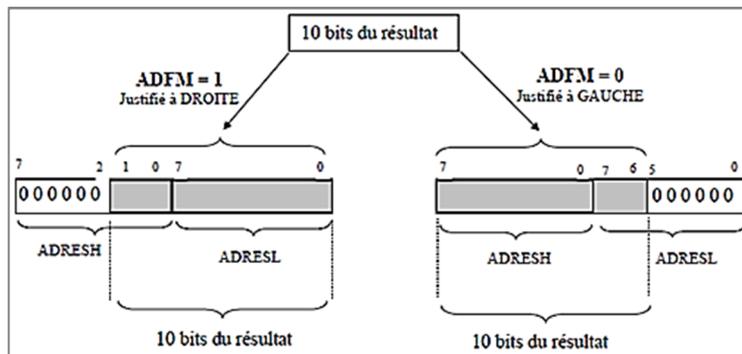
ADFM				PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
------	--	--	--	-------	-------	-------	-------

Au reset : ADCON1 = 00000000

Bit 7: **ADFM = A/D Result format.**

1 = Justifié à droite. ADRESH ne contient que les 2 MSB du résultat. Les 6 MSB de ce registre sont lus comme des "0"

0 = Justifié à gauche. ADRESL ne contient que les 2 LSB du résultat. Les 6 LSB de ce registre sont lus comme des "0".



Bit 6 bit 5 et bit 4 : **Bits non implémentés.**

Bit 3 bit 2 bit 1 et bit 0 : **PCFG3 PCFG2 PCFG1 et PCFG0**

Bits de contrôle de la configuration des Ports.

Ces bits permettent de choisir le partage entre entrées analogiques et digitales sur les PORTS A et E. Ils permettent également de choisir pour VREF+ entre VDD et PA3 et pour VREF- entre VSS et PA2

Configuration des PORTS en fonctions des 4 bits PCFG:

A = Entrée Analogique.

D = I/O Digitale.

4Bits PCFG	N°7 PE2	N°6 PE1	N°5 PE0	N°4 PA5	N°3 PA3	N°2 PA2	N°1 PA1	N°0 PA0	VREF+	VREF-
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	PA3	VSS
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	PA3	VSS
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	PA3	VSS
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	VDD	VSS
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	PA3	PA2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	PA3	VSS
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	PA3	PA2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	PA3	PA2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	PA3	PA2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	PA3	PA2

Tableau-III-5 : Sélection de la tension de référence et du nombre d'entrées analogiques.

⚠Attention :

Au reset le registre ADCON1 est initialisé à h'00'. Cela signifie que les 5 bits du Port A et les 3 bits du Port E sont configurés en entrées analogiques. Pour récupérer le 5 bits du Port A et les 3 bits de Port E en tant que I/O digitales il faut écrire la valeur h'06' dans ADCON1.

III.5 - Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit l'architecture interne et externe du microcontrôleur 16F877. Nous avons opté pour ce microcontrôleur car il offre le nombre d'entrées/sorties et de sources d'interruption ainsi que les périphériques dont nous avons besoin pour notre application qui sera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre IV

Réalisation du projet

IV.1- Introduction :

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude de 2^{ème} année Master en Informatique Industrielle, nous avons été intéressées par l'idée de réaliser un réseau MODBUS « application domotique ».

Dans ce chapitre nous allons décrire le réseau accompli ainsi que le matériel utilisé. Ce chapitre va nous permettre de mettre en œuvre la réalisation de la carte principale « le maître » et les deux cartes auxiliaires « deux esclaves » équipées chacune d'une interface RS-485 liée au bus RS-485 qui sera le support de communication.

IV.2- Cahier de charge :

Comme déjà cité auparavant, notre but est de concrétiser l'idée de notre thème « réalisation d'une application domotique ».

La domotique regroupe tout un ensemble de services permettant l'intégration des technologies modernes dans la maison.

Parmi ses multiples services nous avons choisi :

- Deux applications de sécurité (détection de fumée/feu et détection de passage).
- Trois applications de confort (commande des volets, chauffage/refroidissement et éclairage).

IV.3-Description du réseau :

Le réseau est composé de trois cartes :

- Carte principale (le maître) se situant au niveau de la pièce « cuisine » contenant le panneau de commande du réseau plus un détecteur de fumée.
- Carte auxiliaire n^o 1 (esclave 1) dotée d'un détecteur de passage IR et de l'éclairage et est située au niveau du Portail principal.
- Carte auxiliaire n^o 2(esclave 2) se situant au niveau d'une chambre dotée d'une application de chauffage et la ventilation, la commande des volets.

Les trois cartes sont réalisées principalement d'un microcontrôleur pic16f877 et un MAX485.

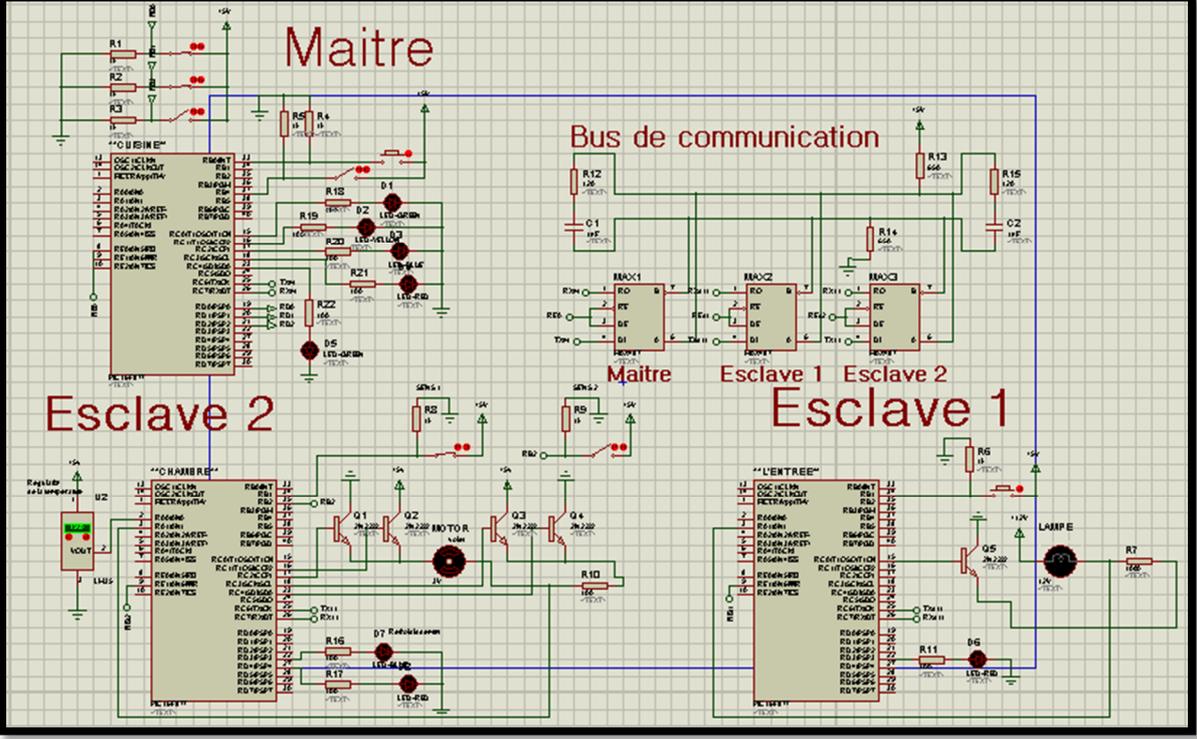


Figure-IV-1 : Réseaux de l'application.

IV.3.1-Schéma synoptique du réseau :

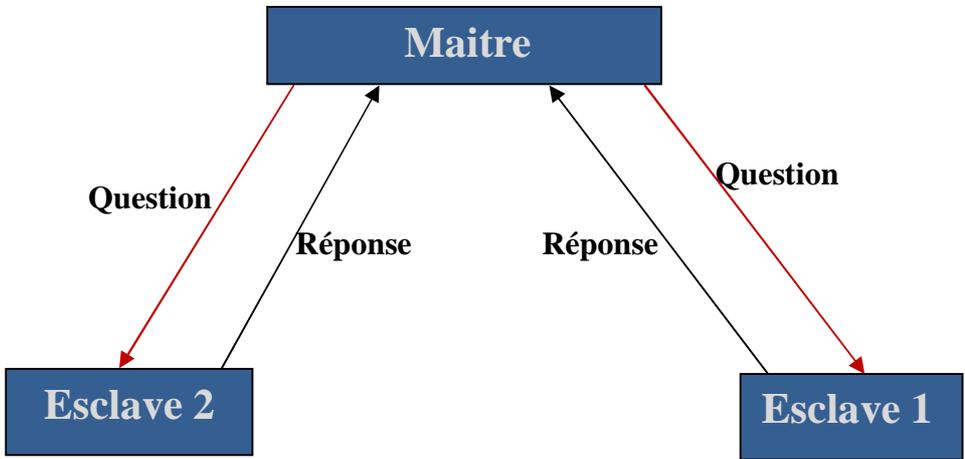


Figure-IV-2 : Schéma synoptique du réseau MODBUS.

IV.4- Description du matériel :

IV.4.1- Pic16F877 :

Pour faire fonctionner le pic on a besoin de :

- ▶ Un quartz 4MHZ.
- ▶ 2 condensateurs non polarisés de 32 pf.
- ▶ Alimentation de 5V.

Voici le schéma minimum permettant de faire fonctionner notre PIC16F877.

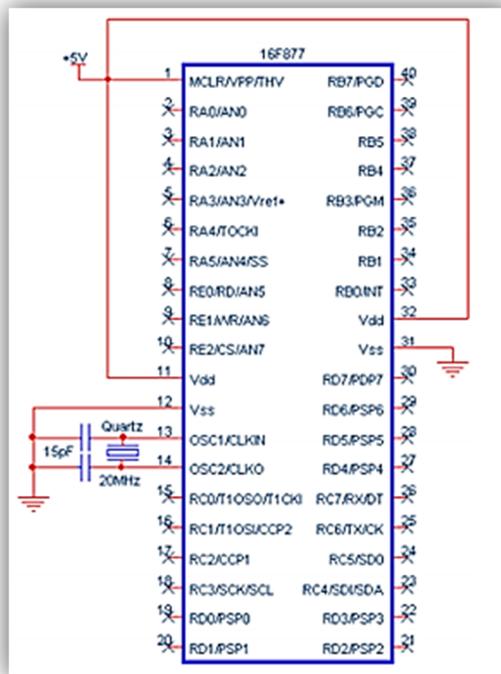


Figure-IV-3 : Schéma de base pour faire fonctionner le pic16f877.

Le boîtier du pic16f877 comprend 40 pins :

- 33 pins d'entrée/sorties, 4 pins pour l'alimentation ,2 pins pour l'oscillateur et 1 pin pour le Reset (MCLR).
- La broche MCLR sert à initialiser le pic en cas de la mise sous tension, de remise à zéro externe, chien de garde et en cas de la baisse de tension de l'alimentation.
- Les broches VDD (broches 11/32) et VSS (broches 12/31) servent à alimenter le pic. On remarque qu'on a 2 connections «VDD» et 2 connections « VSS ». La présence de ces 2 pins s'explique pour une raison de dissipation thermique. Le courant porté dans le PIC n'est pas négligeable parce qu'il existe de nombreuses lignes d'entrées/sorties disponibles.
- Les broches OSC1 (Broche 13) et OSC2 (Broche 14) permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du PIC qui peut être (un quartz, un résonateur céramique, un oscillateur externe ou un réseau RC).

IV.4.2-Max 485 :

Dans notre réseau de communication RS485, nous avons utilisé le Max 485 qui est un émetteur/récepteur à bus/ligne différentiel de basse puissance 300µA, conçu pour les applications du standard RS485 dans la transmission de données multipoint, avec une portée étendue par rapport mode commun.

Le circuit intégré MAX485 est un transcepteur basse puissance de communication RS-485 et RS-442 utilisé pour des applications Half-Duplex. Il est constitué d'un pilote et d'un récepteur.

La vitesse de balayage du pilote du circuit intégré n'est pas limitée ce qui lui permet de transmettre jusqu'à 2.5 Mbps.

Le pilote du MAX485 est protégé par un circuit coupe thermique qui empêche la perte excessive de puissance en plaçant sa sortie dans un état de haute impédance.

L'entrée du récepteur a une protection qui garantit un niveau logique haut en sortie si l'entrée est en circuit ouvert.

Le circuit d'interfaçage Max485 est choisi pour sa compatibilité avec le protocole RS485 qui permet la transmission de données sur une paire de fils torsadés.

L'émetteur-récepteur MAX485 dispose d'une solide performance anti-interférences électromagnétiques, il s'alimente en 5V.

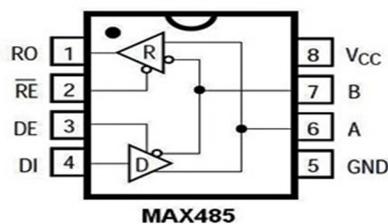


Figure-IV-4 : Schéma électrique du MAX485



Figure-IV-5 : Boitier MAX485.

IV.4.2.1- Configuration du Max485 :

- RE (Broche2) : Validation de la sortie du récepteur. Un niveau bas valide la sortie du récepteur RO. Un niveau haut met la sortie du récepteur dans un état de haute impédance.
- A (Broche6) : Sortie de l'émetteur/Entrée du récepteur.
- B (Broche7) : Sortie de l'émetteur/Entrée du récepteur.
- RO (Broche1) : Sortie du récepteur. Si la sortie du récepteur est validée (RE au niveau bas), RO sera au niveau haut si $A > B$ de 200 mV, Sinon elle sera au niveau bas.
- DE (Broche3) : Validation des sorties du « driver ». Un niveau haut sur DE valide la sortie du « driver ». A, B et le LTC485 fonctionnent comme émetteur de la ligne. Un niveau bas mettra les sorties du « driver » dans un état de haute impédance et le LTC485 fonctionne comme récepteur de la ligne.
- DI (Broche4) : Entrée de l'émetteur. Si les sorties de l'émetteur sont validées (DE au niveau haut), un niveau bas sur DI mettra A au niveau bas et B au niveau haut, alors qu'un niveau haut sur DI, mettra A au niveau haut et B au niveau bas.

- GND (Broche5) : Connexion à la terre.
- Vcc (Broche8) : Alimentation positive ; $4.75 < V_{cc} < 5.25$.

IV.4.2.2- Description des pins :

Numéro de pin	Description
1	RO – Receiver Output
2	RE - Receiver Output Enable
3	DE – Driver Output Enable
4	DI – Driver Input
5	GND – Ground .
6	A – Non Inverting receiver Input and Driver Output
7	B – Inverting receiver Input and Driver Output
8	Vcc - + 5V positive supply

Tableau-IV-1 : Description des pins du MAX485.

IV.5- Description des cartes :

IV.5.1- Constituants de la carte Principale :

La carte principale est la carte de commande et de contrôle c'est le maitre du réseau RS485.

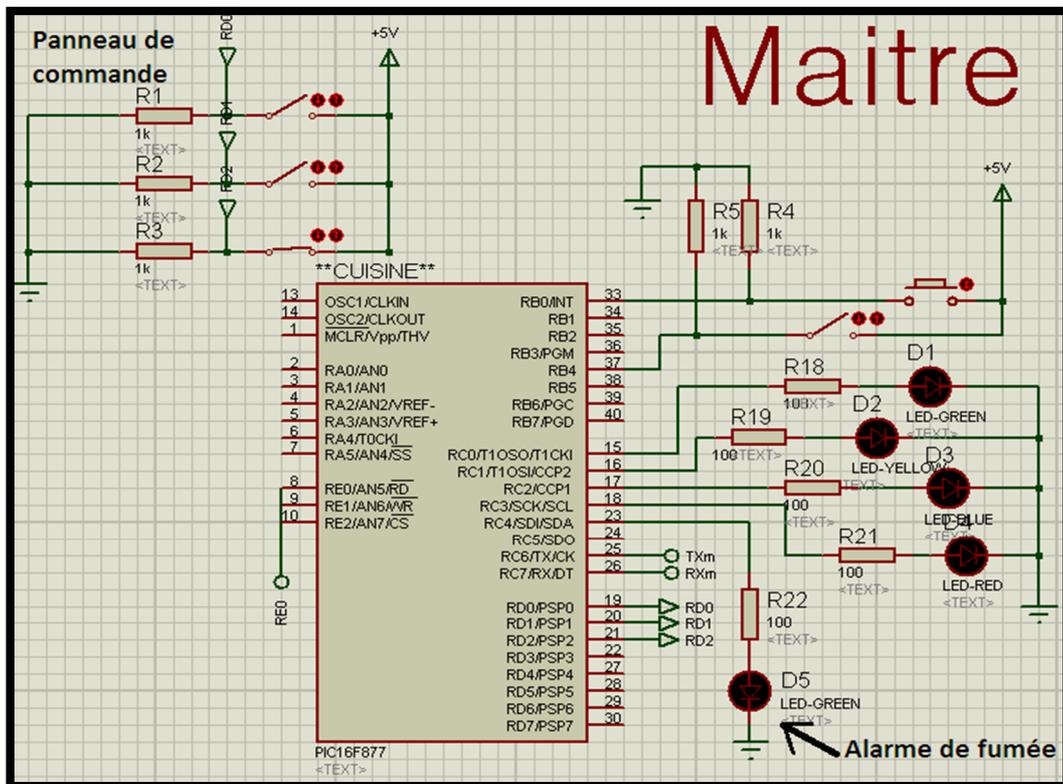


Figure-IV-6 : Circuit de la carte principale sur ISIS.

Elle est équipée d'un panneau de commande contenant des interrupteurs (sur le PORTD) permettant la désignation d'esclave et un bouton poussoir (interruption sur RB0) pour démarrer la transmission de la trame aux esclaves plus des LEDs interprétant les réponses (état du retour) des esclaves.

- La LED verte D1 correspond à un OK de la part de l'esclave n^o 1.
- La LED rouge D2 correspond à une trame de défaut au niveau de l'esclave n^o 1.
- La LED bleue D3 correspond à une trame OK de la part de l'esclave n^o 2.
- La LED rouge D4 correspond à une trame de défaut au niveau de l'esclave n^o 2.

La réponse des esclaves est traitée à l'aide du module CAN de notre pic 16f877 par réinjection d'une partie de tension aux bornes de l'actionneur commandé par le PIC esclave. Ensuite une trame de réponse est retournée au PIC Maître pour lui transmettre l'état OK ou Défaut.

Un détecteur de fumée est installé aussi sur cette carte permettant la détection du feu.

IV.5.1.1- Détecteur de fumée :

Le détecteur de fumée optique est un détecteur TOR qui contient une chambre optique, composée d'une diode électroluminescente LED émettrice de lumière, et d'un récepteur, une cellule photoélectrique.

Le fonctionnement de ce détecteur de fumée n'est pas compliqué, la LED produit une lumière, de façon à ce qu'elle n'atteigne pas la cellule photoélectrique.

Quand de la fumée est présente dans la pièce, elle pénètre dans la chambre optique. La lumière produite par la LED se reflète sur les particules de fumée. Par conséquent, le faisceau de lumière va être dispersé dans la chambre et atteindre la cellule photoélectrique du récepteur.

La cellule va transformer la lumière en un courant électrique correspondant à un niveau de tension haut indiquant la présence de la fumée.

Puisque le capteur de fumée est de type TOR et pour des raisons financières dans notre application, nous l'avons remplacé un interrupteur (le mettre en état fermé c'est une présence de fumée). Une LED D5 indique l'état de l'alarme.

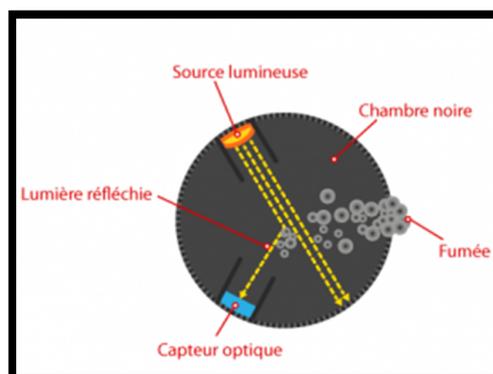
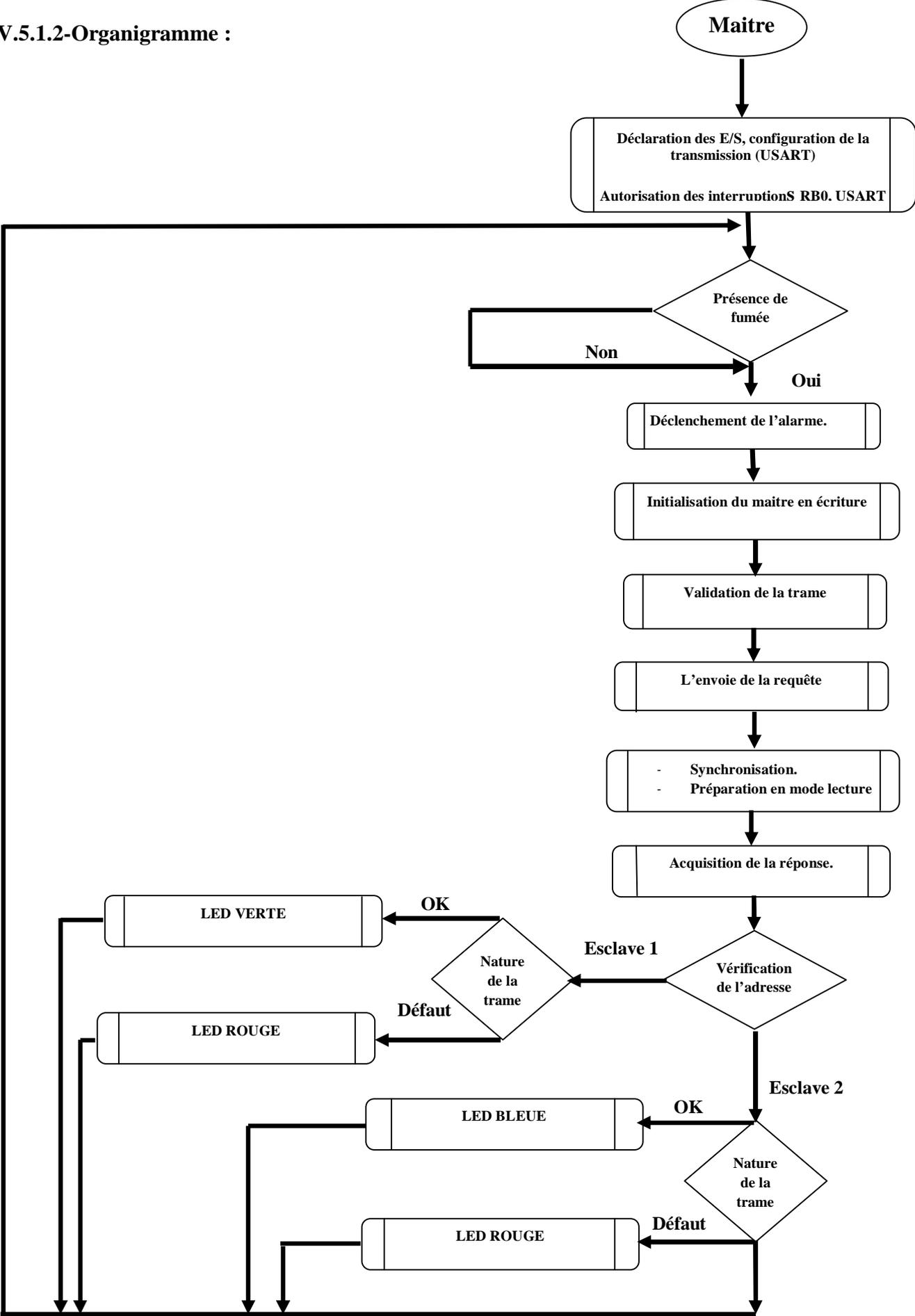


Figure-IV-7 : Fonctionnement du capteur de fumée optique.

IV.5.1.2-Organigramme :



IV.5.2- Constituants de la carte secondaire 1 (esclave n° 1) :

Cette carte représente l'entrée de la maison, elle est sécurisée par un détecteur de passage infrarouge plus de l'éclairage.

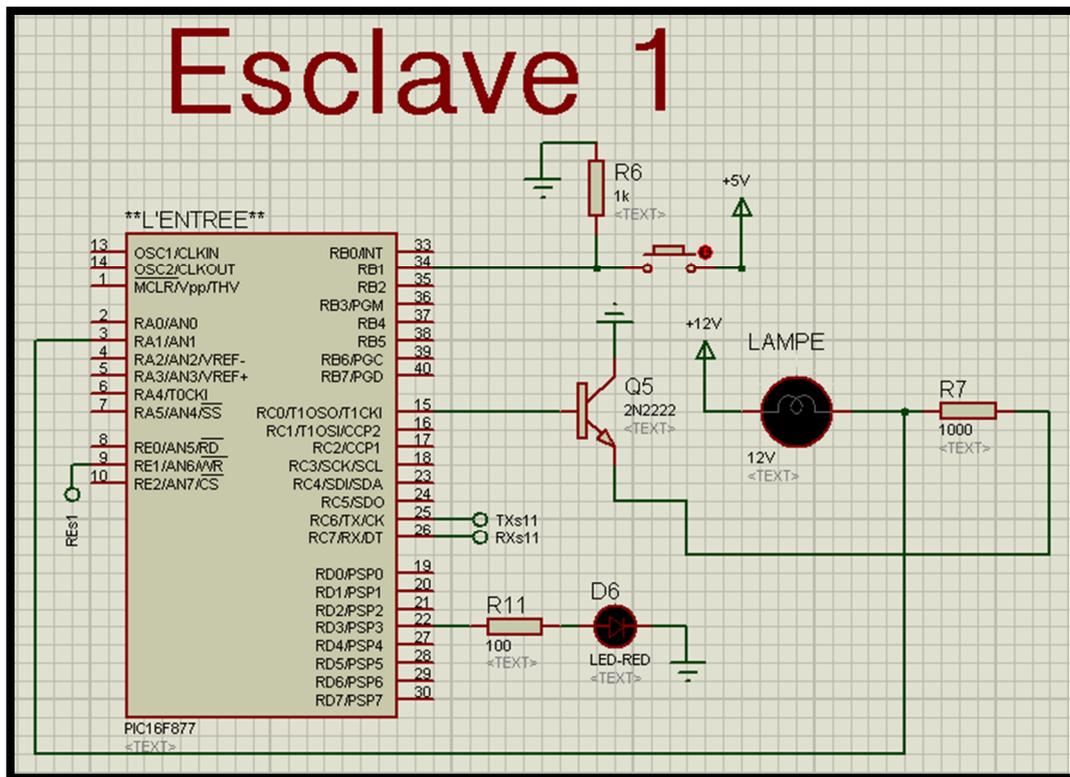


Figure-IV-8 : Circuit de la carte auxiliaire n° 1.

IV.5.2.1- l'éclairage :

L'éclairage est fait à l'aide d'une lampe 12V commandée par un transistor NPN (2N2222) monté en collecteur commun.

IV.5.2.2- Détecteur de passage IR :

Le détecteur de passage infrarouge sert principalement à protéger une propriété contre les intrusions. C'est un moyen de détection efficace puisque dès qu'un intrus traversera le champ IR actif, l'alarme se déclenchera.

Elle est constituée de deux photodiodes représentant un émetteur infrarouge et un récepteur infrarouge séparés l'un de l'autre.

Tout obstacle franchissant la barrière provoquera une interruption du faisceau IR et la diode réceptrice qui va automatiquement engendrer l'allumage d'une LED.



Figure-IV-9 : LED émettrice SFH415-U.

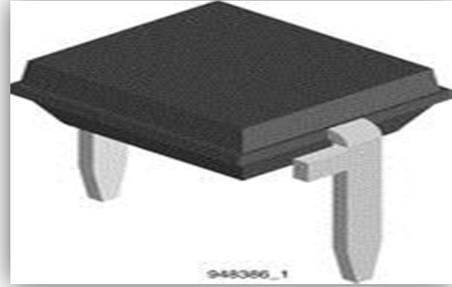
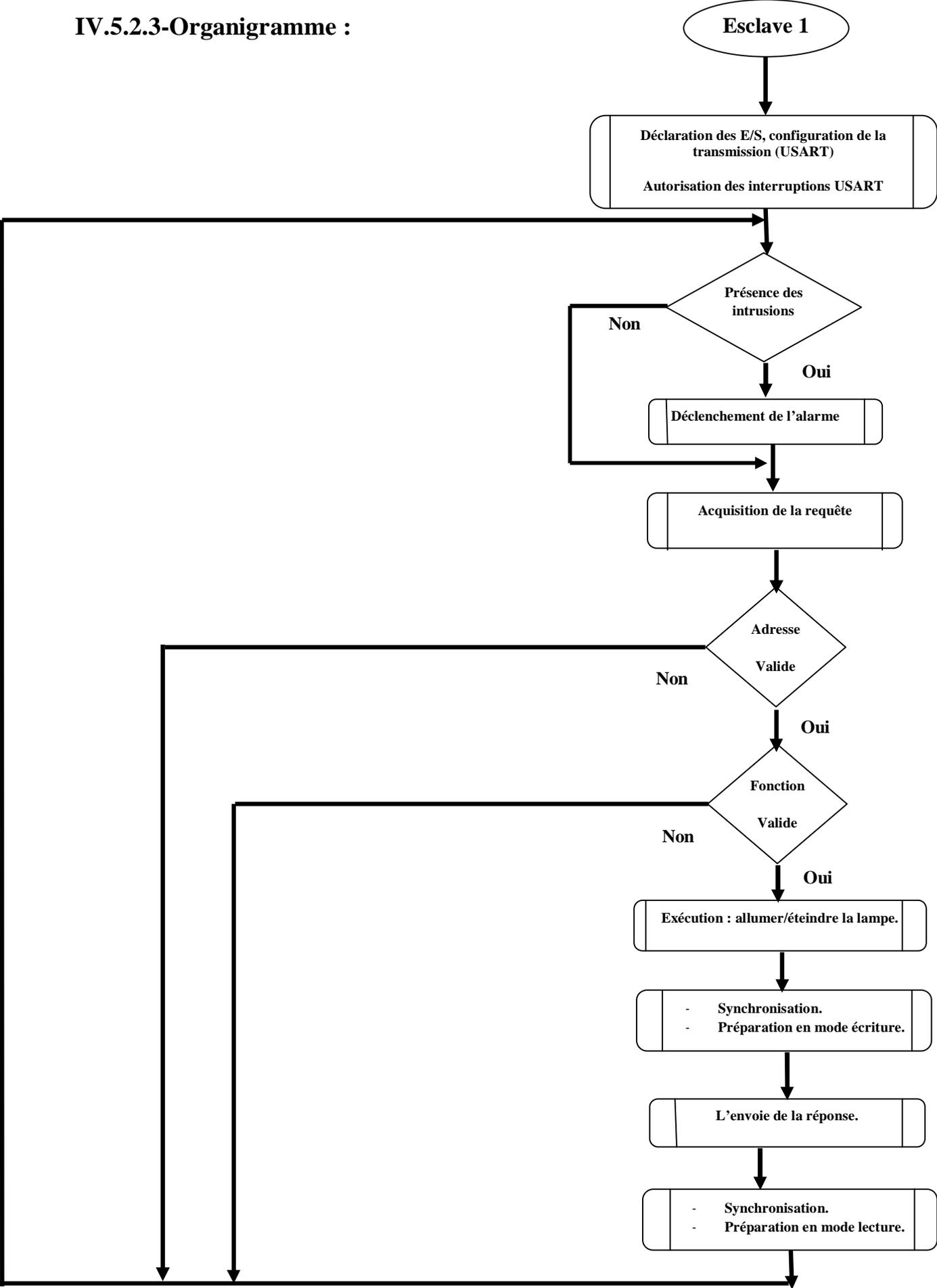


Figure-IV-10 : LED réceptrice bp104.

Dans notre projet au lieu de faire une barrière infrarouge, nous l'avons remplacée et simulée par un bouton poussoir et une LED D6.

IV.5.2.3-Organigramme :



Son coefficient est de $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ et dans notre cas le capteur est alimenté en 0-5V, on ne peut mesurer par conséquent que des températures positives.

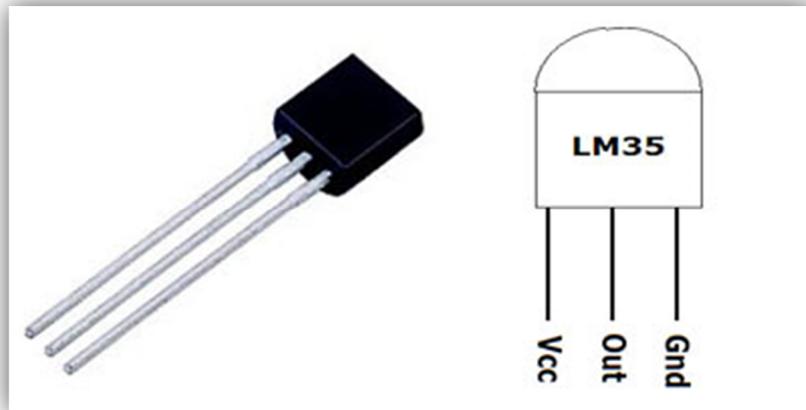


Figure-IV-12 : Capteur de température LM35.

Le LM35 a un écran de mesure de 0 à 150°C . Pour mesurer les températures négatives, il ne peut pas délivrer des tensions négatives de façon normale. Alors, il faut tirer vers le moins sa sortie pour étaler la plage de mesure de -55°C à $+150^\circ\text{C}$.

Le circuit intégré LM35 convient parfaitement pour des mesures dans lesquelles les variations de température sont lentes. Il est simple de mise en œuvre, et une amplification de quelques unités le rend immédiatement accessible aux convertisseurs AD dont la référence est au 5V, ou à la détection de seuil.

IV.5.3.2-la commande des volets :

La motorisation du volet est commandée par le maître, il dispose de deux fin de courses (simulé par 2 interrupteurs sur les pins RB1 et RB2 au niveau de la chambre) déterminant la position du volet.

On distingue trois états :

- L'état 1 (quand RB1 est fermé et RB2 ouvert) provoque la montée du volet.
- L'état 2 (quand RB1 est ouvert et RB2 fermé) provoque la descente du volet.
- L'état 3 est provoqué par le changement des états des interrupteurs.

Pour démarrer/redémarrer le volet il suffit d'envoyer une requête à partir du maître (bouton poussoir sur la broche RB0 du maître).

Le circuit de ce système est composé d'un moteur de 6V à courant continu et quatre transistors NPN (2N2222) permettant de choisir le sens de courant en fonction de leurs états.

Le moteur qui commande le volet fonctionne dans un sens quand Q2 et Q3 sont commutés et dans l'autre sens quand Q1 et Q4 sont commutés.

a- Le transistor 2N2222 :

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

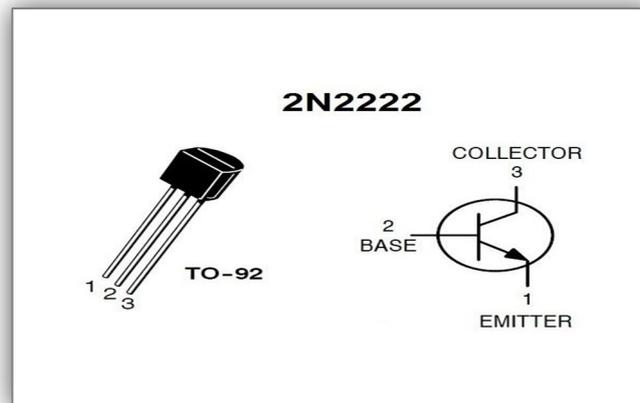
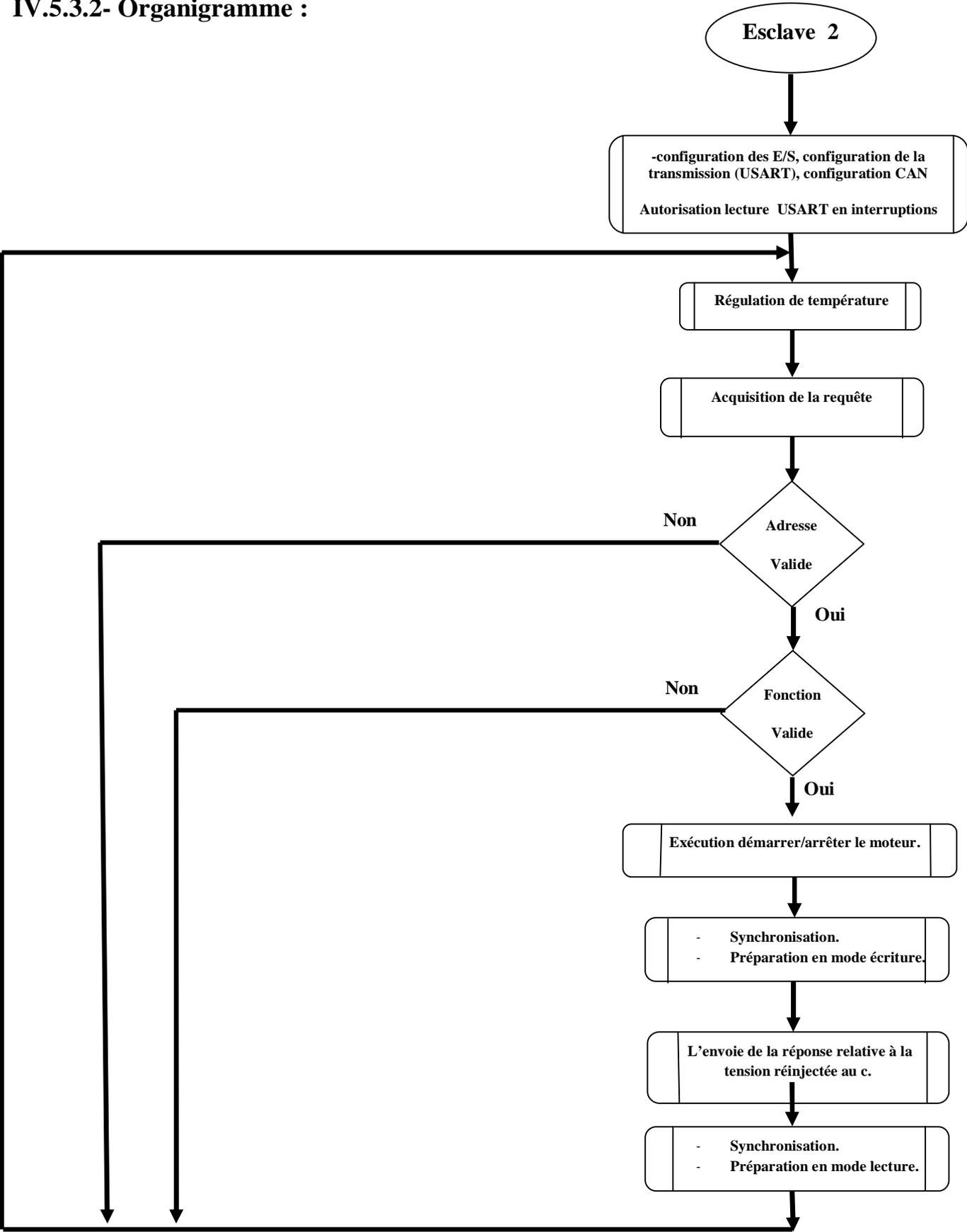


Figure IV-13- Boitier et brochage du Transistor NPN (2N2222).

Ce transistor est caractérisé par :

- Tension collecteur-émetteur V_{ce} max : **30V**.
- Courant collecteur I_c : 800mA.
- Puissance totale dissipée : 500mW.
- Température de fonctionnement : -65°C à $+150^{\circ}\text{C}$.

IV.5.3.2- Organigramme :



IV.6- Connexion et mise en place du bus 485 :

Le bus est interfacé avec le circuit standard MAX485 décrit ci-dessus.

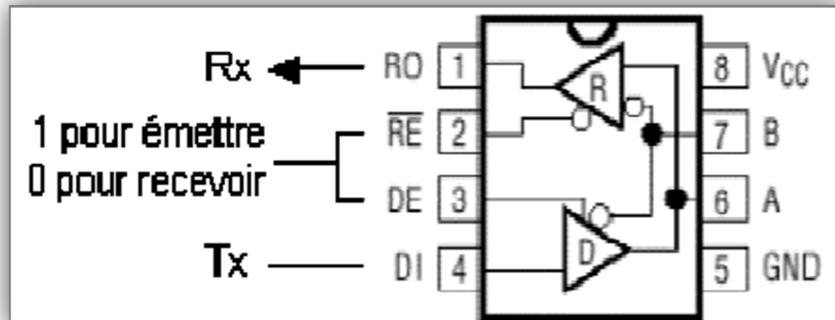


Figure-IV-14 : Brochage du MAX485 au bus.

Nous avons relié ensemble RE et DE et à partir du pic nous commandons l'activation emission/reception par le microcontrôleur.

Pour assurer le bon fonctionnement du réseau les deux extrémités du bus doivent être rebouclées par l'intermédiaire de terminaison de ligne constituée d'une résistance de 120 Ohm et une capacité de 1nf.

Une des extrémités de réseau nécessite aussi deux résistances de polarisation de 650ohm. En général ces résistances sont implémentées dans le maître ou à proximité du maître.

Les résistances de polarisation forcent un état neutre sur le réseau et évitent de faux bits de départ lorsqu'aucun appareil RS-485 n'est en transmission.

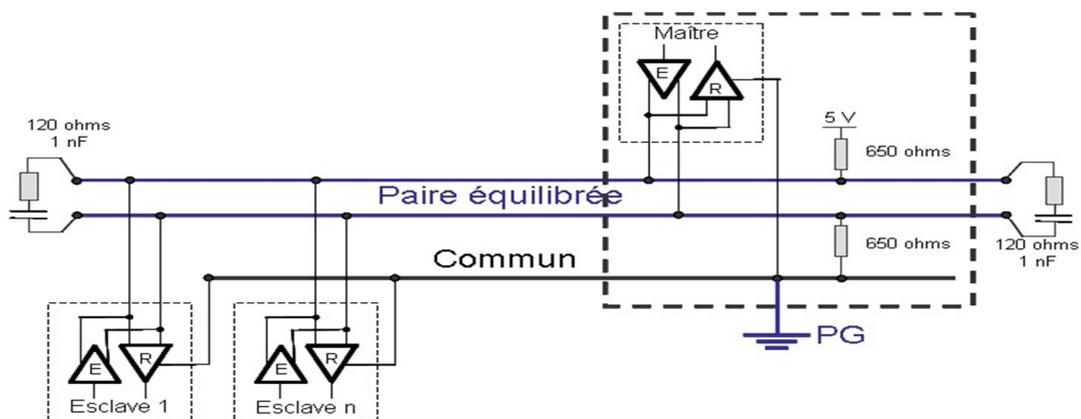


Figure-IV-15 : Connexion bus RS485.

IV.6.1- Réalisation de la carte du bus RS485 :

Après simulation sous ISIS, nous avons vérifié le bon fonctionnement de notre réseau puis nous sommes passés vers la réalisation pratique pour cela une schématisation sous ARES est nécessaire afin de développer le typon (figure IV.16).

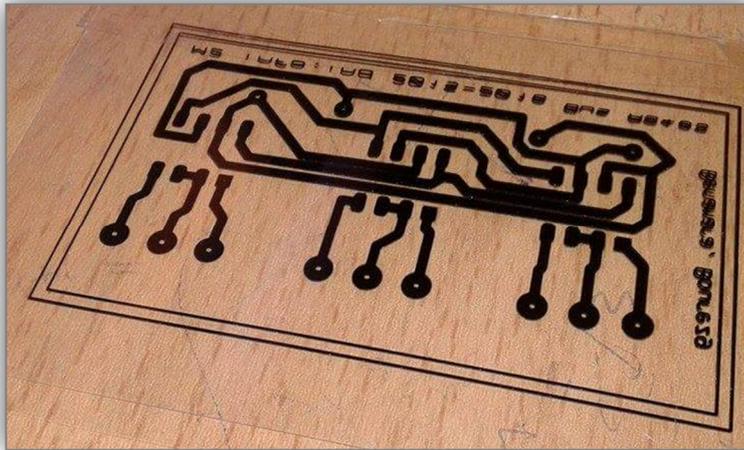


Figure-IV-16 : Typon de la carte.

Lors de la fabrication de circuit imprimé, nous utilisons une plaque isolante recouverte d'une mince couche de cuivre.

Voici un résumé du processus que nous avons utilisé lors de la fabrication de la plaque du circuit imprimé du bus RS485

1. L'impression du typon sur un transparent d'acétate avec une imprimante laser/jet d'encre.
2. L'insolation de la résine photosensible à l'aide du rayonnement ultraviolet (UV).
3. La révélation de la plaque dans un bac à l'aide du développeur ($\text{Na}^+ \text{OH}^-$), jusqu'à ce que le circuit apparaisse clairement et que le cuivre qui doit être gravé ne soit plus recouvert de sa couche de protection, puis on rince le circuit avec de l'eau.
4. La gravure de la plaque dans une graveuse avec du Perchlorure de Fer. Cette opération consiste à ronger le cuivre aux endroits non protégés par la résine photosensible, puis on rince bien la plaque avec de l'eau.
5. Le perçage avec une micro-perceuse montée sur bâti, avec des forets de 0,8 ou 1 mm suivant le diamètre des fils de sortie des composants.
6. La soudure et la mise en place des composants.

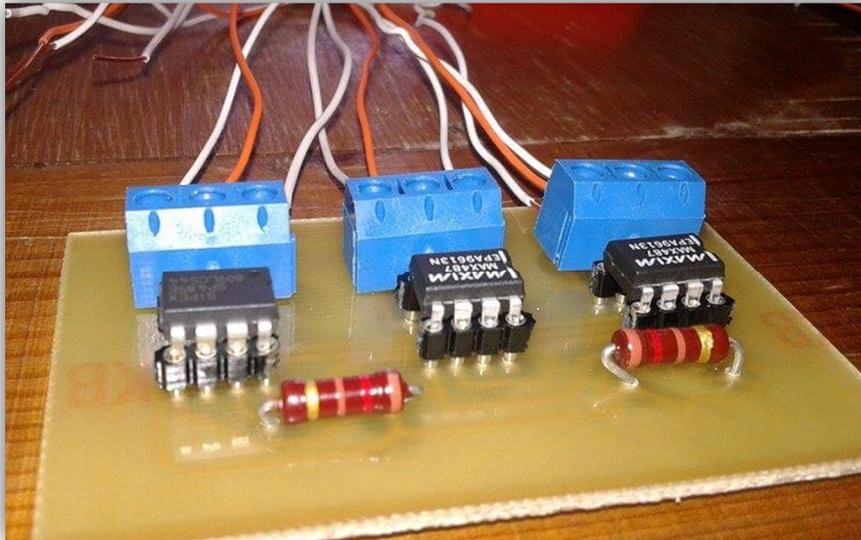


Figure-IV-17 : La carte réalisée du Bus RS485.

IV.7- Outils de réalisation et de développement :

IV.7.1-MPLAB :

MPLAB est en environnement de développement dédié aux microcontrôleurs PIC de Microchip.

Il intègre :

- Un éditeur (afin de créer les fichiers de programme en langage C ou en assembleur).
- un compilateur (qui dépend de l'installation effectuée, ainsi que de la famille de microcontrôleurs PIC utilisée).
- Un assembleur (qui dépend de l'installation effectuée, ainsi que de la famille de microcontrôleurs PIC utilisée).
- Un simulateur.
- L'accès à un certain nombre de programmeurs permettant de transférer le fichier .hex créé à l'issue de la compilation ou de l'assemblage, vers un microcontrôleur cible.
- Un linker (qui dépend de l'installation effectuée, ainsi que de la famille de microcontrôleurs PIC utilisée).

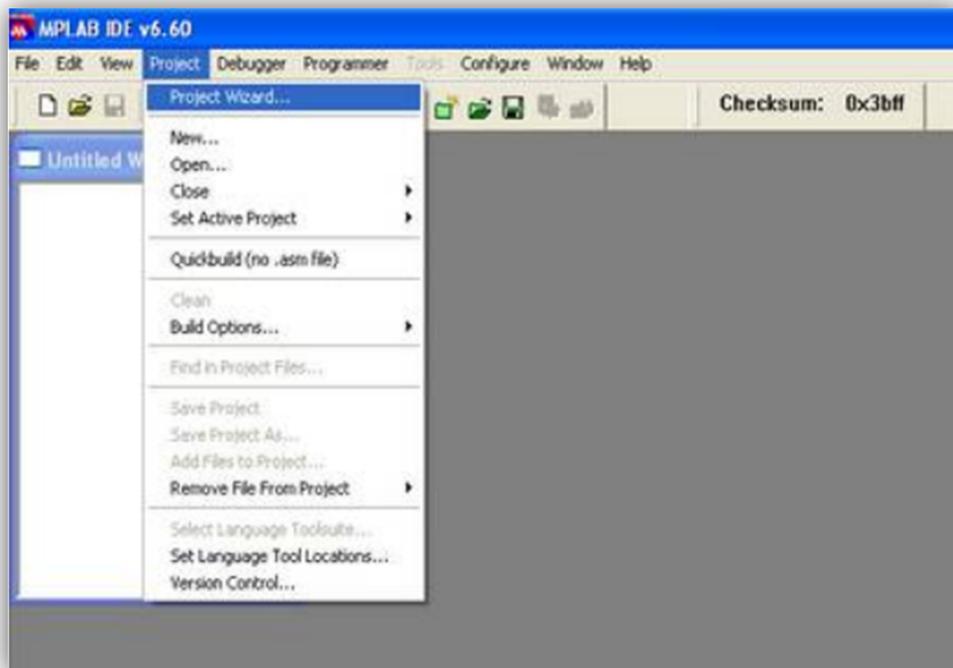


Figure-IV-18 : l'environnement MPLAB.

IV.7.2- ISIS PROTEUS :

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels inclus dans Proteus permettent la CAO dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle: ISIS, ARES

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus possède d'autres avantages

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser
- Le support technique est performant
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet

Le logiciel ISIS de Proteus est principalement conçu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

Pour saisir un schéma, il faut créer un nouveau projet puis placer les composants qui doivent être sélectionnés à partir de la bibliothèque des composants.

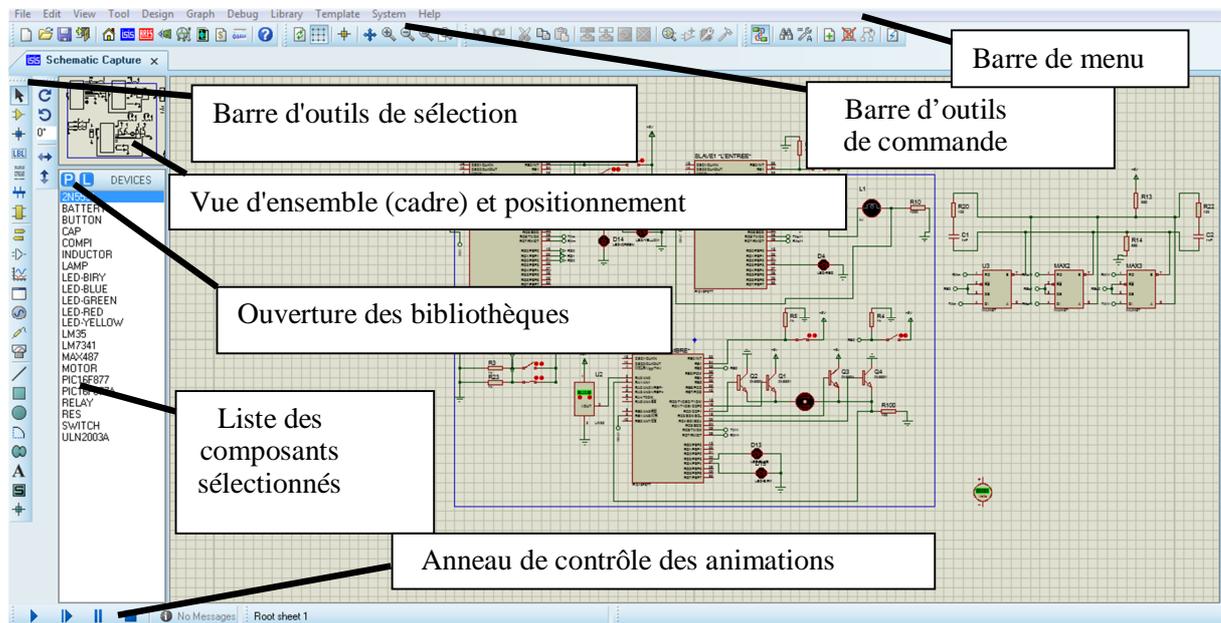


Figure-IV-19 : Ecran d'accueil d'ISIS.

- La barre de menu permet de gérer les travaux (ouverture, sauvegarde...) sur vos fichiers.
- La barre d'outils de commande elle reprend ce qui est accessible par les menus comme les commandes sur les fichiers (nouveau, ouvrir...), Commandes d'affichage (grille, zoom).
- La barre d'outils de sélection parmi ces multiples modes citons trois modes : mode principal (sélection d'objet, composants,...), mode gadget (sélection terminal, graphes, générateur, sondes), mode graphe (traits, formes, arc, texte,...).
- L'ouverture de bibliothèque permet la sélection des composants.
- L'anneau de commande des animations permet de lancer ou arrêter la simulation.

IV.7.3- ARES :

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement.

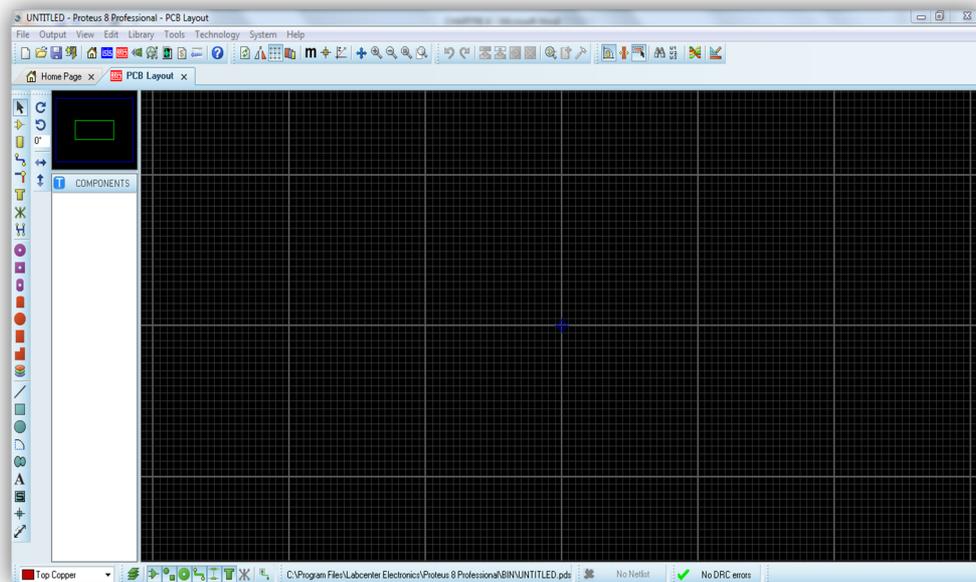


Figure-IV-20 : Ecran d'accueil ARES.

IV.8 - Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons mis en œuvre une application domotique tout en basant sur le support de communication RS485 (avec le protocole MODBUS) afin d'assurer la communication entre plusieurs stations (un maître et 2 esclaves) distantes. Pour cela nous étions menés à simuler et réaliser les parties suivantes :

- Partie acquisition et traitement dans chaque station.
- Partie support et protocole de communication série asynchrone mode Half-Duplex.
- Partie commande, puissance et isolation dans chaque station.

Un prototype est réalisé dans ses deux aspects matériel et logiciel. Après validation, ce système a donné une bonne performance tout en gardant un coût de fabrication très abordable.

La partie de simulation nous a permis de progresser dans ce projet. Ainsi, nous avons validé cette simulation par une réalisation pratique.



Conclusion
Générale

Conclusion générale :

Ce mémoire a été l'objet de la mise en œuvre d'une application domotique dont deux aspects ont été élaborés. D'abord nous avons simulé une application domotique sur un support de communication RS485 (avec un protocole MODBUS). Ensuite, la validation du travail simulé a été réalisée par la mise en œuvre d'un système domotique réel.

Notre système est composé de plusieurs étages (système embarqués) :

- Le domicile est équipé d'un réseau de capteurs (TOR et continus) permettant l'acquisition des différentes données physiques,
- Ainsi que des actionneurs permettant la réponse à des commandes et la régulation des grandeurs physiques de notre environnement.
- Des calculateurs concrétisés par un pic16f877 dans chaque station permettant le traitement des données, la commande et la communication entre stations,
- Un support physique de communication réalisé par un mode de transmission différentiel permettant ainsi une portée convenable à notre application et une possibilité d'élargir encore notre environnement (jusqu'à 32 stations) .

La mise en œuvre de ce travail nous a permis d'acquérir et d'appliquer de nouveaux concepts dans les domaines de communication et de contrôle à base de système à microcalculateurs.

Perspectives :

La domotique est une discipline permettant l'accès au confort, sécurité et économie d'énergie mais reste un système obeillant aux ordres humains.

Le bâtiment intelligent utilise la même plateforme qu'un système domotique. Mais dans ce cas l'intelligence humaine est inspirée sans le but que le bâtiment peut intervenir « sans ou avec » demande de l'habitant.

Ce système intelligent peut utiliser plusieurs disciplines tel que:

- Fusion de données multi_sources.
- Traitement d'image.
- Traitement du signal.

L'utilisation de ces différentes disciplines permet au bâtiment intelligent de diagnostiquer l'état de bâtiment ainsi celui de l'habitant. Ce qui lui permettra d'en prendre des décisions.

Ainsi, nous estimons, par la suite, développer notre application dans ce sens.

Références bibliographiques

- [1] © *alleyn-electricite.com*
- [2] *<http://domotique.comprendrechoisir.com/ebibliotheque/liste>*
- [3] *liaison série MODBUS BTS électronique – lycée Gustave Eiffel.*
- [4] *www.lammertbies.nl*
- [5] *Cours Systèmes Embarqués: Le Bus RS485 MODBUS – PROFIBUS.pdf*
- [6] *Protocole MODBUS Pascal Dereumaux.pdf*
- [7] **Bigonoff**.PROGRAMMATION DES PIC PAR BIGANOFF SECONDE PARTIE LA GAMME MID-RANGE PAR L'ETUDE DES 16F87X (16F876-16F877) revision 22. 26-11-2011.
- [8] **MICROCONTROLEURS PIC 16F876 et 16F877** Documentation interne **ELE D. MENESPLIER 2001**

Résumé

La conception et la réalisation d'un système de domotique et de contrôle d'accès à distance font l'objet de ce mémoire. L'objectif de ce système est d'apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort ainsi de surveiller le domicile contre détection d'incendie et l'intrusion en se servant des capteurs et des détecteurs.

Dans un premier lieu, une simulation d'une application domotique a été mise en œuvre. Ensuite, un prototype a été réalisé dans ses deux aspects matériel et logiciel. Après validation, ce système a donné de satisfaisantes performances tout en veillant sur un rapport coût/qualité de fabrication accessible.

Mots clef : Domotique, Surveillance, Contrôle d'accès, détection d'Incendie, Intrusion.

Summary

Conception and implementation of a domotic system and distant access control is the main of this manuscript. The objective of this system is to bring technical solutions to respond the need of comfort also supervise the house against the fire and the intrusion Detection while using various sensors.

In a first place, a simulation of a house automation application was implemented.

Then, a prototype is achieved in both hardware and software aspects. After validation, this system gave satisfying performances while taking in consideration cost/quality of accessible manufacturing.

Keywords: Domotic, Surveillance, Access Control, Intrusion Detection.

ملخص

انجاز نظام تحكم منزلي عن بعد ومراقبة الدخول كان موضوع هذا المشروع. الهدف من هذا النظام هو توفير حلول تقنية لتلبية الاحتياجات المرتبطة بالراحة ومراقبة المنزل ضد الحرائق وأي اختراق غير مرغوب فيه باستخدام الملتقطات وأجهزة الاستشعار. في البداية تم انجاز تطبيق التحكم المنزلي عن طريق المحاكاة، ثم تم انجاز نموذج من جانب العتاد و البرمجة.

و بعد التحقق أعطى هذا النظام نتائج مرضية مع الحرص على تحقيق النوعية الجيدة و التكلفة المتاحة. الكلمات المفتاحية: الاختراقات عن المراقبة، مراقبة الدخول، الكشف، تحكم منزلي.