

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Automatique

Option : Génie des systèmes Industriels

Réf:.....

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

**Conception et réalisation d'un système
d'acquisition du signal PCG**

Présenté par :
Houili abd elAziz
Soutenu le : 03Juin 2014

Devant le jury composé de :

Mr : Zitouni.A
Mr : Messaoudi. A
Mme : Terki. N

MCB
MAA
MCA

Président
Encadreur
Examineur

Année universitaire : 2013 / 2014

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Automatique
Option : Génie des systèmes Industriels

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

**Conception et réalisation d'un système d'acquisition
Du signal PCG**

Présenté par :

HOUILI Abd el.Aziz

Avis favorable de l'encadreur :

Mr. MESSAOUDI .A

Avis favorable du Président du Jury

ZITOUNI Athmane

Cachet et signature

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Automatique
Option : Génie des systèmes Industriels

Thème :

Conception et réalisation d'un système d'acquisition du signal PCG

Proposé par :
HOUILI Abd elziz

Dirigé par :
MESSAOUDI. A

RESUMES (Français et Arabe)

الملخص :

الهدف هو دراسة تبادل البيانات بين الأجهزة. وهذا يتطلب فهما للعناصر المختلفة المسؤولة عن نقل البيانات (liaison) واستكشاف الروابط بين أجهزة الكمبيوتر ومكوناتها، أو بين أجهزة الكمبيوتر والأجهزة الطرفية (PIC).
بعد لمحة موجزة عن هيكل (لوحة الذاكرة و ناقل البيانات)، تحدد لنا أنواع مختلفة من اللوازم، والأجهزة والبروتوكولات (RS232) التي تحكم مثل هذه البلاغات التحكم المرتبطة.

بعد دراسة محاكاة على بطاقة إدخال المعلومات و طريقة تبادل المعلومات مع البرامج مثل *Hyper Terminal* و *MATLAB* استطعنا إنجاز البطاقة على مستوى المخبر.

الكلمات الإستدلالية: PIC 16F877A, PCG, RS232,

Résumé :

L'objectif est d'étudier les données d'échange de dispositifs. Cela nécessite une compréhension des divers éléments responsables de la transmission de données (liaison). Et explorera les connexions entre les ordinateurs et leurs composants, ou entre les ordinateurs et les périphériques(PIC).

Après le bref aperçu de la structure (la carte mère et bus), nous identifierons les différents types d'obligations, et des dispositifs et des protocoles (RS232) régissant ces communications contrôlent associés.

Après une étude de simulation des la carte d'acquisition et la connexion avec les logiciels *Hyper Terminal* et *MATLAB*, Nous avons réalisé cette au niveau de notre LABO.

Mot clés : PIC 16F877A, PCG, RS232,



Remerciement

*Avant tout, je remercie **DIEU** qui a illuminé mon chemin et qui m'armé de courage pour achever mes études.*

*Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à **MESSAOUDI. A** (mon promoteur) pour le soutien, l'aide et les conseils qu'il m'a dispensé pour l'élaboration de cette présente thèse et à ma formation durant les années de spécialités.*

*Je remercie le président et les membres du jury **TERKIN, ZITOUNI.A** qui me feront l'honneur de juger mon travail.*

Un grand merci pour toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce projet de fin d'étude aux personnes qui me sont les plus chères

A mon Père, En témoignage de ma reconnaissance pour tous les efforts qu'il a consentis pour mon éducation

A ma mère, Pour tous ses sacrifices qui m'ont permis de mener à terminer mes études

A tous mes frères et sœurs

*Pour mon promoteur **MESSAOUDI ABD ELHAMID***

Pour mes amis au travail m'ont soutenu en m'encourageant durant ce projet.

*A tous mes amis, A tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce projet : **Badri, Ali, Chihab, Nani***

Tout mes amis et mes collègues

Toute la promotion Automatique 2013 /2014

الملخص :

الهدف هو دراسة تبادل البيانات بين الأجهزة. وهذا يتطلب فهما للعناصر المختلفة المسؤولة عن نقل البيانات (liaison) واستكشاف الروابط بين أجهزة الكمبيوتر ومكوناتها، أو بين أجهزة الكمبيوتر والأجهزة الطرفية (PIC).
بعد لمحة موجزة عن هيكل (لوحة الذاكرة و ناقل البيانات)، تحدد لنا أنواع مختلفة من اللوازم، والأجهزة والبروتوكولات (RS232) التي تحكم مثل هذه البلاغات التحكم المرتبطة.
بعد دراسة محاكاة على بطاقة إدخال المعلومات و طريقة تبادل المعلومات مع البرامج مثل *Hyper Terminal* و *MATLAB* استطعنا إنجاز البطاقة على مستوى المخبر.
الكلمات الإستدلالية: PIC 16F877A, PCG, RS232,

Résumé :

L'objectif est d'étudier les données d'échange de dispositifs. Cela nécessite une compréhension des divers éléments responsables de la transmission de données (liaison). Et explorera les connexions entre les ordinateurs et leurs composants, ou entre les ordinateurs et les périphériques (PIC).

Après le bref aperçu de la structure (la carte mère et bus), nous identifierons les différents types d'obligations, et des dispositifs et des protocoles (RS232) régissant ces communications contrôlent associés.

Après une étude de simulation des la carte d'acquisition et la connexion avec les logiciels *Hyper Terminal* et *MATLAB*, Nous avons réalisé cette au niveau de notre LABO.

Mot clés : PIC 16F877A, PCG, RS232,

Liste des figures

CHAPITRE I : La télémédecine et le signal Phonocardiogramme

Figure I.1 : Les ondes B1 et B2 du PCG.....	5
Figure I.2 : Coupe longitudinale du cœur.....	5
Figure I.3 : Les différentes phases d'un cycle cardiaque.....	7
Figure I.4 : Cycle cardiaque comportant les deux phases : Systole et Diastole.....	7
Figure I.5 : Foyers d'auscultation cardiaque.....	9
Figure I.6 : Les bruits B1, B2, B3 et B4 pendant un cycle cardiaque.....	9

CHAPITRE II : Le microcontrôleur 16F877A

Figure II.1 Brochage et architecture interne du PIC16F877A.....	16
Figure II 2 : Synoptique complet du PIC 16F877A.....	17
Figure II 3. Synoptique simplifié du PIC 16F877A.....	19
Figure II.4 : l'oscillateur a Quartz pour une horloge interne.....	20
Figure II.5 : l'oscillateur à Quartz pour une horloge externe.....	20
Figure II.6 : Accès à la RAM par adressage DIRECT.....	22
Figure II.7 : Organisation de la RAM du 16F877A.....	23
Figure II.7 : Connexion du PIC16F877A en communication série RS232.....	28

CHAPITRE III :Simulation et réalisation de carte d'acquisition

Figure III.1 : Schéma synoptique de notre travail.....	30
Figure III.2 : Schéma de simulation en PROTEUS.....	31
Figure III.3 :Le Capteur.....	32
Figure III.4 : Le bloc de l'amplification.....	33
Figure III.5 : Le bloc de filtrage.....	33
Figure III.6 : Circuit d'horloge.....	35
Figure III.7 : Transmission d'un message par UART.....	38
Figure III.8 : Configuration du composant port COM.....	38

Figure III.9 : Configuration du composant Virtual Terminal.	39
Figure III.10 : La conversion Analogique Numérique.	41
Figure III.11 : Le circuit MAX232.	42
Figure III.12 : Configuration du VSPE.	43
Figure III.13 : Connexion virtuelle entre les ports COM1 et COM2 par VSPE.	44
Figure III.14 : Interface Hyper Terminal.	45
Figure III.15: Configuration de l'Hyper Terminal.	46
Figure III.16 : Transmission d'un message par UART.	46
Figure III.17 : La Carte d'acquisition.	48
Figure III.18: Signal issu du microphone.	48
Figure III.19 : Transmission de test du caractère 'A'. (a) et (b) sortie du PIC16F877A (Niveau 0-5V). (c) sortie du MAX232 (Niveau -12V 12V).	49

Liste de tableau

Tableau II.1 : Différents circuit de la famille 16F87X.....	14
Tableau (II.2) : Justification du résultat de conversion.	25
Tableau (II.3) : Configuration des convertisseurs A/N	26

SOMMAIRE

CHAPITRE I La télémédecine et le signal Phonocardiogramme

I.1 Introduction.....	3
I.2. Les différents types d’application de la télémédecine	3
I.2.1 La téléconsultation.....	3
I.2.2 La télé assistance	3
I.2.3 La télé expertise.....	3
I.2.4 La télésurveillance	3
I.3 Le signal Phonocardiogramme (PCG).....	4
I.4 Anatomie du cœur et fonctionnement.	5
I.4.1 Cycle cardiaque	6
I.4.2 Phases du cycle cardiaque.	6
I.5 Phonocardiographie	7
I.5.1 Techniques.	8
I.6 Auscultation cardiaque.	8
I.6.1 Foyers d’auscultation.	8
I.6.2 Les bruits du cœur.	9
I.6.3 Le rythme cardiaque	10
I.7 Auscultation pathologique.	10
I.7.1 bruits surajoutés « diastoliques ».....	10
I.7.2 les souffles.....	11
I.7.3 Le frottement péricardique.	11
I.8 Caractéristiques temporelles et fréquentielles du signal PCG	11
I.8.1 Bruit B1	11
I.8.2 Bruit B2.....	11
I.8.3 Bruit B3.....	12
I.8.4 Bruit B4.....	12
I.8.5 Les souffles	12
I.9 Conclusion.	12

CHAPITRE II Le microcontrôleur 16F877A

II.1 Introduction.....	13
------------------------	----

II.2 Description	13
II.2.1 Les PICs de Microchip	13
II.2.2 Architecture.....	14
II.2.3 Différentes familles	15
II.3 Présentation du PIC16F877A.....	15
II.3.1. Synoptique complet :	17
II.3. 2. Synoptique simplifié :	18
II.3.2 Les éléments de base du PIC 16F877	20
II.3.2.1 L'Horloge	20
II.3.2.2 L'ALU et l'accumulateur W.....	21
II.3.2.3 Organisation de la mémoire RAM	21
II.3.2.4. Accès à la RAM par adressage DIRECT.....	21
II.3.2.5 Les ports Entrée/Sortie	24
II.3.2.6 Conversion Analogique/Numérique	24
II.3.2.7 Les registres et bits associés au module CAN	24
II.3.2.8 Les registres ADRESL et ADRESH	25
II.3.2.9 Le registre ADCON1	25
II.3.2.10 Le registre ADCON0.....	26
II.3.2.11 Le Registre PIR1	27
II.3.3 Module Transmission série	27
II.3.3.1 Principe de fonctionnement	28
II.4. Conclusion.....	28
CHAPITRE III Simulation et réalisation de carte d'acquisition	
III.1 Introduction	29
III.2 PROTEUS	29
III.3 Conception de la carte d'acquisition.....	29
III.3.1 Acquisition du signal ECG	32
III.3.1.1 Capteur :	32
III.3.1.2 Amplification	32
III.3.3 Filtrage.....	33
III.3.2 Conversion Analogique/Numérique.....	34
III.3.2.1 Echantillonnage	34

III.3.2.2 Quantification	34
III.3.3 Microcontrôleur PIC 16F877A	34
III.3.3.1 Alimentation.....	34
III.3.3.2 Le circuit d'horloge	35
III.3.3.3 La liaison série USART	35
III. 3.3.4 La bibliothèque ADC	39
III.3.4 MAX232	42
III.4 Communication avec le PC	42
III.4.1 Communication avec HyperTerminal	44
III.4.2 Communication avec Matlab	47
III.5 Réalisation de la carte	47
III.6 Conclusion	49
Conclusion General	49
ANNEX	49

Introduction générale

Les maladies cardiovasculaires figurent parmi les principales causes de décès et d'invalidité acquise. A ce titre, elles constituent l'une des principales priorités de la santé publique dans le monde industrialisé.

Les maladies cardiaques et vasculaires restent la première cause de mortalité en monde où les maladies cardiaques constituant l'une des causes principales d'invalidité et de décès et leur apparition augmentent avec l'âge. Même si les connaissances acquises en cardiologie sont grandes, le cœur n'a pas encore dévoilé tous ses secrets.

La plupart des décès cardiaques se produisent à l'extérieur des milieux hospitaliers et de nouvelles stratégies sont nécessaires pour détecter, dès que possible, l'apparition d'anomalies cardiaques. La télémédecine est un moyen particulièrement utile pour optimiser la qualité des soins par une rapidité collégiale des échanges médicaux au profit de patients dont l'état de santé nécessite une réponse adaptée, rapide quelle que soit leur situation géographique.

Le *PhonoCardioGramme (PCG)* est l'enregistrement des bruits générés par l'activité du muscle cardiaque. Ces vibrations acoustiques générées au cours de la révolution cardiaque sont par définition des signaux non-stationnaires (dont les propriétés spectrales varient donc en fonction du temps) et sont situés dans la gamme des basses fréquences, approximativement entre 10 et 300 Hz, ils ne sont pas toutes audibles à l'être humain. C'est la raison pour laquelle l'auscultation effectuée par les cardiologues envers leurs patients est toujours subjective.

Le signal *PCG* est un moyen peu coûteux permettant de véhiculer l'information physiologique cardiaque sous forme de vibration acoustique. Avec une analyse judicieuse par des techniques de traitement du signal, ce signal peut alors constituer un outil efficace d'aide au diagnostic médical.

L'acquisition et le traitement du signal PCG sont très utiles pour le médecin et le patient car elle permet de stocker des centaines de mesures pour une utilisation ultérieure ou en addition avec le signal ECG pour un diagnostic complet.

Le but de ce travail est de réaliser une carte d'acquisition du signal PCG et de transmission série avec le PC.

Ce mémoire est réparti en trois chapitres :

Le premier chapitre fait l'objet d'un rappel sur l'anatomie du cœur et son fonctionnement et la phonocardiographie et ses caractéristiques temporelles et fréquentielles. En plus on donne un aperçu sur la télémédecine.

Le fonctionnement général du PIC 16F877A avec ses fonctionnalités sont détaillés au deuxième chapitre.

Le troisième chapitre est consacré à la réalisation de la carte d'acquisition, ainsi que la communication avec le PC via une connexion sérial.

On clôture notre mémoire par une conclusion générale ainsi que des suggestions et des perspectives.

CHAPITRE I

Conception et réalisation d'un système d'acquisition du signal PCG

I.1 Introduction.

La télémédecine est un moyen particulièrement utile pour optimiser la qualité des soins par une rapidité collégiale des échanges médicaux au profit de patients dont l'état de santé nécessite une réponse adaptée, rapide quelle que soit leur situation géographique.

Il existe de nombreuses configurations d'une consultation interactive, mais, le plus souvent, c'est à partir d'un emplacement urbain-rural. Cela signifie que le patient n'a pas besoin de faire un voyage vers une région urbaine pour voir un spécialiste et dans de nombreux cas, permet d'accéder à des soins spécialisés. Par ailleurs, certaines pathologies nécessitent un suivi continu et en temps réel d'un patient vaquant à ses occupations quotidiennes.

I.2. Les différents types d'application de la télémédecine

Selon l'objectif visé, on peut distinguer plusieurs types d'application de télémédecine.

I.2.1 La téléconsultation

La téléconsultation s'effectue naturellement en relation avec le patient. Ce dernier prend contact, par téléphone, avec un centre où le médecin établit le diagnostic de gravité et prend la décision d'orientation du patient.

I.2.2 La télé assistance

La télé assistance peut être un acte médical lorsqu'un médecin assiste, à distance, un autre médecin en train de réaliser un acte médical ou chirurgical, voir, dans le cadre de l'urgence, aide un secouriste ou toute personne portant assistance à une personne en danger en attendant l'arrivée d'un médecin.

I.2.3 La télé expertise

La télé expertise a souvent été limitée, dans sa définition, aux échanges entre spécialistes pour obtenir un deuxième avis. Nous pouvons élargir cette définition à tout acte diagnostic qui se réalise en dehors de la présence du patient. L'acte médical de télé expertise se décrit comme un échange entre deux ou plusieurs médecins qui arrêtent ensemble un diagnostic.

I.2.4 La télésurveillance

La télésurveillance exploite les techniques de transmission et des traitements pour la collecte de données cliniques d'un patient situé à un endroit éloigné. A la réception on

procède à un examen clinique des données transférées et apporte une réponse relative à ces données. Dans notre travail nous nous sommes intéressés à ce type de télémédecine.

Avantages de la télésurveillance :

- La télésurveillance permet la réduction des hospitalisations des nombreux déplacements, notamment pour les patients âgés ou handicapés.
- La surveillance des symptômes est assurée de façon continue grâce à les données transmises et temps réel.
 - Améliore l'autogestion des patients.
 - Elle facilite l'accès aux soins dans les zones d'accès difficile.
 - Elle raccourcit les délais d'attente.
 - Elle facilite la consultation entre médecins généralistes et spécialistes.

Bien que la télésurveillance ait plusieurs avantages, elle présente, aussi certaines limites. En effet, les soins virtuels ne remplaceront jamais le contact avec le médecin. Pour être efficace, la télémédecine doit rester complémentaire d'un vrai suivi médical.

I.3 Le signal Phonocardiogramme (PCG)

L'activité cardiaque fait l'objet, depuis longtemps, de différentes études, notamment le premier test effectué par les cardiologues envers leurs patients et l'auscultation des battements cardiaques par l'intermédiaire d'un stéthoscope ordinaire. Par conséquent le traitement des bruits cardiaques en termes d'enregistrements s'avère très important pour le diagnostic de différentes pathologies cardiaques. Le signal enregistré est connu sous le nom de Phonocardiogramme (PCG). Le signal PCG confirme, et surtout, affine les données de l'auscultation et apporte des renseignements complémentaires des activités sonores quant à la chronologie des signes pathologiques dans la révolution cardiaque, en les situant par rapport aux bruits normaux du cœur.

En conditions normales le cœur produit quatre bruits pendant chaque cycle de battements mais le plus souvent seulement deux bruits essentiels apparaissent (B1 et B2) comme le montrent la *Figure I.1*. Les deux autres bruits (B3 et B4) ont des amplitudes nettement moins importantes que les deux premiers [1] ce qui fait qu'ils ne peuvent apparaître que dans des conditions bien précises (enfance, vieillesse ou comme signes précurseurs d'une quelconque pathologie).

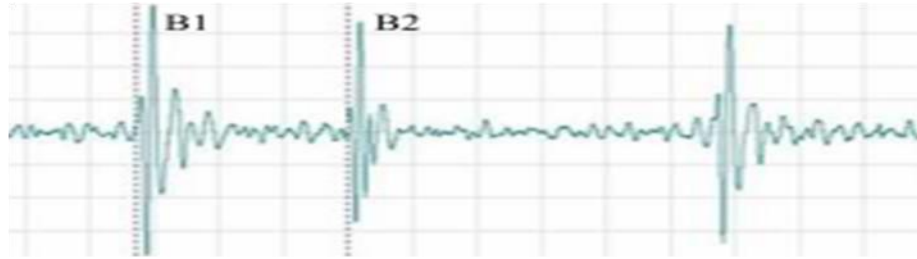


Figure I.1 : Les ondes B1 et B2 du PCG.

I.4 Anatomie du cœur et fonctionnement.

Si le cœur est souvent associé aux sentiments, la charité, le bien ou le mal par des expressions du style «il n'a pas de cœur» ou «il faut écouter votre cœur», scientifiquement, c'est un organe musculaire assurant le rôle de pompe du système sanguin. Son activité à la fois électrique et mécanique assure la pompe de 8000 litres de sang avec 100 000 battements quotidiens en moyenne. [2]

Il existe fonctionnellement et anatomiquement un cœur droit et un cœur gauche, que sépare complètement la cloison auriculo-ventriculaire [3]. Chacun comprend une oreillette et un ventricule qui communique par un orifice auriculo-ventriculaire, muni d'une valve : Tricuspide à droite et Mitral à gauche. Chaque ventricule communique par un orifice muni de valves Sigmoides avec une volumineuse artère, dans laquelle il éjecte le sang à chaque systole : à droite (artère pulmonaire) et à gauche (artère aortique) (Figure I.2).

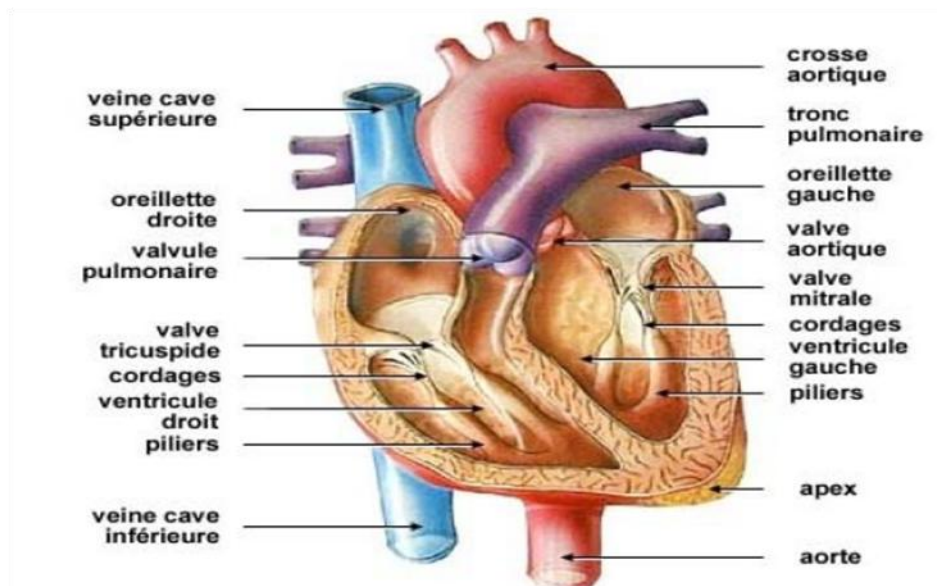


Figure I.2 : Coupe longitudinale du cœur.

I.4.1 Cycle cardiaque [4].

Le cycle cardiaque complet comprend deux phases : la **systole** (contraction) et la **diastole** (décontraction). Pour cela la **systole** c'est la phase du cycle cardiaque pendant laquelle les fibres du myocarde se contractent entraînant une diminution du volume des oreillettes ou des ventricules et comportant le phénomène d'éjection du sang qu'ils contiennent. La **diastole** c'est la période de relâchement du myocarde pendant laquelle les ventricules ou les oreillettes se remplissent de sang.

Comme la fréquence des battements est en moyenne de 70 à 80 battements par seconde, la durée d'un cycle complet est d'environ 0.8 seconde. Cette durée varie selon le rythme cardiaque : si le rythme est plus élevé, la durée d'un cycle sera un peu plus courte.

I.4.2 Phases du cycle cardiaque.

Le cycle cardiaque (*Figure I.3*) comporte les phases suivantes :

Le myocarde étant dans sa phase de décontraction, la pression sanguine est plus élevée dans les artères que dans le cœur en diastole, de sorte que les valvules sigmoïdes sont fermées; entre-temps les oreillettes se remplissent de sang provenant des veines;

Le sang se trouvant dans les oreillettes ouvre les valvules tricuspide et mitrale et pénètre dans les ventricules (*Figure I.4*).

1. La stimulation produite par le nœud **sino auriculaire** provoque la contraction des oreillettes: de ce fait, les ventricules reçoivent encore plus de sang;
2. La stimulation contractile atteint le **nœud auriculo-ventriculaire**, ce qui provoque la contraction des ventricules: cette systole ferme les valvules tricuspide et mitrale;
3. La pression dans les ventricules devient tellement élevée que les valvules sigmoïdes s'ouvrent: le sang afflue dans les artères.

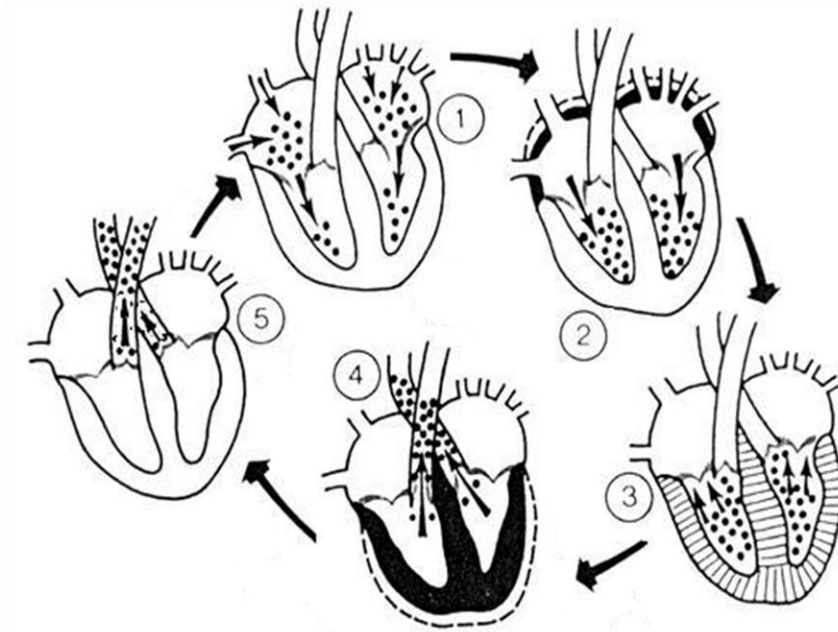


Figure I.3 : Les différentes phases d'un cycle cardiaque.

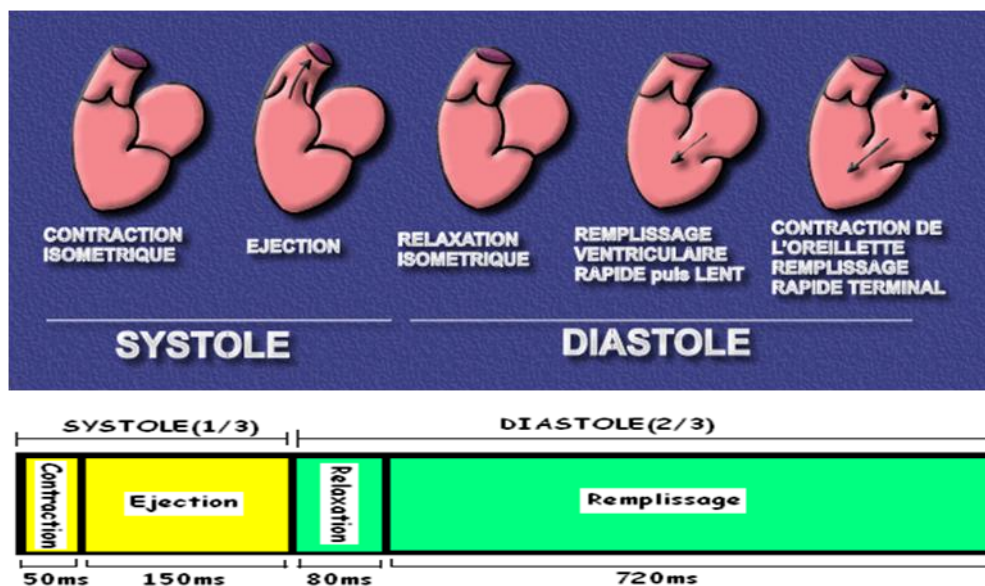


Figure I.4 : Cycle cardiaque comportant les deux phases : Systole et Diastole.

I.5 Phonocardiographie [5]

La phonocardiographie est l'examen qui a pour but d'enregistrer les bruits normaux ou pathologiques du cœur et de les visualiser par un graphique. Elle est prescrite lorsque le médecin a perçu à l'auscultation au stéthoscope des bruits anormaux tels qu'un souffle (dû à un rétrécissement d'une valvule cardiaque ou à une fuite du sang en amont de la valvule) ou encore un éclat ou un dédoublement d'un bruit (dû à la fermeture retardée d'une des valvules).

I.5.1 Techniques.

La phonocardiographie consiste à placer sur la poitrine du patient, à la hauteur du cœur, un petit microphone qui amplifie les sons et les transforme en courant électrique dont les variations sont enregistrées. On peut simultanément pratiquer une électrocardiographie et comparer les résultats pour établir un diagnostic plus précis. D'autres examens apportent des précisions complémentaires.

I.6 Auscultation cardiaque.

L'auscultation est l'une des techniques les plus utiles pour le diagnostic de la maladie du cœur; autrement dit, l'auscultation du cœur s'intéresse principalement à l'écoute des bruits qui se produisent à l'intérieur de l'organisme par l'intermédiaire d'un stéthoscope. Les bruits des battements cardiaques sont principalement causés par la turbulence du sang au moment de la fermeture des valves [6].

I.6.1 Foyers d'auscultation.

La zone d'intensité maximale des bruits du cœur pour chaque valve ne correspond pas à la projection anatomique, mais à la zone dans laquelle la cavité où siègent les valves est la plus proche de la surface du corps et la plus éloignée des autres valves. Cette zone est également proximale par rapport au système valvulaire, si l'on réfère au sens du courant sanguin. Les zones d'audition optimale (*Figure I.5*) sont :

- Pour l'orifice artériel pulmonaire : le deuxième espace intercostal gauche;
- Pour l'orifice aortique : le deuxième espace intercostal droit;
- Pour l'orifice mitral : la région de la pointe du cœur;
- Pour l'orifice tricuspide : la partie inférieure du corps du sternum.

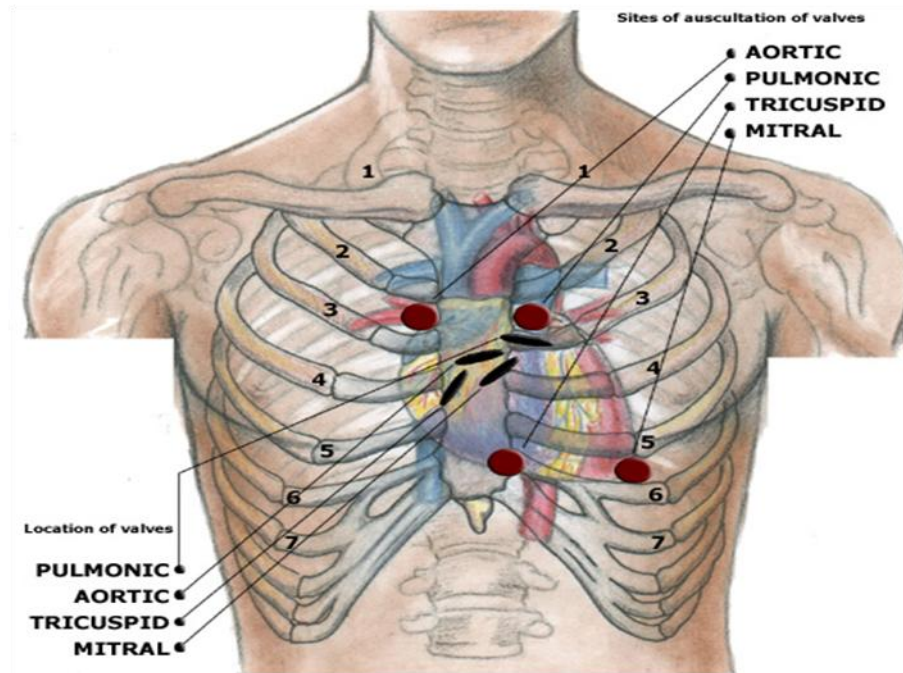


Figure I.5 : Foyers d'auscultation cardiaque.

I.6.2 Les bruits du cœur.

Durant chaque cycle cardiaque, quatre bruits du cœur sont émis; toutefois, dans un cœur normal, seul le premier et le deuxième bruit (B1 et B2) sont clairement audibles au stéthoscope. La Figure I.6 représente les bruits pendant un cycle cardiaque.

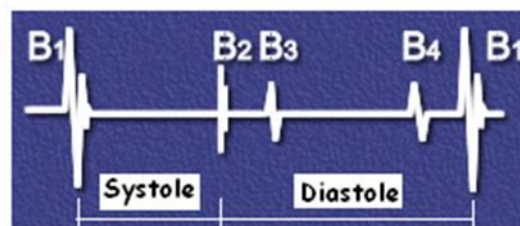


Figure I.6 : Les bruits B1, B2, B3 et B4 pendant un cycle cardiaque.

I.6.2.1 Le premier bruit (B1)

Il correspond à la contraction du myocarde au début de la systole ventriculaire et à la fermeture des valves auriculo-ventriculaires (mitrale tricuspide). Il marque le début de la systole qui est contemporaine du pouls carotidien. [6]

- Il est dû à la fermeture des valves auriculo-ventriculaires
- Il s'entend surtout à la pointe
- Il est assez sourd, grave. [7]

I.6.2.2 Le deuxième bruit (B2)

Situé à la fin de la systole ventriculaire Ce deuxième bruit se dédouble à l'inspiration chez le sujet normal [7].

- Il est du surtout à la fermeture des sigmoïdes aortiques et pulmonaires
- Il s'entend surtout à la base
- Il est plus bref et plus sec que le B1
- Il marque le début de la diastole ventriculaire

Le B1 et le B2 sont séparés par 2 silences :

- Entre B1 et B2 : petit silence correspondant à la systole
- Entre B2 et le B1 suivant : grand silence correspondant à la diastole.

I.6.2.3 Le troisième bruit du cœur (B3)

Il s'enregistre fréquemment chez le sujet jeune. Son foyer d'enregistrement se situe à la pointe du cœur. Le 3ème bruit physiologique disparaît en position debout. Ce bruit est distension brutale du muscle ventriculaire sous l'effet de l'afflux du sang auriculaire.

I.6.2.4 Le quatrième bruit (B4)

Il est exceptionnellement enregistré chez le sujet normal. Il s'enregistre à la pointe du cœur et souvent entre la pointe et le sternum. Ce bruit est la traduction de la contraction des oreillettes.

I.6.3 Le rythme cardiaque

Le rythme cardiaque est normalement régulier à 70-80 pulsations/minute. Il existe souvent chez le sujet jeune une variation du rythme avec la respiration (arythmie respiratoire) qui est physiologique. [7]

I.7 Auscultation pathologique.

I.7.1 bruits surajoutés « diastoliques »

I.7.1.1 Le bruit de galop

Le bruit de galop traduit une insuffisance ventriculaire gauche ou droite, intercalé entre B2 et B1 donne un rythme à 3 temps caractéristique [7] :

- Soit protodiastolique (B3) lors de la phase de remplissage ventriculaire rapide
- Soit télédiastolique (B4) lors de la contraction auriculaire
- Soit mésodiastolique par sommation des deux en cas de tachycardie (galop de sommation).

I.7.1.2 Le claquement d'ouverture de la mitrale

L'ouverture de la valve mitrale est normalement silencieuse. Elle peut donner un bruit sec protodiastolique lorsque les valves sont indurées (rétrécissement mitral).

I.7.2 les souffles

Le "souffle" correspond à un bruit continu, entendu à l'auscultation, traduisant la perception sonore du flux sanguin. Par rapport aux bruits du cœur, on distingue [1]:

- Les souffles systoliques, bruits continus pendant la systole : Ils sont les plus fréquents, situés entre B1 et B2.
- Les souffles diastoliques, bruits perçus pendant la diastole Ils sont toujours organiques, située entre B2 et B1, et Siégeant le long du bord gauche du sternum.
- Les souffles continus, bruits perçus tout le temps.

I.7.3 Le frottement péricardique.

Ce bruit n'est pas un souffle car il n'est pas du à des turbulences sanguines; il se produit en cas d'inflammation du péricarde. Il est perçu entre les bruits normaux, au milieu de la systole et la diastole : forme de « va et vient ». Il est éphémère, plus au moins localisé.

I.8 Caractéristiques temporelles et fréquentielles du signal PCG [8]

I.8.1 Bruit B1

Le bruit B1 s'inscrit en basse fréquence allant de 91 à 179 Hz et dure approximativement 100ms. Il est constitué par deux composantes principales M1 et T1 respectivement les composantes mitrale et tricuspide telle que la composante mitrale M1 précède la composante tricuspide T1 .Le délai temporel séparant M1 et T1, ne peut dépasser 30 ms pour un sujet sain.

I.8.2 Bruit B2

Le bruit B2 s'inscrit en fréquence plus grande, allant de 145 à 200 Hz, il dure environ 70 à 100 ms. Il est constitué par deux composantes principales A2 et P2 respectivement les composantes aortiques et pulmonaire .La durée entre A2 et P2 dans les conditions normales est inférieur à 30 ms pour un sujet sain. Cette durée est très importante pour les spécialistes pour le dépistage de certaines pathologies cardiaques lorsqu'elle est supérieure à 30 ms. Chacune des deux composantes A2 et P2 dure environs 50 ms.

I.8.3 Bruit B3

Le bruit B3 s'inscrit en basse fréquence (< 80 Hz) et dure de 60 à 80 ms. Il correspond à la fin du remplissage rapide du ventricule. Généralement ce bruit n'apparaît pas sur le tracé phono cardiographique, il est d'une importance clinique très limitée.

I.8.4 Bruit B4

Ce bruit s'inscrit en basse fréquence (≈ 80 Hz), il est inaudible, sa durée équivalente correspond à celle de B3.

I.8.5 Les souffles

Les souffles (systoliques situé entre B1 et B2 ou diastoliques entre B2 et B2) durent un temps assez important comparé à celui de B1 et B2 et occupent une bande de fréquence ne dépassant les 1000 Hz. A titre d'exemple les souffles des rétrécissements mitraux et aortiques et de l'insuffisance aortique occupent respectivement les gammes (50-250 Hz), (100-300 Hz), (150 -220 Hz).

I.9 Conclusion.

Le signal PhonoCardioGramme reflète l'état du cœur du patient examiné, c'est un moyen d'aide au diagnostic médical. Le signal PCG confirme, et surtout, affine les données de l'auscultation et apporte des renseignements complémentaires des activités sonores quant à la chronologie des signes pathologiques dans la révolution cardiaque, en les situant par rapport aux bruits normaux du cœur.

CHAPITRE II

Le microcontrôleur

16F877A

II.1 Introduction

Un microcontrôleur embarque à son intérieur un microprocesseur qui exécute un programme logé dans la mémoire intégré au circuit et commande son environnement à travers des ports (PIC 16F84 microcontrôleur de base). Il peut contenir des convertisseurs Analogique/Numérique (le cas de notre microcontrôleur 16F877A) ce qui permet de contrôler de mieux les systèmes analogiques ainsi que des modules de commande des moteurs (PWM,...).

Dans notre le besoin de la conversion Analogique/Numérique et la gestion de la communication série rendent l'utilisation du fameux PIC 16F84 seul invalide. Ce qui nous a motivé d'utiliser un PIC plus puissant ce qui est le cas du PIC 16F877A de la maison MICROCHIP.

II.2 Description

II.2.1 Les PICs de Microchip

Les PICs sont des microcontrôleurs a architecture RISC (Réduc Instructions Construction Set), ou encore composant a jeu d'instructions réduit. L'avantage est que plus on réduit le nombre d'instructions, plus leur décodage sera rapide ce qui augmente la vitesse de fonctionnement du microcontrôleur.

La famille des PICs est subdivisée en 3 grandes familles : La famille **Base-Line**, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits, la famille **Mid-Range**, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie la 16F84 et 16F876), et la famille **High-End**, qui utilise des mots de 16 bits.

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

Nous nous limiterons dans ce document a la famille Mid-Range et particulièrement au PIC 16F876/877, sachant que si on a tout assimilé, on pourra facilement passer a une autre famille, et même a un autre microcontrôleur. [9]

PIC	FLASH	RAM	EEPROM	I/O	A/D	Port //	Port Série
16F870	2K	128	64	22	5	NON	USART
16F871	2K	128	64	33	8	PSP	USART
16F872	2K	128	64	22	5	NON	MSSP
16F873	4K	192	128	22	5	NON	USART/MSSP
16F874	4K	192	128	33	8	PSP	USART/MSSP
16F876	8K	368	256	22	5	NON	USART/MSSP
16F877	8K	368	256	33	8	PSP	USART/MSSP

Tableau II.1 : Différents circuit de la famille 16F87X.

II.2.2 Architecture

Les PICs les plus répandus, dits "8 bits", sont bâtis autour d'un processeur 8 bits, c'est-à-dire que les registres et le bus de données internes ont un format de 8 bits. Ils ont une architecture Harvard et possèdent donc un bus "programme" distinct du bus de données ce qui leur permet d'accéder et manipuler une donnée et simultanément aller lire l'instruction suivante. Ce parallélisme est possible grâce à un pipeline à 2 niveaux (voir section III-5 "déroulement d'une instruction").

Le processeur est de type RISC (Reduced Instruction Set Computer) et ne possède donc que peu d'instructions (35 pour les 2 PICs que nous utiliserons). Cette caractéristique permet de les coder dans un seul emplacement mémoire pour chaque instruction, ce qui permet un accès et un décodage plus rapide. Une instruction s'exécute ainsi en 1 cycle d'horloge soit 4 périodes de celle-ci. Les PICs permettent ainsi une cadence de plusieurs MIPS (Million Instructions Per Second), jusqu'à 5 MIPS pour la série PIC16 que nous utiliserons.

La contrepartie de ce gain de rapidité se situe au niveau de la simplicité des instructions qui nécessite d'en associer souvent plusieurs pour réaliser une opération même basique. Un autre inconvénient concerne l'accès aux registres plus complexe puisqu'on ne code qu'une partie de leur adresse dans le champ de l'instruction afin de limiter la taille des emplacements de la mémoire programme, l'autre partie définissant une page mémoire ("banque") sélectionnée au moyen d'un registre spécifique.

II.2.3 Différentes familles

Les PICs sont aujourd'hui découpés en 4 séries (PIC10, PIC12, PIC16 et PIC18) classées par "puissance" en termes de ressources internes, d'entrées/sorties et, ce qui est étroitement lié, en capacité de mémoire programme d'autant plus étendue qu'il y aura de ressources à contrôler. Certains PICs ont aujourd'hui disparu (PIC14, PIC16C5 en voie d'obsolescence...) et il faut être conscient que les PICs sont en constante évolution avec une pérennité donc réduite, mais les références supprimées du catalogue sont en général remplacées par de nouvelles généralement compatibles et plus performantes. Il est bien clair que les PICs sont avant tout destinés aux produits grands publics à faible durée de vie plutôt qu'aux applications militaires... [10]

II.3 Présentation du PIC16F877A

Le PIC 16F877A est un circuit intégré de type CMOS de la maison MICROCHIP. Ce microcontrôleur est commercialisé sous un boîtier un DIL (Dual In Line) de 2x20 pattes. Le PIC 16F877A est caractérisé par :

- Tension d'alimentation 2,0-5,5 V,
- Mode veille d'économie d'énergie,
- 368 octets de mémoire RAM,
- Convertisseur A / N :
- 14-canaux,
- Résolution de 10 bits,
- 3 Timers / compteurs indépendants,
- Commande PWM de direction de sortie,
- Amélioration du module USART,
- Supporte RS-485, RS-232,
- 35 broches entrée / sortie.

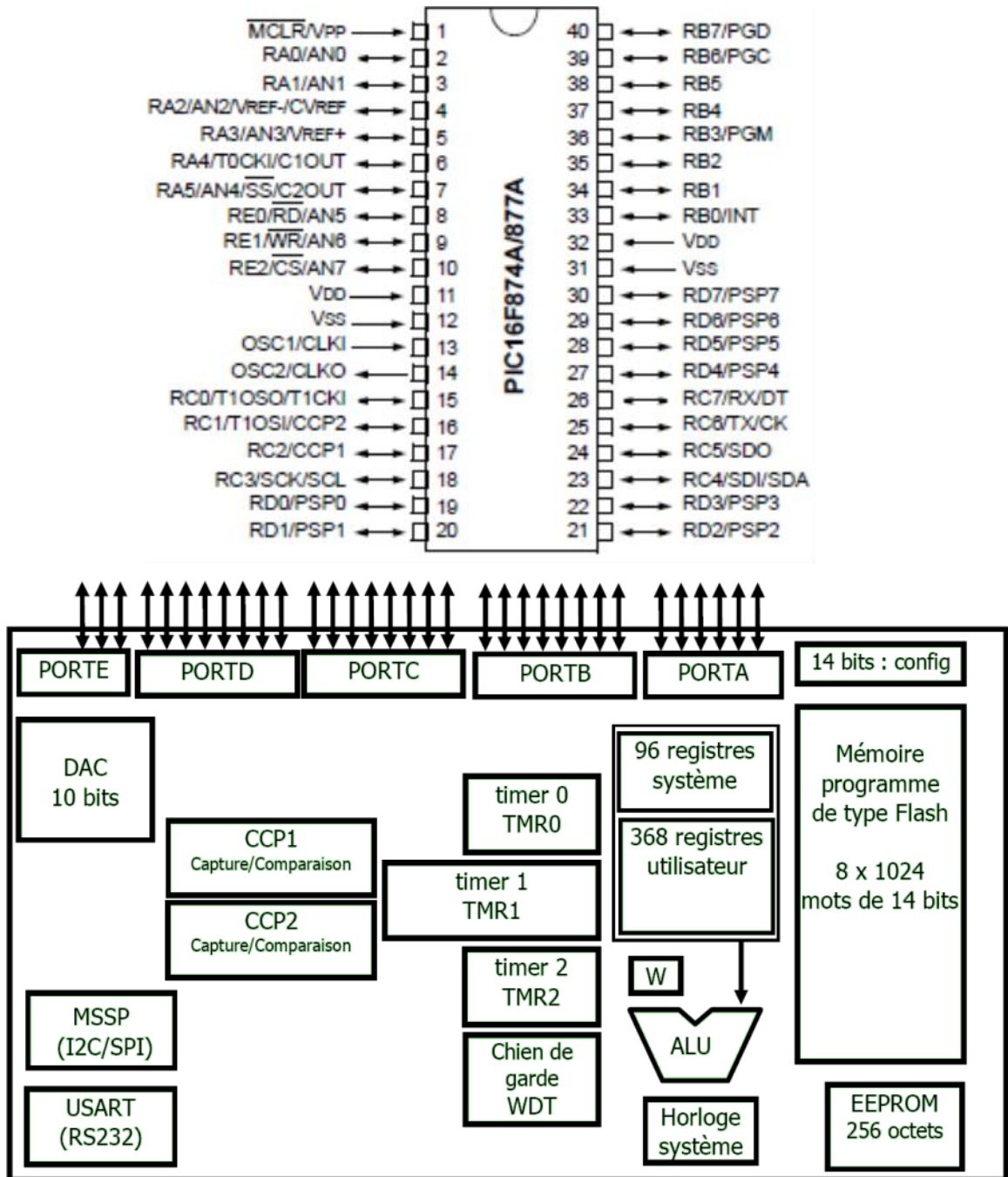


Figure II.1 Brochage et architecture interne du PIC16F877A.

II.3.1. Synoptique complet

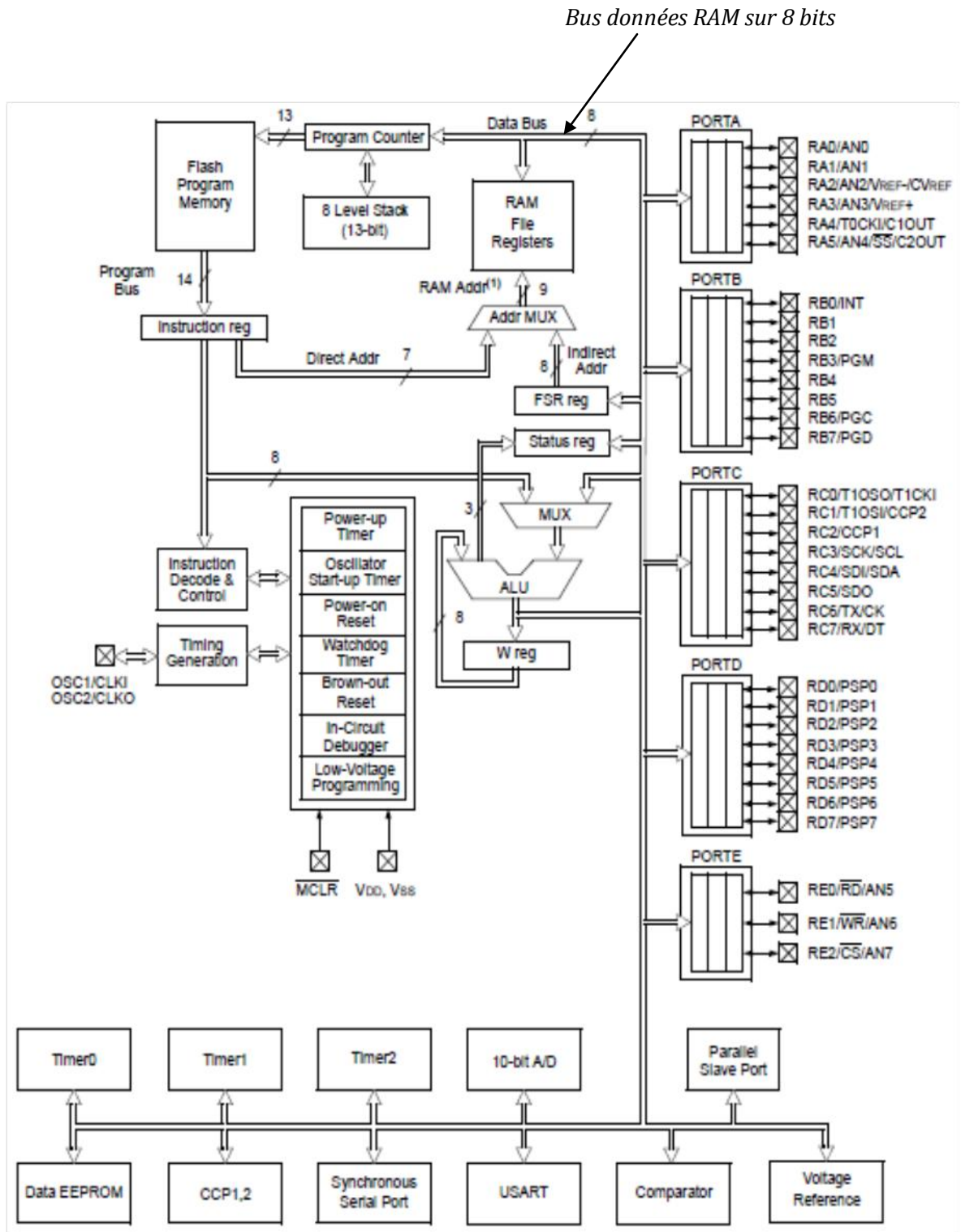


Figure II 2 : Synoptique complet du PIC 16F877A.

II.3. 2. Synoptique simplifié

Le CPU exécute les instructions du programme (codées sur 14 bits), traite et produit des opérations sur des informations numériques. La mémoire vive (RAM) de 368 octets est utilisée pour le stockage temporaire des données et résultats.

La mémoire morte (EEPROM) de 256 octets permet de conserver des données très utiles de manière semi-permanente.

La mémoire FLASH de 8k x 14bits permet de stocker le programme (les instructions).

L'horloge génère le signal qui cadence l'exécution des instructions.

Les ports (A – E) bidirectionnels permettent de communiquer avec l'extérieur ; les lignes de chaque port peuvent être programmées en entrée ou en sortie.

Les timers (3), modules programmables dont les fonctions sont :

- astable (signaux périodiques)
- monostable (impulsion)
- compteur
- signaux PWM (commande de moteurs à courant continu)

Le CAN convertisseur analogique / numérique 10 bits – 8 entrées disponibles de 0 à 5V ; les résultats des conversions sont stockés dans des registres internes.

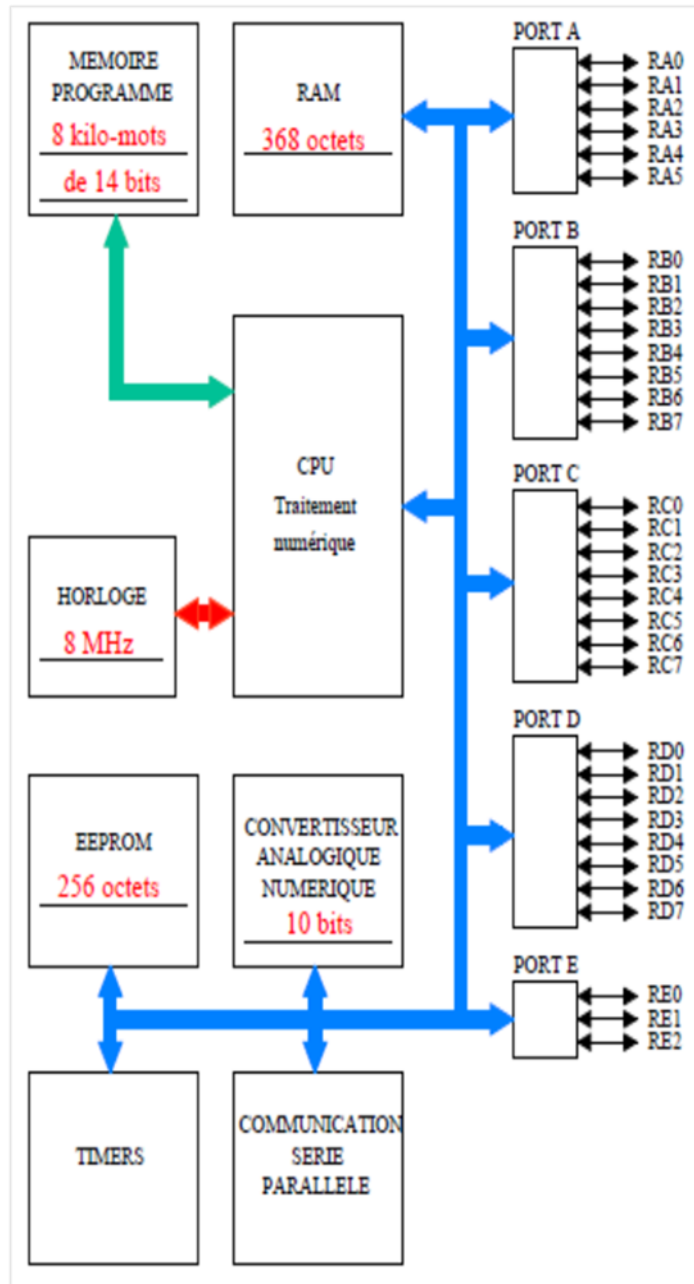


Figure II 3. Synoptique simplifié du PIC 16F877A.

II.3.2 Les éléments de base du PIC 16F877

II.3.2.1 L'Horloge

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

Avec l'oscillateur à Quartz, on peut avoir des fréquences allant jusqu'à 20 MHz selon le type de microcontrôleur. Le filtre passe bas (R_s , C_1 , C_2) limite les harmoniques dus à l'écrêtage et réduit l'amplitude de l'oscillation, il n'est pas obligatoire.

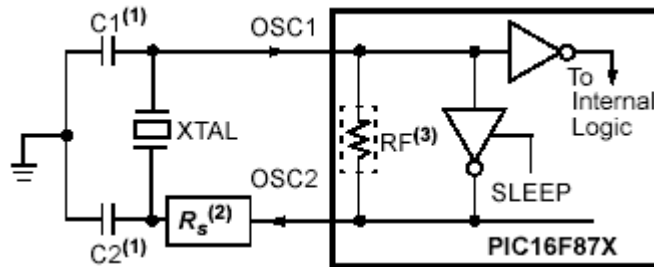


Figure II.4 : l'oscillateur à Quartz pour une horloge interne.

Avec un oscillateur RC, la fréquence de l'oscillation est fixée par V_{dd} , R_{ext} et C_{ext} . Elle peut varier légèrement d'un circuit à l'autre.

Dans certains cas, une horloge externe au microcontrôleur peut être utilisée pour synchroniser le PIC sur un processus particulier.

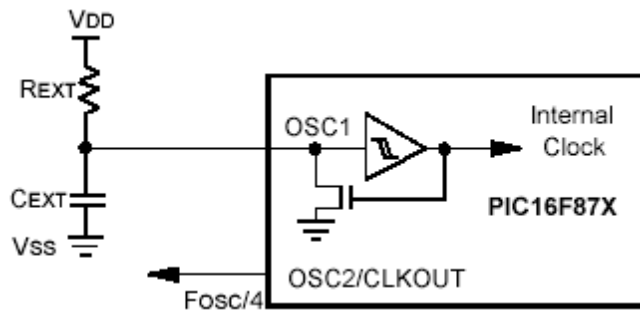


Figure II.5 : l'oscillateur à Quartz pour une horloge externe.

Quel que soit l'oscillateur utilisé, l'horloge système dite aussi horloge instruction est obtenue en divisant la fréquence par 4. Dans la suite de ce document on utilisera le terme $F_{osc}/4$ pour désigner l'horloge système.

Avec un quartz de 4 MHz, on obtient une horloge instruction de 1 MHz, soit le temps pour Exécuter une instruction de $1\mu s$.

II.3.2.2 L'ALU et l'accumulateur W

L'ALU est une Unité Arithmétique et logique 8 Bits qui réalise les opérations arithmétiques et logique de base. L'accumulateur W est un registre de travail 8 bits, toutes les opérations à deux opérandes passe par lui. On peut avoir :

-Une instruction sur un seul opérande qui est en général un registre situe dans la RAM.

-Une instruction sur 2 opérandes. Dans ce cas, l'un des deux opérandes est toujours l'accumulateur W, l'autre peut être soit un registre soit une constante.

Pour les instructions dont un des opérandes est un registre, le résultat peut être récupère soit dans l'accumulateur, soit dans le registre lui-même.

II.3.2.3 Organisation de la mémoire RAM

L'espace mémoire RAM adressable est de 512 positions de 1 octet chacune :

- 96 positions sont réservées au SFR (SpecialFunctionRegisters) qui sont les registres de configuration du PIC.
- Les 416 positions restantes constituent les registres GPR (General Propose Registres) ou RAM utilisateur. Sur le 16F876 et 16F877, 3 blocs de 16 octets chacun ne sont pas implantes physiquement d'ou une capacité de RAM utilisateur de 368 GPR.

Pour accéder a la RAM, on dispose de deux modes d'adressage :

II.3.2.4. Accès à la RAM par adressage DIRECT

Avec ce mode d'adressage, on précise dans l'instruction la valeur de l'adresse a laquelle on

Veut accéder. Par exemple, pour copier le contenu de l'accumulateur W dans la case mémoire d'adresse 50, on utilise l'instruction MOVWF 50.

Cette instruction sera codée sur 14 bits, la partie adresse est codée sur 7 bits ce qui va poser quelques petits problèmes. En effet, 7 bits permettent d'adresser seulement 128 positions. Pour pouvoir adresser les 512 positions accessibles, il faut 9 bits d'adresse. Pour avoir ces 9 bits, le PIC complète les 7 bits venant de l'instruction par deux bits situes dans le registre de configuration STATUS. Ces bits sont appelés RP0 et RP1 et doivent être

positionnes correctement avant toute instruction qui accède a la RAM par l'adressage direct.

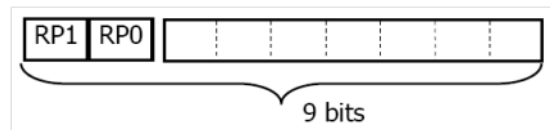


Figure II.6 : Accès à la RAM par adressage DIRECT

La RAM apparait alors organisée en 4 Banks de 128 octets chacun. L'adresse instruction permet d'adresser a l'intérieur d'un Bank alors que les bits RP0 et RP1 du registre STATUS permettent de choisir un Bank. La Figure V.5 montre l'organisation de la RAM avec les zones allouée au SFR et aux GPR. Les zones hachurées ne sont pas implantées physiquement. Si on essaye d'y accéder, on est aiguille automatiquement vers la zone [70h,7Fh] appelée zone commune.

Même si on précise une adresse supérieure a 127 (+ de 7 bits) dans une instruction, elle est Tronquée a 7 bits puis complétée par les bits RP0 et RP1 pour former une adresse 9 bis. Par exemple, pour copier l'accumulateur W dans la case mémoire d'adresse 1EFh, il faut d'abord placer les bits RP0 et RP1 a 1 (Bank 3), ensuite on utilise soit l'instruction MOVWF 6Fh soit l'instruction

II.3.2.5 Les ports Entrée/Sortie

L'une des caractéristiques les plus importantes du microcontrôleur est un nombre de broches Entrée/Sortie utilisés pour la connexion avec les périphériques extérieurs. Le PIC 16F877A dispose de 35 broches configurable individuellement en Entrées ou Sorties, ce qui est tout à fait suffisant pour la plupart des applications.

Ces E/S sont regroupés en cinq ports dits désignées par A, B, C, D et E. Pour des raisons pratiques, de nombreuses broches E/S ont deux ou trois fonctions. Si une broche est utilisée comme une autre fonction, il ne peut être utilisé que dans un but d'entrée/sortie générale broche.

Chaque port a son directeur, c'est à dire le registre correspondant TRIS: TRISA, TRISB, etc TRISC qui détermine l'état (entrée ou sortie), mais pas le contenu des bits de port.

En désactivant certains bits du registre TRIS (bit = 0), la broche de port correspondant est configurée comme sortie. De même, en définissant un certain bit du registre TRIS (bit = 1), le pin du port correspondant est configuré en tant qu'entrée. Cette règle est facile à retenir 0 = Output, 1 = Input.

- Le PORT A à 6 pins,
- Le PORT B à 8 pins,
- Le PORT C à 6 pins,
- Le PORT D à 8 pins,
- Le PORT E à 3 pins.

II.3.2.6 Conversion Analogique/Numérique

Dans notre cas, nous avons utilisé le convertisseur du PIC pour convertir le signal analogique du capteur en un signal numérique. Nous détaillant dans ce qui suit la procédure de la conversion A/N

Le convertisseur du PIC est composé de :

- Un multiplexeur analogique 5 voies. Ces voies analogiques se trouve aux broches du PORTA.
- Un échantillonneur bloqueur.
- Un Convertisseur Analogique Numérique (CAN) de 10 bits.

II.3.2.7 Les registres et bits associés au module CAN

Il y a 4 registres associés au module CAN du 16F877A :

- a) ADRESH (1EH Banc 1). le registre de résultat “Haut”.
- b) ADRESL (9EH Banc 2): le registre de résultat “Bas”.
- c) ADCON0 : premier registre de contrôle du module CAN.
- d) ADCON1 : seconde registre de contrôle du module CAN.

II.3.2.8 Les registres ADRESL et ADRESH

Le convertisseur du PIC16F877A donne un résultat sur 10 bits sauvegarde dans 2 registres. **ADRESL** et **ADRESH**. Ces deux registres ensemble contiennent 16 bits, et que nous n’en utilisons que 10, « Microchip » a laissé le choix sur la façon dont est sauvegardé le résultat. On peut soit justifier le résultat à gauche, soit à droite.

Il est possible de définir la justification du résultat au sein de ces 2 octets à l’aide d’un bit **ADFM** du registre **ADCON1** suivant le tableau ci-dessous :

Tableau (II.2) : Justification du résultat de conversion.

ADFM	ADRESH								ADRESL							
	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	0	0	X ₁₀	X ₉	X	X	X	X	X	X	X	X ₀
0	X ₀	X	X	X	X	X	X	X	X ₉	X ₁₀	0	0	0	0	0	0

La justification à droite sera principalement utilisée lorsque on a besoin de l’intégralité des 10 bits de résultat tandis que la justification à gauche est très pratique lorsque 8 bits suffisent. Dans ce cas, les 2 bits de poids faibles se trouvent isolés dans ADRESL, il suffit donc de ne pas en tenir compte comme ans notre cas.

II.3.2.9 Le registre ADCON1

Ce registre permet de déterminer le rôle de chacune des pins AN0 à AN4. Il permet donc de choisir si un pin sera utilisé comme entrée analogique, comme entrée/sortie standard (numérique), ou comme tension de référence. Il permet également de décider de la justification du résultat.

Tableau (II.3) : Configuration des convertisseurs A/N

PCFG Bit3 à Bit0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	V _{ref+}	V _{ref-}	A/D/R ^(*)
0000	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	8/0/0
0001	A	V _{ref+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	7/0/1
0010	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	5/3/0
0011	A	V _{ref+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	4/3/1
0100	D	A	D	A	A	V _{DD}	V _{SS}	3/5/0
0101	D	V _{ref+}	D	A	A	RA3	V _{SS}	2/5/1
0110	D	D	D	D	D	V _{DD}	V _{SS}	0/8/0
0111	D	D	D	D	D	V _{DD}	V _{SS}	0/8/0
1000	A	V _{ref+}	V _{ref-}	A	A	RA3	RA2	6/0/2
1001	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	6/2/0
1010	A	V _{ref+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	5/2/1
1011	A	V _{ref+}	V _{ref-}	A	A	RA3	RA2	4/2/2
1100	A	V _{ref+}	V _{ref-}	A	A	RA3	RA2	3/3/2
1101	D	V _{ref+}	V _{ref-}	A	A	RA3	RA2	2/4/2
1110	D	D	D	D	A	V _{DD}	V _{SS}	1/7/0
1111	D	V _{ref+}	V _{ref-}	D	A	RA3	RA2	1/5/2

(*) : A: le nombre des entrées analogiques
D: le nombre des entrées/sorties numériques,
R: le nombre d'application des tensions de référence.

II.3.2.10 Le registre ADCON0

Ce registre est le dernier utilisé par le convertisseur analogique/numérique. Il contient les bits à manipuler lors de la conversion.

Bit 7						Bit 0	
ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	-	ADON

Bit 7-6: **ADCS1:ADCS0**: (A/D Conversion Clock Select bits).

00 = F_{OSC}/2, pour fréquence maximale 1,250 MHz.

01 = F_{OSC}/8, pour fréquence maximale 5,000 MHz.

10 = F_{OSC}/32, pour fréquence maximale 20,000 MHz.

11 = Osc RC, Si > 1MHz, uniquement en mode « sleep ».

(Sleep : mise en sommeil de l'horloge principale).

Afin de déterminer l'horloge du convertisseur en fonction de la fréquence du quartz utilisé (F_{osc}) les bits **ADCSx** peuvent être utilisés pour choisir le diviseur.

Bit 5-3: **CHS2:CHS0**: (AnalogChannel Select bits).

000 = canal analogique 0, (RA0/AN0).

001 = canal analogique 1, (RA1/AN1).

010 = canal analogique 2, (RA2/AN2).

011 = canal analogique 3, (RA3/AN3).

100 = canal analogique 4, (RA5/AN4).

A partir des ces Bits on peut sélectionner les canaux utilisés comme des entrées analogiques.

Bit 2: **GO/DONE**: (A/D Conversion Status bit, DONE: fait la conversion).

1 = Conversion A/N en marche (ce Bit fait commencer la conversion A/N)

0 = Conversion A/N non en marche (ce Bit automatiquement délégué par le matériel quand la conversion A/N est complète).

Note : Ce Bit est très importante pour le démarrage de conversion A/N.

Bit 1 : Inutilisés, lu comme « 0 ».

Bit 0 : **ADON** : (A/D On bit).

1 = Le module convertisseur A/N est active.

0 = Le module convertisseur A/N non active.

L'interruption <<fin de conversion>> associée au module CAN

II.3.2.11 Le Registre PIR1

Bit 7							Bit 0
SPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF

Le bit le plus utilisé pour la conversion est le bit 6 **ADIF** (Analog to Digital interrupt Flag), ce bit change son état pour indiquer la fin de conversion.

II.3.3 Module Transmission série :

Le PIC16F877A est doté de la fonction UART (*UniversalAsynchronousReceiverTransmitter*), qui permet de transférer des trames de

données par liaison série (*bit par bit*), pour communiquer avec un PC ou un autre microcontrôleur.

Le PIC16F877A intègre trois ports de communications :

- un port synchrone série « SSP » avec les protocoles « SPI » et « I2C » ;
- un port de communication parallèle « PSP » 8 bits ;
- un port asynchrone série universel « USART ».

II.3.3.1 Principe de fonctionnement

Le module « USART » (UniversalSynchronousAsynchronousReceiverTransmitter) utilise les Entrées/sorties « **RC6/TX** » et « **RC7/RX** » pour communiquer ;

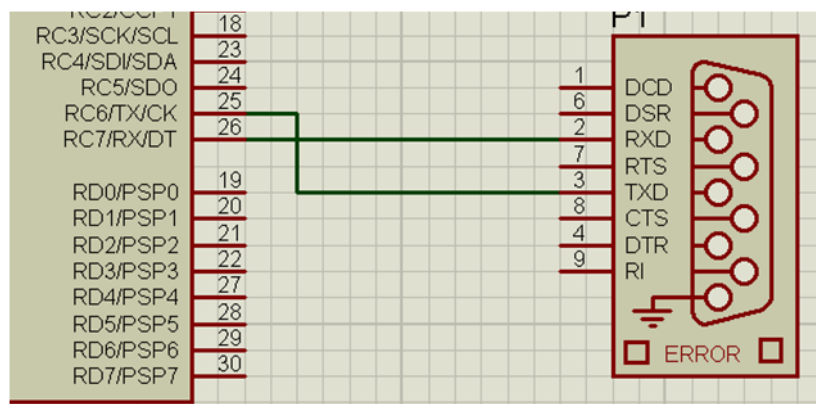


Figure II.8 : Connexion du PIC16F877A en communication série RS232.

II.4. Conclusion

L'utilisation d'un microcontrôleur dans un système le rend très puissant. Le cœur de notre carte d'acquisition est un microcontrôleur PIC16F877A. Ce dernier a été détaillé pour bien comprendre ses fonctionnalités. Le chapitre suivant sera consacré à l'aspect pratique du microcontrôleur ainsi qu'à sa programmation.

CHAPITRE III

Simulation et réalisation de carte d'acquisition.

III.1 Introduction

Dans le but de réaliser notre carte, nous avons utilisé un ensemble de logiciels pour nous aider. Cet ensemble contient les logiciels et les programmes suivants :

1. *PROTEUS* : Simulation de circuits.
2. *mokroC for PIC* : Ecriture des programmes en C.
3. Logiciel de programmation du PIC.
4. *Hyper Terminal* : Lecture et écriture des sur le port série. (à téléchargé dans les versions de WINDOWS supérieurs de WIDOWS XP).
5. *Putty.exe* : Lecture des sur le port série.
6. VSPE (Virtual Serial Ports Emulators) : Emulateur de port série pour créés virtuellement des ports séries et faire connections entre ces port
7. Matlab : pour la lecture du port série et la sauvegarde des données.

III.2 PROTEUS

Le logiciel *PROTEUS* est un outil convivial facile à apprendre. Il permet de simuler le fonctionnement des circuits électroniques comme s'ils étaient réalisés. Il reconnaît et simule beaucoup de composants électroniques simples (résistances, capacités, transistors, circuits intégrés...) et programmables (microcontrôleur PIC, Atmel, Afficheurs, Clavier...), électriques (relais, moteurs,...) et les systèmes définies par leurs fonctions de transfert. Il a aussi des instruments de mesures tels que le Voltmètre, l'Ampèremètre, Oscilloscopes, Terminal virtuel...

III.3 Conception de la carte d'acquisition

Le schéma synoptique de notre projet est donné sur la Figure III.1. Il est composé de plusieurs blocs.

1. Capteur du signal
2. Amplification
3. Filtrage
4. Conversion Analogique/Numérique.
5. Transmission série.
6. Sauvegarde et affichage.

Pour la réalisation de schéma, nous avons commencé par faire une simulation de notre travail sur *PROTEUS* avant de débiter la réalisation.

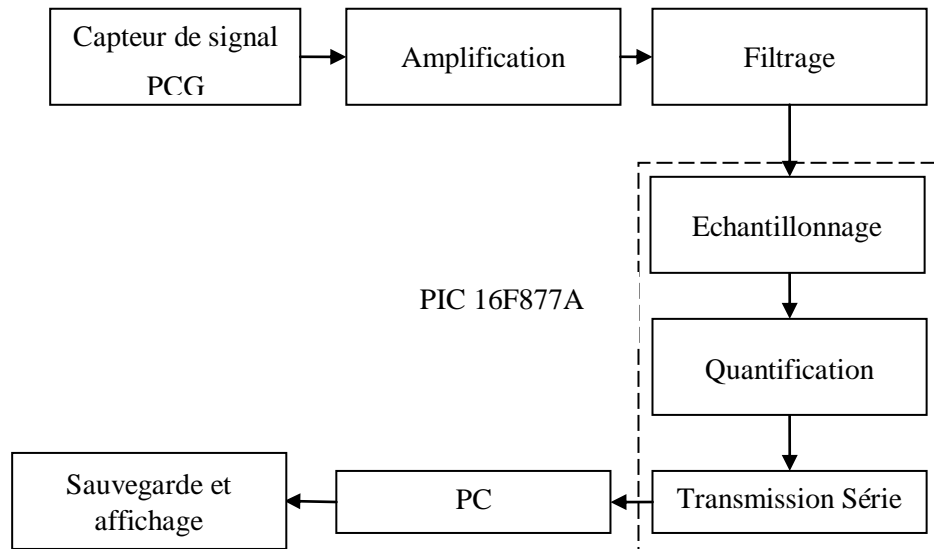


Figure III.1 : Schéma synoptique de notre travail.

La Figure III.2 représente le schéma de simulation de notre réalisation.

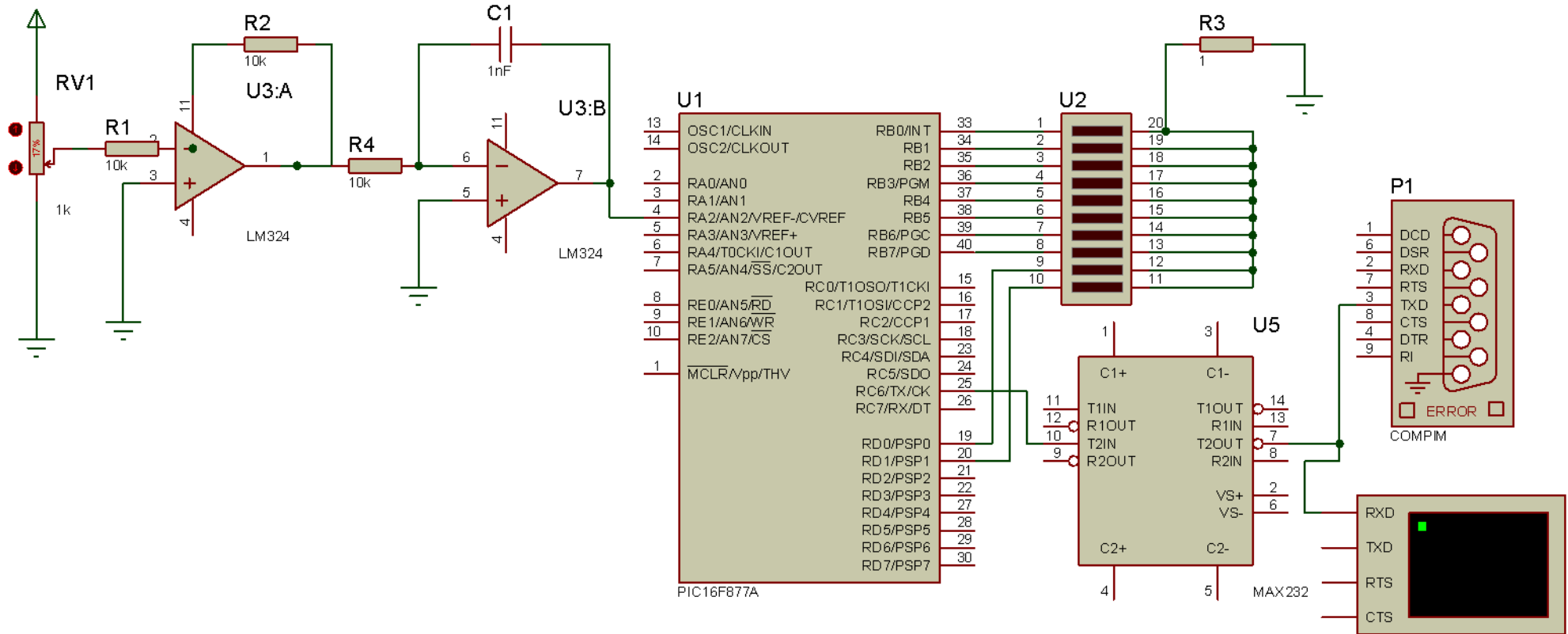


Figure III.2 : Schéma de simulation en PROTEUS.

III.3.1 Acquisition du signal ECG

Le système d'acquisition est constitué de différents étages ayant pour but de convertir les signaux en données numérique pouvant être transmises via le port série.

III.3.1.1 Capteur :

La fonction du capteur consiste à convertir un signal quelconque en un signal électrique. Notre capteur est microphone + un stéthoscope pour améliorer la qualité du signal PCG.

Dans le schéma de simulation, nous avons remplacé le microphone par une résistance variable qui génère une tension de même ordre. (Figure III.3).

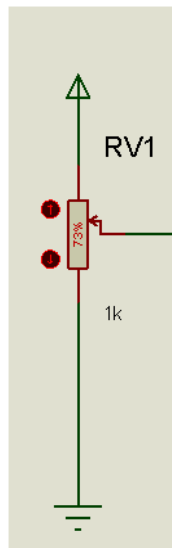


Figure III.3 :Le Capteur.

III.3.1.2 Amplification

Le signal issu du microphone étant de faible amplitude, un amplificateur est nécessaire afin de le rendre exploitable par le microcontrôleur.

Dans ce cadre notre choix s'est porté sur le circuit LM324 vue sa disponibilité au niveau du labo.

L'amplitude du signal à la sortie du capteur est de l'ordre du milli volts dans ce cas la le gain de notre amplificateur doit d'être de l'ordre de 1000.

La Figure III.4 montre le bloc de l'amplification utilisé.

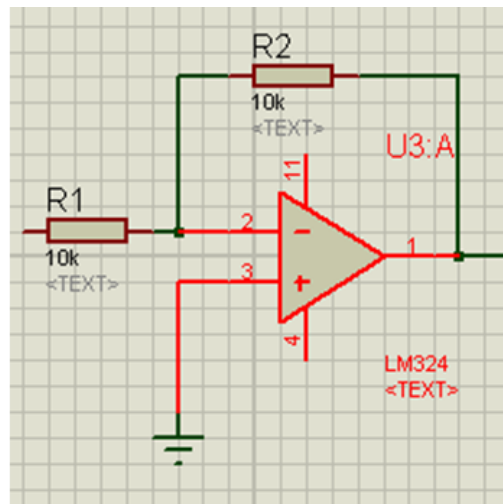


Figure III.4 : Le bloc de l'amplification.

III.3.3 Filtrage

Le signal issu du capteur est entaché de bruit de mesure. Pour remédier à ce problème, nous avons utilisé un filtre passe bas. Ce filtre permet d'éliminer les bruits de haute fréquence et garder le signal utile.

Le filtre utilisé dans notre travail est donné par la Figure III.5.

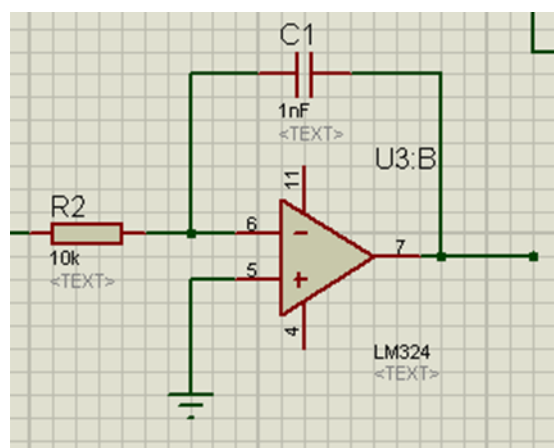


Figure III.5 : Le bloc de filtrage.

III.3.2 Conversion Analogique/Numérique.

Cette étape qui consiste en l'échantillonnage et la quantification du signal et qui est assurée généralement par un convertisseur analogique numérique.

III.3.2.1 Echantillonnage

L'échantillonnage permet de passer d'un signal à temps continu en une suite discrète de valeurs mesurées à intervalles réguliers. La durée entre deux échantillons successifs et appelée période d'échantillonnage que l'on note «Te».

III.3.2.2 Quantification

L'étape de la quantification permet de coder l'amplitude mesurée du signal codée sur 'N' bits, donc en 2^N valeurs distinctes.

Par exemple : si on a : $N=8$ bits et $V_{ref} = 0$ à $5V$ donc :

0V sera codée **0000 0000**

5V sera codée **1111 1111**

2.5V sera codée **1000 0000** et ainsi de suite

La conversion analogique numérique est assurée complètement par microcontrôleur le PIC 16F877A. Ce dernier contient des entrées analogiques numériques (PortA et PortE) adaptées au signal analogique tel que le PCG.

III.3.3 Microcontrôleur PIC 16F877A

III.3.3.1 Alimentation

L'alimentation du PIC est assurée par un régulateur LM7805. Comme tout PIC, le 16F877A a des broches d'alimentation : 2 pour le 0V (V_{SS} : pin 12 et 31) et 2 pour le +5V (V_{DD} pin 11 et 31).

III.3.3.2 Le circuit d'horloge

Un signal d'horloge est nécessaire pour piloter le circuit de contrôle et de séquençement du microcontrôleur. Nous avons choisi un quartz de 20 MHz pour lequel nous obtenons un (1) million d'instruction par seconde. Le quartz est branché sur les broches OSC1 et OSC2, tel que illustré par la Figure III.6.

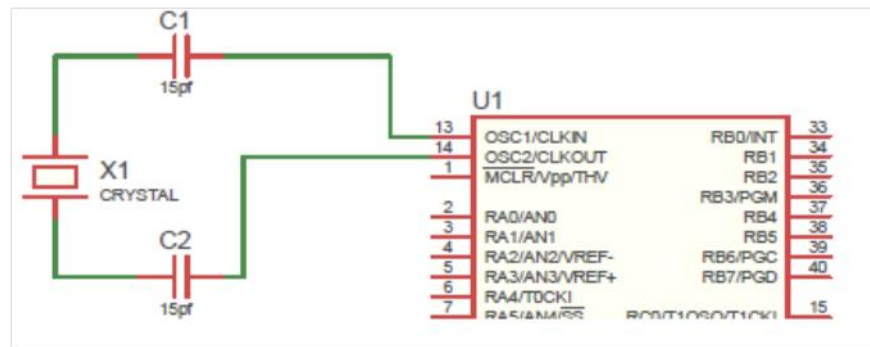


Figure III.6 : Circuit d'horloge.

III.3.3.3 La liaison série USART

Le microcontrôleur PIC 16F877A contient un module dit USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*), ce module permet d'envoyer et de recevoir des données en mode série, soit de façon synchrone ou asynchrone. Nous avons utilisé le mode asynchrone UART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*).

La bibliothèque de Software UART

Le mikroC PRO for PIC fournit des fonctions pour l'implémentation de communication UART. Ces fonctions permettent une communication simple avec les périphériques via un protocole RS232.

Note : La bibliothèque de Software UART nécessite que les interruptions désactivées.

La bibliothèque de Software UART contient les fonctions suivantes :

- Soft_UART_Init
- Soft_UART_Read
- Soft_UART_Write
- Soft_UART_Break

La fonction Soft_UART_Init :

Elle permet l'initialisation du module de communication selon les besoins de l'utilisateur :

Prototype	<code>char Soft_UART_Init(char *port, char rx_pin, char tx_pin, unsigned long baud_rate, char inverted);</code>
Valeur de retour	<ul style="list-style-type: none"> • 2 - error, le baud rate est très faible. • 1 - error, le baud rate est trop grand. • 0 - Initialisation correcte.
Description	<p>Configure et initialise le module UART software.</p> <p>Paramètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • port: Le port utilisé. • rx_pin: met le pin rx_pin utilisé. • tx_pin: met le pin tx_pin utilisé • baud_rate: Le Baud Rate. • inverted: Si oui (1) Inverse la sortie si non(0) la sortie n'est pas inversée.
Paramètres Requis	Rien .

Exemple :

```
error = Soft_UART_Init(&PORTC, 7, 6, 9600, 0);
```

Initialiser la communication UART avec une vitesse de 9600 bits/s au PORTC au pin 7 en entrée et pin 6 en sortie sans inversion.

Note importante :

Si à la sortie on utilise le circuit MAX232 qui sa les inversées. On doit inverser la sortie :

```
error = Soft_UART_Init(&PORTC, 7, 6, 14400, 1);
```

La fonction Soft_UART_Write

Prototype	<code>void Soft_UART_Write(char udata);</code>
Valeur de retour	Rien.
Description	<p>Cette fonction envoie un octet via le bus Software UART.</p> <p>Paramètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • udata: La donnée à envoyer.
Paramètres Requis	Software UART doit être initialiser avant l'utilisation de cette fonction.

Exemple : (Figure III.7, III.8 et III.9)

Envoie du message : "Houili Abdel Aziz encadré par Mr: A.Messaoudi Biskra 2014".

```

char Octet_envoyee, Message[] = "Houili Abdel Aziz encadré par
                                Mr : A.Messaoudi Biskra 2014";
// Ecrit un octet via le Soft UART
for (i=0 ;i<60 ;i++)
{
    Octet_envoyee = Message[i] ;
    Soft_UART_Write(Octet_envoyee);
}

```

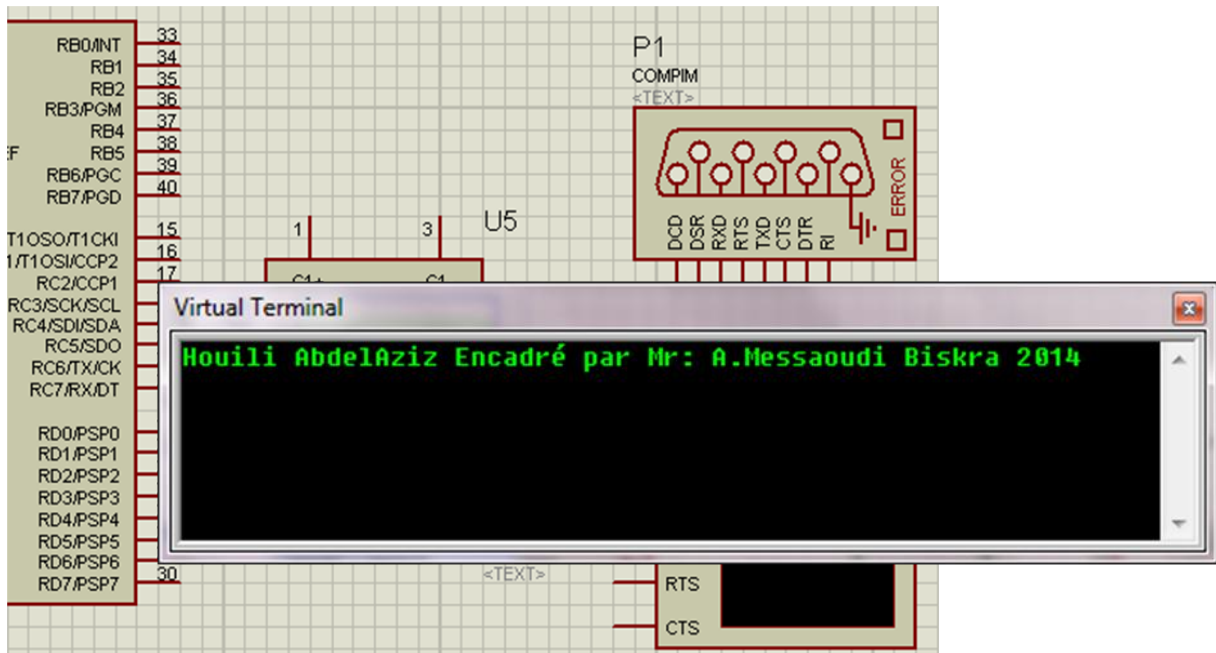


Figure III.7 : Transmission d'un message par UART.

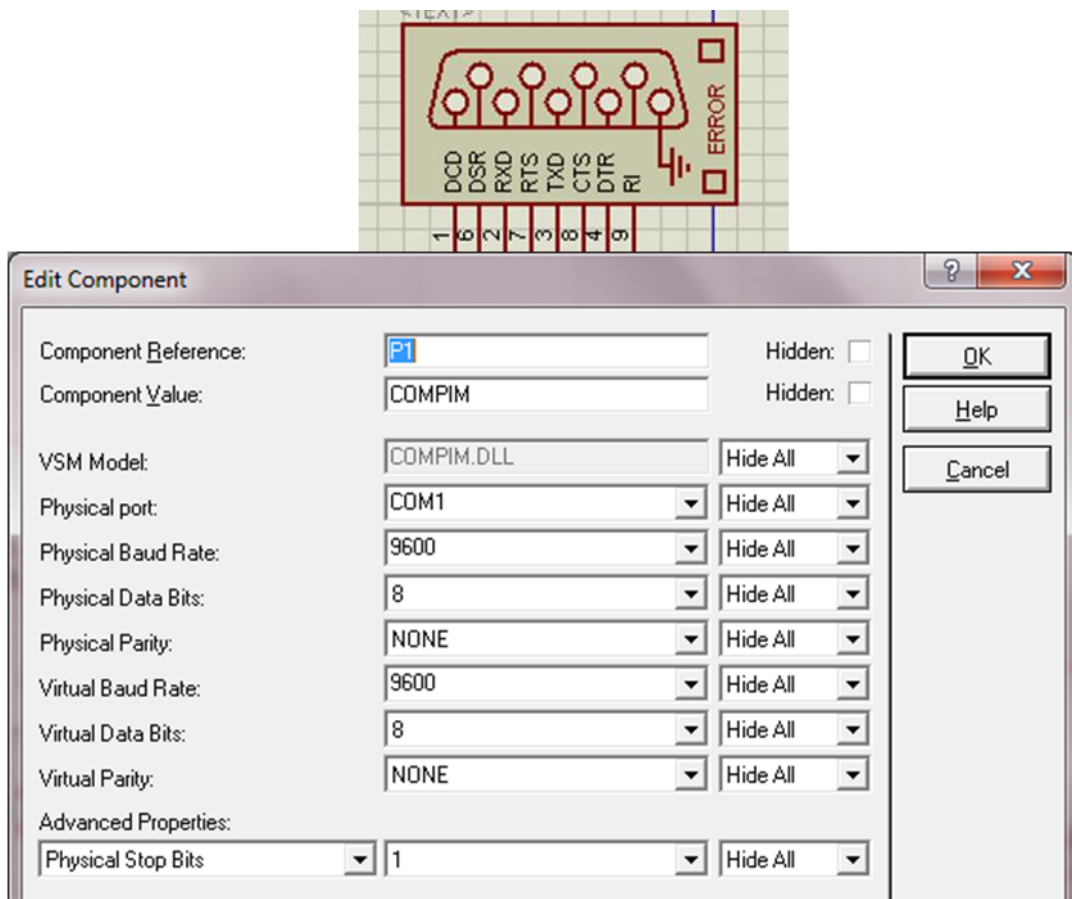


Figure III.8 : Configuration du composant port COM.

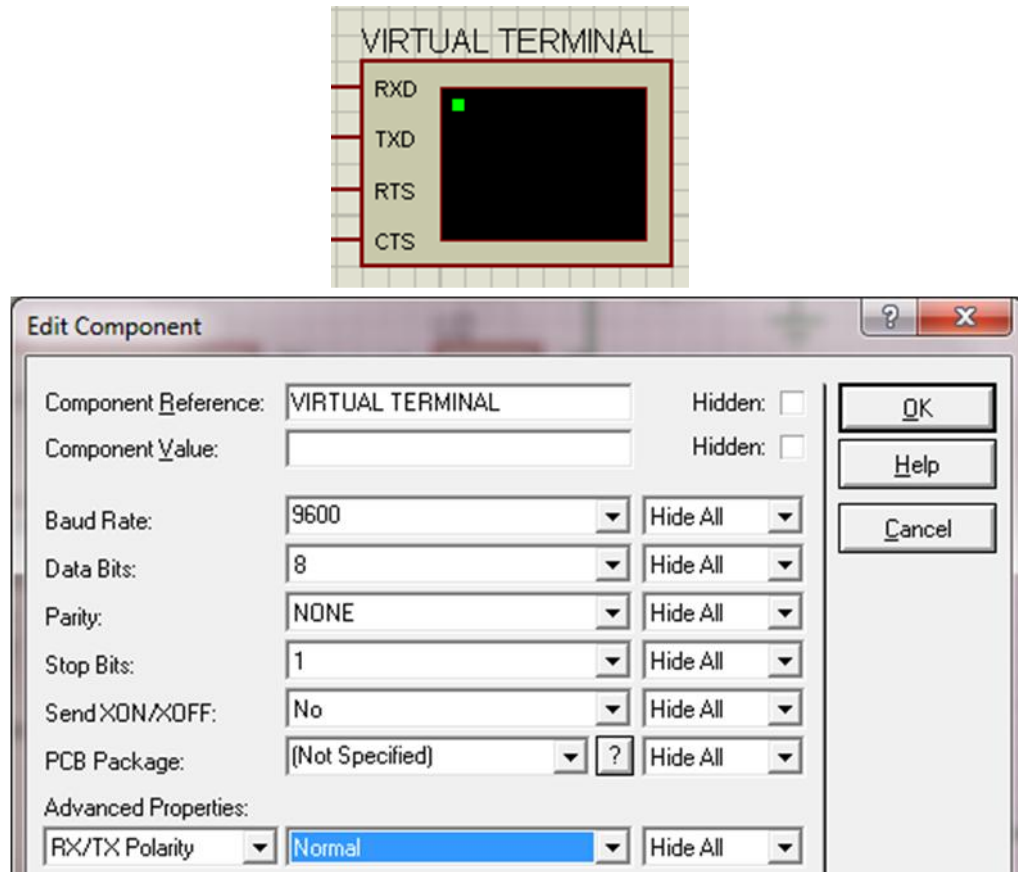


Figure III.9 : Configuration du composant Virtual Terminal.

III. 3.3.4 La bibliothèque ADC

L'ADC (Analog to Digital Converter) (Convertisseur Analogique Numérique) est un module disponible sur certain PIC. L'ADC est circuit électronique qui les signaux continus en signaux discrets numériques.

La bibliothèque ADC fournit un nombre de fonctions pour une utilisation confortable de module de conversion.

Les fonctions de la bibliothèque :

- ADC_Init
- ADC_Get_Sample
- ADC_Read

La fonction ADC_Init

Prototype	<code>void ADC_Init();</code>
Valeur de retour	Rien.
Description	Cette fonction initialise le module ADC du PIC.
Paramètres Requis	Le PIC doit avoir le module ADC.

Exemple :

L'initialisation du module ADC avec les paramètres par défaut (généralement utilisé) est très simple.

```
ADC_Init();
```

La fonction ADC_Read

Prototype	<code>unsigned ADC_Read(unsigned short channel);</code>
Valeur de retour	La valeur lue (10 ou 12bits dépend du PIC utilisé).
Description	Lecture d'une valeur de 10 ou 12bits à partir de du canal choisi (dépend du PIC utilisé). Paramètres Channel : représente le canal d'où la valeur analogique doit être lue (dépend du PIC utilisé).
Paramètres Requis	Rien.

Exemple : (Figure III.10)

Pour lire la valeur de la tension qui est reliée à l'entrée AN2 (canal2) (broche4 du PIC 16F877A) et l'afficher en binaire sur des LEDs.


```

unsigned int Valeur_Lue;

void main() {

    TRISA = 0xFF;           // PORTA en entrées
    TRISB = 0;             // PORTB en sortie
    TRISC = 0;            // PORTC en sortie

    do {
    Valeur_Lue = ADC_Read(2); // lire le résultat de la conversion
                                // sur 10-bit à partir du canal 2.
    PORTB = Valeur_Lue;       // envoie 8 bits du poids faible au PORTB
    PORTC = Valeur_Lue >> 8; // Décalage de 8 bits pour envoyer les // 2
                                bits du poids fort pin RC1, RC0 du PORTC
    } while (1);
}

```

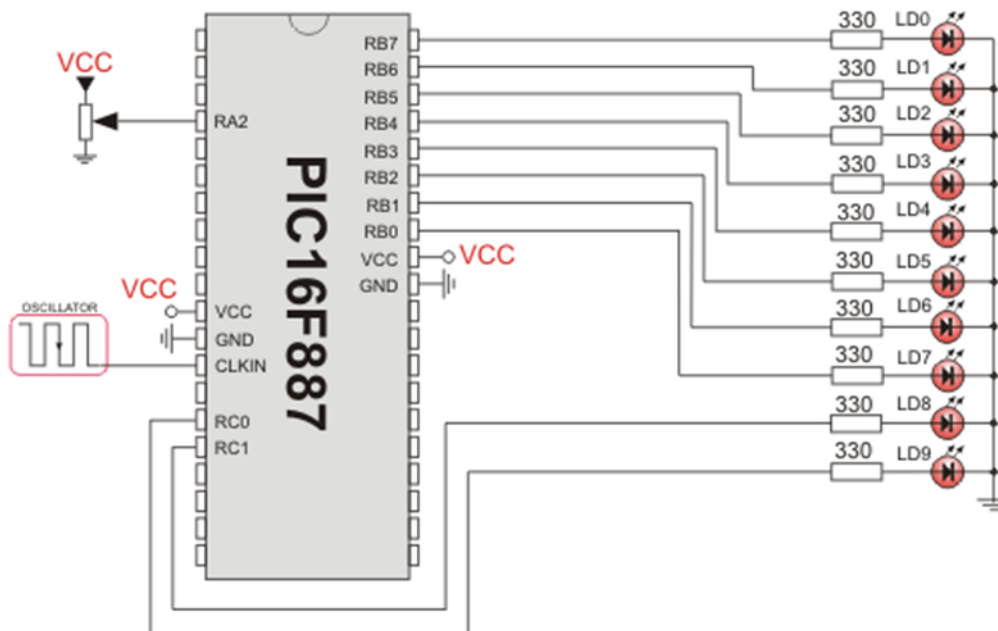


Figure III.10 : La conversion Analogique Numérique.

Le module USART de notre PIC gère uniquement deux broches TxD et RxD, ces dernières sont connectées au MAX 232.

Pour relier le PIC au module de transmission nous avons utilisé le MAX232

III.3.4 MAX232

Le MAX232 est un composant qui sert d'interfacier entre une liaison série TTL (0-5V) et une liaison série RS232 (+12 -12V) du PC, et ce avec une simple alimentation 5V.

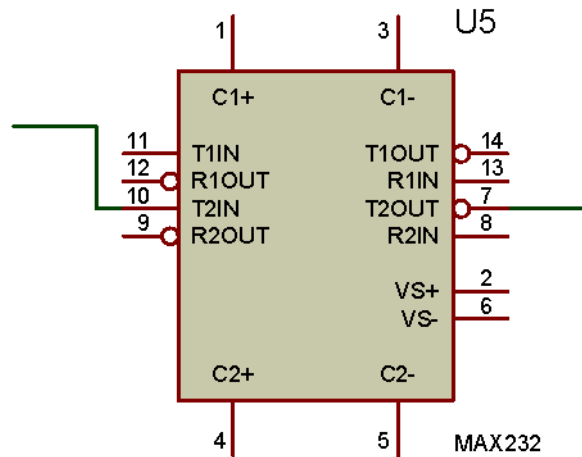


Figure III.11 : Le circuit MAX232.

III.4 Communication avec le PC

Après avoir écrit le programme en C qui permet de transmettre la valeur de la tension analogique (signal PCG) du côté du PIC 16F877A, nous devons recevoir ces données par un logiciel de lecture du port série du PC (généralement COM1 ou COM2).

Dans l'étape de simulation, pour réaliser cette communication nous avons utilisé un software qui permet de connecté virtuellement les COM1 et COM2 même si ces derniers n'existe pas au niveau du PC.

Le software utilisé est le VSPE (Virtual Serial Ports Emulators).

Les figures III.12 et III.13 montrent la configuration du VSPE.

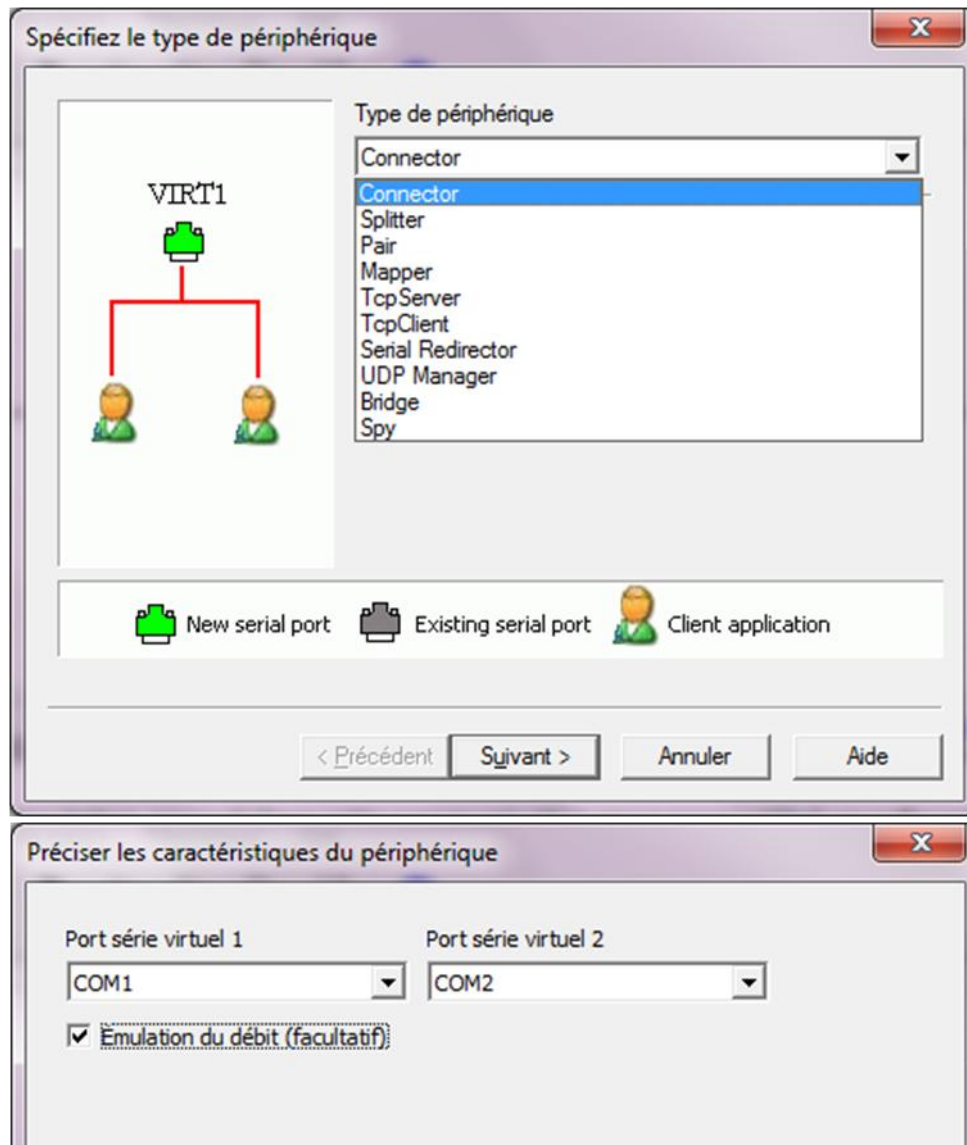


Figure III.12 : Configuration du VSPE.

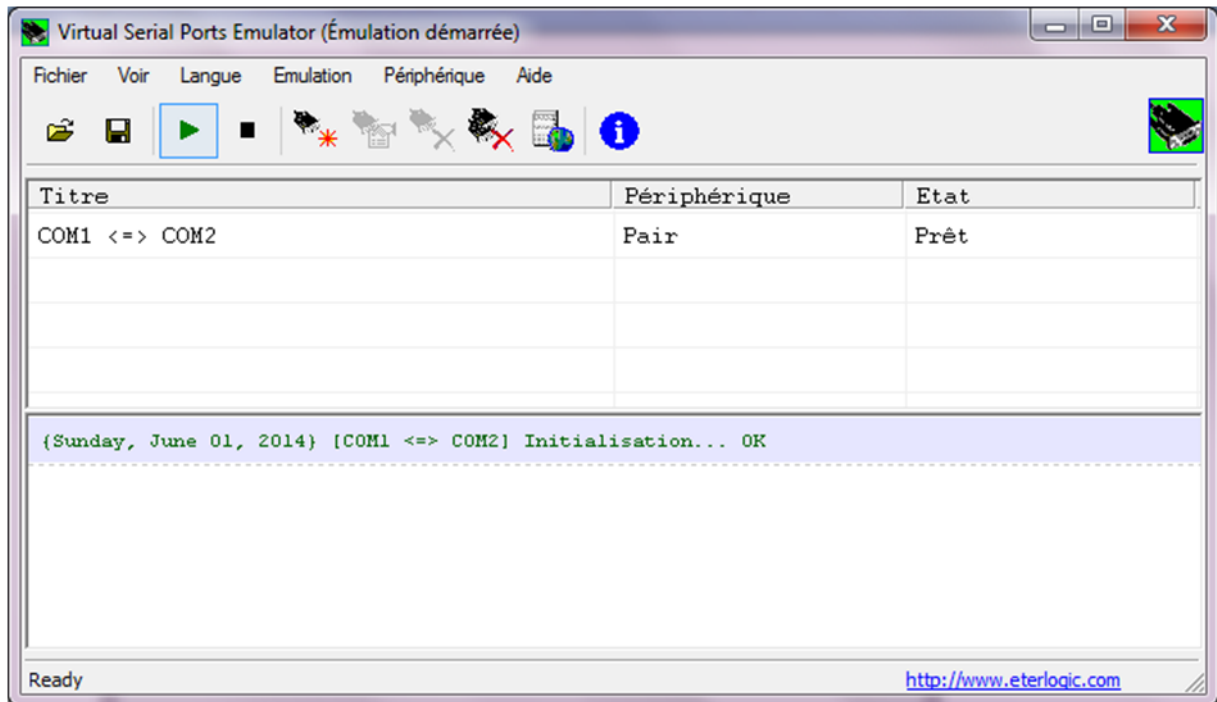


Figure III.13 : Connexion virtuelle entre les ports COM1 et COM2 par VSPE.

III.4.1 Communication avec HyperTerminal

Après la configuration des ports, nous pouvons lire le contenu du port. COM1. Windows dispose d'un software de lecture du port appelé le *HyperTerminal* (Démarrer → Programmes → Communication → *HyperTerminal*)

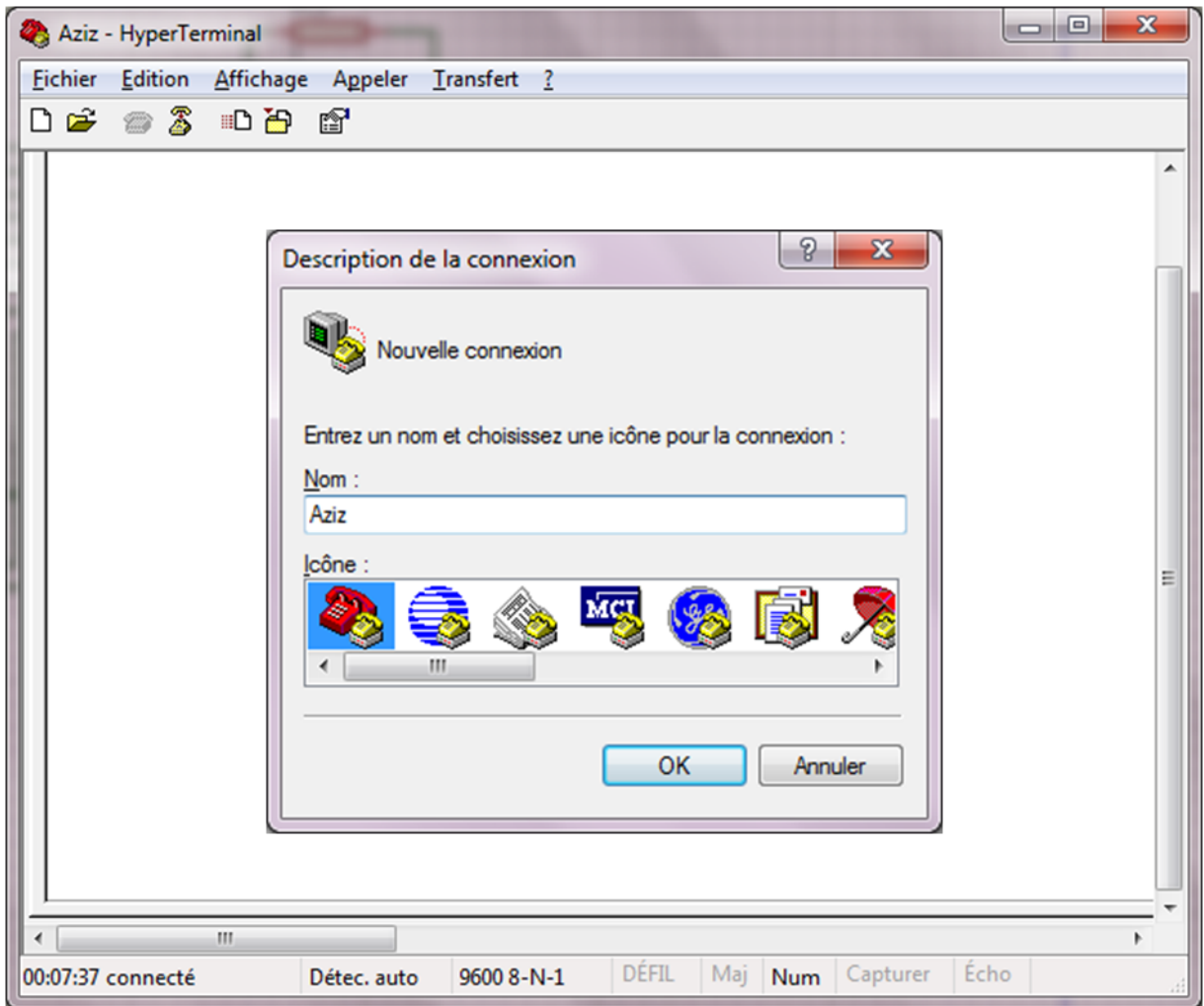


Figure III.14 : Interface Hyper Terminal.

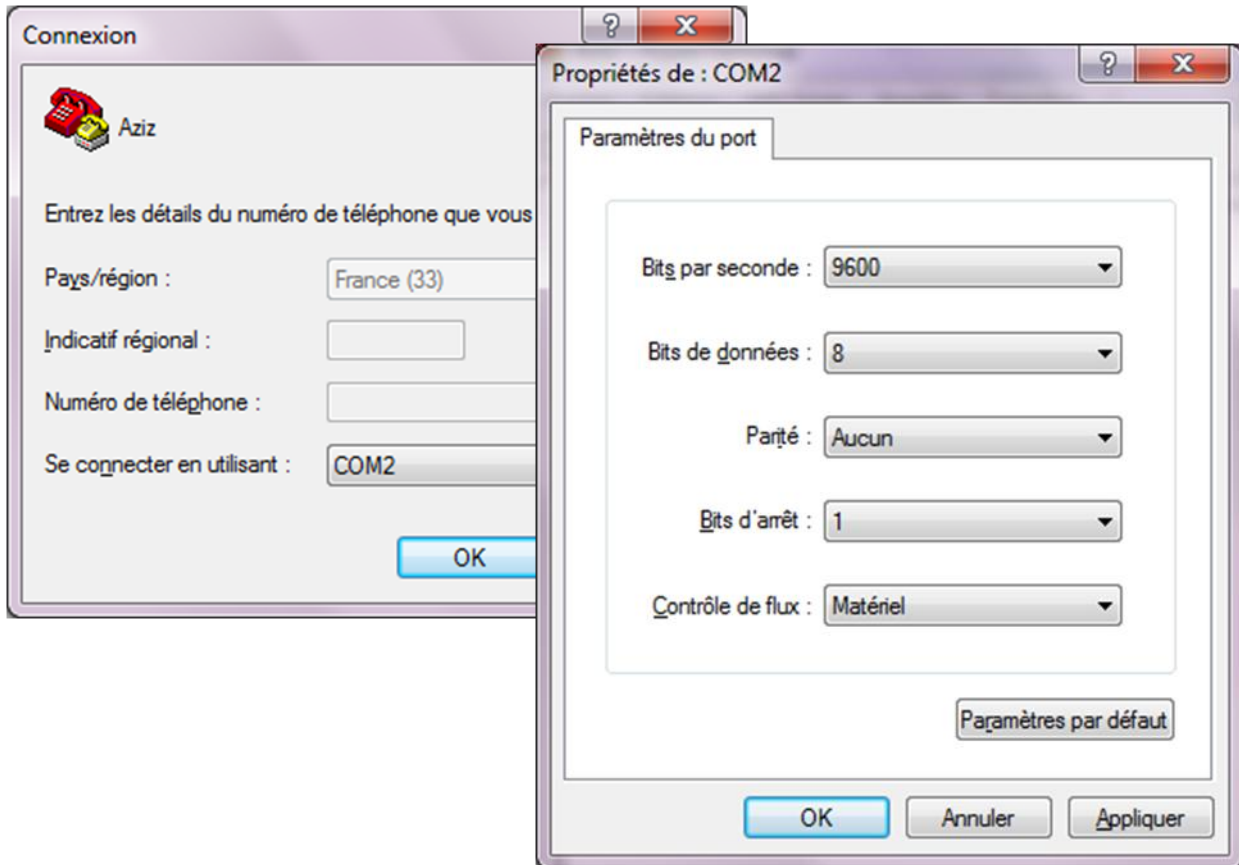


Figure III.15: Configuration de l'Hyper Terminal.

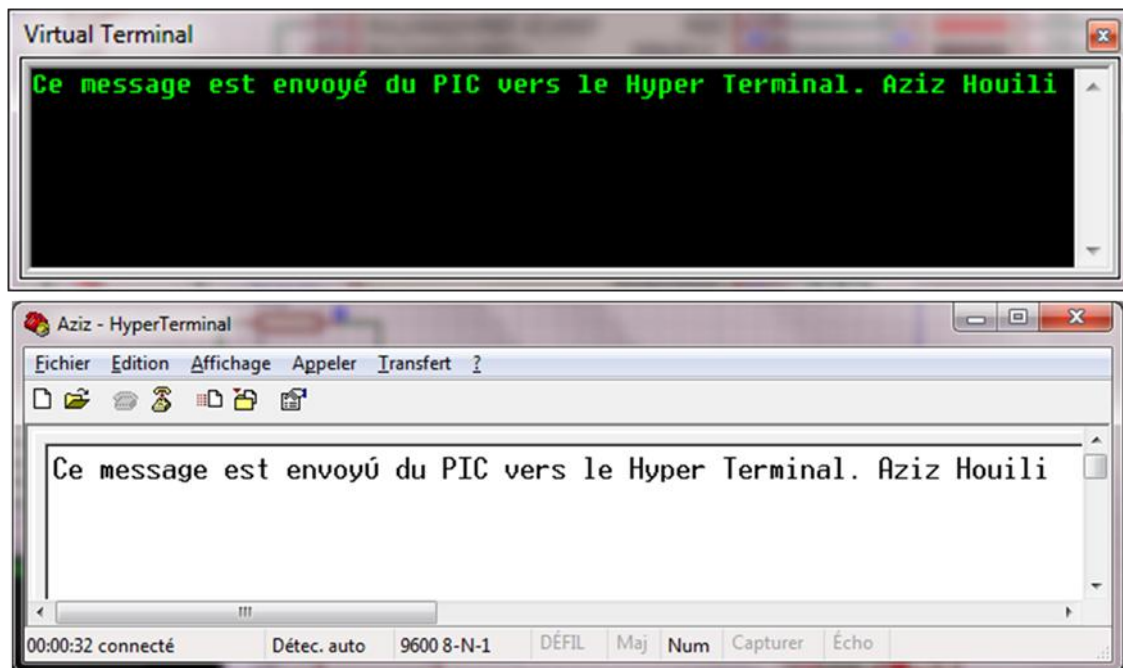


Figure III.16 : Transmission d'un message par UART.

III.4.2 Communication avec Matlab

Le programme suivant permet de lire le contenu du port COM2 (connecté virtuellement avec COM1)

La commande serial crée et initialise un port, une fois créé le port peut être ouvert pour la lecture à travers les fonctions fread et fscanf. Les fonctions fprintf et fwrite permet de d'écrire des données sur le port.

Les données lues sont ensuite enregistrés dans un fichier (resultat.txt).

```
s = serial('COM2','BaudRate',9600,'DataBits',8,'StopBits',1);  
  
fopen(s)  
Fichier = fopen('resultat.txt','w');  
fprintf(Fichier,'a=\n');  
plot(0);  
hold on  
  
for i=1:400  
    Valeur_Lue = fread(s,1);  
    fprintf(Fichier,'%s',Valeur_Lue);  
end  
  
fclose(Fichier)  
fclose(s)  
clear(s)
```

III.5 Réalisation de la carte

Nous avons réalisé la carte d'acquisition au niveau du labo. Les figures suivantes montrent les étapes de la réalisation.

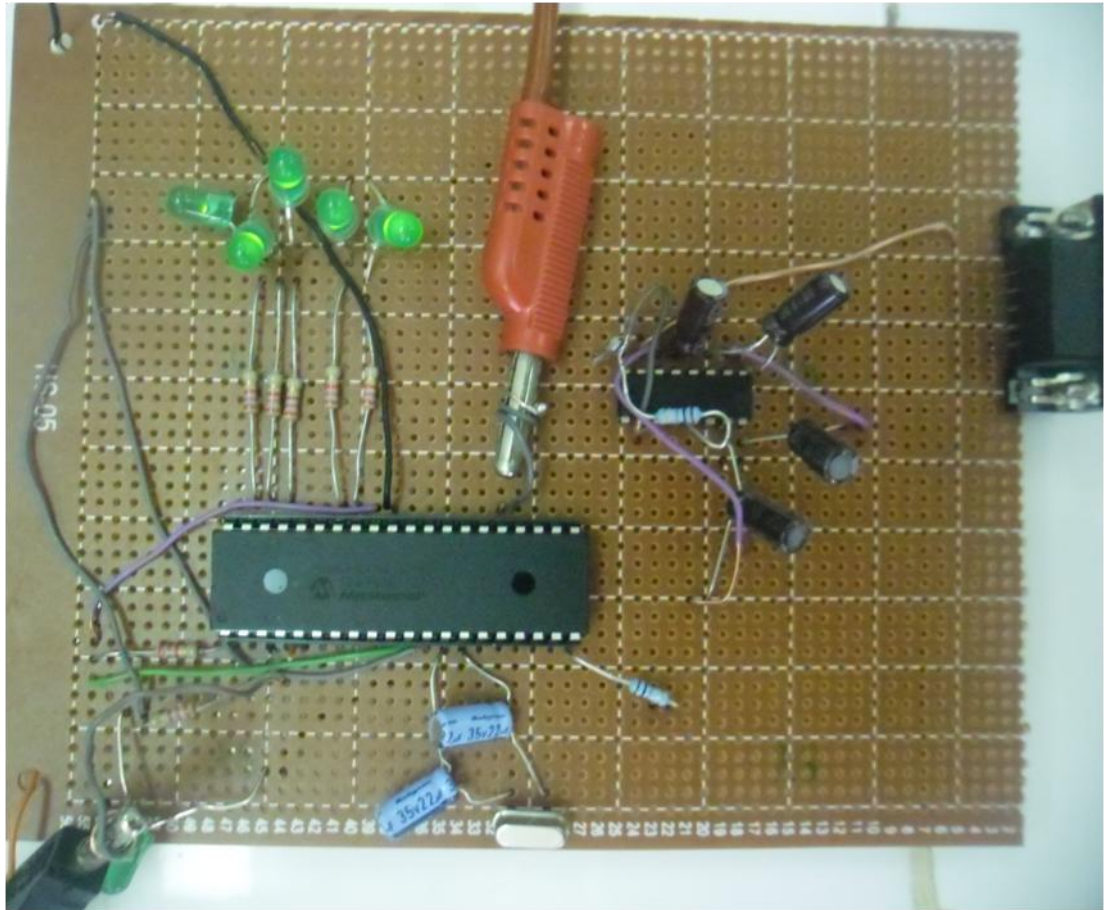


Figure III.17 : La Carte d'acquisition.

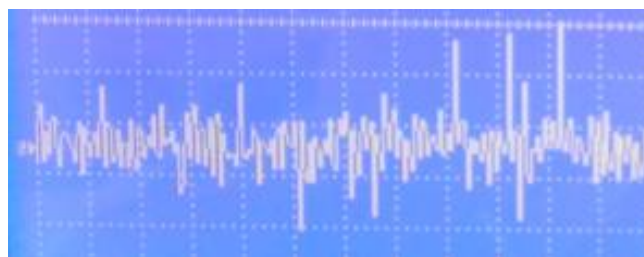


Figure III.18: Signal issu du microphone.

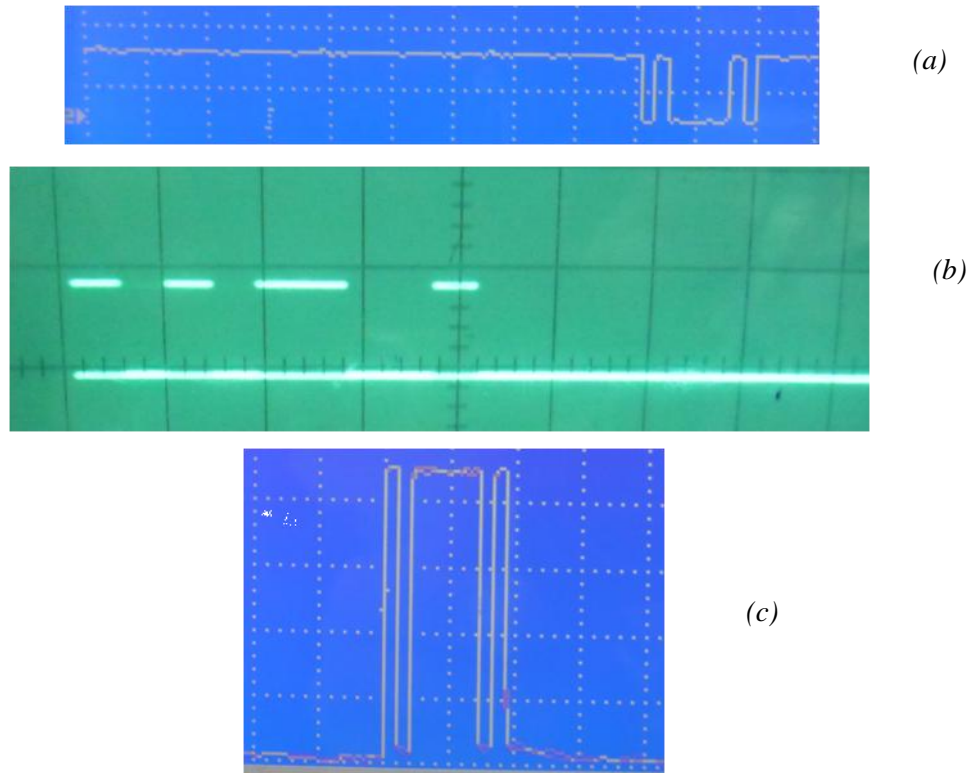


Figure III.19 : Transmission de test du caractère 'A'. (a) et (b) sortie du PIC16F877A (Niveau 0-5V). (c) sortie du MAX232 (Niveau -12V 12V)

III.6 Conclusion

Nous avons utilisés des logiciels dans notre réalisation tels que mikroC, PROTUES, VSPE, Hyper Terminal et Matlab. Ces logiciels nous ont permet développer les programmes du PIC et de tester et proposer des solutions selon la disponibilité des composants dans le labo. La simulation des communications entre les ports virtuellement nous a permet de tester les paramètres de la liaison série sans programmer réellement le PIC.

Conclusion générale

L'objectif principal de notre projet est l'acquisition du signal PCG pour être visualiser, analyser et enregistrer.

Une étude approfondie sur les systèmes communication sérielle à été faite et tester.

Pour cela nous avons utilisé plusieurs logiciels tels que PROTUES, mikroC for PIC, MATLAB, VSPE, Hyper Terminal,... pour concevoir les programmes de communication et de conversion analogique numérique et tester les schémas électriques utilisés.

Ce projet touche plusieurs domaines, ce qui nous a permis d'approfondir nos connaissances dans les domaines de médecine, électronique et de la microinformatique.

Comme perspectives nous proposant une connexion USB à la places de celle sérielle par COM que nous avons utilisée car cette dernière est absente sur les nouveaux PC. Comme nous suggérant un traitement du signal enregistré.

LM78XX / LM78XXA

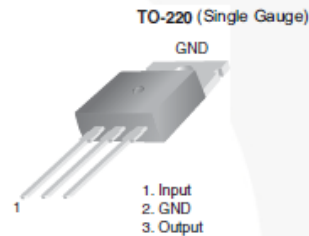
3-Terminal 1 A Positive Voltage Regulator

Features

- Output Current up to 1 A
- Output Voltages: 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24 V
- Thermal Overload Protection
- Short-Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Description

The LM78XX series of three-terminal positive regulators is available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down, and safe operating area protection. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1 A output current. Although designed primarily as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components for adjustable voltages and currents.



Ordering Information⁽¹⁾

Product Number	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature	Packing Method
LM7805CT	±4%	TO-220 (Single Gauge)	-40°C to +125°C	Rail
LM7806CT				
LM7808CT				
LM7809CT				
LM7810CT				
LM7812CT				
LM7815CT				
LM7818CT				
LM7824CT				
LM7805ACT				
LM7809ACT				
LM7810ACT				
LM7812ACT				
LM7815ACT				

Note:

1. Above output voltage tolerance is available at 25°C.



PIC16F87XA

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F876A
- PIC16F874A
- PIC16F877A

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
 - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
 - Comparator outputs are externally accessible

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

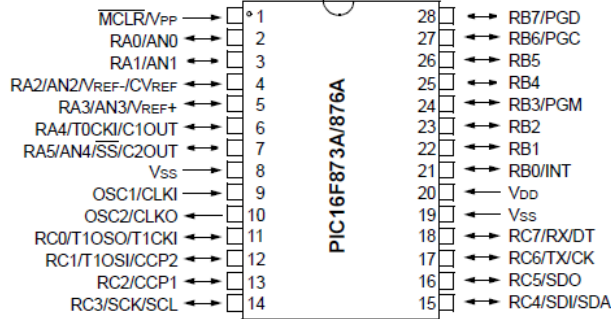
- Low-power, high-speed Flash/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I ² C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

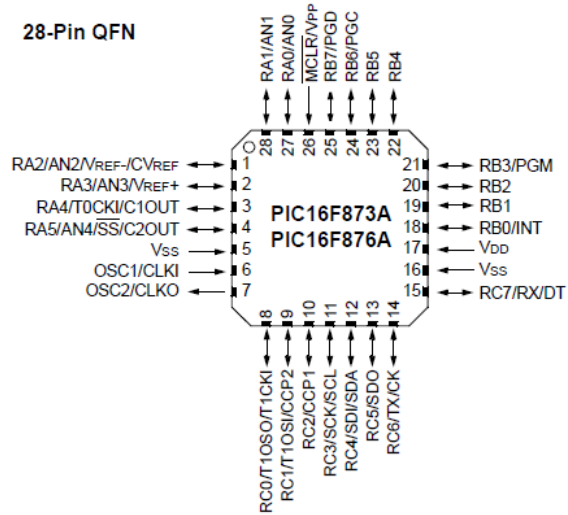
PIC16F87XA

Pin Diagrams

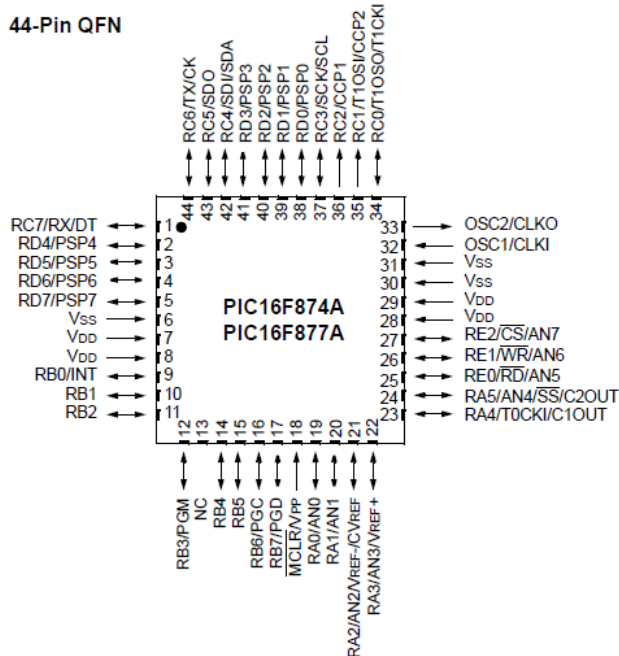
28-Pin PDIP, SOIC, SSOP



28-Pin QFN



44-Pin QFN

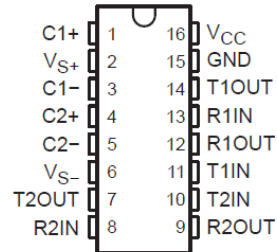


MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047L – FEBRUARY 1989 – REVISED MARCH 2004

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operates From a Single 5-V Power Supply With 1.0- μ F Charge-Pump Capacitors
- Operates Up To 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- \pm 30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22
– 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-kV HBM) and 0.1- μ F Charge-Pump Capacitors is Available With the MAX202
- Applications
 - TIA/EIA-232-F, Battery-Powered Systems, Terminals, Modems, and Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept \pm 30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T _A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube of 25	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube of 40	MAX232D	MAX232
		Reel of 2500	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube of 40	MAX232DW	MAX232
		Reel of 2000	MAX232DWR	
SOP (NS)	Reel of 2000	MAX232NSR	MAX232	
–40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube of 25	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube of 40	MAX232ID	MAX232I
		Reel of 2500	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube of 40	MAX232IDW	MAX232I
		Reel of 2000	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047L - FEBRUARY 1989 - REVISED MARCH 2004

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

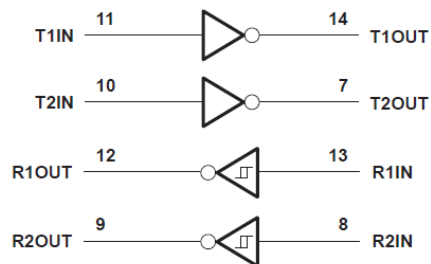
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



LM124-N/LM224-N/LM324-N/LM2902-N Low Power Quad Operational AmplifiersCheck for Samples: [LM124-N](#), [LM224-N](#), [LM2902-N](#), [LM324-N](#)**FEATURES**

- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain 100 dB
- Wide Bandwidth (Unity Gain) 1 MHz (Temperature Compensated)
- Wide Power Supply Range:
 - Single Supply 3V to 32V
 - or Dual Supplies $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Very Low Supply Current Drain (700 μA)—Essentially Independent of Supply Voltage
- Low Input Biasing Current 45 nA (Temperature Compensated)
- Low Input Offset Voltage 2 mV
 - and Offset Current: 5 nA
- Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to the Power Supply Voltage
- Large Output Voltage Swing 0V to $V^+ - 1.5V$

UNIQUE CHARACTERISTICS

- In the Linear Mode the Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground and the Output Voltage can also Swing to Ground, Even Though Operated from Only a Single Power Supply Voltage
- The Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated
- The Input Bias Current is also Temperature Compensated

ADVANTAGES

- Eliminates Need for Dual Supplies
- Four Internally Compensated Op Amps in a Single Package
- Allows Directly Sensing Near GND and V_{OUT} also Goes to GND
- Compatible with All Forms of Logic
- Power Drain Suitable for Battery Operation

DESCRIPTION

The LM124-N series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124-N series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.



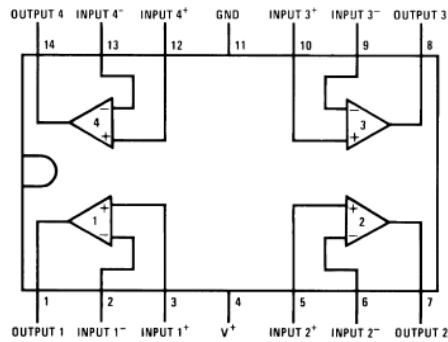
Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

All trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

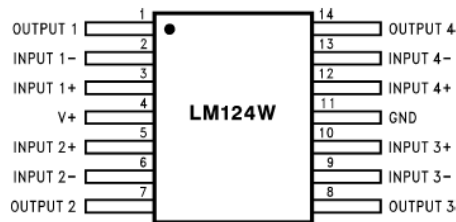
Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

Connection Diagrams



- Note 1: LM124A available per JM38510/11006
- Note 2: LM124-N available per JM38510/11005
- Note 3: See STD Mil DWG 5962R99504 for Radiation Tolerant Device

Figure 1. Dual-In-Line Package - Top View
See Package Number J0014A D0014A or NFF0014A

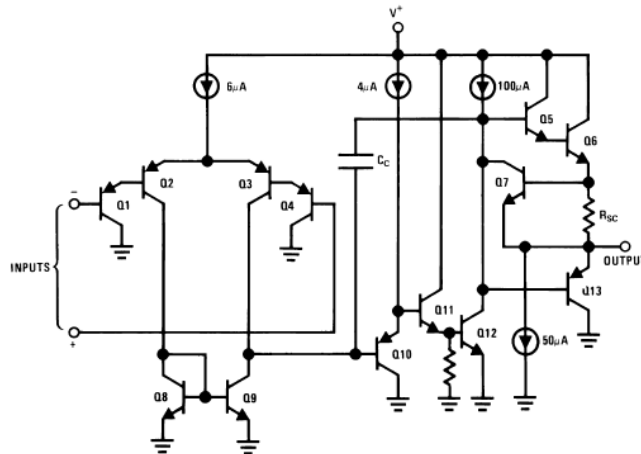


- Note 3: See STD Mil DWG 5962R99504 for Radiation Tolerant Device

Figure 2. See Package Number NAD0014B
See Package Number NAC0014A

Schematic Diagram

(Each Amplifier)



BIBLIOGRAPHIE

- [1] A.Donant, J.Bourneuf. Nouveau Larousse Médicale, Edition Larousse, 1981.
- [2] www.infovisua.info. Date de consultation. 20/04/2014.
- [3] Encyclopedie medicale, p22, édition 2005.
- [4] Mme GRENET, Anatomie cardio –vasculaire, APP, p188, 2004.
- [5] <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/phonocardiographie/15342>., Date de consultation . 20/04/2014.
- [6] Le cœur en action, éditions Sanofi- Synthelabo [DeBakey, 1997].
- [7] Pr Hervé Le Breton, CHU Rennes, Cours sémiologie PCEM, 2Vendredi 17 Septembre 2010.
- [8] BENSALIA Kahina, "Télésurveillance : Transmission sans fil, par voie GSM, et traitement du signal électrocardiographie (ECG)», mémoire DE magister universite Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou Algérie,