

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 : Electronique

Spécialité : Electronique des systèmes embarqués

THÈME

Conception d'un réseau MODBUS : application industrielle

Préparé par :

*Bensaid Ismahane
Zobeidi Mohamed Oussama*

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Qualité
R.Othmani	MAA	Président
Y.Belhadji	MCB	Examineur
A.Ghellab	MCB	Encadreur

PROMOTION 2018 /2019

Remerciement

AU TERME DE MON MODESTE TRAVAIL, LOUANGES ET REMERCIEMENTS À DIEU LE TOUT PUISSANT QUI M'À DONNÉ LA FORCE D'ACHEVER CETTE ÉTUDE. JE REMERCIE MES TRÈS CHERS PARENTS POUR LEURS SOUTIENS ET LEUR PATIENCE. JE REMERCIE L'ENCADREUR « MR. GHALEB ABDELKADER » POUR SON AIDE PRÉCIEUSE, SON ENGAGEMENT TOTAL POUR RÉALISER ET ACCOMPLIR MON TRAVAIL. JE TIENS À REMERCIER AVEC LE PLUS GRAND HONNEUR ET SINCÉRITÉ MES AMIS ET MES ENSEIGNANTS DE L'UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN TIARET QUI M'ONT DONNÉ L'AIDE ET LE TEMPS DONT J'AVAIS BESOIN.

SANS OUBLIER DE REMERCIER VIVEMENT LES MEMBRES DE JURY.

Dédicace

*Au nom d'Allah, tout Miséricordieux le très
Miséricordieux Je viens de dédier Le fruit de modeste
effort à : Cette qui était la source intarissable de
tendresse, dans le paradis est au dessus de ses pied,
cette qui possède tout mon cœur « ma chère mère »
Qui je lui souhaite la guérison plus vite inchaalah.
Celui qui fait sons mieux pour moi mon suprême idéal
« Mes frères est sœurs» Et mes amis*

« A la promotion 2019 »

Ismahane...

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1
Chapitre-I Description générale du processus industriel	
I.1 Introduction	3
I.2. Processus industriel	4
I.3 Fabrication des fromages	5
I.3.1 Moulage	5
I.3.2 Affinage	5
I.4 Les actionneurs et les capteurs	5
I.4.1 l'humidificateur à vapeur	7
I.4.2. Déshumidificateur	8
I.5 La communication de données	8
I.5.1 La liaison parallèle	9
I.5.2 La liaison série	9
I.5.2.1 Transmission série asynchrone	10
I.5.2.2 Transmission série synchrone	10
I.5.3 Les modes de transmission industrielle	10
I.5.4 Les type des réseaux	11
I.5.5 Topologie des réseaux	12
I.6 Le standard RS232	14
I.6.1 RS232 Schéma de principe	15
I.6.2 RS232 Synchro émetteur/récepteur	15
I.6.3 La conversion des niveaux	16
I.6.4 MAX232	16
I.7 Liaison symétrique (ou différentielle)	18
I.8 Le Modbus	19
I.9 Le protocole	20
I.9.1 Adressage	21
I.9.2 Echange maître vers 1 esclave	21
I-10 Conclusion	21

Chapitre II Description du microcontrôleur PIC16F877

II.1 Introduction	24
II.2. Les microcontrôleurs	24
II .2.1. Généralités	24
II.2.3. Les avantage du microcontrôleur	25
II.3 Un PIC (Peripheral interface controller)	26
II.3.1. Les différentes familles des Pics	26
II.3.2. Identification d'un Pic	26
II.4 Le microcontrôleur PIC 16F877	27
II.4.1 la structure externe	27
II.4.1.1 Identification de Pic 16F877	28
II.4.1.2 Les PINS de 16F877	28
II.4.1.3 Les ports entrée/sortie de Pic 16F877	29
II.4.2 la structure interne.....	32
II.4.3 Le registre STATUS	33
II.4.4 Organisation de la mémoire du 16F877.....	33
II .4.5 Les différents modules (périphériques)	34
II .4.5.1 : USART (Universal Synchronous/ Asynchronous Receiver Transmitter)	34
II .4.5.1.1 Registre SPBRG.....	36
II .4.5.1.2 Registre TXSTA	37
II .4.5.1.3 Register RCSTA.....	37
II .4.5.2 : CAN (Convertisseur Analogique-Numérique).....	38
II .4.5.2.1 REGISTR ADCON0	39
II .4.5.2.2 REGISTR ADCON1	40
II .4.5.3 Le TIMER	41
II .4.5.4 MODULE CCP : CAPTURE COMPARE et PWM.....	42
II .4.5.5 Les interruptions.....	43
II.5 Conclusion	44

Chapitre III Système d'acquisition et de contrôle

III.1. Introduction.....	46
III.2 Partie de circuit de commande.....	47
III.2.1 les entrees/ sorties	47
III.2.2 le convertisseur A/N.....	49

III.2.3 le modbus	51
III.2.3.1 L'amplificateur Opérationnel.....	52
III.2.3.1 L'amplificateur différentiel	52
III.2.4 la communication série	53
III.3 Partie puissance	56
III.3.1 Relais.....	56
III.3.1.1 Fonctionnement	57
III.3.1 Opto_coupleur.....	58
III.3.1 Transistor.....	59
III.4 l'interface graphique	59
III.5 conclusion.....	61
Conclusion générale	64
Annexes	
1 Capteurs de température LM35.....	66
2 Capteur d'humidité Le HIH-4000.....	68
3 La relation entre la température ambiante et humidité relative	70
Bibliographie	

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 schéma synoptique du système d'acquisition4

Figure I.2 processus industriel (fromagerie)4

Figure I.3 Moulage5

Figure I.4 l'affinage5

Figure I.5 Schéma synoptique pour le refroidissement6

Figure I.6 Schéma synoptique pour le chauffage6

Figure I.7 Un humidificateur à vapeur7

Figure I.8 Schéma synoptique d'un déshumidificateur8

Figure I.9 La liaison parallèle.....9

Figure I.10 La liaison série9

Figure I.11 Mode simplex10

Figure I.11 Mode half duplex.....11

Figure I.11 Mode full duplex11

Figure I.12 Topologie en étoile12

Figure I.13 Topologie en anneau12

Figure I.14 Topologie en arbre.....13

Figure I.15 Topologie en bus13

Figure I.16 RS232 : Schéma synoptique.....14

Figure I.17 brochage DB9.....15

Figure I.18 Schéma de principe.....15

Figure I.19 Synchronisation émetteur/récepteur19

Figure I.20 Brochage du MAX232.....17

Figure I.21 Brochage du MAX232.....18

Figure I.22 liaison différentielle18

Figure I.23 liaison différentielle19

Figure I.24 protocole (maitre, esclave).....20

Figure I.25 protocole (maitre, esclave).....21

Chapitre- II

Figure II.1 microcontrôleur.....24

Figure II.2 Structure interne d'un microcontrôleur en générale25

Figure II.3 Brochage du microcontrôleur PIC16F877/16F877A.....27

Figure II.4 Le schéma du PORT A	29
Figure II.5 Le schéma du PORT B.....	30
Figure II.6 Le schéma du PORT C.....	30
Figure II.7 Le schéma du PORT D	30
Figure II.8 Le schéma du PORT E.....	31
Figure II.9 Les éléments constitutifs du PIC 16F877.....	32
Figure II.10 Architecture interne du pic 16F877	32
Figure II.11 composition du registre d'états STATUS	33
Figure II.12 Architecture des registres internes du microcontrôleur 16F877.....	34
Figure II.13 Établissement d'une connexion (UART) entre pc et PIC 16F877	35
Figure II-14 Formats des résultats de la conversion.....	40
 Chapitre- III	
Figure III.1 schéma complet de système d'acquisition à base de pic 16F877	46
Figure III.2 connexion des entrées sorties sur le PIC 16F877 (maître).....	48
Figure III.3 Organigramme la gestion des entrées et des sorties.....	48
Figure III.4 Connexion des capteurs avec le PIC 16F877.....	49
Figure III.5 Organigramme pour la conversion analogique/numérique CAN et la Régulation des grandeurs physiques	50
Figure III.6 Communication de MODBUS avec le PIC 16F877 (entre le maître et les deux esclaves)	51
Figure III.7 le MAX485	52
Figure III.8 L'amplificateur Opérationnel	52
Figure III.9 L'amplificateur différentiel.....	53
Figure III.10 Connexion du MAX232 avec le PIC 16F877	53
Figure III.11 Organigramme d'émission pour le PIC16F877	54
Figure III.12 Organigramme de réception par interruption sur l'UART POUR le PIC16F877..	55
Figure III.13 partie de puissance.....	56
Figure III.14 un relai.....	56
Figure III.15 brochage d'un relais 1RT.....	57
Figure III.16 branchement de la roue libre	58
Figure III.17 branchage d'opto_coupleur phototransistor comme récepteur	58
Figure III.18 branchage de transistor	59
Figure III.19 Interface graphique au niveau du pc de la salle de contrôle	60
Figure III.20 Organigramme pour réception des données par le port série du PC.....	61

Annexes

Figure 1 le LM35	66
Figure 2 Architecture interne d'un LM35	66
Figure 3 l'étalonnage de LM35a	67
Figure 4 capteurs d'humidité HIH4000	69
Figure 5 Architecture interne d'un HIH4000	69
Figure 6 courant de sortie typique contre humidité relative (à 25 °C et 5 V.)	70
Figure 7 Evolution de l'humidité relative en fonction de la température sèche (pour une température humide de 9,28 °C et une pression atmosphérique de 101 325 Pa).....	71

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 les pins de connecteurs DB9.....	15
--	----

Chapitre- II

Tableau II.1 Tableau comparatif « microcontrôleur ».....	27
--	----

Tableau .II.2 les pins de PIC16F877.....	28
--	----

Tableau II.3 configuration de vitesse de registre SPBRG.....	36
--	----

Tableau II.4 choix des canaux d'entrée numérique et analogique et de tension de référence..	41
---	----

Tableau II.5 Tableau comparatif «TIMERs ».....	42
--	----

Tableau II.6 Tableau comparatif « MODULE CCPs ».....	43
--	----

LISTE DES ABRIVIATIONS

LISTE DES ABRIVIATIONS

A/N: convertisseur Analogique /Numérique

CMOS : Oxyde métallique semi-conducteur complémentaire

CPU : Computer Procès Unit

CCP : CAPTURE COMPARE

CAN : conversion analogique/numérique

E/S : Entrées/sorties

HIH4000 : capteur d'humidité

ISIS : Logiciel de simulation

PC : Partie commande

MODBUS : Protocole de communication

Mplab_HITCH : Logiciel de programmation

LM35 : capteur de température

LAN : réseau local

MAN : réseau métropolitain

MAX232 : standard pour réaliser des liaisons RS232 et des interfaces de communication

MCLR: broche initialiser le microcontrôleur

PIC : *Contrôleur d'interface périphérique*

RISC : Ordinateur à jeu d'instructions réduit

RS232 : standards de communication série

RS485 : liaison Modbus série

Rx : (réception) connexion avec le port série

ROM : Mémoire en lecture seule

RAM : Mémoire vive

Tx : (émission) connexion avec le port série

TTL : Transistor-Transistor Logique

USART : Universel Synchrone / Asynchrones Receiver-Transmitter

VDD et VSS : Alimentation

WAN : réseau à l'échelle d'un pays

WDT: Chien de garde

1RT : type de relais seul contact Repos / Travail

Introduction générale

Introduction générale

La place de IHM (Interface Homme-Machine), dans l'industrie et dans le domaine de la supervision est très importante vue ses réponses aux exigences demandées que ce soit au niveau de la fiabilité, ou encore le cout.

Notre travail s'est basé dans le domaine de l'industrie, nous avons mis en œuvre un système d'acquisition et de contrôle pour un domaine industriel alimentaire. Vu notre région connue par ses activités agropastorales, nous avons choisi une étude de fromagerie.

Nous avons commencé par faire une étude détaillée des principales étapes de production dans une fromagerie ainsi que les principaux points constituant cette dernière en plus les capteurs et actionneurs nécessaires.

Nous avons étudié les différents types de la communication de données :

-le réseau de communication pour le contrôle et l'acquisition de données climatiques et du produit. Après cette étude notre choix s'est porté sur le protocole de communication MODBUS pour ses caractéristiques (portée, sensibilité réduite aux bruits, stations indépendantes ce qui favorise le multi-tâche est donc un fonctionnement en temps réel..etc).

Ensuite, on a commencé par l'étude du microcontrôleur choisi pour la gestion de l'application, spécifiquement le CAN et l'USART, les périphériques intégrés dans sa puce.

Et pour assurer la communication avec la salle de contrôle et les différentes stations de production nous avons mis en œuvre un réseau MODBUS (une station Maître au niveau de la salle de contrôle et deux stations esclaves pour l'affinage et le moulage). Ainsi, une interface graphique au niveau de la salle de contrôle est conçue sous LabView pour la gestion des données entre les différentes stations de production.

Pour répondre à tout cela, notre mémoire est réparti en trois chapitres :

Le premier chapitre décrit le processus industriel et le système d'acquisition et de contrôle,

Le deuxième chapitre, après avoir justifié le choix du PIC16F877, ce dernier est présenté notamment ses deux périphériques CAN et USART.

Le troisième chapitre clarifie le système d'acquisition et de contrôle dans ses différentes parties : réseau MODBUS assurant la communication entre les différentes stations et l'interface graphique au niveau de la salle de contrôle.

La conclusion synthétise un bilan général de ce travail.

Chapitre I

I .1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons expliquer et présenter un système d'acquisition et de contrôle dans un processus industriel.

Le processus d'acquisition industriel est représenté en trois parties dans ce travail : la 1^{ère} partie c'est la salle de contrôle (pc, interface graphique), la 2^{ème} c'est le réseau de communication MODBUS à base de microcontrôleurs. La 3^{ème} c'est la partie de puissance (des actionneurs commandés en fonction des consignes communiqués et de l'information acquise à partir des capteurs)

Le circuit électronique à base de microcontrôleurs (une station maître et deux stations esclaves) pour l'acquisition des données et la gestion de communication entre eux et via une interface graphique au niveau d'une salle de contrôle permettant de visualiser les grandeurs du processus via une liaison série. Plus de détails sont présentés dans les chapitres suivants.

Il y a plusieurs domaines d'application nécessitant ce système d'acquisition tels que la domotique et intelligence artificielle, bâtiment intelligent..etc.

Dans ce mémoire le système d'acquisition est destiné pour surveiller et contrôler deux processus en deux stations dans une fromagerie en temps réel : un processus d'affinage qui sert à acquérir la température et l'humidité ambiantes au niveau de la chambre d'affinage et ainsi de les réguler selon des consignes acquises de la station Maîtresse. Un deuxième processus de moulage utilisant les consignes de formes et de taille communiquées de la station Maîtresse. Le schéma synoptique de la figure-1.1 décrit ce système d'acquisition.

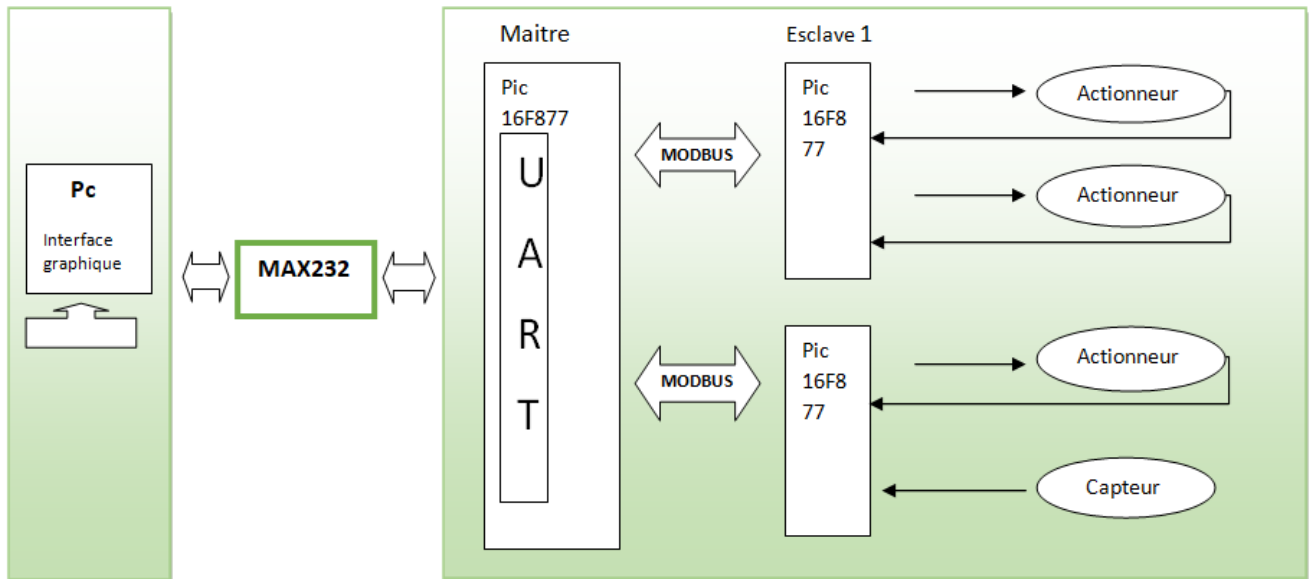


Figure I.1 schéma synoptique du système d'acquisition.

I .2.processus industriel :

Durant ces 20 dernières années, le paysage des industries de processus a profondément évolué dans un grand nombre de secteur industriels : chimie, pharmacie, biotechnologie, énergie, eau/eaux usées, pétrole, gaz, matières plastiques, papier, alimentation et boissons .etc.

Vu notre milieu agropastoral, nous choisissons de développer une application alimentaire, soit un système d'acquisition et de contrôle dans une fromagerie.

La figure-1.2 donne une vue de ce processus.



Figure I.2 processus industriel (fromagerie).

I.3 Fabrication des fromages :

Les principales étapes de la fabrication des fromages sont le moulage selon des tailles et de formes souhaitées ainsi l'affinage qui garantit un fromage mature en un temps optimal.

I.3.1 Moulage : Le moulage Peut être automatique ou manuel (figure-1.4). Il se fait dans de grands moules ou voire de très petits pour les genres camembert .etc.[7].

I.3.2 Affinage: C'est l'opération la plus longue et qui demande une grande attention (figure-1.3). Elle s'effectue dans une cave. Chaque fromage est retourné et salé sur chaque face pour la formation de la croûte. Cette opération demande plusieurs jours de travail et une attention toute particulière à la maturation du fromage.

Pour un affinage réussi, chaque type de fromage demande une ambiance atmosphérique particulière (température, hygrométrie) ce qui rend impossible l'affinage de différents fromages dans la même cave [7].



Figure I.3 l'affinage



Figure I.4 le moulage

En générale, la température doit être régulée entre 5 et 7 °C , et l'humidité entre 75 et 95%. [7].

I.4 Les actionneurs et les capteurs :

Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés de mesurer des valeurs climatiques.

On a besoin d'utiliser deux capteurs de température LM35 et d'humidité HIH4000 « remplacé par HIH5030 dans isis ». (Voir annexes)

Pour contrôler cette grandeur climatique « la température ambiante », on utilise des actionneurs de refroidissement et de chauffage.

- La figure suivante montre une description synoptique pour le refroidissement par ventilation d'air refroidi par compression de gaz.

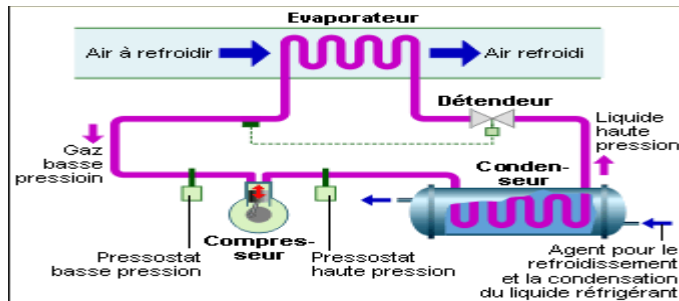


Figure I.5 Schéma synoptique pour le refroidissement

- La figure suivante montre une description synoptique pour le chauffage par circulation d'air avec résistance chauffante.

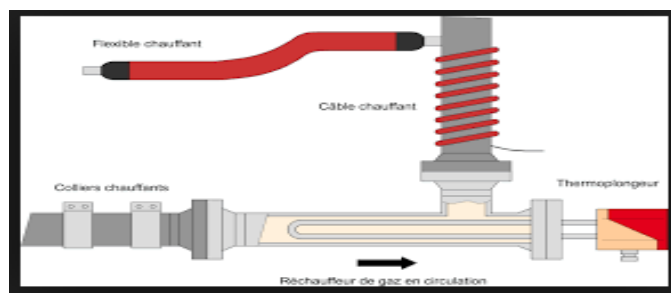


Figure I.6 Schéma synoptique pour le chauffage

Et Pour contrôler les mesures climatiques « d'humidité ambiante », on utilise des actionneurs.

Les deux actionneurs pour ce contrôle sont :

- Humidificateur pour l'augmentation du taux d'eau sous forme de vapeur de l'air
- Déshumidificateur pour sécher l'air.

Nous allons tout d'abord définir les trois types d'hygrométrie (les formes d'unité de mesure pour les valeurs d'humidité)

Humidité spécifique : L'humidité spécifique est le rapport de la masse de vapeur d'eau contenue dans un volume V d'air humide sur la masse d'air sec contenu dans ce même volume.

Humidité relative : Le degré d'hygrométrie est le rapport de la masse d'eau contenue dans un volume d'air humide à la masse maximale d'eau que peut contenir ce volume à la saturation. A température et volume déterminés. Le degré d'hygrométrie exprimé en pourcentage (%).

Humidité absolue : la proportion d'eau à l'état gazeux (vapeur) dans un volume d'air (g/cm^3).

Dans notre travail, on mesure l'humidité relative (en %).

I.4.1 l'humidificateur à vapeur :

Un humidificateur à vapeur injecte dans l'air à humidifier de la vapeur d'eau. Celle-ci est produite soit dans une chaudière à vapeur (grosses installations), soit dans des appareils autonomes fonctionnant ... comme une bouilloire électrique.

La vapeur est conduite vers les rampes d'injection (tubes percés d'orifices calibrés), rampes placées soit dans les caissons de traitement d'air, soit directement dans la gaine d'air conditionné.

La vapeur arrive sèche dans la rampe (gaz invisible). Lors de son contact avec l'air froid, elle se condense en microgouttelettes (brouillard visible). L'air s'échauffe alors de 10 à 15 K, grâce à la chaleur de condensation de la vapeur. Cette chaleur permet la revalorisation de la vapeur, qui repasse à l'état gazeux invisible, mélangé dans l'air. Finalement, l'ensemble du processus est pratiquement isotherme (la température de l'air après humidification est pratiquement égale à celle avant l'humidification). [8]

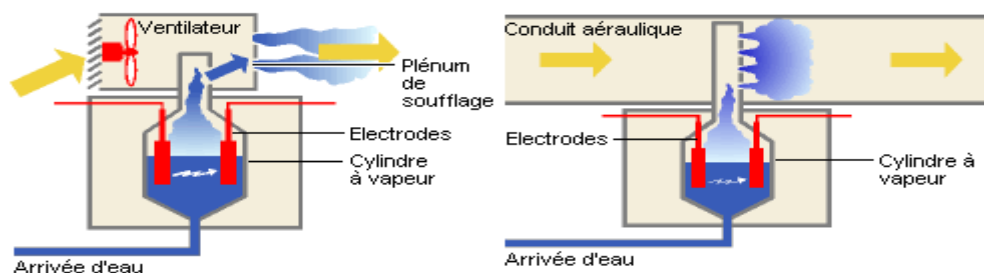


Figure I.7 un humidificateur à vapeur

I .4.2. Déshumidificateur :

Le principe de base du fonctionnement d'un déshumidificateur avec séchage par condensation est décrit par ce processus : Un ventilateur aspire l'air humide et le transporte à travers un évaporateur réfrigéré. L'air est bien refroidi. L'eau condensée sur la surface froide de l'évaporateur est filtrée dans un réservoir où il est directement transporté au système d'évacuation. Ensuite, l'air froid continue à travers un condenseur chaud qui le chauffe et revient dans la pièce pour récupérer de l'humidité à nouveau. Cette procédure est continue jusqu'à l'obtention des conditions souhaitées [8]

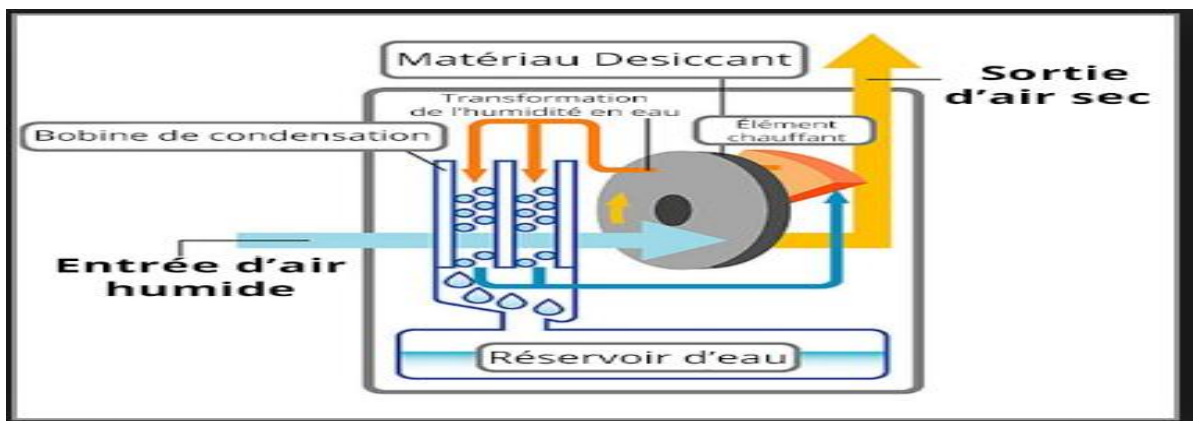


Figure I.8 Schéma synoptique d'un déshumidificateur

Pour échanger les informations entre la salle de contrôle et les stations de production, il faut un Bus de transmission pour une communication entre ces stations. La suite de ce chapitre est consacrée à l'étude de la communication de type série et spécifiquement le réseau MODBUS.

I.5 La communication de données :

Une ligne de transmission est une liaison entre deux machines. On désigne généralement par le terme émetteur ou expéditeur la machine qui envoie les données et par récepteur ou destinataire celle qui les reçoit. Les machines peuvent parfois être chacune à son tour réceptrice ou émettrice.

Pour une transmission de données sur une voie de communication entre deux machines, la communication peut s'effectuer de différentes manières. La transmission est caractérisée par :

Son type de liaison, Vitesse de transmission, Le mode de transmission, La synchronisation, Détection

d'erreurs [2].

I.5.1 La liaison parallèle :

Cette modalité de transmission des données consiste à envoyer des bits entre un émetteur et un récepteur sur plusieurs voies simultanément. Par exemple, en associant 8 conducteurs (câbles) et transmettant 1 bit par conducteur simultanément, on a l'opportunité d'aller 8 fois plus vite qu'en envoyant les données progressivement : c'est le gros avantage de ce mode. De plus, il s'implémente facilement sur une machine, puisqu'il est simple de créer un port parallèle pour accueillir les conducteurs supplémentaires.

Son inconvénient, c'est son prix : logiquement, il est beaucoup plus coûteux d'avoir plusieurs câbles qu'un seul. En plus, sa portée est limitée à quelques mètres.



Figure I.9: La liaison parallèle

I.5.2 La liaison série :

Dans une liaison de type 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 (transmission simultanée de N bits), les données parallèle arrivant au niveau de l'émetteur et inversement au niveau du récepteur sont transformées de la forme série vers la forme parallèle et inversement. La sérialisation et la désérialisation s'effectue au niveau d'un contrôleur de transmission appelé USART (*Universal Synchrones/Asynchrones Receiver-Transmitter*) [6].

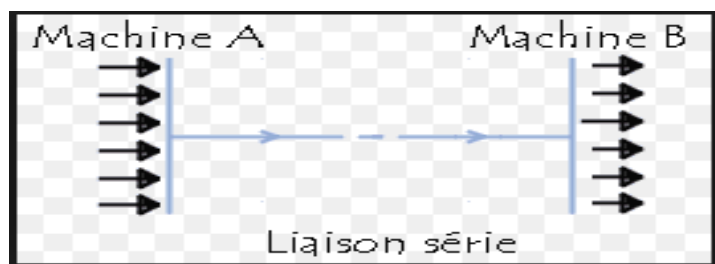


Figure I.10 La liaison série

Afin de garantir une harmonisation entre les deux points de communication série, deux types de transmission peuvent agir : synchrone où l'émetteur et le récepteur sont cadencés à la même vitesse d'horloge ou asynchrone où la transmission de l'information est garantie par un protocole de communication.

I.5.2.1 Transmission série asynchrone :

En environnement industriel on préfère utiliser la transmission Série asynchrone plus simple à mettre en œuvre et moins coûteuse. La ligne peut ne comporter qu'un fil. On en utilise en général 3: émission; réception; masse.

Les éléments binaires d'information (bits) d'un mot ou caractère sont alors envoyés successivement les uns après les autres (sérialisation) au rythme d'un signal d'horloge. Le récepteur effectue l'opération inverse: transformation Série / parallèle à partir de son horloge ayant la même fréquence que celle de l'émetteur. Les informations peuvent être transmises de manière irrégulière, cependant, l'intervalle de temps entre 2 bits est fixe. Des bits de synchronisation (Start, Stop) encadrent les informations de données [6].

I. 5.2.1 Transmission série synchrone :

Une transmission synchrone est une transmission dans laquelle, l'émetteur et le récepteur sont cadencés à la même horloge.

La communication peut s'effectuer dans un sens ou l'autre ou les deux au même temps. C'est ce qu'on appelle mode de transmission.

I.5.3 Les modes de transmission industrielle :

Selon le sens des échanges, on distingue 3 modes de transmission :

- **Mode simplex ou unidirectionnel** : il caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un seul sens, c'est-à-dire de l'émetteur vers le récepteur [4].

Dans ce mode, le retour d'information (accusé ou réponse) n'est pas possible.



Figure I.11 : Mode simplex

- **Mode half duplex ou bi-directionnel alterné** : caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un sens ou dans l'autre mais pas les deux en même temps. Ce type de liaison permet d'avoir une liaison bidirectionnelle utilisant la moitié de la capacité totale de la ligne [4].



Figure I.11 : Mode half duplex

- **Mode full duplex ou duplex intégral** : caractérise une liaison dans laquelle les données circulent de façon directionnelle et simultanée. Chaque extrémité de la ligne peut émettre et recevoir en même temps. Ce type de liaison permet d'avoir une liaison bidirectionnelle utilisant la capacité totale de la ligne [4].

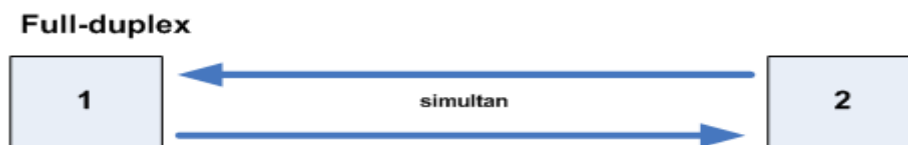


Figure I.11 : mode full duplex

I.5.4 Les type des réseaux :

En fonction de la localisation, la distance et le débit, les réseaux sont classés en trois types :

- LAN (Local Area Network) : réseau local, intra entreprise permettant l'échange de données et le partage de ressources.
- MAN (Métropolitain Area Network) : réseau métropolitain qui permet la connexion de plusieurs sites à l'échelle d'une ville.
- WAN (Wide Area Network) : réseau à l'échelle d'un pays, généralement celui des opérateurs. Le plus connu des WAN est Internet

I.5.5 Topologie des réseaux :

Un réseau industriel est constitué d'automates programmables, des interfaces hommes/machines, d'ordinateurs, des équipements d'entrées/sorties, reliés entre eux grâce à des lignes de communication, telles que des câbles électriques, des fibres optiques, des liaisons radio et des éléments d'interface, tels que des cartes réseaux, des Gateway.

L'arrangement physique du réseau est appelé topologie physique ou architecture du réseau [5].

On distingue généralement les topologies suivantes :

- en bus
- en étoile
- en arbre,
- en anneau,
- maillées.

Topologie en étoile :

Cette typologie est la plus courante au niveau de l'entreprise et de l'atelier.

Elle est celle du réseau Ethernet. Elle présente l'avantage d'être très souple en matière de gestion et de dépannage. [5]

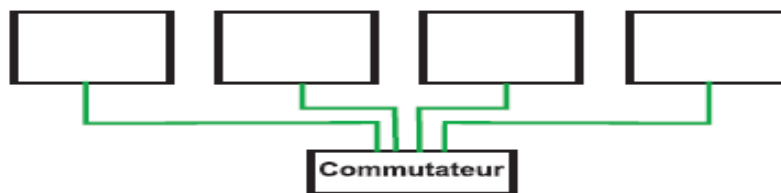


Figure I.12: Topologie en étoile

La typologie en anneau :

Reprend la topologie physique de l'étoile en apportant une meilleure disponibilité du réseau. [5]

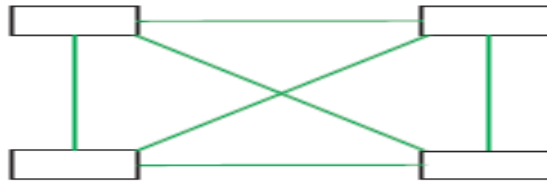


Figure I. 13 : Topologie en maillé

La topologie en Arbre :

Aussi connu sous le nom de *topologie hiérarchique*, le réseau est divisé en niveaux. Le sommet, le haut niveau, est connecté à plusieurs nœuds de niveau inférieur, dans la hiérarchie. Ces nœuds peuvent être eux-mêmes connectés à plusieurs nœuds de niveau inférieur. Le tout dessine alors un arbre, ou une arborescence [5].

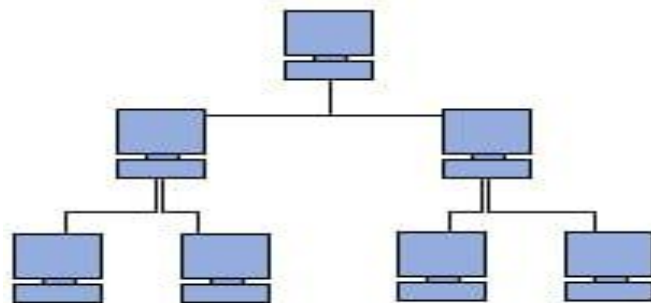


Figure I.14 : Topologie en arbre

La topologie en bus :

Cette organisation est une des plus simples. Tous les éléments sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câbles. Le mot bus désigne la ligne physique. Cette topologie est facile à mettre en œuvre, la défaillance d'un nœud ou d'un élément ne perturbe pas le fonctionnement des autres organes.

Les réseaux du niveau machine et capteurs, appelés d'ailleurs bus de terrain, utilisent cette méthode.

La typologie bus se met en œuvre soit par chaînage des équipements les uns avec les autres, soit par connexion via un boîtier de raccordement (TAP) au câble principal [5].

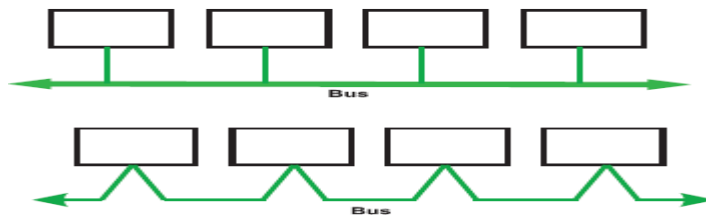


Figure I.15 : Topologie en bus

Deux standards sont utilisés dans ce mémoire : RS232 (mode commun) et RS485(MODBUS) sont des supports physiques de transmission de données en série.

I.6 Le standard RS232 :

C'est le plus connu des standards de communication série. Les ports série RS232 sont présents sur la plupart des PCs standards. Il est de type point à point et est composé des lignes Rx, Tx et GND.

Le RS232 permet de faire communiquer uniquement deux stations sur chaque ligne. Il fonctionne en full duplex et sa vitesse de communication peut aller jusqu'à 115 kbits/s.

En RS232, la distance séparant les deux équipements ne dépasse pas généralement 15 m. Si on n'a besoin d'ajouter plusieurs esclaves sur la même ligne, il faudra utiliser les liaisons RS422 ou RS485 qui sont plus adéquates.

Le RS232 a comme inconvénients d'être inadapté dans les environnements où il y'a beaucoup de bruits ou parasites (risque perturbation transmission en mode commun) [4].

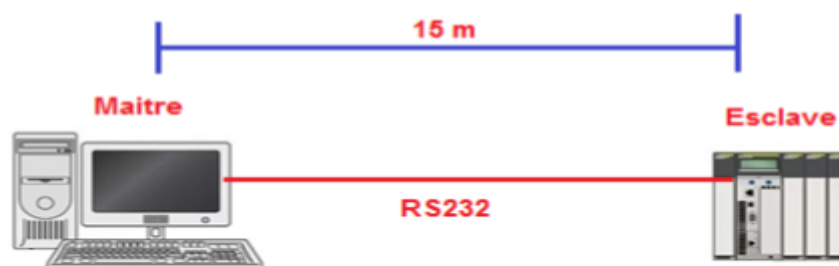


Figure I.16 : RS232 : Schéma synoptique.

- On peut avoir besoin d'un convertisseur de niveaux électriques :
 - 0 logique : +8 à +12V
 - 1 logique : -8 à -12V

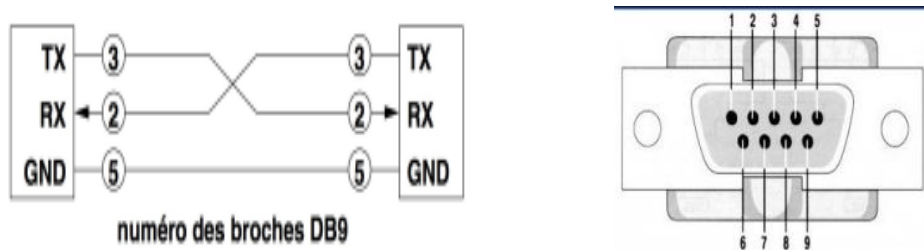


Figure I.17 : brochage DB9

Broche	nom	Indiquée comme
1	CD	entrée
2	RX	entrée
3	TX	sortie
4	DTR	sortie
5	GND	masse
6	DSR	entrée
7	RTS	sortie
8	CTS	entrée
9	RI	entrée

Tableau I.1 les pins de connecteurs DB9

I.6.1 RS232 Schéma de principe :

Émetteur : La trame est produite par un automate qui vide un registre à décalage Récepteur
 La trame est lue par un automate qui remplit un registre à décalage Parité Un bit supplémentaire qui signe la donnée parité paire : le nombre de bit à 1 de la donnée est rendu pair grâce au bit de parité. Parité impaire : c'est le contraire

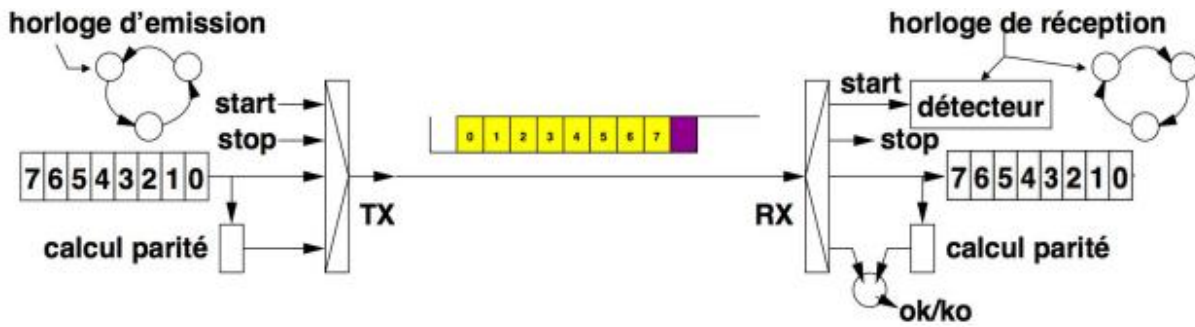


Figure I.18 Schéma de principe

I.6.2 RS232 Synchro émetteur/récepteur

- L'émetteur transmet à une fréquence standardisée (1200, 2400, 4800 bits/s,...)
- Le récepteur connaît cette fréquence et repère le bit de start par impulsion descendante (interruption)
 - Si la fréquence d'échantillonnage est 3 fois la fréquence d'émission $\rightarrow 1 \text{ bits} = 3$ périodes
 - Lorsqu'on lit 0, on est au dans le premier tiers du start ○ L'échantillon suivant est le bit 0, il est pris "1.5 bit" plus tard $\rightarrow 4$ périodes
 - Les bits de la trame sont alors lus toutes les 3 périodes (dans cet exemple)
- Le récepteur a une petite marge d'erreur possible sur la fréquence

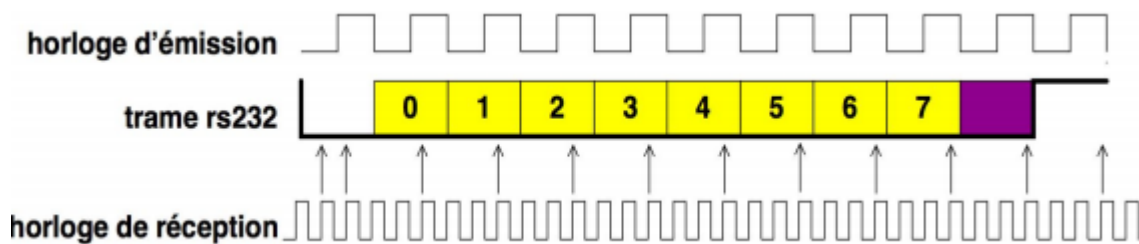


Figure I.19 Synchronisation émetteur/récepteur

I.6.3 La conversion des niveaux :

Les cartes électroniques à base de microcontrôleurs fonctionnent très souvent avec des niveaux TTL soit 0-5Volt, 0V pour le niveau 0 et 5Volt pour le niveau 1. Brancher donc directement une ligne RS232 sur un microcontrôleur n'aurait donc aucun sens et pourrait aussi endommager le système en imposant des tensions de 25volt.

Pour rendre compatible une ligne RS232 avec une carte de ce type il existe un composant très simple d'utilisation que nous allons présenter : le max232.

I.6.4 MAX232

Le RS232 est un standard qui permet de réaliser des liaisons RS232 et des interfaces de communication, il met en forme deux entrées et deux sorties TTL/CMOS vers deux entrées et deux sorties RS232, la connexion est réalisée avec un DB9. Le pic 16F877 utilise les niveaux 0v et 5v pour définir respectivement les bits : 0 et 1. La norme RS 232 définit des niveaux de +12v et -12v pour établir ces mêmes niveaux. Nous avons donc besoin d'un circuit (driver de bus) chargé de convertir les niveaux des signaux entre PIC et PC alors que la solution c'est le circuit MAX232 [9]

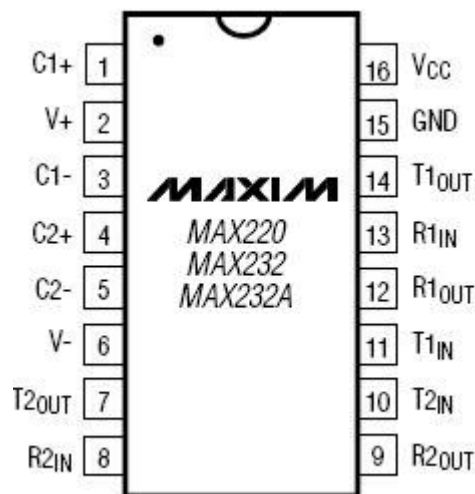


Figure I.20 Brochage du MAX232

D'après son schéma interne ci-dessous, nous constatons directement qu'il est premièrement doté d'un convertisseur de tension, au travers des capacités C1 et C3 il génère une tension de 10Volt depuis les 5Volt (doubleur de tension), et au moyen des capacités C2 et C4 il génère une tension de -10Volt a partir de la tension de 10Volt. Il est bien sur évident que la puce est munie de tout un système, avec un oscillateur, des diodes etc, afin d'intégrer ce convertisseur DC-DC. Il existe une version de cette puce, le max233, où les capacités sont intégrées directement dedans, mais nous ne rentrerons pas dans ce détail. La valeur des capacités va dépendre de la version de la puce :

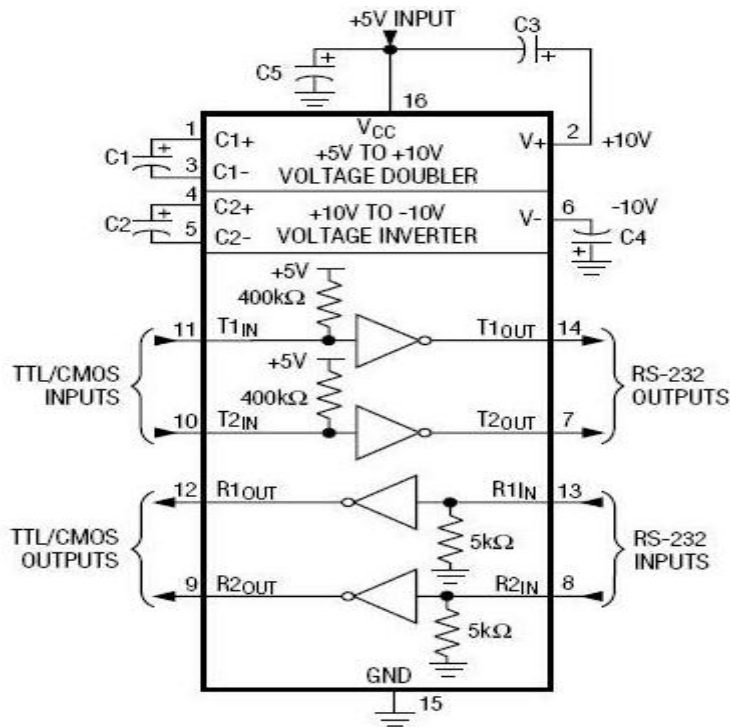


Figure I.21 Brochage du MAX232

La connexion avec le port série se fait via la broche Rx (réception), Tx (émission) et RTS qui donne la possibilité d'émission. Les broches 6, 1 et 4 seront reliées ensemble, Et nous n'oublierons pas de brancher la masse (broche 5) avec la masse du circuit. Les broches 7 et 9 ne sont pas nécessaires dans notre cas.

I.7 Liaison symétrique (ou différentielle) :

Une liaison symétrique comporte deux conducteurs actifs par sens de transfert. L'émetteur possède un amplificateur différentiel qui va transmettre les états logiques à la double ligne de transmission sous forme de deux tensions V+ et V- ou V- et V+ selon le niveau logique.

Le récepteur est un montage à amplificateur opérationnel, il n'est donc concerné que par la différence de tension entre les deux fils de ligne.



Figure I.22 liaison différentielle.

La liaison symétrique ou différentielle permet de transmettre des données sur de grandes distances à des vitesses élevées. Elle est peu sensible aux parasites induits, ceux-ci affectent les deux fils de la ligne et se trouvent inhibés (compensés) par l'entrée différentielle du récepteur [1].

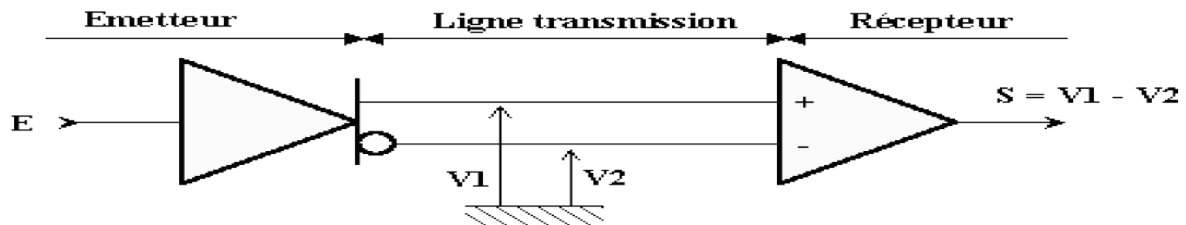


Figure I.23 liaison différentielle

Donc, nous choisissons le protocole de communication MODBUS (Bus différentiel) dans notre travail parce qu'il est simple, facile de mise en œuvre et flexible. En plus de la vitesse, de sa portée et de sa capacité de détecter des erreurs, nous favorisons son adaptabilité avec les modes de transmission souhaités et ainsi, dans ce mode les stations esclaves sont indépendantes, ce qui est le cas pour notre application.

I.8 Le Modbus :

Est un protocole de communication industriel introduit par Modicon en 1979. Il est généralement utilisé avec les automates programmables ou les équipements de types industriels. Il est maintenant devenu une norme "open Protocol" dans le domaine de l'automatisme et de la communication industrielle, et est le moyen le plus couramment utilisé pour faire communiquer des équipements industriels. Il existe des versions avec des modifications mineures ou adaptées à d'autres environnements (comme par exemple JBUS ou MODBUS II).

Un des avantages du protocole Modbus est sa flexibilité, mais aussi sa facilité de mise en œuvre. La plupart des appareils et dispositifs embarqués comme les microcontrôleurs, les automates, les capteurs intelligents etc...sont équipés d'interface Modbus et sont capables de communiquer en Modbus. Au début, le Modbus a été initialement conçu pour fonctionner avec les lignes de communication filaires série mais il existe aujourd'hui des extensions à la norme pour les communications sans fil et les réseaux TCP / IP.

Le protocole Modbus permet la communication entre plusieurs équipements connectés sur un même réseau, par exemple un système qui mesure la température et l'humidité d'un four peut communiquer ses résultats à un ordinateur de traitement via Modbus. [3]

I.9 Le protocole :

Un protocole consiste en la définition de trames d'échange. Plusieurs protocoles ont été définis. Le protocole le plus connu est le protocole Modbus (marque déposée par MODICON) et Profibus (Siemens) qui sont deux protocoles standards de dialogue basé sur une structure hiérarchisée entre un maître et plusieurs esclaves. Mikroelektronika propose aussi un protocole non standard pour communiquer des microcontrôleurs de type PIC, DsPIC, AVR et Intel. Néanmoins l'utilisateur est libre de définir son propre protocole [6].

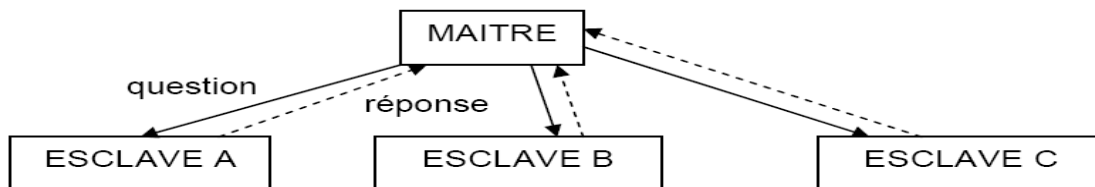


Figure I.24 protocole (maître, esclave)

- Le maître envoie une **demande adressée** et attend une **réponse de l'esclave concerné**.
- 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.
- le maître peut parler 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

I.9.1 Adressage :

Les abonnés du bus sont identifiés par des adresses attribuées par l'utilisateur. L'adresse de chaque abonné est indépendante de son emplacement physique. Les adresses vont de 1 à 64 pour le protocole Modbus et de 1 à 255 en général et ne doivent pas obligatoirement être attribuées de manière séquentielle. Deux abonnés ne peuvent avoir la même adresse [6].

I.9.2 Echange maître vers 1 esclave :

Le maître interroge un esclave d'adresse unique sur le réseau et attend de la part de cet esclave une réponse [6].

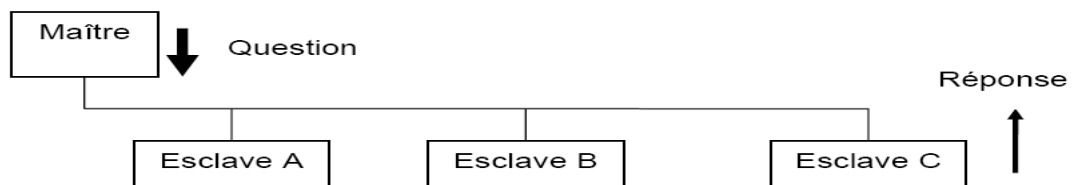


Figure I.25 protocole (maitre, esclave).

I-10 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit un système d'acquisition et de contrôle pour une application industrielle alimentaire. Pour cela, nous avons présenté les principales étapes de production dans une fromagerie. Ainsi, les capteurs et actionneurs nécessaires ont été décrits.

Le contrôle et l'acquisition de données climatiques et du produit nécessitent un réseau de communication. Différents types (parallèle, série et synchrone, asynchrones), modes et architectures ont été étudiés pour la communication de données. En se basant sur plusieurs critères, notre choix a été justifié. Nous avons opté pour le réseau MODBUS : Protocole de communication série multi-points en architecture de BUS en mode différentiel.

Le chapitre suivant sera consacré à l'étude du microcontrôleur choisi pour la gestion de l'application. On a étudié spécifiquement les périphériques intégrés dans sa puce (CAN et USART).

Chapitre- II

II.1 Introduction :

Ce chapitre est conçu à la description du microcontrôleur utilisé pour la gestion de notre carte électronique et pour assurer la communication entre le processus et l'interface graphique au niveau de la salle de contrôle. Dans cette présentation, nous donnons plus d'importance à ses périphériques exploités dans ce travail.

Notre projet nécessite un noyau de traitement plus rapide et de prix moins cher. Notre choix s'est porté sur le PIC16F877 de MICROCHIP, à Bus de données 8bits et une fréquence de fonctionnement élevée, jusqu'à 20 MHz et CAN, l'UART avec plusieurs sources d'interruptionetc.

Le PIC constitue le cœur de notre réalisation. Il contient le programme nécessaire à la génération de contrôle des différentes grandeurs physiques. Ainsi, il garantit la communication entre les différents points du réseau de notre système d'acquisition.

II.2. Les microcontrôleurs :

II .2.1. Généralités :

Un microcontrôleur se présente comme étant une unité de traitement de l'information de type microprocesseur contenant tous les composants d'un système informatique, à savoir microprocesseur, des mémoires et des périphériques (ports, Timers, convertisseurs...). Chaque fabricant a sa ou ses familles de microcontrôleurs [1].

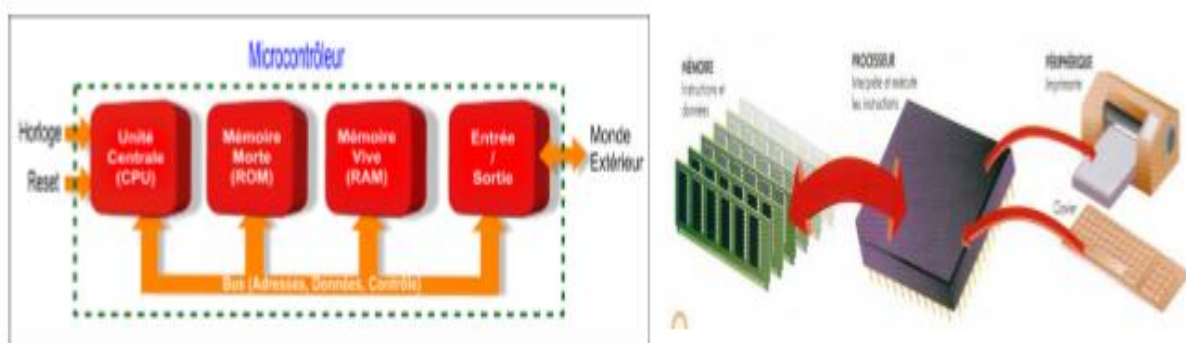


Figure II.1 microcontrôleur

Un microcontrôleur est un circuit intégré qui contient en interne, c'est-à-dire dans un seul et même boîtier, l'équivalent de la structure complète d'un micro-ordinateur. La figure montre quels sont ces éléments dont voici les fonctions:

- L'unité centrale ou CPU (Central Processing Unit) est le coeur du microcontrôleur,
- La mémoire dite morte ou ROM (Read Only Memory),
- La mémoire vive ou RAM (Random Access Memory),
- Les entrées/sorties.

Tous ces éléments sont reliés entre eux par ce que l'on appelle un bus [2].

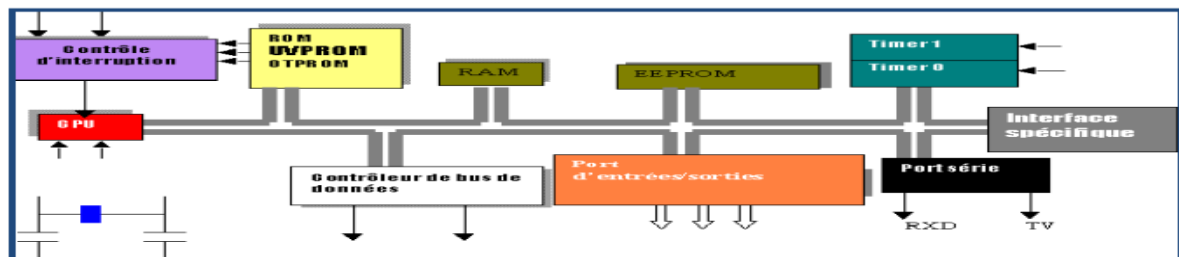


Figure II.2 Structure interne d'un microcontrôleur en générale

II.2.3. Les avantages du microcontrôleur :

L'utilisation des microcontrôleurs pour les circuits programmables a plusieurs points forts et bien réels.

Tout d'abord, un microcontrôleur, étant d'architecture RISC (*Reduced Instructions Set Computer*), intègre dans un seul et même boîtier, avant sa nécessité une dizaine d'éléments séparés.

- Cette intégration a aussi comme conséquence immédiate de simplifier le tracé du circuit imprimé puisqu'il n'est plus nécessaire de véhiculer des bus d'adresses et de données d'un composant à un autre.
- Le microcontrôleur contribue à réduire les coûts à plusieurs niveaux :
 - Moins cher que les autres composants qu'il remplace.
 - Diminuer les coûts de main d'œuvre.
- Réalisation des applications avec plus d'optimalité (moins d'encombrement, de dissipation énergétique, avec temps de calcul réduit et capacité de modification sans

changer des composants au niveau du circuit géré par le microcontrôleur) comparativement avec d'autres composants [2].

II.3 Un PIC (*Peripheral interface controller*):

N'est rien d'autre qu'un microcontrôleur, c'est à dire une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à la quelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter l'ajout de composants externes.

Les Pics sont des composants dits RISC (Reduce Instructions Set Computer), ou encore composant à jeu d'instruction réduit, sachant que plus on réduit le nombre d'instruction plus facile et plus Rapide en est le décodage, et vite le composant fonctionne [3].

II.3.1. Les différentes familles des Pics :

La famille des pics est divisée à l'heure actuelle en trois grandes familles :

- La famille Base - Line, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits.
- La famille Mide –Range, qui utilise des mots machine de 14 bits (et dont font partie Les 16F84 et 16F876 et 16F877).
- La famille High – End, qui utilise des mots de 16 bits [3].

II.3.2. Identification d'un Pic :

Pour identifier un PIC, on utilise simplement sa référence.

Les 2 premiers chiffres indiquent sa catégorie ; 16 indique un PIC Mid-Range .

Vient ensuite parfois une lettre L: Celle-ci indique que le PIC peut fonctionner avec une plage de tension beaucoup plus tolérante.

Ensuite, on trouve :

- C indique que la mémoire programme est une EPROM ou plus rarement une EEPROM.
- CR pour indiquer une mémoire de type ROM.
- Ou F pour indiquer une mémoire de type FLASH. [3]

Et voici le tableau I.1. qui montre les différences entre quelques PICs.

	Mem prog en octets	RAM en octets	EEPROM	Fréquence max en MHZ	E/S	Boitier
12C508	512x12	25	-	4	6	8broches
16C72A	2048x14	128	-	20	22	28broches
16F84	1024x14	68	64	20	13	18broches
16F628	2048x14	224	128	20	16	18broches
16F876	8192x14	368	256	20	22	28broches
16F877	8192x14	368	256	20	33	40broches

Tableau II.1 Tableau comparatif « microcontrôleur »

Nous allons maintenant s’intéresser à la structure interne du PIC 16F877, avec lequel nous avons travaillé.

Le 16F877 est un microcontrôleur de MICROCHIP, fait partie intégrante de la famille des Mid Range (16).

Après les études, nous avons choisi le pic 16F877, à cause de nos besoins dans notre travail. « la conversion A/N , l’UART et plusieurs sources d’interception, les sources d’interruption et le nombre des ports d’E/S »

II.4 Le microcontrôleur PIC 16F877 :

II.4.1 la structure externe :

Nous allons maintenant s’intéresser à la structure externe du PIC 16F877.

Le pic 16F877 est un circuit intégré contenu dans un boîtier nommer « DIL 40 », il présente 40 broches, 20 de chaque coté. Les broches sont virtuellement numérotées de 1 à 40. La 1ere broche est placé dans le coin situé à gauche de l’encoche de repérage. [3]

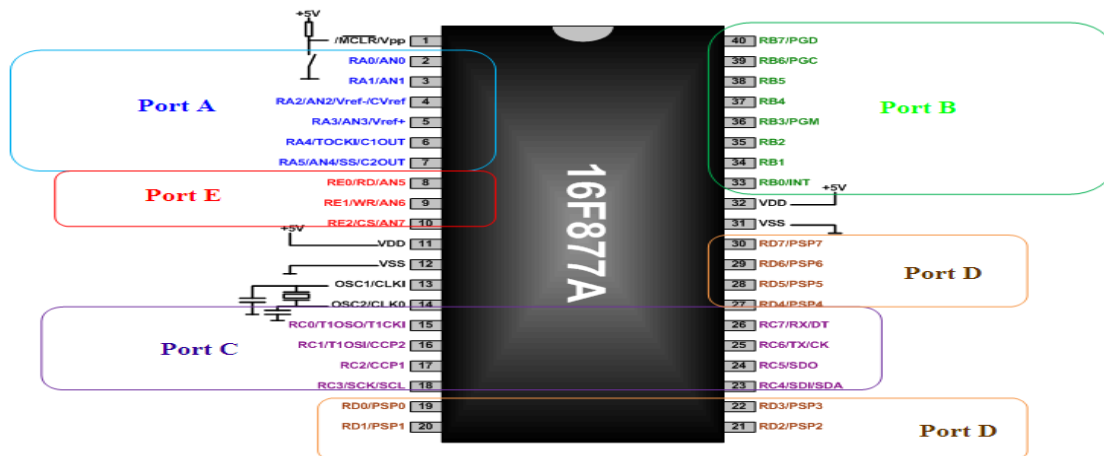


Figure II.3: Brochage du microcontrôleur PIC16F877/16F877A

II.4.1.1 Identification de Pic 16F877:

Le choix d'un microcontrôleur est primordial car c'est de que dépendent en grande partie des performances, la taille, la facilité d'utilisation et le prix du montage.

Le PIC 16F877 possède en plus des instructions très puissantes donc un programme à développer réduit, En fait la cause principale du choix de ce type de microcontrôleur est qu'il dispose de l'option du convertisseur A/D pour satisfaire coté acquisition, aussi la possibilité de l'adaptation au protocole I2C et la liaison RS232 mais aussi le nombre de ports d'entrées /sorties nous convient.

Le PIC 16F877, dispose de 33 lignes d'entrées/sorties reparties en cinq ports [1].

II.4.1.2 Les PINS de 16F877 :

Voici le tableau. I.3. qui montre la designation des pins de pic 16F877.

BROCHES	DESTINATION
1	MCLR/Vpp/THV
2	RA0/AN0
3	RA1/AN1
4	RA2/AN2/VREF-
5	RA3/AN3/VREF+
6	RA4/TOCKI
7	RA5/AN4/SS
8	RE0/AN5/RD
9	RE1/AN6/WR
10	RE2/AN7/CS
11	VCC
12	GND
13	OSC1/CLKIN
14	OSC2/CLKOUT
15	RC0/TIO0S0/TICKI
16	RC1/TIO1S1/CCP2
17	RC2/CCP1
18	RC3/SCK/SCL
19	RC4/SDI/SDA
20	RC5/SDO
21	RC6/TX/CK
22	RC7/RX/DT
23	RD0/PSP0
24	RD1/PSP1
25	RD2/PSP2
26	RD3/PSP3
27	RD4/PSP4
28	RD5/PSP5
29	RD6/PSP6
30	RD7/PSP7
31	GND
32	VCC
33	RB0/INT
34	RB1
35	RB2
36	RB3/PGM
37	RB4
38	RB5
39	RB6/PGC
40	RB7/PGD

Tableau .II.2 les pins de PIC16F877

- MCLR: Cette broche sert à initialiser le microcontrôleur (Reset matériel).

Le microcontrôleur dispose de plusieurs sources de RESET :

- ✓ POR.
- ✓ EXTERNAL RESET
- ✓ WDT
- ✓ BOR
- ✓ POR: (POWER ON RESET) Mise sous tension.

Un front montant sur MCLR déclenche l'initialisation du microcontrôleur.

- EXTERNAL RESET: (Mise à l'état bas de MCLR). Remise à zéro extérieure. Il faut appliquer un niveau bas sur l'entrée RESET pendant au moins 2 μ S pour que l'Initialisation soit prise en compte.

- WDT: Chien de garde. Si le WDT arrive à la fin du temps de garde sans avoir été rafraîchi il y aura alors une initialisation du microcontrôleur.

- BOR: Baisse de l'alimentation. Si la tension VDD chute en dessous de 4V pendant 100 μ S au moins, le microcontrôleur peut générer un RESET.

- Oscillateur : OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLOUT. Ces broches permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du PIC.

- Alimentation : VDD et VSS. Ce sont les broches d'alimentation du circuit. Les tensions qui peuvent être appliquées sont :

- De 4,5V à 6V pour la gamme standard F .

- De 2 à 6V pour la gamme étendue LF. L'intensité du courant consommé peut aller de 1 μ A à 10mA.

La consommation du microcontrôleur sera fonction de :

- La tension d'alimentation.
- La fréquence interne.
- Le mode de fonctionnement.

L'Interruption : RB0/INT. Cette broche à une double fonction elle peut être utilisée comme E/S ou comme une broche standard RB0 ou comme une entrée d'interruption INT [1].

II.4.1.3 Les ports entrée/sortie de Pic 16F877:

Le pic 16F877 dispose de 5 ports entrée/sortis et voici par la suite les particularités de chaque port [1] :

Le port A : Dans ce pic ,6 pins I/O numérotées de RA0 à RA5. Nous avons donc 6 bits utiles dans le registre TRIS A(registre pour configuration du sens entre E/S). Les bits RA6 et RA7 de ces registres ne sont pas implantés. Ils seront lus comme des « 0 ».

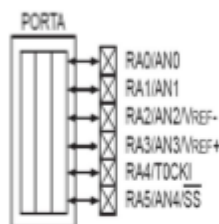


Figure II.4 : Le schéma du PORT A.

Le PORT B : Il contient 8 pines de RB0 à RB7. Le pin RB0 qui, en configuration d'entrée, est de type « trigger de Schmitt » quand elle est utilisée en mode interruption « INT ».

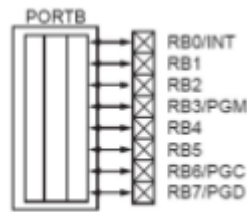


Figure II.5: Le schéma du PORT B.

Le PORT C : Il a deux pins qu'on utilisera plus tard dans la communication série avec le PC à travers (TX et RX) (pin21 et pin 22).

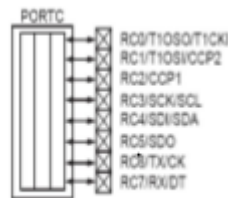


Figure II.6: Le schéma du PORT C

Le PORT D : Ce port fonctionne de façon identique aux autres, dans son mode de fonctionnement général.

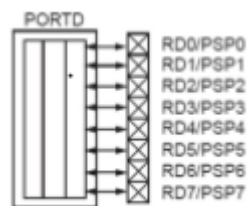


Figure II.7: Le schéma du PORT D

Le PORT E : Il ne comporte que 3 pins RE0 à RE2, mais, contrairement aux ports, les bits non concernés de TRISE sont, cette fois, implantés pour d'autres fonctions..

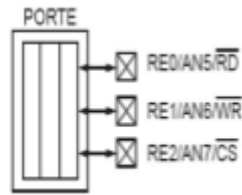


Figure II.8: Le schéma du PORT E

Les éléments essentiels du PIC16F877 sont [4] :

- Une mémoire programme de type EEPROM flash de 8K mots de 14 bits,
- Une RAM donnée de 368 octets,
- Une mémoire EEPROM de 256 octets,
- 5 ports d'entrée sortie, A (6 bits), B (8 bits), C (8 bits), D(8 bits), E (3bits),
- Convertisseur Analogiques numériques 10 bits à 5 canaux pour le pic (8 canaux pour le 16F877)
- USART, Port série universel, mode asynchrone (RS232) et mode synchrone
- SSP, Port série synchrone supportant I2C
- Trois TIMERS avec leurs Prescalers, TMR0, TMR1, TMR2
- Deux modules de comparaison et Capture CCP1 et CCP2
- Un chien de garde,
- 13 sources d'interruption,
- Générateur d'horloge, à quartz (jusqu' à 20 MHz) ou à Oscillateur RC
- Fonctionnement en mode sleep pour réduction de la consommation,
- Programmation par mode ICSP (In Circuit Serial Programming) 12V ,5V
- Possibilité aux applications utilisateur d'accéder à la mémoire programme,
- Tension de fonctionnement de 2 à 5V,
- Jeux de 35 instructions.

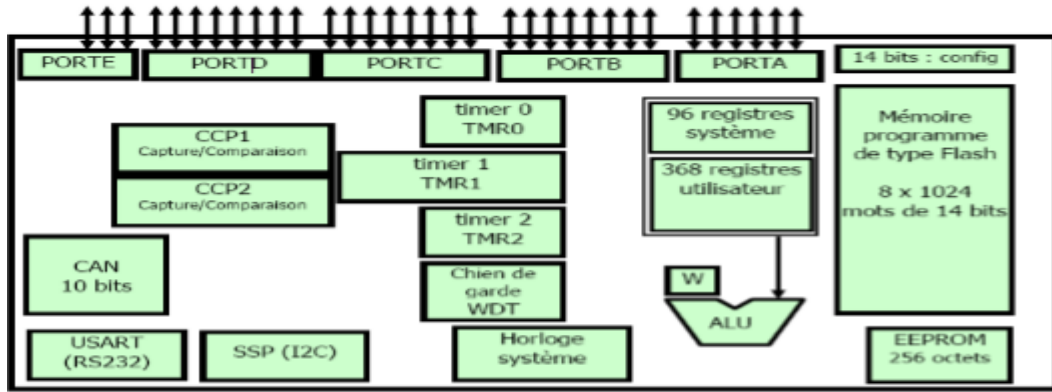


Figure II.9 Les éléments constitutifs du PIC 16F877

II.4.2 la structure interne

Nous allons maintenant s’intéresser à la structure interne du PIC 16F877, avec lequel nous avons travaillé.

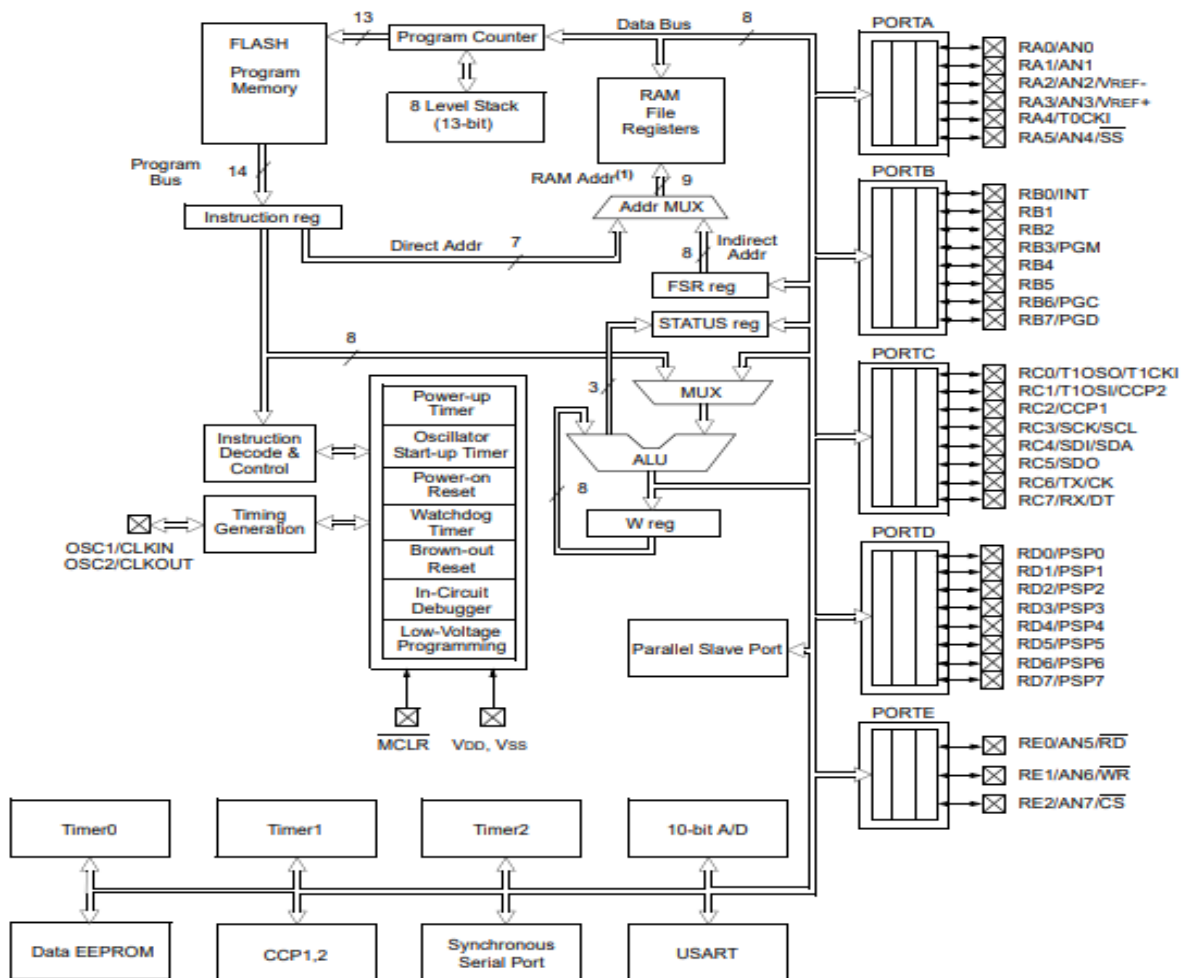


Figure II.10 Architecture interne du pic 16F877

II.4.3 Le registre STATUS : [6]

Le registre STATUS contient l'état arithmétique de l'ALU, l'état RESET et les bits de sélection de banque pour mémoire de données.

Le registre STATUS peut être la destination de toute instruction, comme avec tout autre registre.

Si le statut registre est la destination d'une instruction qui affecte les bits Z, DC ou C, l'écriture dans ces trois bits est désactivée.

STATUS REGISTER (ADRESS 03h, 83h, 103h, 183h)

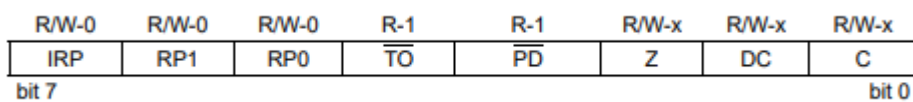


Figure II.11 composition du registre d'états STATUS

II .4.4 Organisation de la mémoire du 16F877 [5]

La mémoire du 16F877A est divisée en 3 parties :

- La mémoire FLASH programme : La mémoire programme est constituée de 8k mots de 14 bits.
- La mémoire EEPROM : La mémoire EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory), est constituée de 256 octets que nous pouvons lire et écrire depuis notre programme...
- La mémoire RAM disponible du 16F877 est de 368 octets.

Sur le 16F877, 3 blocs de 16 octets chacun ne sont pas implantés physiquement d'où une capacité de RAM utilisateur de 368 octets.

Il existe plus d'un chemin possible pour programmer les PIC.

Nous en examinerons La programmation en langage ASSEMBLEUR. Dans notre travail, nous utilisons langage (HI TECH c) sous MPLAB.

File Address	File Address	File Address	File Address
Indirect addr. ^(*) 00h	Indirect addr. ^(*) 80h	Indirect addr. ^(*) 100h	Indirect addr. ^(*) 180h
TMR0 01h	OPTION_REG 81h	TMR0 101h	OPTION_REG 181h
PCL 02h	PCL 82h	PCL 102h	PCL 182h
STATUS 03h	STATUS 83h	STATUS 103h	STATUS 183h
FSR 04h	FSR 84h	FSR 104h	FSR 184h
PORTA 05h	TRISA 85h	105h	185h
PORTB 06h	TRISB 86h	PORTB 106h	TRISB 186h
PORTC 07h	TRISC 87h	107h	187h
PORTD ^(†) 08h	TRISD ^(†) 88h	108h	188h
PORTE ^(†) 09h	TRISE ^(†) 89h	109h	189h
PCLATH 0Ah	PCLATH 8Ah	PCLATH 10Ah	PCLATH 18Ah
INTCON 0Bh	INTCON 8Bh	INTCON 10Bh	INTCON 18Bh
PIR1 0Ch	PIE1 8Ch	EEDATA 10Ch	EECON1 18Ch
PIR2 0Dh	PIE2 8Dh	EEADR 10Dh	EECON2 18Dh
TMR1L 0Eh	PCON 8Eh	EEDATH 10Eh	Reserved ^(‡) 18Eh
TMR1H 0Fh	9Fh	EEADRH 10Fh	Reserved ^(‡) 18Fh
T1CON 10h	90h	110h	190h
TMR2 11h	SSPCON2 91h	111h	191h
T2CON 12h	PR2 92h	112h	192h
SSPBUF 13h	SSPADDD 93h	113h	193h
SSPCON 14h	SSPSTAT 94h	114h	194h
CCPR1L 15h	95h	115h	195h
CCPR1H 16h	96h	116h	196h
CCP1CON 17h	97h	General Purpose Register 16 Bytes 117h	General Purpose Register 16 Bytes 197h
RCSTA 18h	TXSTA 98h	118h	198h
TXREG 19h	SPBRG 99h	119h	199h
RCREG 1Ah	9Ah	11Ah	19Ah
CCPR2L 1Bh	9Bh	11Bh	19Bh
CCPR2H 1Ch	9Ch	11Ch	19Ch
CCP2CON 1Dh	9Dh	11Dh	19Dh
ADRESH 1Eh	ADRESL 9Eh	11Eh	19Eh
ADCON0 1Fh	ADCON1 9Fh	11Fh	19Fh
20h	A0h	120h	1A0h
General Purpose Register 96 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes
7Fh	EFh	16Fh	1EFh
Bank 0	accesses 70h-7Fh	accesses 70h-7Fh	accesses 70h - 7Fh
	F0h	170h	1F0h
	FFh	17Fh	1FFh
Bank 0	Bank 1	Bank 2	Bank 3

Unimplemented data memory locations, read as '0'.
 * Not a physical register.

Figure II.12 Architecture des registres internes du microcontrôleur 16F877.

II .4.5 Les différents modules (périphériques) :

II .4.5.1 : USART (Universal Synchronous/ Asynchronous Receiver Transmitter)

Le récepteur synchrone universel asynchrone et le module émetteur (USART) exploitent deux ports série (RC6 et RC7).

Modules d'E /S. (USART est également appelé interface de communication série ou SCI).

L'USART peut être configuré en tant que système asynchrone en Half-Duplex.

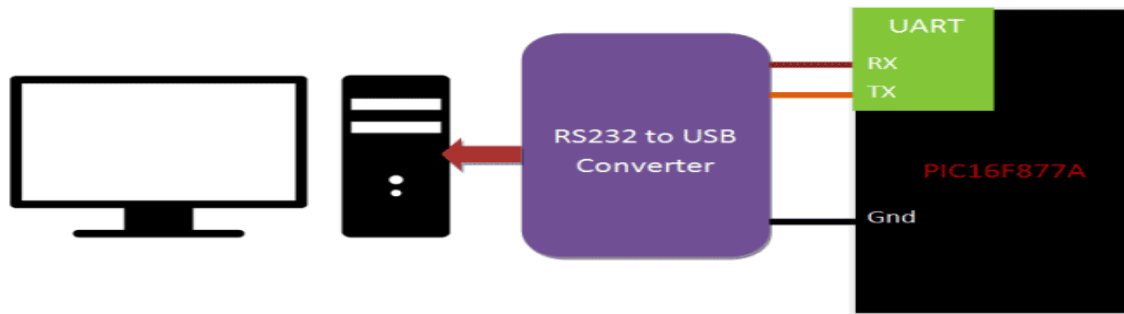


Figure II.13 Établissement d'une connexion (UART) entre pc et PIC 16F877

Niveaux de tension

UART utilise des signaux de niveau logique

RS-232 utilise des tensions positives et négatives

On utilise une puce d'interface telle que MAX232 pour assurer la conversion des niveaux de tension.

Les broches utilisées pour la transmission :

Les pins 6 et 7 du PORT C:

PC6 = Tx DATA

PC7 = Rx DATA

Les registres :

Registres utilisés pour contrôler USART :

- SPBRG - Générateur de vitesse de transmission
- TXSTA - État et commande de transmission
- RCSTA - État de réception et contrôle
- TXREG - Registre de données de transmission
- RCREG - Registre de données de réception

Les interruptions de l'UART sont utilisées :

- PIR1 - Registre d'indicateur d'interruption périphérique TXIF, RCIF
- PIE1 - Registre d'activation d'interruption périphérique TXIE, RCIE
- INTCON – Registre de contrôle d'interruption GIE, PEIE

II .4.5.1.1 Registre SPBRG

Registres du générateur de débit en bauds

- Bit BRGH dans le registre TXSTA : Le débit en bauds est défini en écrivant dans le registre SPBRG.

- Le bit SYNC sélectionne entre les modes synchrone et asynchrone.

Pour le mode asynchrone, le bit SYNC doit être effacé et le bit BRGH est utilisé pour choisir entre les options haute vitesse et basse vitesse pour une plus grande souplesse dans le réglage du débit en bauds.

Formules pour le débit en bauds

Vitesse de transmission = $F_{osc} / (16 (SPBRG + 1))$, BRGH = 1

Vitesse de transmission = $F_{osc} / (64 (SPBRG + 1))$, BRGH = 0

Formule pour SPBRG

$SPBRG = (F_{osc} / (\text{débit } 16 \text{ bauds})) - 1$, BRGH = 1

$SPBRG = (F_{osc} / (\text{débit } 64 \text{ bauds})) - 1$, BRGH = 0

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

Tableau II.3 configuration de vitesse de registre SPBRG

Les deux premières formules montrent comment le débit en bauds est défini par la valeur dans le registre SPBRG et le bit BRGH. Toutefois, le plus important pour l'utilisateur est de pouvoir calculer la valeur à placer dans le registre SPBRG pour obtenir le débit souhaité. Les deux formules du bas peuvent être utilisées à cette fin. Le registre SPBRG peut avoir une valeur de zéro à 255 et doit toujours être une valeur entière.

II .4.5.1.2 Registre TXSTA [6]

TXSTA							
7	6	5	4	3	2	1	0
CSRC	TX9	TXEN	SYNC	-	BRGH	TRMT	TX9D

CSRC: bit de sélection de source d'horloge en mode synchrone.

TX9: bit d'activation de transmission sur 9 bits

1 = sélectionne la transmission 9 bits

0 = sélectionne la transmission 8 bits

TXEN: bit d'activation de transmission

1 = transmission activée

0 = transmission désactivée

SYNC: bit de sélection de mode USART

1 = mode synchrone

0 = mode asynchrone

BRGH: bit de sélection du débit en bauds élevé

1 = haute vitesse

0 = basse vitesse

TRMT: Bit d'état du registre à décalage transmis

1 = TSR vide

0 = TSR non vide (sérialisation (transmission) en cours)

TX9D: 9ème bit de transmission de données, peut être un bit de parité ou d'adresse.

II .4.5.1.3 Register RCSTA (Receive and Control Register State) [6]

RCSTA							
7	6	5	4	3	2	1	0
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D

SPEN: bit d'activation du port série

1 = Port série activé (configure les broches RC7 / RX / DT et RC6 / TX / CK en tant que broches de port série)

0 = port série désactivé

RX9: bit d'activation de la réception sur 9 bits

1 = sélectionne la réception 9 bits

0 = sélectionne la réception 8 bits

SREN: bit d'activation de réception unique (en mode synchrone seulement).

CREN: bit d'activation de la réception continue

Mode asynchrone:

1 = active la réception continue

0 = désactive la réception continue

ADDEN: bit d'activation de la détection d'adresse

Mode asynchrone 9 bits (RX9 = 1):

1 = active la détection d'adresse, active l'interruption et le chargement du tampon de réception lorsque RSR est défini

0 = désactive la détection d'adresse, tous les octets sont reçus et le neuvième bit peut être utilisé comme bit de parité

FERR: bit d'erreur d'encadrement (*framing Error*)

1 = erreur de trame (peut être mis à jour en lisant le registre RCREG et recevant le prochain octet valide)

0 = pas d'erreur de trame.

OERR: bit d'erreur de dépassement ou de débordement (*Overrom Error*)

1 = erreur de dépassement.

0 = pas d'erreur de dépassement

RX9D: 9ème bit de données reçues (peut être un bit de parité ou d'adresse selon le bit ADDEN qui active ou désactive la détection d'adresse)

II .4.5.2 : CAN (Convertisseur Analogique-Numérique) [7] :

Le module de conversion analogique-numérique (A / D) comporte cinq entrées pour les appareils à 28 broches et huit pour les autres dispositifs.

Ces registres sont:

- Registre des résultats A / D (ADRESH)
- Registre des résultats A / D (ADRESL)
- Registre de contrôle A / D0 (ADCON0)
- Registre de contrôle A / D1 (ADCON1)

La taille de registre est 8bits (01 octet)

II .4.5.2.1 REGISTR ADCON0 : REGISTER (ADRESE: 1Fh)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0
ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	—	ADON
bit 7							bit 0

bit 7-6

ADCS1: ADCS0: bits de sélection d'horloge de conversion A / D

00 = FOSC / 2

01 = FOSC / 8

10 = FOSC / 32

11 = FRC (horloge dérivée de l'oscillateur RC du module analogique-numérique interne)

bit 5-3

CHS2: CHS0: bits de sélection de canal analogique

000 = canal 0, (RA0 / AN0)

001 = canal 1, (RA1 / AN1)

010 = canal 2 (RA2 / AN2)

011 = canal 3 (RA3 / AN3)

100 = canal 4 (RA5 / AN4)

101 = canal 5, (RE0 / AN5) (1)

110 = canal 6, (RE1 / AN6) (1)

111 = canal 7, (RE2 / AN7) (1)

Bit 2

GO / DONE: bit d'état de la conversion A / D Si ADON = 1:

1 = conversion A / D en cours (la définition de ce bit lance la conversion A / D)

0 = conversion A / N non en cours (ce bit est automatiquement effacé par le matériel lorsque la conversion est terminée)

Bit 1 Non implémenté: lu comme '0'

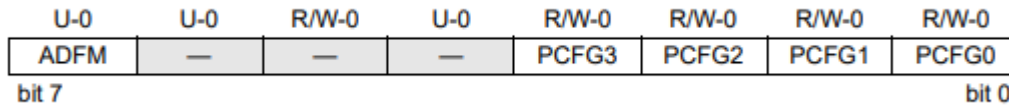
Bit 0

ADON: A / D sur bit

1 = le module convertisseur A / N fonctionne.

0 = le module convertisseur A / N est à l'arrêt et ne consomme aucun courant de fonctionnement.

II .4.5.2.2 REGISTR ADCON1 REGISTR (ADRESE 9Fh)



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".

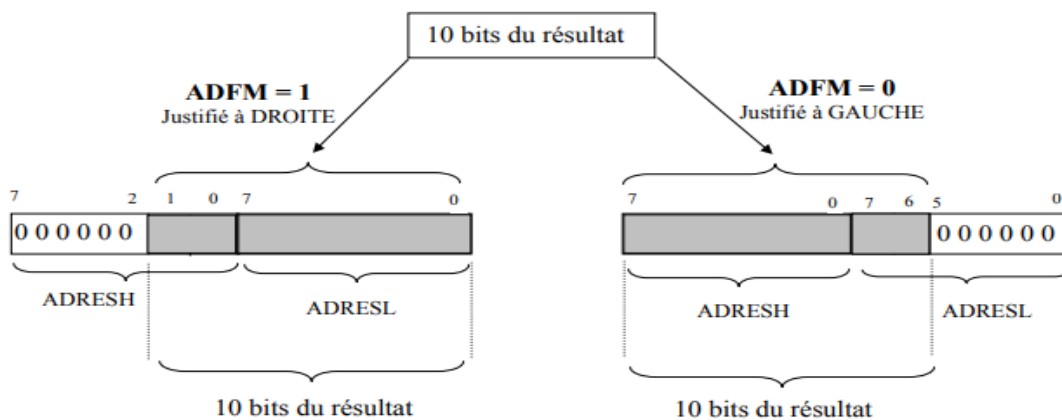


Figure II-14 Formats des résultats de la conversion

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.

PCFG3: PCFG0	AN7 ⁽¹⁾ RE2	AN6 ⁽¹⁾ RE1	AN5 ⁽¹⁾ RE0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	VREF+	VREF-	CHAN/ Refs ⁽²⁾
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8/0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5/0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	RA3	VSS	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	VDD	VSS	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	5/1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	RA3	RA2	1/2

A = Analog input D = Digital I/O

Tableau II.4 choix des canaux d'entrée numérique et analogique et de tension de référence.

II .4.5.3 Le TIMER : [7]

Les timers sont des compteurs formés généralement d'un pré-diviseur suivi d'un registre compteur de 8 ou 16 bits. L'entrée d'horloge peut être interne (mode timer) ou externe (mode compteur d'événements).

Le microcontrôleur PIC16F877 dispose de trois timers appelés Timer0, Timer1 et Timer2

Timer 0 C'est un compteur 8 bits qui peut compter (de 0 à 255)

- soit les impulsions de l'horloge via un prédiviseur : Mode Timer est incrémenté à chaque cycle instruction ($F_{osc}/4$),
- soit des impulsions externes, via la broche RA4 : Mode compteur

Timer 1 C'est un compteur 16 bits qui peut compter (de 0 à 65535) :

- soit les impulsions de l'horloge
- soit les impulsions externes, et en particulier les impulsions d'un quartz externe.

Mode Timer : Timer 1 est incrémenté à chaque cycle instruction ($F_{osc}/4$), en considérant le prédiviseur avec un rapport de 1, 2, 4, ou 8

Mode Compteur : Timer 1 s'incrémente à chaque front montant de l'horloge externe appliquée sur le RC0. L'horloge externe peut également être l'oscillateur interne, dont la fréquence est fixée par un quartz externe branché entre la broche RC0 et la broche RC1.

Timer 2 C'est un Timer couplé au module dit CCP. Il est utilisé essentiellement pour la génération d'impulsions à période ajustable (PWM).

Le timer 2 comporte un registre compteur 8 bits (TMR2) avec un prédiviseur et un postdiviseur. Ce Timer admet uniquement une horloge interne ($F_{osc}/4$). Le prédiviseur peut être paramétré par l'une de trois valeurs: 1, 4 ou 16 ; tant dis que le postdiviseur permet des divisions de 1 à 16 : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ou 16.

TIMER 0 Broche utilisée : PA4	TIMER 1 Broches utilisées : PC0 et PC1	TIMER 2 Broches utilisées : néant
<ul style="list-style-type: none"> - 8 bits - Pré div de 2^0 à 2^8 - IT et Flag au débordement - Clk int ($F_{osc}/4$) ou ext (PA4) 	<ul style="list-style-type: none"> - 16 bits - Pré div de 2^0 à 2^3 - IT et Flag au débordement - Clk int ($F_{osc}/4$) ou ext (PC0) - Oscil quartz ext PC₀/PC₁ - Sert en Capture et Compare 	<ul style="list-style-type: none"> - 8 bits - Période programmable dans PR2 - Pré div par 1, 4 ou 16 - Post div de 1 à 16. - IT et Flag quand Timer 2= PR2 - Clk int ($F_{osc}/4$) - Sert en PWM

Tableau II.5 Tableau comparatif «TIMERs »

II .4.5.4 MODULE CCP : CAPTURE COMPARE et PWM [7] :

Il y a deux modules identiques CCP1 et CCP2 composés chacun d'un registre 16 bits.

Ils peuvent opérer soit comme un registre 16 bits de capture, soit comme un registre 16 bits de comparaison, soit enfin comme un registre 8 bits pour générer du PWM.

Le module CCP1 est constitué de deux registres de 8 bits : CCPR1L en h'15' page 0 et CCPR1H en h'16' page 0. Ce module est contrôlé par le registre CCP1CON en h'17' page 0. La sortie en mode COMPARE ou mode PWM et l'entrée en mode CAPTURE se font par la broche PC2.

Le module CCP2 est constitué de deux registres de 8 bits : CCPR2L en h'1B' page 0 et CCPR2H en h'1C' page 0. Ce module est contrôlé par le registre CCP2CON en h'1D' page 0. La sortie en mode COMPARE ou mode PWM et l'entrée en mode CAPTURE se font par la broche PC1. En mode COMPARE ou CAPTURE, les modules utilisent le TIMER 1. En mode PWM, ils utilisent le TIMER 2.

Les registres de contrôles CCP1CON et CCP2CON sont identiques. On ne décrira que CCP1CON.

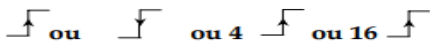
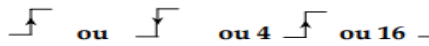
CCP1 Broche utilisée : PC2	CCP2 Broche utilisée : PC1
<p>- Capture : entrée sur broche PC2. Recopie des 16 bits du timer 1 dans les 2 registres CCPR1H et CCPR1L quand survient un événement extérieur sur la broche PC2 tel que :</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>- Compare : sortie sur broche PC2. Comparaison des 16 bits du timer 1 et du contenu des 2 registres CCPR1H et CCPR1L et passage soit à "1" soit à "0" de la broche PC2.</p> <p>- PWM : sortie sur broche PC2. Période du signal donnée par Timer 2 et valeur dans PR2. Durée du Duty cycle dans CCPR1L.</p>	<p>- Capture : entrée sur broche PC1. Recopie des 16 bits du timer 1 dans les 2 registres CCPR2H et CCPR2L quand survient un événement extérieur sur la broche PC1 tel que :</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>- Compare : sortie sur broche PC1. Comparaison des 16 bits du timer 1 et du contenu des 2 registres CCPR2H et CCPR2L et passage soit à "1" soit à "0" de la broche PC1.</p> <p>- PWM : sortie sur broche PC1. Période du signal donnée par Timer 2 et valeur dans PR2. Durée du Duty cycle dans CCPR2L.</p>

Tableau II.6 Tableau comparatif « MODULE CCPs »

II .4.5.5 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 16F876/877, les interruptions sont classées en deux catégories, les interruptions primaires et les interruptions périphériques. Elles sont gérées par les registres.

Le microcontrôleur PIC16F877 dispose de plusieurs sources d'interruptions.

- Une interruption externe, action sur la broche INT/RB0.
- Débordement du TIMER0.
- Changement d'état logique sur une des broches du PORTB (RB4 à RB7).
- Une interruption d'un des périphériques (PEIE).
- Fin de programmation d'une case mémoire de l'EEPROM.
- Changement d'état sur le PORTD (PSPIE).
- Fin de conversion analogique numérique (ADIE).
- Réception d'une information sur la liaison série (RCIE).
- Fin d'émission d'une information sur la liaison série (TXIE).
- Interruption SPI ou I2C du module MSSP (SSPIE).
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 1 (CCPI1E).
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 2 (CCPI2E).
- Débordement du TIMER1 (TMR1E).

- Débordement du TIMER2 (TMR2E).
- Collision de BUS (BCLIE)

II.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit le PIC16F877 et qui sera utilisé, dans le chapitre suivant, pour la gestion de la carte électronique et pour assurer la communication avec la salle de contrôle et les différentes stations de production.

Ainsi, le choix de ce PIC a été justifié par le rapport de la fonction coût/qualité du fait qu'il nous offre nos besoins dans notre travail (L'USART, La conversion A/N et plusieurs sources d'interruption) et encore le coût est moins cher par rapport aux autres familles assurant les mêmes critères nécessaires pour notre application.

Chapitre- III

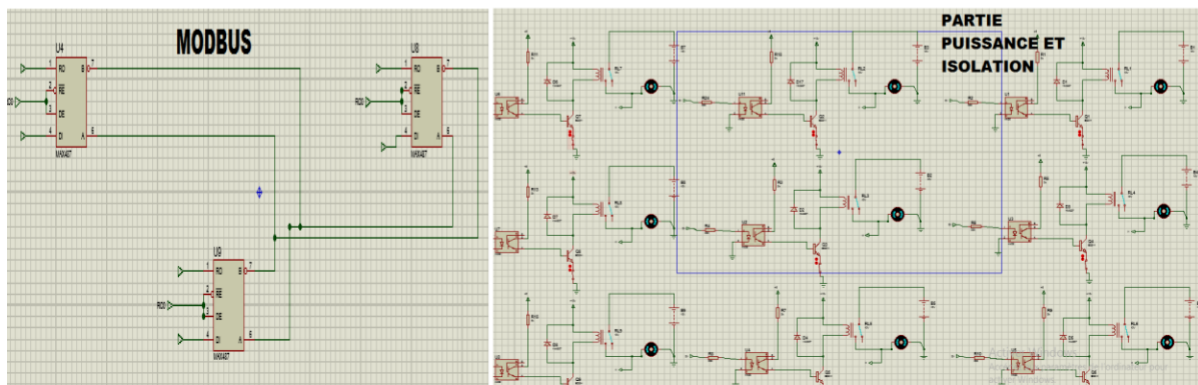
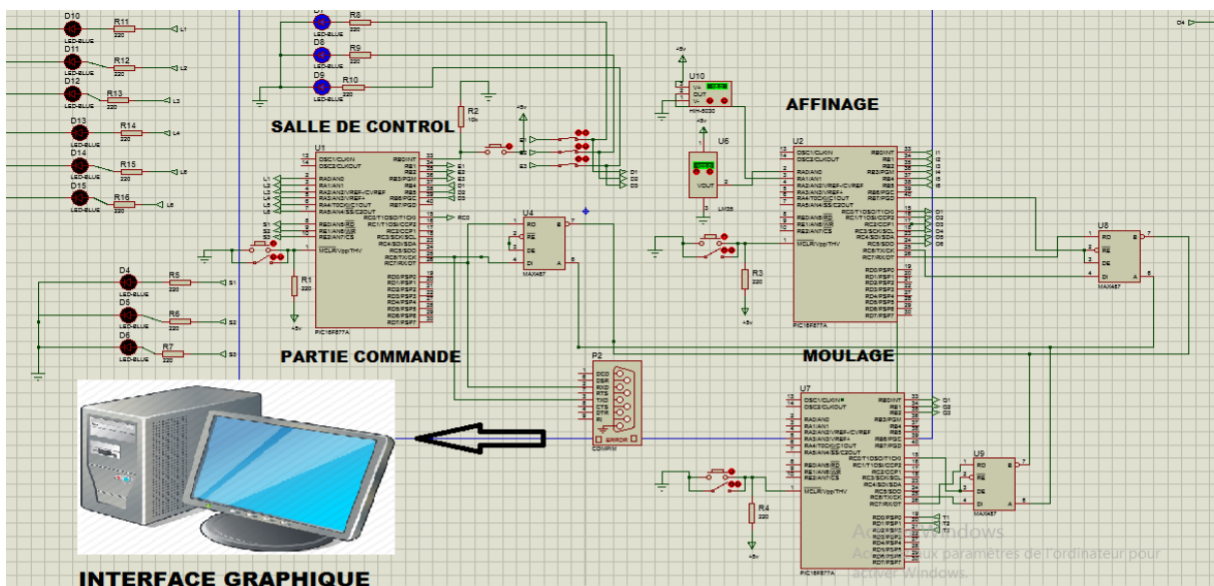
III.1.Introduction:

Dans ce chapitre nous présentons dans un premier temps une description générale de notre système d'acquisition dans le processus industriel et abordons ensuite la conception détaillée de chaque partie du système afin d'obtenir une schématisation complète et précise.

Les trois parties essentielles dans notre travail sont :

- Partie de commande et de communication (à base du microcontrôleur)
- Partie de puissance et d'isolation
- Partie de l'interface graphique (salle de contrôle)

La figure III.1 suivante montre le schéma général de notre projet :



La figure III.1 schéma complet de système d'acquisition et de contrôle à base de pic 16F877.

Après avoir présenté un schéma général de notre système, nous présentons dans ce qui suit chaque partie à part.

III.2 Partie de circuit de commande et communication (à base du microcontrôleur) :

La partie commande, c'est la partie qui permet à l'utilisateur d'introduire des commandes adressées et qui sont envoyées sur le bus de communication sous forme de consignes permettant d'activer ou de désactiver des actionneurs au niveau des esclaves (stations de moulage et d'affinage). La réception des consignes au niveau de la station d'affinage permet d'actionner des moteurs pour permettre le choix de moule et qui correspond à une taille et une forme présélectionnées pour le produit. Tandis que la donnée adressée à la station d'affinage informe cette dernière des consignes de régulation de la température et de l'humidité ambiantes nécessaires pour l'opération d'affinage des différents types de produits présélectionnés.

Le circuit de commande s'établit dans quatre parties :

III.2.1 les entrées/ sorties :

La figure III.2 montre un ensemble de sorties où des actionneurs sont reliés avec le port C du premier esclave qui permet la régulation de la température et de l'humidité ambiante ainsi que des actionneurs liés au port D du 2ème esclave qui sert à choisir le mole voulu selon nos besoin, et les consignes de chaque produit sélectionné au niveau de la salle de contrôle.

Un retour de chaque actionneur est réinjecté à une entrée du microcontrôleur qui a donné l'ordre afin de diagnostiquer l'état de l'actionneur. Cet état est renvoyé sur le bus de communication portant l'adresse de la station concernée afin d'informer la station Maître au niveau de la salle de contrôle. L'état des actionneurs est affiché au niveau de la station Maître utilisant des Leds d'indication.

Ainsi, la température et l'humidité ambiante sont envoyées de la station d'affinage à la station Maître. Cette dernière renvoie à son tour les différentes données reçues des stations esclaves (température et humidité ambiantes et état des actionneurs) à l'interface graphique au niveau de la salle de contrôle via une communication série avec le COM du port série. Un circuit d'adaptation de niveaux logiques (Max232) est utilisé entre le Port série du PC et le microcontrôleur.

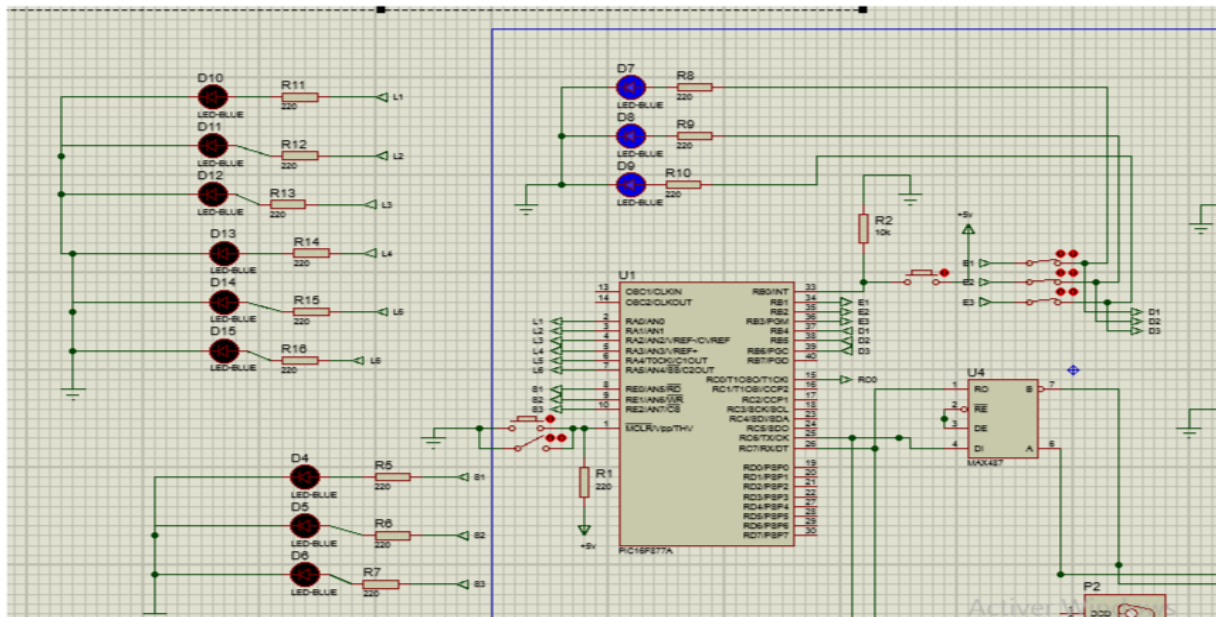


Figure III.2 connexion des entrées sorties sur le PIC 16F877 (Maître).

L'organigramme suivant (figure III.3) représente la gestion des entrées et des sorties selon les conditions :

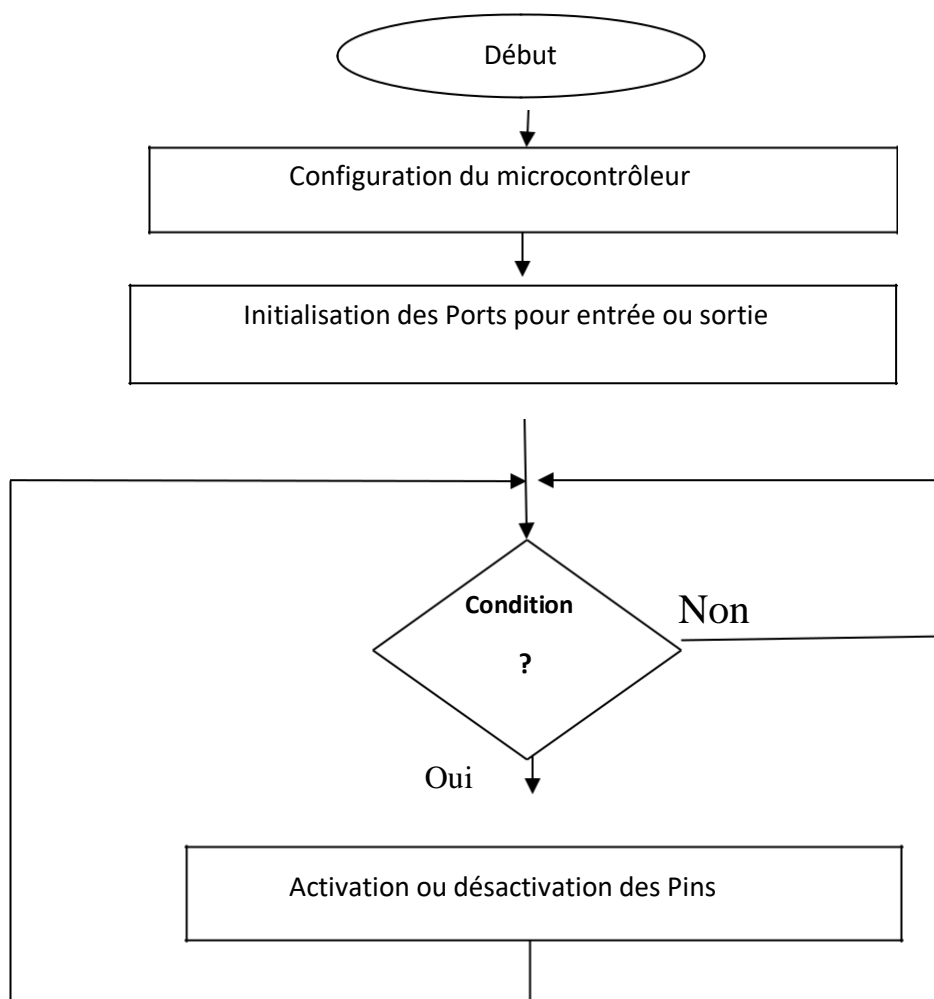


Figure III.3 Organigramme la gestion des entrées et des sorties.

III.2.2 le convertisseur A/N

Afin d'obtenir un lecteur numérique de la température ambiante et de l'humidité ambiante relative, il nous faut des capteurs, la figure III.4 montre le branchement des deux capteurs avec le pic 16f877

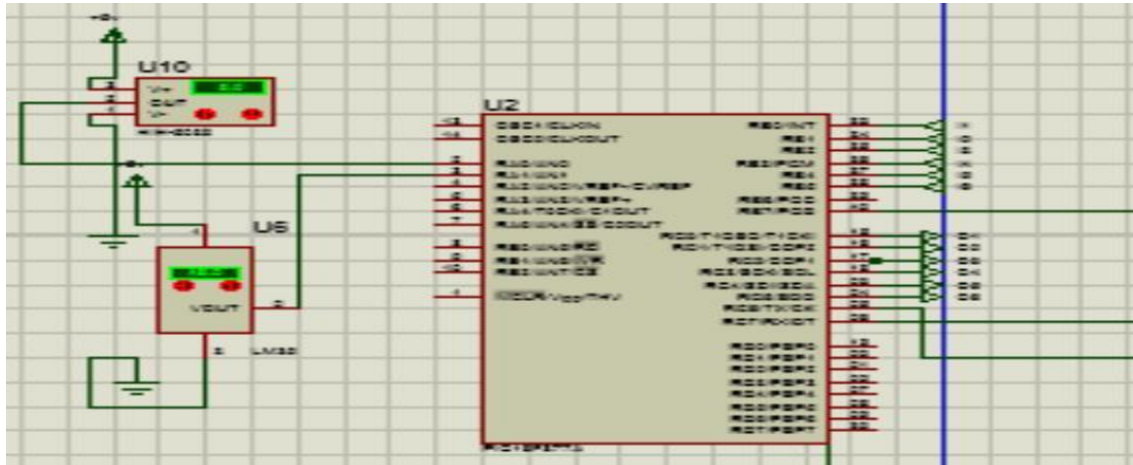


Figure III.4 connexion des capteurs avec le PIC 16F877.

Pour la conversion A/N nous avons besoin du périphérique CAN intégré sur le même boîtier que le PIC16F877.

Pour cela, il est nécessaire de faire l'opération de l'étalonnage des capteurs juste (l'offset et de la dynamique de conversion) entre la valeur numérique lue et la valeur analogique de la grandeur physique (température ambiante ou humidité relative ambiante). La figure III.5 montre un organigramme pour la conversion analogique/numérique.

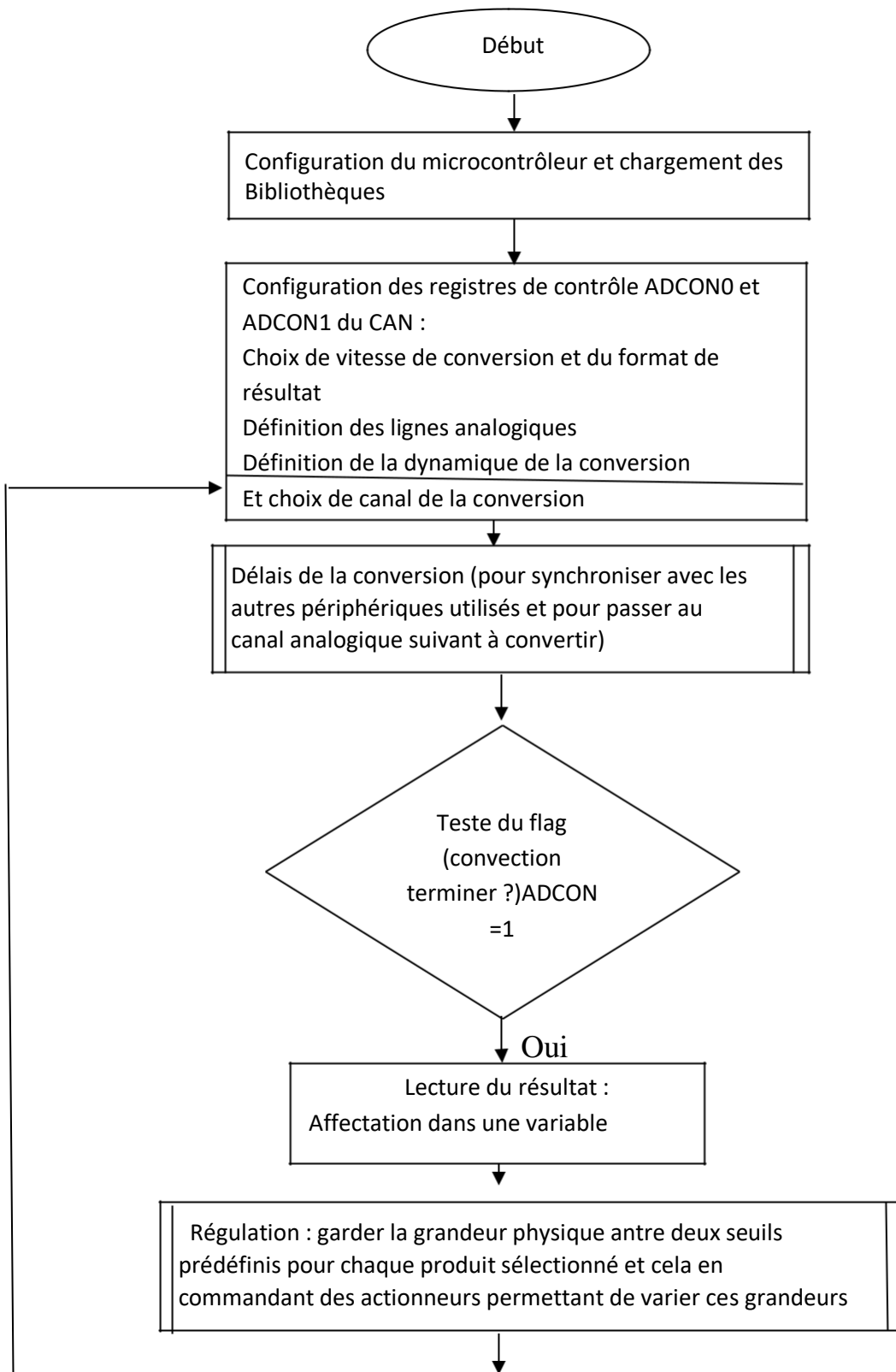


Figure III.5 Organigramme pour la conversion analogique/numérique CAN et la régulation des grandeurs physiques

III.2.3 le MODBUS

Le Protocole de communication MODBUS (Bus différentiel) permet la communication entre plusieurs équipements. C'est un protocole d'échange d'information pour réseaux de terrain.

Ce protocole met en relation une unité maître et une ou plusieurs esclaves.

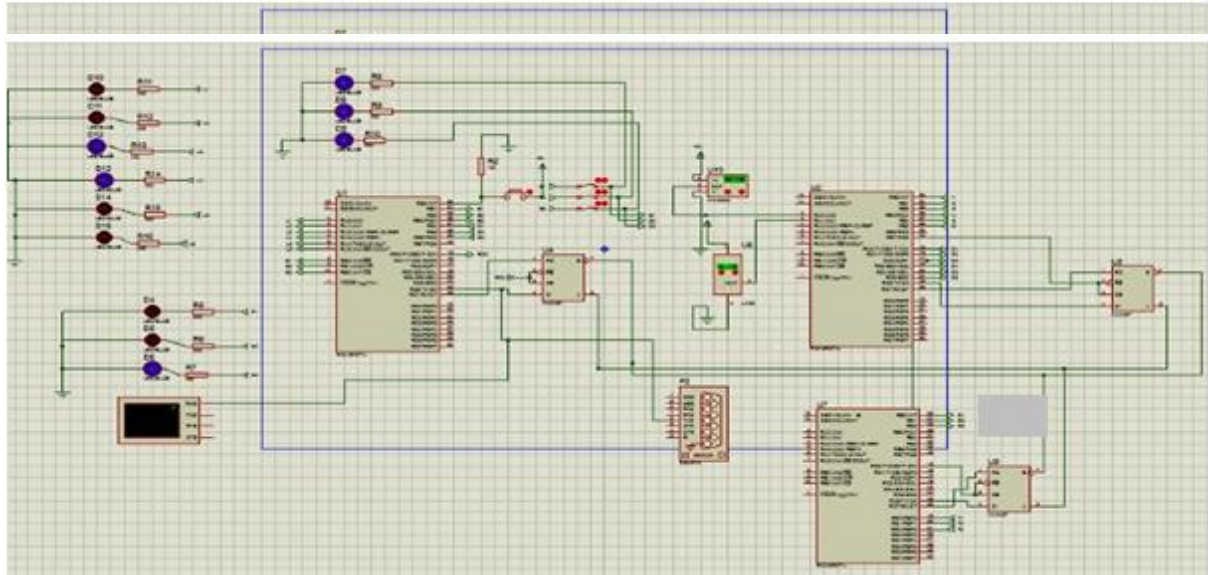


Figure III.6 communication de MODBUS avec le PIC 16F877 (entre le maître et les deux esclaves)

La communication entre le maître et les esclaves s'effectue en RS485.

Les circuits de type RS485 sont souvent en half duplex c'est-à-dire la transmission s'effectue dans les deux sens mais à l'alternatif.

La puce MAX485 intégrée est un émetteur-récepteur à faible puissance et à une portée de transfert importante pour la communication RS-485.

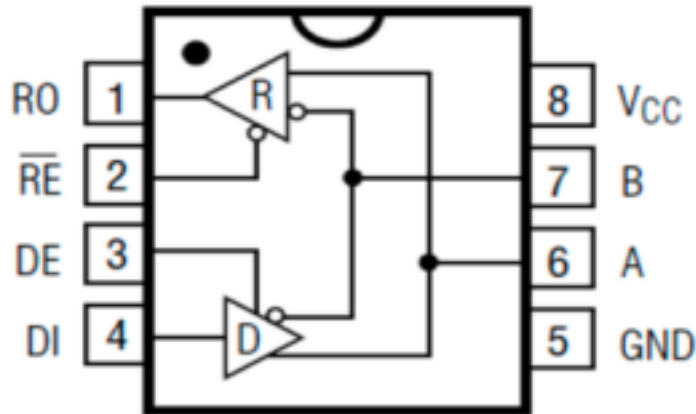


Figure III.7 le MAX485

III.2.3.1 L'amplificateur Opérationnel :

Ce circuit se compose de deux amplificateurs : un émetteur monté en différentiel afin de permettre une portée importante à la trame et un récepteur monté en additionneur afin de calculer le niveau logique de chaque bit dans la trame.

Amplificateur différentiel c'est un amplificateur électronique qui amplifie une différence de potentiel électrique présente à ses entrées. Il a été initialement conçu pour effectuer des opérations mathématiques dans les calculateurs analogiques : il permettait de modéliser les opérations mathématiques de base (addition, soustraction, intégration, dérivation, ...). [1]

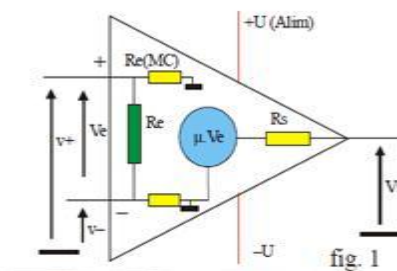


Figure III.8 L'amplificateur Opérationnel

III.2.3.1 L'amplificateur différentiel :

Un amplificateur différentiel de grand gain comportant une sortie et 2 entrées repérées + et - . Le signal sur l'entrée + (entrée non inverseurs) est en phase avec celui qui se trouve en sortie, tandis que le signal sur l'entrée - (entrée inverseurs) est en opposition de phase avec celui qui se trouve en sortie. [1]

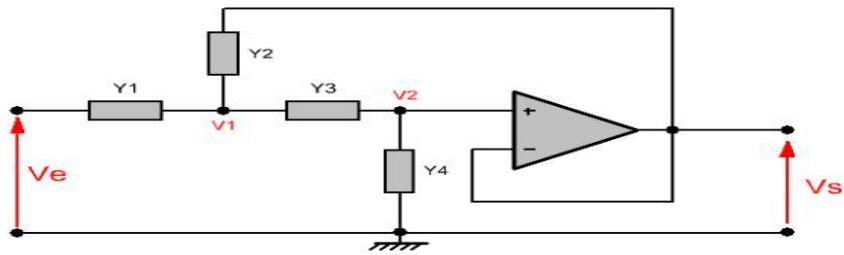


Figure III.9 L'amplificateur différentiel.

III.2.4 la communication série

Les liaisons séries permettent la communication entre deux systèmes numériques en limitant les nombres de fils de transmission. Les bits constituant l'information à transmettre sont émis successivement, l'un après l'autre. Il peut y avoir, en plus des bits d'information, des bits de contrôle entrelacés. On commence toujours par le bit de poids faible. Le standard RS-232 (chapitre-1) est souvent utilisé.

Le MAX 232 réalise l'adaptation entre les niveaux TTL et CMOS (voire chapitre_1).

Le connecteur DB9 permet une communication série RS232 avec les microcontrôleurs (PIC16f877). Donc, la connexion physique du MAX232 a deux coté le TTL(PIC) et CMOS(PC).

La figure (III.10) suivante montre la connexion du DB9 avec le PIC16F877.

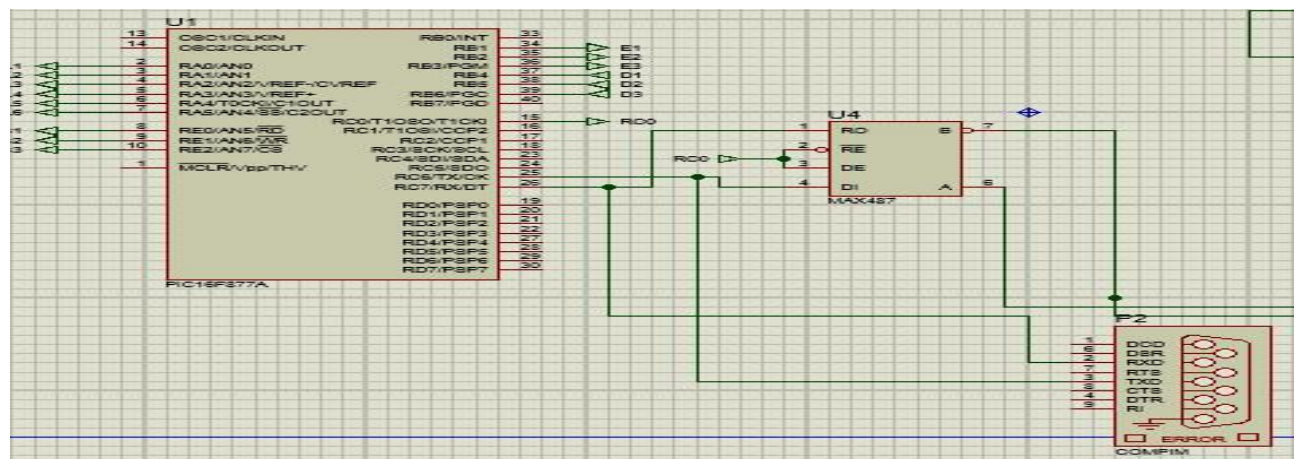


Figure III.10 connexion du MAX232 avec le PIC 16F877

L'USART est le module de communication série dont dispose le PIC 16F877. Il est aussi connu sous le nom de Serial Communications Interface ou SCI. Nous avons utilisé le module USART pour la gestion de la communication entre le circuit d'acquisitions et l'interface graphique.

L'USART a été aussi utilisé pour assurer la communication entre les différentes stations de notre système d'acquisition.

La Figure (III.11) suivante montre un organigramme d'émission pour le PIC16F877.

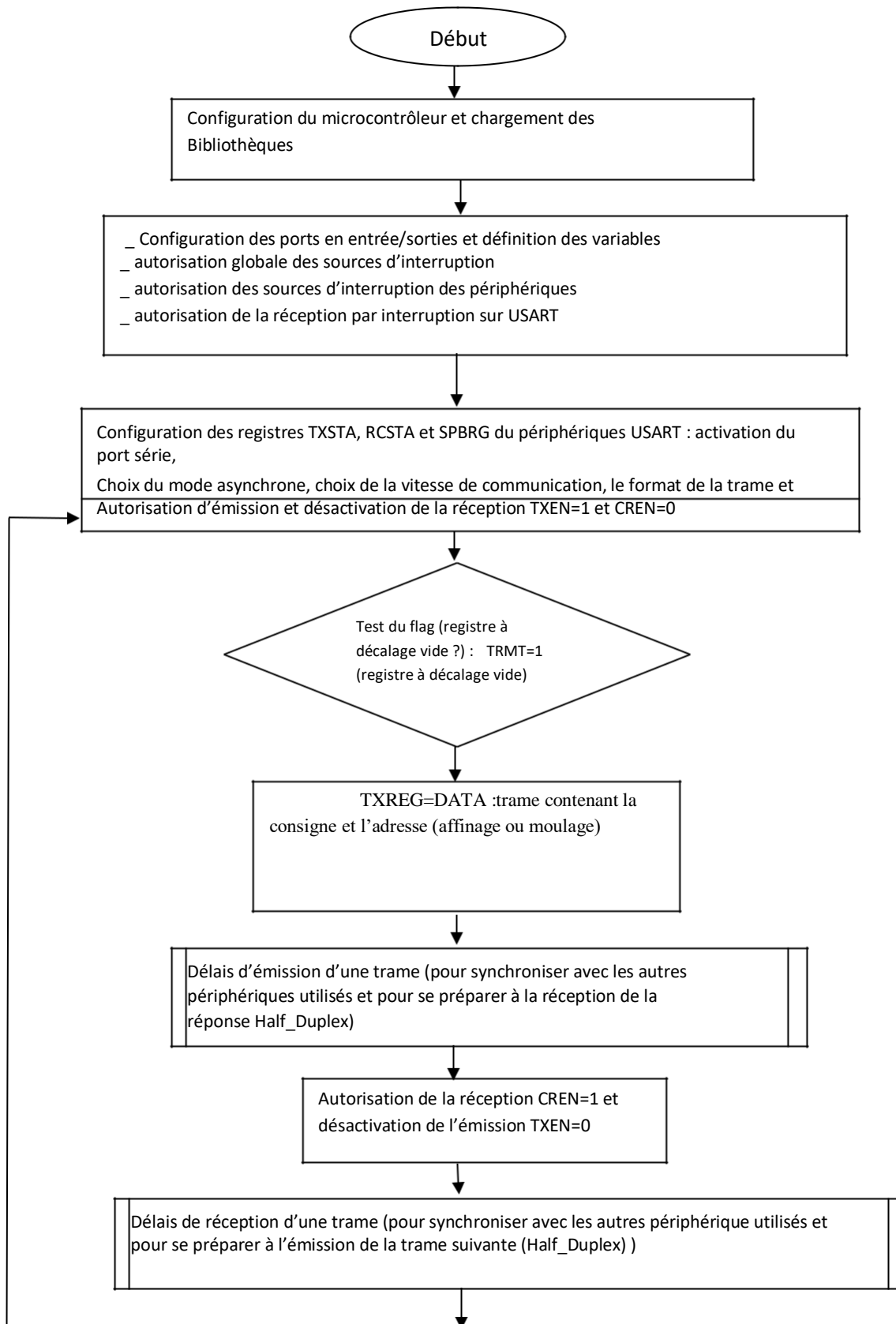
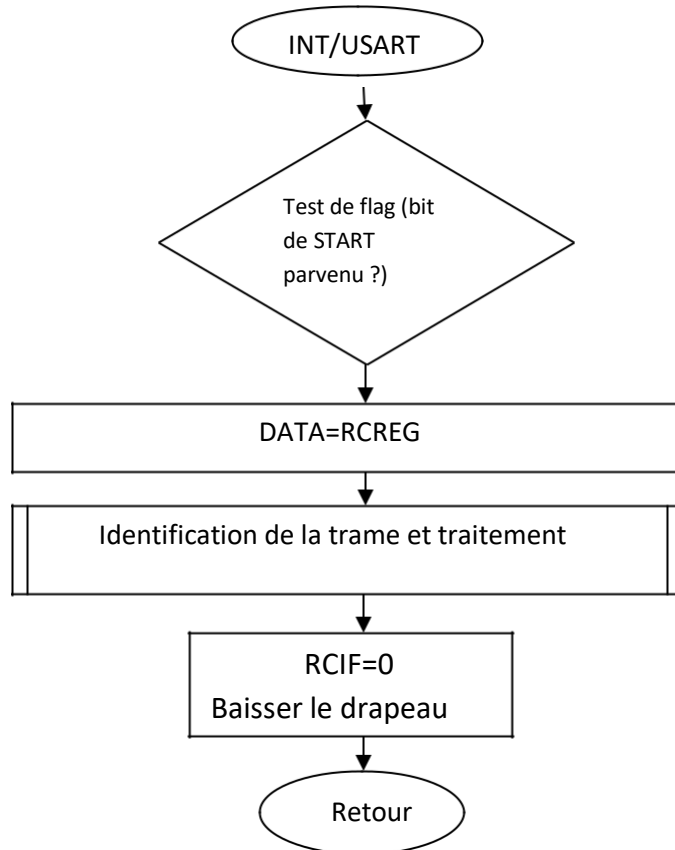


Figure III.11 Organigramme d'émission pour le PIC16F877.

La Figure (III.12) suivante montre un organigramme de réception par interruption sur l'UART POUR le PIC16F877

**Figure III.12** Organigramme de réception par interruption sur l'UART POUR le PIC16F877.

Après avoir décrit la partie commande et de communication qui permet de véhiculer les trames entre les différentes stations (Maitres, les deux esclaves et l'interface graphique) et de les traiter afin d'en prendre une décision qui se traduit par des ordres des esclaves à leurs actionneurs.

Etant donné que ces actionneurs sont souvent de puissance, une isolation des masses est indispensable afin de protéger la partie commande du retour éventuel du courant puissant.

III.3 Partie puissance

Parfois nous devons séparer les deux parties. (Partie commande et partie puissance), comme nous avons pu le voir dans notre projet.

Le circuit de puissance est représenté par des actionneurs (moteur, lampe....) qui consomment une grande puissance à celle consommée par la partie de commande.

Donc, l'isolation de cette partie (circuit de puissance) de la partie de commande se fait par des composants électroniques permettant une protection, représentée par des relais, des optocoupleurs, des diodes de roue libre et des transistors.

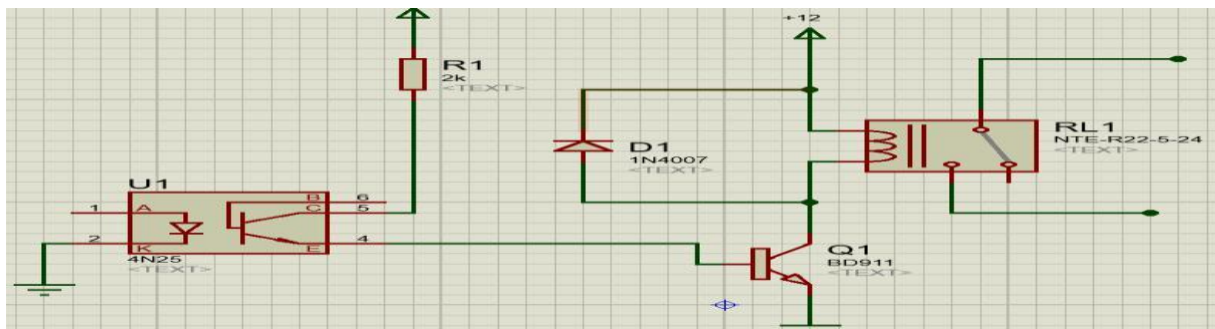


Figure III.13 partie de puissance

Maintenant nous allons expliquer le rôle de chaque composant pour cette partie d'isolation.

III.3.1 Relais

Un relais électromécanique est doté d'un bobinage en guise d'organe de commande. La tension appliquée à ce bobinage va créer un courant, ce dernier produisant un champ électromagnétique à l'extrémité de la bobine (il ne s'agit d'un électroaimant). [2]

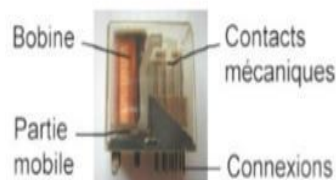


Figure III.14 un relais

Pour le brochage de quelques relais électromécaniques : il existe au moins deux normes où des lettres sont employées pour désigner les contacts :

- lettres C (Commun), R (Repos) et T (Travail).
- lettres COM (Common - Commun), NO (Normally Opened, Normalement Ouvert), et NC ou NF (Normally Closed, Normalement Fermé)

Le type de relais représenté ci-dessous est de type 1RT, c'est à dire qui ne dispose que d'un seul contact Repos / Travail.

Il s'agit d'un inverseur simple (SPDT), dont la borne commune COM est en contact avec la borne NC quand la bobine du relais n'est pas alimentée, et dont la borne commune COM est en contact avec la borne NO quand la bobine du relais est alimentée [2].

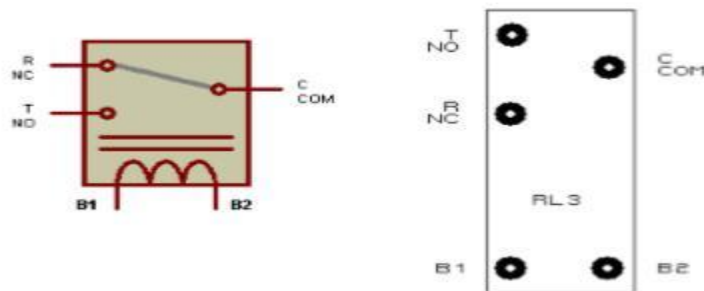


Figure III.15 brochage d'un relais 1RT

Dans la figure(III.16) suivante on place une diode, dite diode de roue libre, parallèle avec le relais, pour protéger et éviter une surtension dangereuse.

L'interrupteur (transistor) est fermé, le courant s'établit dans l'inductance L et est limité par la résistance r en régime établi. L'interrupteur vient juste de s'ouvrir. Le courant qui circule dans l'inductance trouve un chemin dans la diode qui devient passante. Aux bornes de l'inductance, la tension change brutalement pour assurer la continuité du courant. Ce changement de tension est spontané.

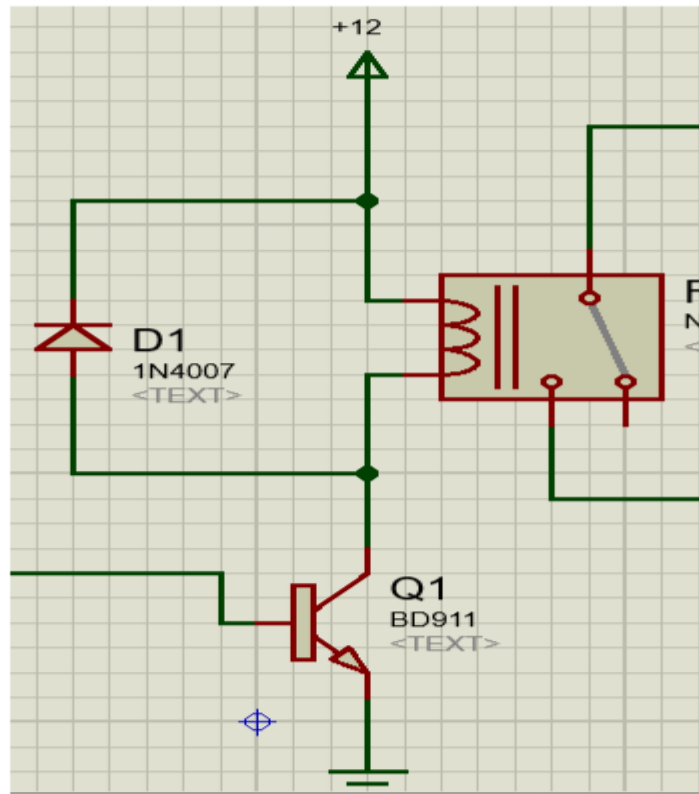


Figure III.16 branchement de la roue libre

III.3.1 Opto-coupleur

Un opto_coupleur est formé d'une LED infrarouge et d'un phototransistor (Figure III.17) ou d'une photodiode (Figure III.15). Il y a un isolement photonique entre les deux parties.

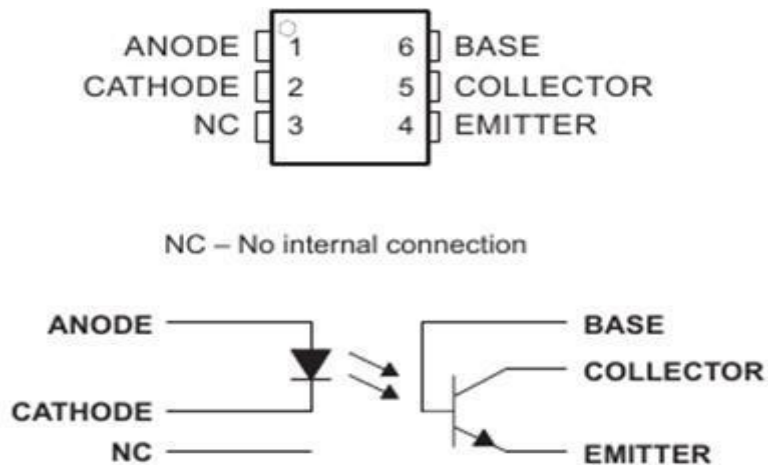


Figure III.17 branchage d'opto-coupleur phototransistor comme récepteur

III.3.1 Transistor

Un transistor est un dispositif électronique à base de semi-conducteur.

Un transistor est constitué de 2 jonctions PN (ou diodes) montées en sens inverse. Selon le sens de montage de ces diodes on obtient 2 types de transistors NPN ou PNP.

Nous avons choisi le transistor DB 911 de type NPN pour sa capacité de supporter le courant important circulant dans la bobine de relais et qui lui est montée en série (même courant).

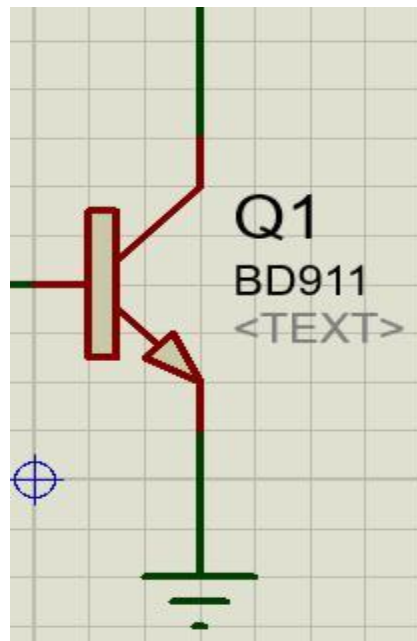


Figure III. 18 brochage de transistor

III.4 l'interface graphique

Pour une lecture et accès facile aux données nous avons programmé une interface graphique conçue sous LabViewW.

Cette interface contient deux gauges d'affichage afin d'afficher la température ambiante et l'humidité relative ambiante ainsi que neuf Leds afin d'afficher l'état (bon état ou en panne) de chaque actionneur situé dans les deux stations esclaves (affinage et moulage).

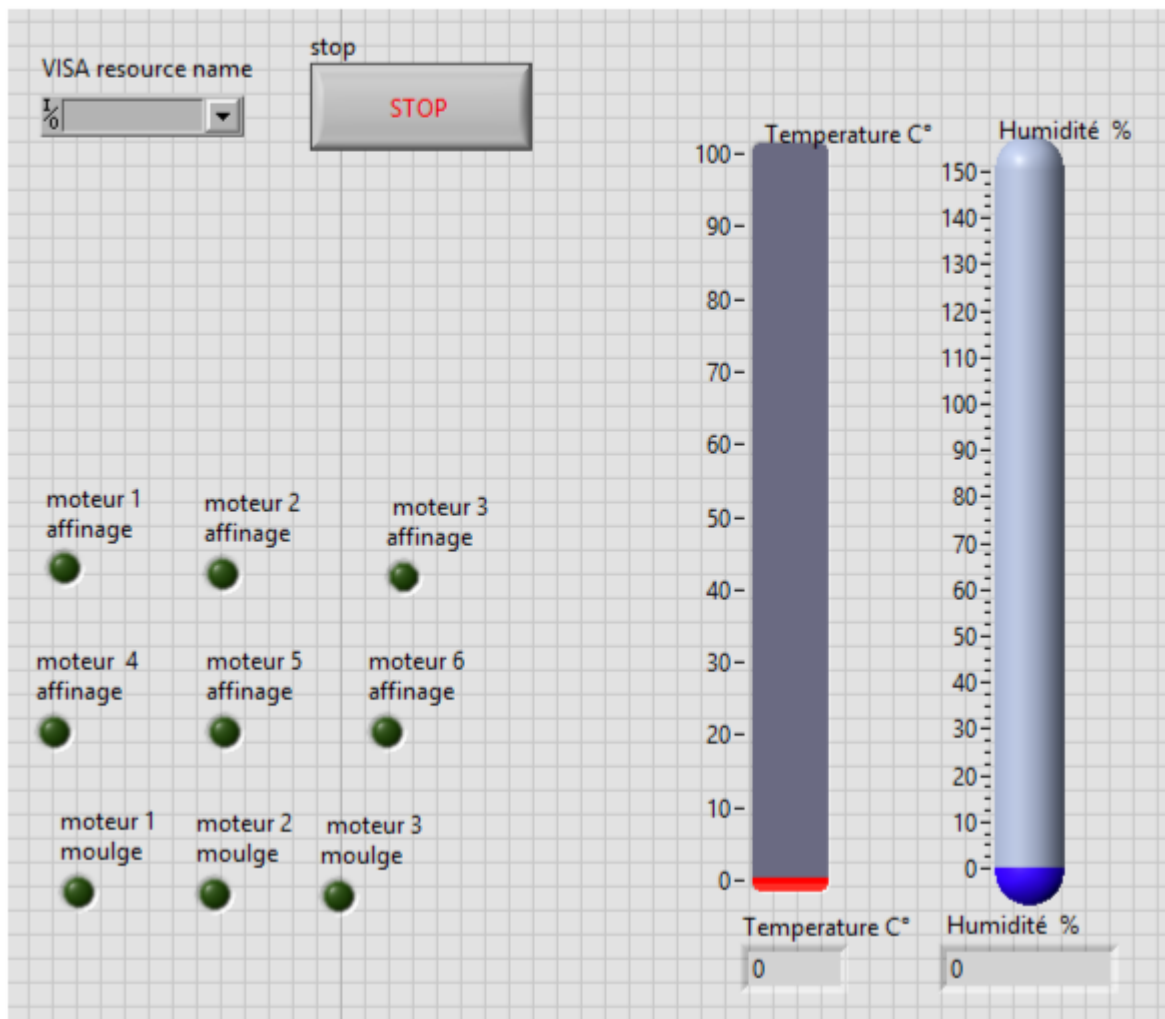


Figure III.19 Interface graphique au niveau du pc de la salle de contrôle.

On rappelle que pour la communication du pic 16f877 avec le pc on doit ajouter le composant MAX232 afin d'adapter les niveaux de tension entre les deux cotés de communication (TTL et CMOS).

Pour la gestion de notre interface graphique sous LabView, chaque composant fonctionne selon un programme que nous avons mis en œuvre et que nous allons présenter sous forme de l'organigramme suivant

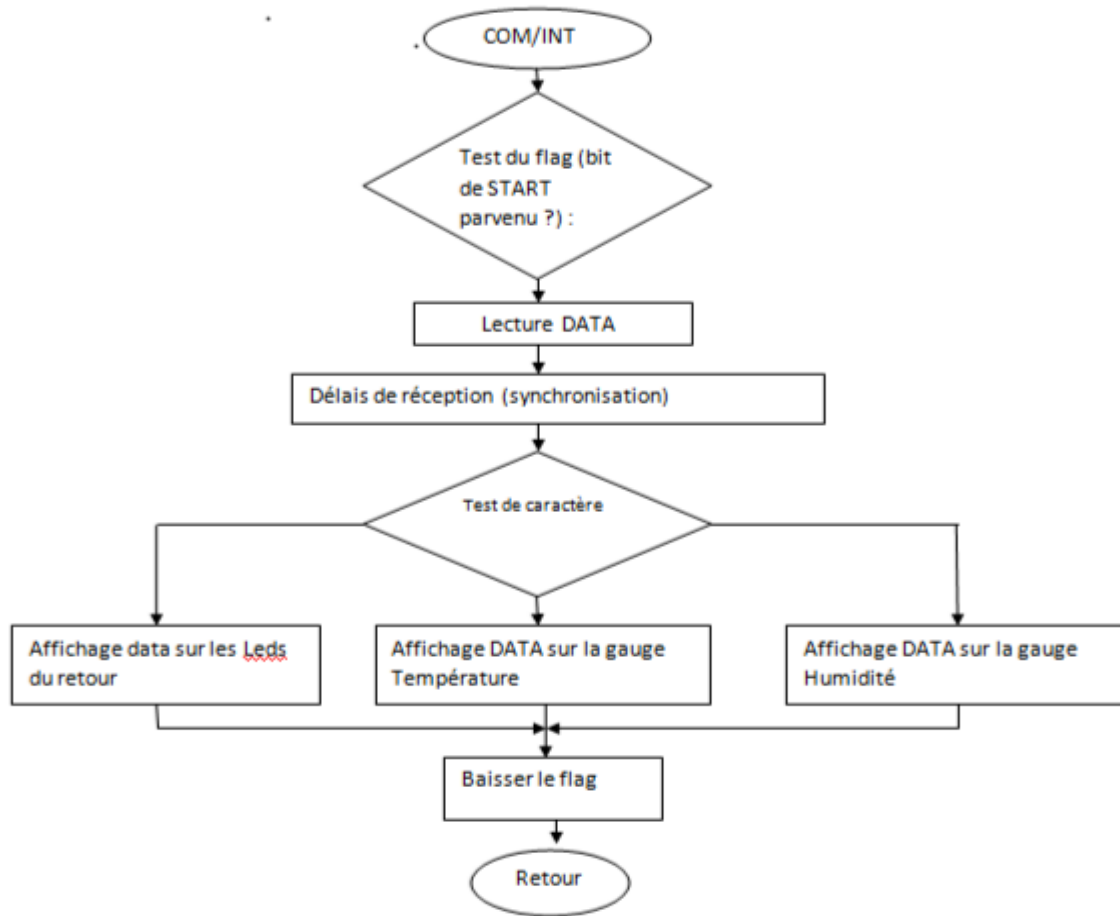


Figure III.20 Organigramme pour réception des données par le port série du PC.

III.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté notre système d'acquisition et de contrôle concrétisé par une communication via un BUS de données série, le MODBUS, à base de microcontrôleurs, assurant la circulation de données entre les différentes stations de production et une interface graphique au niveau du PC de la salle de contrôle. Ainsi, les différentes parties du circuit électronique ont été présentées et aux quelles ont été ajoutés des organigrammes dans le but d'expliquer leurs modes de fonctionnement.

Le circuit de gestion électronique communique les données avec une interface graphique. Ce qui a permis un accès simple, aisé et rapide aux données et ne nécessitant pas de grande compétence. En plus, la possession de tel système ne demande pas des coûts élevés.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce mémoire a été l'objet de la mise en œuvre d'une application industrielle dont deux aspects ont été élaborés. D'abord nous avons simulé une application industrielle sur un support de communication RS485 (avec un protocole MODBUS). Ce système d'acquisition est générique. Nous l'avons exploité pour une application industrielle alimentaire (fromagerie). Ensuite, une interface Homme-Machine IHM a été élaborée pour plus de simplicité et de fiabilité de l'accès aux données.

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

- ✓ Les stations de production sont équipées d'un réseau de capteurs (humidité et température ambiantes dans notre cas) permettant l'acquisition des données ambiantes dans la station d'affinage,
- ✓ Ainsi que des actionneurs permettant la réponse à des commandes concrétisée par le choix des moules au niveau de la station de moulage et par la régulation des grandeurs physiques de notre environnement dans la station d'affinage.
- ✓ 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 différentielle 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

Dans le but de concrétiser et d'optimiser ce travail, il peut subir les améliorations et avancements suivants :

- Validation pratique du travail simulé,
- La collecte d'information en temps réel depuis des sites distants via l'interface graphique,
- Fourniture de plus de données par l'interface graphique afin d'atteindre d'autres objectifs de la production.

Annexes

Le **LM35** ne nécessite pas de calibration externe ou de taille et maintient une précision de $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ à température ambiante et $\pm 0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ sur une plage de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Le capteur a une sensibilité de $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. [13]

Les caractéristiques de capteur LM 35:

- Proportionnelle à la température (en $^{\circ}\text{C}$).
- Ce capteur ne nécessite pas de calibrage externe.
- Précision de capteur (lm35) = 0.5°C .
- Sur une gamme de température de -55°C à $+150^{\circ}\text{C}$.
- Son coefficient est de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
- Le capteur peut être alimenté entre 4V et 30V , il est alimenté en $0 - 5\text{ V}$.

Avantage de capture Lm35:

Parmi les avantages de ce capteur, mentionnons sa consommation très faible (de l'ordre de $60\mu\text{A}$), d'où une puissance dissipée également très faible, et sa linéarité qui demeure excellente sur

toute sa plage de sensibilité. Cette plage va de -55°C à $+150^{\circ}\text{C}$ pour les LM35C et de 0°C à 100°C

pour les LM35D, ainsi il n'est pas très cher.

La relation entre courant de sortie et la température (l'étalonnage de LM35) :

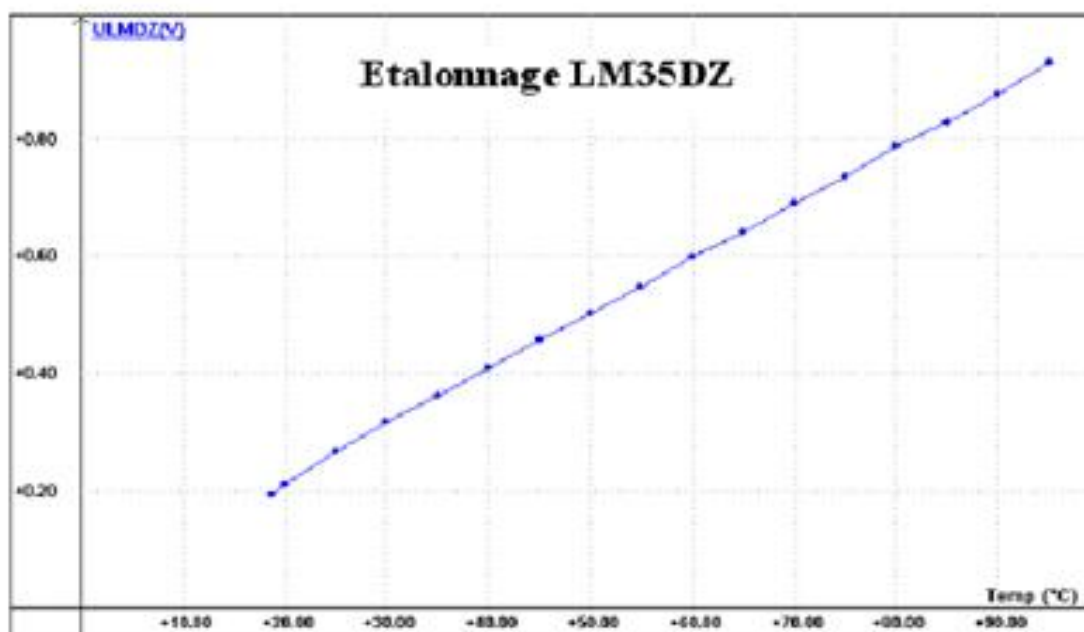


Figure 3 : l'étalonnage de LM35

2 : Capteur d'humidité Le HIH-4000 :

Le HIH-4000 de Honeywell est un capteur d'humidité. Il est spécifiquement conçu pour les utilisateurs OEM à fort volume. Une entrée directe vers un contrôleur ou vers d'autres périphériques est rendue possible par une sortie de tension linéaire proche de ce capteur. Le HIH-4000- convient pour des systèmes sur batterie. L'interchangeabilité des capteurs réduit les coûts de calibration des productions OEM. Les données de calibration de capteur individuel sont disponibles. Le HIH-4000-offre une performance de détection HR de qualité dans un boîtier SIP à souder avec un pas de 2.54mm, le tout à un prix compétitif. Ce capteur d'humidité est un élément de détection capacitif polymère thermodurcissable réglé par laser avec un conditionnement de signaux intégré sur puce. La construction multicouche de l'élément de détection offre une résistance excellente à la plupart des risques présentés aux applications tels que : humidité, poussières, saleté, huiles et composants chimiques.

- Température d'utilisation de -40°C à 85°C
- Plage d'humidité de 0%RH à 100%RH
- Boîtier plastique moulé thermodurcissable
- Courant typique de 200µA
- Conception basse puissance
- Gamme de précision optimisée de -3.5%RH à +3.5%RH
- Temps de réponse rapide de 5ms
- Performance stable, faible dérive
- Résistant aux composants chimiques
- Gamme de tension de 4VDC à 5.8VDC

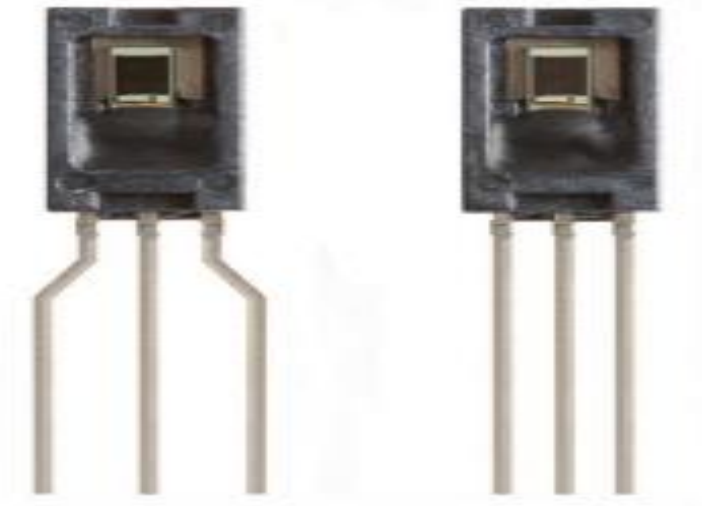


Figure 4 : capteurs d'humidité HIH4000

Dimensions de montage (à titre de référence seulement. Mm / [in])

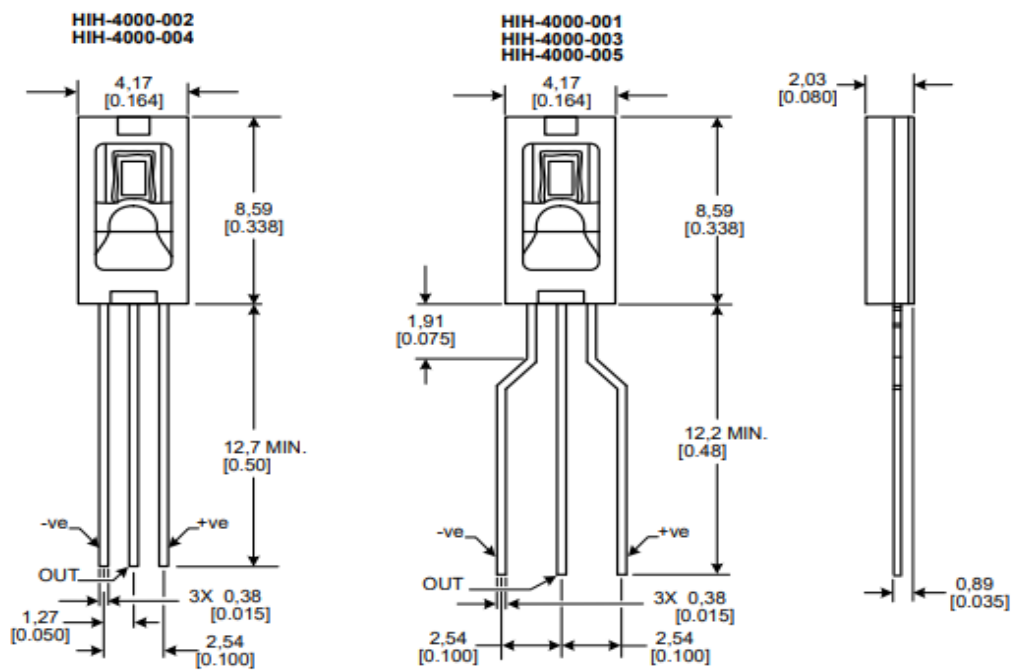


Figure5 : Architecture interne d'un HIH4000

La relation entre courant de sortie et la valeur de l'humidité relative

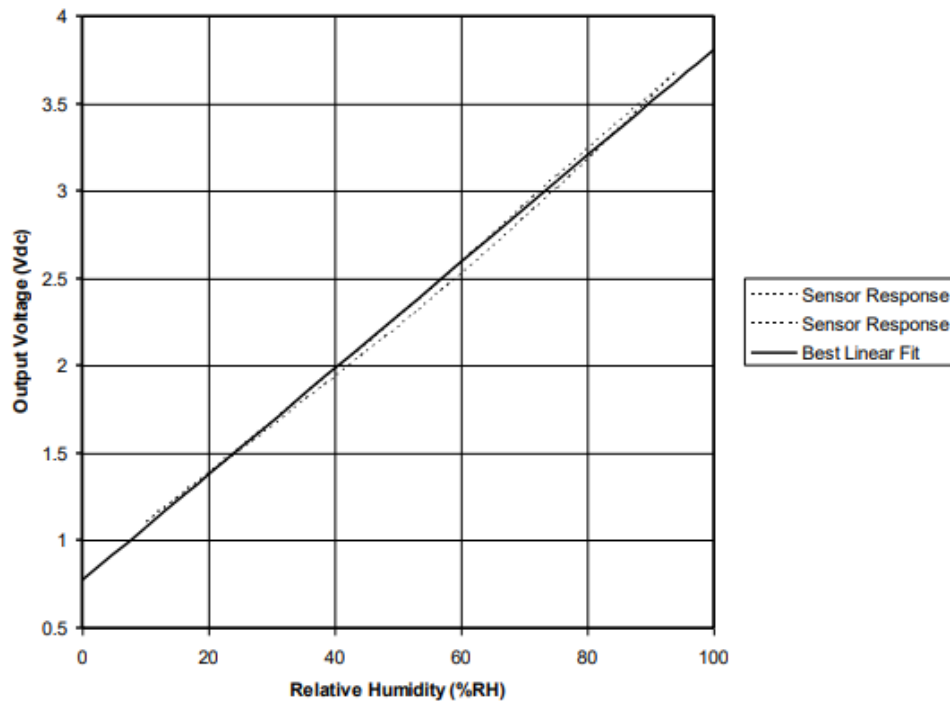


Figure 6 : courant de sortie typique contre humidité relative (à 25 °C et 5 V.)

3 : La relation entre la température ambiante et humidité relative :

L'humidité relative de l'air se définit par le rapport de la pression exercée par la vapeur d'eau contenue dans l'air à une température donnée sur la pression de la vapeur d'eau saturante (c'est-à-dire au maximum de vapeur d'eau que cet air pourrait absorber à cette même température). L'humidité relative de l'air ou état hygrométrique indique suivant une échelle allant de 0 à 100 %, l'état d'humidité ou de sécheresse de l'air. Elle caractérise donc le contenu de l'air en vapeur d'eau et la capacité de cette vapeur d'eau à se condenser.

L'humidité relative dépend de la température :

plus la température de l'air est élevée, plus il peut contenir de vapeur d'eau.

Le pourcentage d'humidité relative, en tant que valeur, n'est pas un paramètre très utilisé en météorologie. Afin de caractériser l'humidité de l'air, les météorologistes emploient à la fois la température de l'air et la température du point de rosée. Ils utilisent ensuite des abaques regroupant les valeurs de température et de pression pour déterminer l'état de saturation de l'atmosphère et connaître l'état de stabilité de l'air.

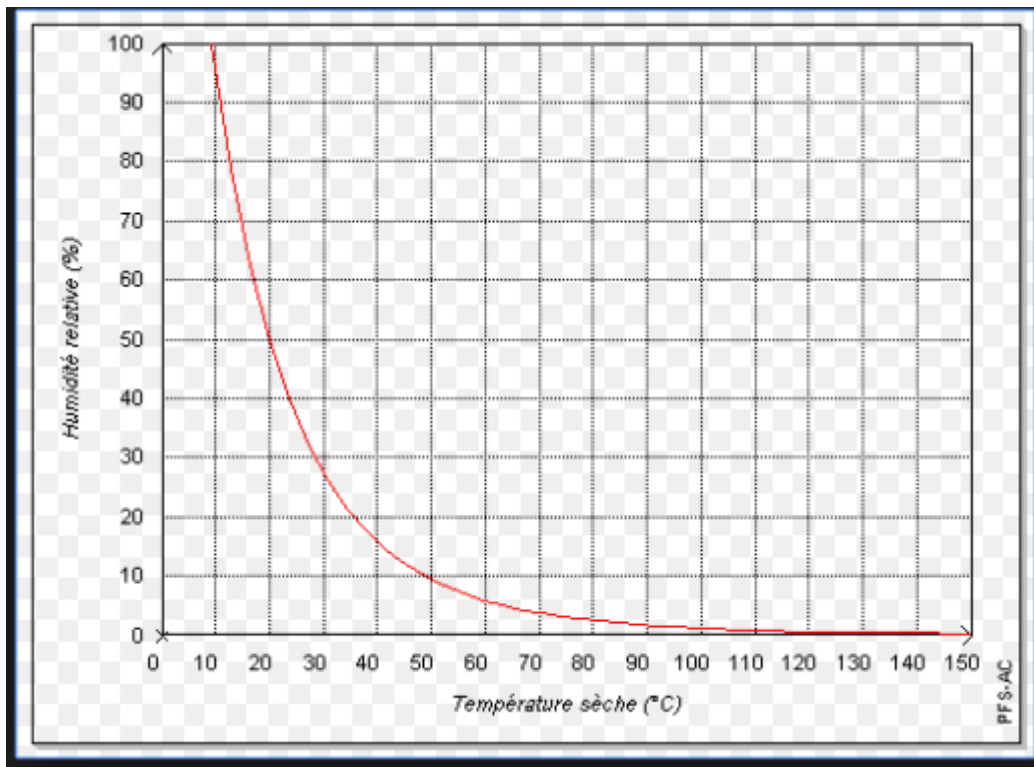


Figure 7 : Evolution de l'humidité relative en fonction de la température sèche (pour une température humide de 9,28 °C et une pression atmosphérique de 101 325 Pa).

Références

Chapitre: I

- [1] Stéphane Lohierv et Dominique Présent, «Réseaux et transmissions », éditeur DUNOD, version 6e édition, (2016)
- [2] jean_François PILLON Fabrice LEMAINQUE « Livre du Tous sur les réseaux et internet », éditeur DUNOD, version 4eédition, © Dunod, 2012, 2015
- [3] Merlin Gerin ,« Guide réseau MODBUS »,Guide technique 2000, Pages(56,62)
- [4] société de prestations de services en automatisme et informatique industrielle , « GUIDE DU MODBUS POUR LES NULS », Pages(3 ,9) , (Juin 2016)
- [5] Politique Schneider Electric, «Réseaux industriels», Pages(207,209)
- [6] Guy Pujolle, «Initiation aux réseaux », éditeur EYROLLES, Version eBook (ISBN), 2001
- [7] Ouarda AISSAOUI ZITOU, «Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Bouhezza »», Thèse en vue de l'obtention du diplôme de DOCTORAT EN SCIENCES , Département de I.N.A.T.A-A. , UNIVERSITE CONSTANTINE 1, le : 16 Octobre 2014
- [8] KADDECHE Amine, «Etude et réalisation d'un circuit électronique pour le contrôle du climat et du système d'irrigation dans les serres agricoles»,MEMOIRE DE FIN D'ETUDES En vue de l'obtention du DIPLOME DE MASTER , UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI DE OUM EL BOUAGHI, FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE, DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE, FILIERE GENIE ELECTRIQUE, Le 05 juin 2016
- [9] BERNAOUI Sif Eddine, « Etude et réalisation d'un kit de développement d'applications à base de pic de la famille 16Fxxx », Mémoire de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme: MASTER, Université Mohamed Khider Biskra, Faculté des Sciences et de la Technologie, Département de Génie Electrique, 2011 / 2012.

Chapitre: II

- [1] BERNAOUI Sif Eddine, « Etude et réalisation d'un kit de développement d'applications à base de pic de la famille 16Fxxx », Mémoire de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme: MASTER, Université Mohamed Khider Biskra, Faculté des Sciences et de la Technologie, Département de Génie Electrique, 2011 / 2012
- [2] E. AGOURIANE, « Cours Microcontrôleurs PIC », Université Sultan Moulay Slimane, FST Béni Mellal LST, Ingénierie Electronique et Télécommunication, pages(1,3), 2017
- [3] Rabir Ahmed , « ETUDE ET REALISATION D'UN FREQUENCEMETRE NUMERIQUE A BASE DE MICROCONTROLEUR PIC16F877 », MEMOIRE DE FIN D'ETUDES En vue de

Références

l'obtention du DIPLÔME DE MASTER, UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI D'OUM EL BOUAGUI, FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES APPLIQUEE, DEPARTEMENT GENIE ELECTRIQUE, Spécialité Informatique Industrielle, 04 Juin 2016

[4] Boucherifi-aoul Djalal-eddine & Kwangaya Ibrahim , « Etude et réalisation d'un capteur de température basé sur le Ds18B20 », Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Instrumentation électronique, Université Aboubekr Belkaïd – Tlemcen, Faculté de Technologie, Département de Génie Electrique et Electronique, juin 2016

[5] BADRI Meriam, « ETUDE ET REALISATION D'UN VARIATEUR DE VITESSE D'UN MOTEUR PAS A PAS A BASE DE MICROCONTROLEUR PIC 16F877 », MEMOIRE DE FIN D'ETUDES en vue de l'obtention du DIPLOME DE MASTER, UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI DE OUM EL BOUAGHI, FACULTE DES SCIENCES ET DES SCIENCES APPLIQUEES, DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE, juin 2016

[6] datasheet16f877, « PIC16F87X 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers », pages (11,95), 1998-2013

[7] D. MENESPLIER, « MICROCONTROLEURS PIC 16F876 et 16F877 », Documentation interne ELE, pages (4,15), 2001

[8] BERABEZ Yanis, KEFKEF Ahmed, « Etude et réalisation d'un thermomètre à base d'un Pic 16F877 », Mémoire de Fin d'études Pour l'obtention du diplôme de master en électronique, Université A.MIRA-BEJAIA Faculté de Technologie Département Génie électrique, 2018

Chapitre: III

[1] TOUALA Aicha et Mlle DJALI Hanane, « Etude et réalisation d'un relais piloté par un son », MEMOIRE Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER, Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen , Faculté de TECHNOLOGIE, Spécialité : Instrumentation Electronique. 2017

[2] Patrice JOYEUX, « Modélisation d'un relais polarisé haute sensibilité », THESE pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE, INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE, Spécialité : Génie Electrique, 2000

Résumé :

Ce sujet concerne le contrôle et la supervision dans le domaine industriel. Un système d'acquisition supervise un processus industriel, à partir d'une salle de contrôle, par une interface graphique réalisée sur un PC. Ce dernier communique avec le processus industriel qui se manifeste par un réseau de stations de production dont chacune est dotée de quelques capteurs et actionneurs via une carte électronique gérée par un microcontrôleur.

Ce sujet a été l'objet de mise en œuvre d'un réseau MODBUS en communication avec une Interface Homme-Machine distante, permettant un accès et un contrôle aisés aux données. Ainsi, ce travail a permis d'exploiter les outils suivants :

- La communication de type série des données,
- La synchronisation entre les différentes stations constituant le réseau de communication,
- La Conversion Analogique /Numérique CAN,
- La commande numérique et la commande de puissance,
- La programmation graphique et la programmation des microcontrôleurs.

ملخص

يتعلق هذا الموضوع بالتحكم والإشراف في المجال الصناعي. يشرف نظام الاستحواذ على العملية الصناعية ، من غرفة التحكم ، من خلال واجهة رسومية مصنوعة على جهاز كمبيوتر يتواصل الأخير مع العملية الصناعية التي تتجلى في شبكة من محطات الإنتاج، ولكل منها عدد قليل من أجهزة الاستشعار والمشغلات عبر بطاقة إلكترونية يديرها متحكم دقيق في التواصل مع واجهة جهاز الإنسان عن بعد ، مما يتيح MODBUS كان هذا الموضوع هو الهدف من تنفيذ شبكة :سهولة الوصول والتحكم في البيانات. وهكذا، جعل هذا العمل من الممكن استغلال الأدوات التالية:

سلسلة بيانات نوع الاتصال
التزامن بين المحطات المختلفة التي تشكل شبكة الاتصالات
هل يمكن تحويل التناظرية / الرقمية
التحكم العددي والتحكم في الطاقة
البرمجة الرسومية وبرمجة ميكروكنترولر

abstract

This subject concerns control and supervision in the industrial field. An acquisition system oversees an industrial process, from a control room, through a graphical interface made on a PC. The latter communicates with the industrial process that manifests itself in a network of production stations, each of which has a few sensors and actuators via an electronic card managed by a microcontroller.

This subject has been the object of implementation of a MODBUS network in communication with a Remote Human Machine Interface, allowing easy access and control to the data. Thus, this work made it possible to exploit the following tools:

- Serial data communication,
- The synchronization between the different stations constituting the communication network,
- Analog / Digital Conversion CAN,
- Numerical control and power control,
- Graphic programming and programming of microcontrollers.