



IUP GEII OPTION AISHM

RAPPORT DE STAGE

Thème

OUTIL D'AIDE A LA COMMUNICATION POUR LES PERSONNES HANDICAPEES

Encadré par : - Mr. Thierry POULAIN

Réalisé par : - A.OULBOUB

Année universitaire: 2003 / 2004

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	3
RÉALISATION	4
I. INTRODUCTION	5
II. OBJECTIFS	6
III. ARCHITECTURE FONCTIONNELLE	7
IV. ARCHITECTURE MATERIELLE	10
IV-1. Choix du micro Processeur.	10
IV-2. Choix de l'Afficheur	
IV-3. Schéma de câblage	
V. ARCHITECTURE LOGICIELLE	20
V-1. Algorithme du programme	20
V-2. Choix du langage de programmation	26
V-3. Environnement de développement	
VI. ETATS D'AVANCEMENT	
CONCLUSION	
BIBLIOGRAPHIE	30
ANNEXE 1 – Architecture & fonctionnement du PIC 16F877	31
I. GESTION MEMOIRE DU PIC 16F877	
II. MODE D'ADRESSAGE DU PIC 16F877	
II-1. L'ADRESSAGE DIRECT	34
II-2. L'ADRESSAGE INDIRECT	
III. LES PRINCIPAUX REGISTRES DU PIC 16F877	
III-1. LE REGISTRE "W"	36
III-2. LE REGISTRE "STATUS"	
LES INSTRUCTIONS DU PIC 16F877	
ANNEXE 2 – Description & commande d' un LCD graphique	
I. PRINCIPE DE COMMANDE D'UN LCD GRAPHIQUE	
II. PRINCIPE D'ECRITURE D'UNE DONNEE EN RAM	
III. LCD GRAPHIQUE 128x64	
IV. Le tableau des commandes.	
IV-1. Séquence d'envoi d'une commande	
IV-2. Séquence d'envoi d'une donnée	
IV-3. Organisation de la RAM	
ANNEXE 3 – Description & commande d' un LCD Alphanumérique	
I. Tableau des différentes commandes de l'afficheur alphanumérique	
II. Description des différentes commandes	
ANNEXE 4 – Présentation & utilisation du MPLAB.	<u>48</u>
I. Maîtriser MPLAB.	<u>49</u>
I-1. Ouverture d'un nouveau projet.	
I-2. Ecriture du programme source.	
I-3. Création du programme objet.	
I-4. Ouverture d'un projet existant	
ANNEXE 5 – Présentation & utilisation d' IRI	
ANNEXE 6 – Le programme.	
ANNEXE 7 – Les essais de simulation	59

REMERCIENENTS

A l'issue de ce stage je remercie plus particulièrement monsieur **Thierry POULAIN** pour le sujet qu'il m'a proposé, le temps consacré ainsi que les conseils techniques prodigués.

De plus je tiens à remercier messieurs **Serge DEBERNARD**, **Mohammed ASMANI** et **Jacques DELACROIX**, pour leurs vifs conseils et leurs aides afin d'aboutir sur ce projet. Ainsi que le L.A.M.I.H. (Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique industrielles et Humaines) pour m'avoir accueilli dans ses locaux.

RÉALISATION

I. INTRODUCTION

Dans le cadre de ma troisième année d'IUP GEII (génie électrique et informatique industrielle) à l'université de Valenciennes, il m'a été proposé de passer un stage au sein du L.A.M.I.H. d'une durée de six mois.

C'est pour moi l'occasion de réinvestir mes connaissances et compétences acquises au cours de mon cursus.

Le thème retenu est l'étude et la réalisation d'un outil d'aide à la communication pour les personnes handicapées.

Dans un premier temps nous verrons l'analyse de ce sujet. Ensuite cette solution sera développée d'un point de vue matériel puis logiciel.

II. OBJECTIFS

La finalité de l'étude et de la réalisation de cet outil est de permettre aux personnes handicapées de communiqué avec d'autres personnes.

En effet, il s'agit de concevoir un système à base d'un afficheur piloté par un microcontrôleur et fournir un dictionnaire qui permettra aux personnes handicapées de saisir un texte à l'aide d'un seul bouton poussoir ou d'un capteur de mouvement.

III. ARCHITECTURE FONCTIONNELLE

D'après les objectifs que je me suis fixé, et d'un point de vue fonctionnel (voir figure 1), le rôle de cet outil de communication est de permettre à une personne handicapée de composer un texte à l'aide d'un organe de commande et de le visualiser sur deux afficheurs.

Pour assister l'handicapée, il est prévu d'intégrer à l'outil un dictionnaire, aussi qu'un algorithme de reconnaissance de mot, ce dictionnaire sera stocké dans une mémoire reliée au microprocesseur.

Un deuxième afficheur sera employé pour afficher le texte à son interlocuteur.

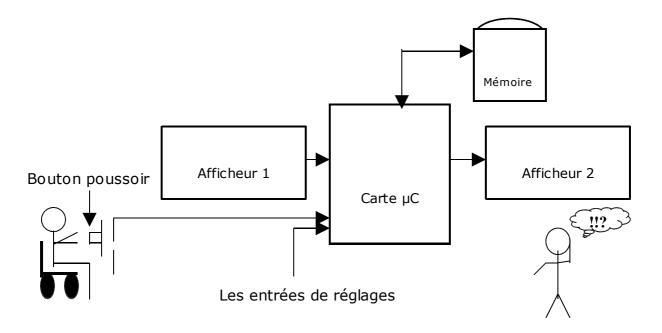


Figure1 - schéma fonctionnel du systéme -

Dynamique de l'interface : (voir figure 4)

La personne veut taper par exemple **S**ortir, au début on va afficher les lettres par paquets de 8 lettres (voir figure 2), donc il va attendre que le paquet qui contient la lettre **S** soit afficher puis il actionne le bouton poussoir.

Après on lui actionne le paquet lettre par lettre, dés que la lettre **S** soit actionné (voir figure 3), il doit valider par le bouton poussoir dés la lettre est validée, donc la lettre s apparaît dans la zone de texte et on lui affiche les mots qui commence par la lettre **S** (zone de dictionnaire).

Dans ce cas il a deux choix soit de choisir les mots parmi ceux du dictionnaire si non il tape tout le mot puis on le rajoute dans le dictionnaire si ca n'existe pas.

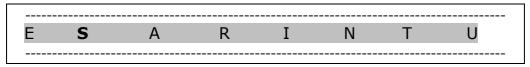


Figure 2



Figure 3

> Afficheur 1:

C'est l'afficheur de la personne handicapée, il comprend :

Une zone des caractères à afficher.

Une zone pour afficher le dictionnaire.

Une zone pour afficher le texte édité.

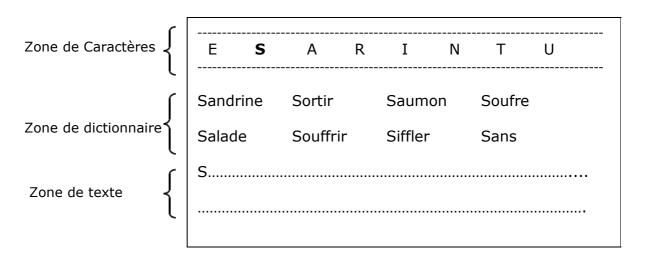


Figure 4

> Afficheur 2:

C'est l'afficheur d'interlocuteur de la personne handicapée, il comprend seulement une seule zone pour afficher le texte édité.

Zone de texte $\left\{ \right.$	В
l	

> Entrées de réglages :

C'est des entrées qui permettent de déterminer :

La vitesse de défilement des paquets de caractères. La vitesse de défilement des caractères.

> Bouton de poussoir :

Dans un premier temps en utilise le bouton poussoir pour les essais. Par la suite il sera remplacer par un système adapté à l'utilisateur (capteur de mouvement, capteur de déplacement, ...).

IV. ARCHITECTURE MATERIELLE

L'objectif de cette partie est l'étude et la réalisation d'outil de communication d'un point de vue matériel. Dans la suite de cette partie, je vais donc faire le choix de microprocesseur, ainsi que le choix des deux afficheurs.

IV-1. Choix du micro Processeur

Parmi tous les microcontrôleurs existants, j'ai choisi la famille du PIC. En effet, l'application est très simple et ne demande que peu de calcul. Par exemple, Un microcontrôleur de type 68HC11 et trop coûteux, trop puissant, trop volumineux et consomme trop de courant. J'ai donc choisi la famille des microcontrôleurs PIC.

Un Pic est parfait pour une petite application autonome, avec très peu de hardware autour, ne demandant pas une grande vitesse ni puissance de calcul. Il présente l'avantage qu'il existe en particulier chez Microchip des outils gratuits et complets pour le mettre en œuvre.

Pour le choix de PIC j'ai cherché un mini module sur internet facilement programmable et interfaçable avec les deux afficheurs. Mon choix est fait alors sur le module AE877FP (voir figure 5) disponible sur le site de microtronique.

Caractéristiques du module AE77FP :

Le module AE877FP comprend un PIC16F877 cadencé à 20 Mhz. Il comprend un ADM232 (=MAX232) pour la liaison série. Un régulateur intégré type 7805 est présent également. Tous les ports sont disponibles sur les connecteurs.

Figure 5

Description du PIC

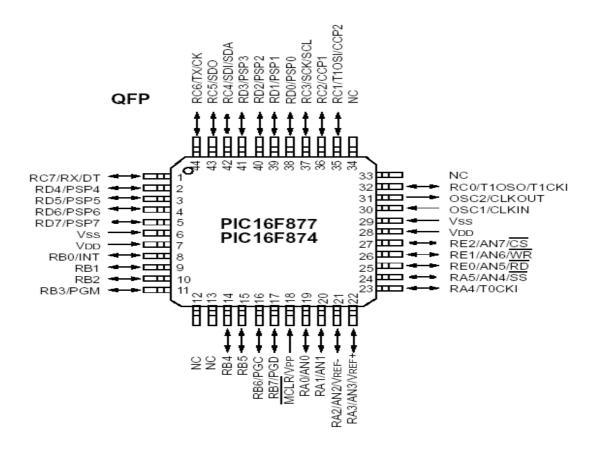


Figure 6

Le Pic 16F877 (voir figure 6) fonctionne à la fréquence maximale de 20 Mhz, ces **principales caractéristiques** sont :

	PIC 16F877
FLASH	8 Ko
RAM	368 octets
EEPROM	256
Ports d'E/S	5 (Ports A,B,C,D et E)
Convertisseurs A/N	8
Port parallèle	PSP
Port série	MSSP,USART
Sources d'interruption	14
Timers	3
Modes compare, capture, PMW	2
Jeu d'instruction	35

caractéristiques d'un PIC 16F877

IV-2. Choix de l'Afficheur

Le cahier des charges (voir chapitre III) a montré que nous avons besoin d'un minimum de 7 lignes (voir figure 7).

- 3 lignes pour l'affichage des caractères sélectionnables.
- 2 lignes pour afficher les mots du dictionnaire.
- 2 lignes pour visualiser le texte saisi.

Ma recherche m'a amené à choisir un afficheur graphique, dans la mesure ou les afficheurs alphanumériques comprennent peu des lignes d'affichage.

Le deuxième afficheur n'a pour objectif que de visualiser à l'interlocuteur de la personne handicapée le texte saisi, de ce fait un afficheur de 2 lignes x 20 caractères suffit amplement à notre besoin

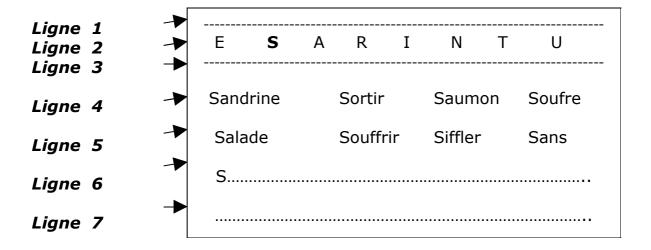


Figure 7

Caractéristique technique	Code de commande	Prix/unité (Euros)	Remarques
Affichage rétroéclairé(TFBL),16x2	329-0379	25.10	Rétroéclairage à leds
TFBL,16x2	424-7039	21.14	Rétroéclairage à leds
TFBL,20x2	329-0385	32.56	Rétroéclairage à leds
TFBL,20x2	424-7073	31.53	Rétroéclairage à leds
TFBL,20x2	214-3547	38.33	Rétroéclairage à leds
TFBL,24x2	214-3569	41.95	Rétroéclairage à leds
MDLS 16265B-SS-LV,16x2	325-1936	21.93	Afficheur à cristaux liquides
MDLS 20265-SS-LV,20x2	277-0688	34.21	Afficheur à cristaux liquides
TFBL,16x4	424-7051	35.23	
TFBL,20x4	424-7102	40.85	
MDLS 16465-LV,16x4	325-1958	51.94	
MDLS 20464-LV,20x4	277-0694	44.90	
LCD GRAPHIQUE 128x64	329-0329	53.88	Mode réflectif
LCD GRAPHIQUE 128x64	329-0335	67.31	Mode translectif rétroéclairage à leds.

Tableau de choix des deux afficheurs

L'afficheur 2 lignes x20 caractères **TFBL,20x2** (**329-0385**) est le plus convenable pour mon application. Mon choix sur le deuxième LCD est le **LCD GRAPHIQUE 128x64 (329-0335).**

AFFICHEUR	PRIX en Euros	
LCD TFBL	32.56	
LCD Graphique	67.31	
TOTAL	99.87	

IV-2-1. LCD Graphique

DEFINITION:

Un afficheur LCD graphique est un afficheur dont on peut gérer l'affichage des « pixels » c'est-à-dire des points d'écran. Chacun des pixels d'un tel écran fonctionne selon un mode ON/OFF = visible / invisible. La taille de la zone d'affichage est variable selon les modèles allant du 64 x 128 à 240x320 voire même 480 x 640. Plus c'est grand, plus c'est cher.

Le grand avantage de ces afficheurs est la liberté d'affichage qui est très grande : on peut créer des affichages de courbes, de graphes, de formes géométriques, de polices de tailles différentes, etc...

Cette grande liberté a pour contre-partie la nécessité d'écrire toutes les routines adaptées à l'afficheur utilisé, routines qui ne sont pas forcément transposables d'un afficheur à l'autre.

PRESENTATION:

Un afficheur LCD graphique comporte :

- ✓ Une zone d'affichage plus ou moins grande selon le format du LCD utilisé.
- ✓ Un connecteur de broches d'alimentation et de commande : de 16 à 20 broches selon les modèles.

Logiquement, les broches d'un afficheur graphique comportent :

- Les broches d'alimentation
- Les broches de réglage du contraste
- Les broches de données
- Les broches de communication RS, W/R et E

Plus ou moins les broches de Reset et de sélection de « bloc graphique ». Le nombre de ces différentes broches est variable selon les afficheurs et n'est pas généralisable

STRUCTURE FONCTIONNELLE:

Un afficheur LCD graphique comporte :

- un bloc LCD comportant le nombre de pixels annoncé par le fabricant, par exemple 128x64.
- un ou plusieurs **DRIVERS DE COLONNES** qui assurent chacun la gestion des colonnes (généralement 64) d'1 bloc graphique.
- un ou plusieurs **DRIVERS DE LIGNES** qui assurent chacun la gestion des lignes (généralement 64) communes à plusieurs blocs graphiques.

Au total, la zone d'affichage est divisée en plusieurs « blocs graphiques ». Leur nombre vaut Nombre de **DRIVERS DE COLONNE** x Nombre de **DRIVERS DE LIGNES**

A titre d'exemple, un afficheur 128x64 possède 2 drivers de 64 colonnes et 1 driver de 64 lignes ce qui fait 2 blocs graphiques de 64 lignes x 64 colonnes.

◆ <u>Structure fonctionnelle des drivers de colonnes</u>

Les drivers de colonnes comportent typiquement :

- Une RAM qui contient les données de l'écran. A chaque bit de cette RAM correspond 1 pixel de l'écran. Si 1 bit est à 1, un point est affiché à l'écran. Si 1 bit est à 0, le point est alors invisible.
- Une logique de commande qui permet la communication avec un microprocesseur de commande de l'afficheur LCD.
- Un registre de données destiné à recevoir les données pour la RAM et un registre d'instructions destinées à recevoir les instructions d'affichage (ON/OFF écran, adresse en RAM, etc...)

• Structure fonctionnelle des drivers de lignes

Les drivers de ligne gèrent le multiplexage des lignes de l'afficheur automatiquement de façon à afficher les données contenues dans la RAM des drivers de colonnes.

Les drivers de lignes sont commandés par les drivers de colonnes.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT:

Le grand principe qui sous tend le fonctionnement d'un afficheur LCD graphique est le suivant : **LE CONTENU DE LA MEMOIRE S'AFFICHE SUR L'ECRAN EN TEMPS REEL ET AUTOMATIQUEMENT.** Autrement dit, chaque bit de la mémoire d'écran (RAM) correspond à un pixel de l'écran. Si un bit de la RAM est à 0, le pixel d'écran correspondant est invisible, si un bit de la RAM est à 1, le pixel d'écran correspondant est affiché.

Donc, en fait, gérer un afficheur graphique consiste essentiellement à écrire les données à afficher dans la RAM de l'afficheur. Ceci va donc passer par la gestion des adresses de la RAM et de l'écriture de données en RAM. L'affichage est réalisé automatiquement par ailleurs.

Toute la difficulté de la gestion d'un afficheur LCD graphique réside dans le fait de faire correspondre l'organisation de la RAM qui n'est pas « simple » avec une représentation graphique habituelle en coordonnées du type X,Y (voir figure 8).

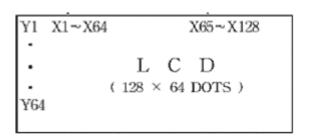


Figure 8

IV-2-2. LCD Alphanumérique 2x20

DESCRIPTION:

L'afficheur Alphanumérique 2x20 comportes 2 lignes de 20 caractères (voir figure 9)inscrits dans une matrice de 5 colonnes de 8 points. La plupart des caractères n'utilisent que les 7 rangées supérieures de la matrice; la rangée inférieure est prévue pour la visualisation d'un curseur. L'afficheur proprement dit est implanté sur un circuit imprimé au dos duquel sont soudés deux circuits intégrés VLSI et quelques composants discrets. L'électronique est compatible C-MOS et TTL et sa consommation ne dépasse pas 7 mW. Ses entrées sont protégées par des diodes. Outre les 40 caractères visualisés sur l'affichage, il est possible de mettre en mémoire 40 caractères supplémentaires, caractères que l'on visualisera sur l'affichage au moment voulu.

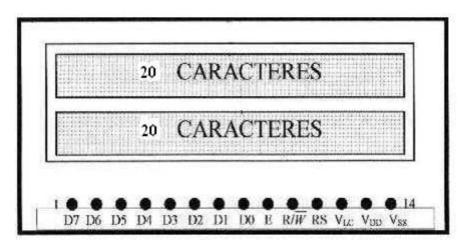


Figure 9

Possibilités de l'afficheur :

L'afficheur est en mesure de visualiser 192 caractères:

- De \$00 à \$ 07 : 8 caractères définissables par l'utilisateur.
- De \$20 à \$7F : 96 caractères ASCII (majuscules, minuscules, chiffres, signes).
- De \$A0 à \$DF: 64 caractères japonais (alphabet kana).
- De \$E0 à \$FF: 32 caractères spéciaux: accent, lettres grecques, ...

De plus, l'affichage est capable de traiter d'autres commandes telles que:

- l'extinction de l'affichage.
- le positionnement du curseur.
- le déplacement des caractères sur l'affichage.
- Le choix du caractère à redéfinir.
- le choix du sens du déplacement du curseur ou de l'affichage.
- le clignotement des caractères ou du curseur.

FONCTIONNEMENT:

◆ Tableau de codage des caractères :

Les caractères et les signes spéciaux sont codés en ASCII.

♦ Apparition des caractères sur l'afficheur :

Après avoir défini le sens de déplacement, les caractères apparaissent au dessus du curseur (qu'il soit visualisé ou non).

Adresse	gauche à droite	invisible
haut	\$00\$13	\$14\$27
bas	\$40\$53	\$54\$67

L'adresse 00 correspond à la ligne du haut à gauche, 13 à droite.

L'adresse 40 correspond à la ligne du bas à gauche, 53 à droite.

La zone invisible correspond à la mémoire de l'afficheur. (40 caractères). Lorsqu'un caractère est inscrit à l'adresse \$27, le caractère suivant apparaît à la ligne suivante.

◆ Principe de fonctionnement :

Le principe de fonctionnement est simple, pour visualiser un caractère, il suffit de le positionner sur le bus de donnée (codé en ASCII), de mettre RS au niveau haut (caractère), **R/|W** au niveau bas (écriture), et de provoquer un front descendant sur l'entrée de validation de l'afficheur (E).



IV-3. Schéma de câblage

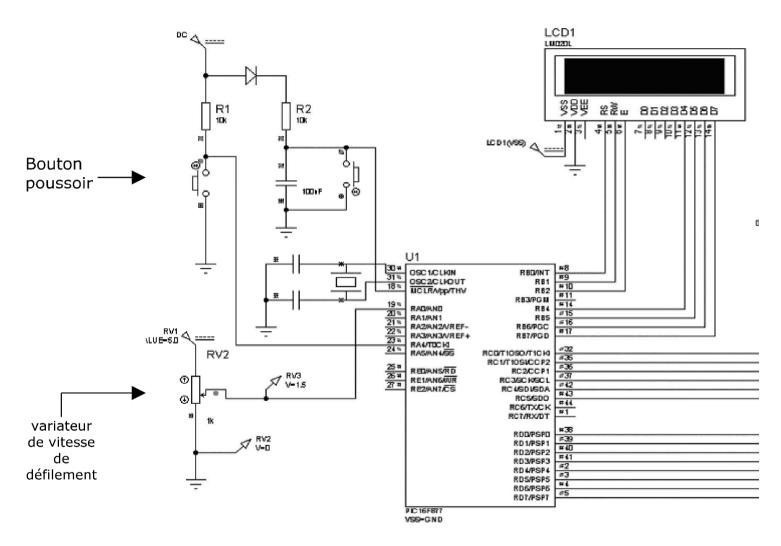


Figure 10

A.OULBOUB 18



Analyse du schéma de câblage

Ce schéma de câblage est un développement de schéma fonctionnel du système (figure 1) au sens électronique.

La commande du LCD graphique par le PIC nécessite 14 bits :

- 6 bits pour la commande (Port C).
- 8 bits pour les données (Port D).

La commande du LCD alphanumérique par le PIC nécessite 7 bits (Port B).

D'une part si on veut rajouter une EEPROM, cette dernière ne prendra que 2 bits (6 et 7 du Port C qui nous permet de faire une liaison série avec le PIC) ,donc le port B reste libre.

D'une autre part, au niveau de programmation c'est mieux de faire une liaison en parallèle séparée qu'une commune.

Pour le quartz on peut utiliser plusieurs cadence de 4 à 20 Mhz sauf qu'il faut recalculer la tempo au niveau du programme, car cette tempo est valable pour un quartz de 20 Mhz.



V. ARCHITECTURE LOGICIELLE

V-1. Algorithme du programme

V-1.1. Programme principal

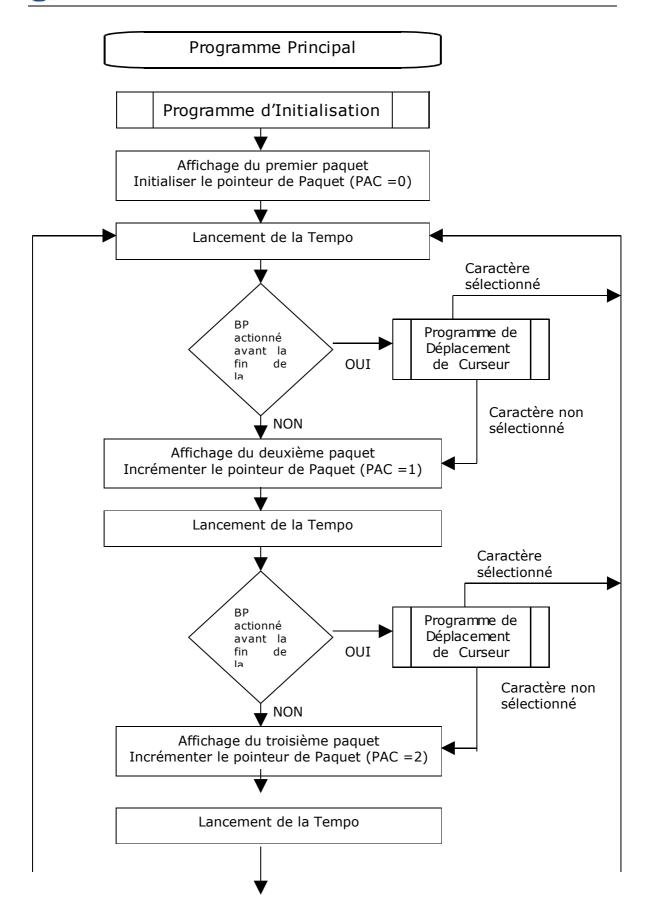
Ce programme sert à gérer le défilement des paquets de caractères ainsi que l'affichage des LCDs.

Au début ,le programme principal initialise le PIC et l'afficheur graphique (au travers du sous programme d'initialisation) puis il envoi le premier paquet de caractères et il attend la validation du bouton poussoir .

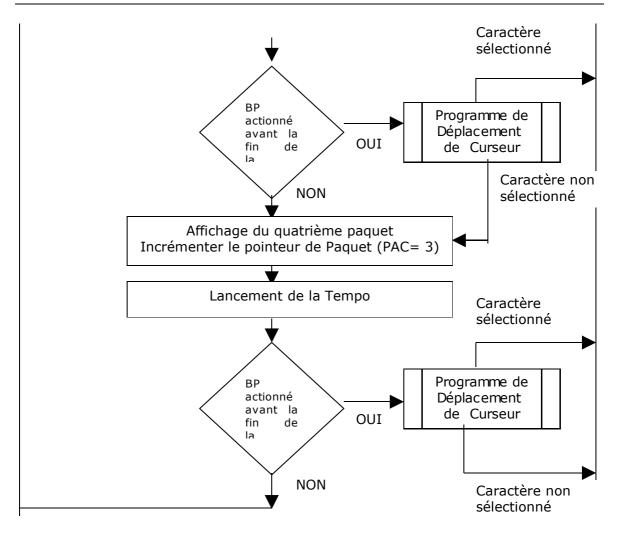
Si le bouton poussoir est validé, le programme de déplacement de curseur s'exécute.

Si non le programme principal envoi le prochain paquet de caractère et ainsi de suite.









V-1.2. Sous-programme d'initialisation

Dans un premier temps, ce programme définie l'emplacement des registres nécessaires dans la RAM du PIC.

Ensuite on configure les ports du PIC :

Port A: en entrée vers le bouton poussoir (entrée analogique).

Port B : en sortie vers le LCD Alphanumérique (commandes et données).

Port C: en sortie vers le LCD Graphique (commandes de l'afficheur).

Port D: en sortie vers le LCD Graphique (données).

Puis on configure le LCD Graphique :

Définition de la matrice (pour obtenir 7 lignes et 16 colonnes)

Définition de la zone graphique.

Définition de la zone de texte.

Enfin, on initialise le compteur E à 32 (nombre de caractères de la zone réservée pour le message, qui est de 2 lignes pour le LCD graphique) et le compteur G à 0 (nombre de caractères saisis dans LCD alphanumérique).



Sous-Programme d'initialisation

- Initialisation des ports
- ◆ Port C (RC0 à RC5) en sortie vers LCD Graphique.
- ♦ Port D (RD0 à RD7) en sortie vers LCD Graphique.
- ◆ Port A (RA4) en entrée vers le BP
- ♦ Port B (RB0 à RB2 et RB4à RB7) en sortie vers LCD Alphanumérique.
 - Initialisation du LCD Graphique
- ♦ Nombre de lignes et de colonnes.
- ◆ Zone graphique.
- ◆ Zone de texte.
 - Initialisation du LCD 2x20
- ♦ Mode 4 bit
 - Initialisation du Compteur G
- ♦ COMPTEUR G=0
 - Initialisation du Compteur E
- ◆ COMPTEUR E=32

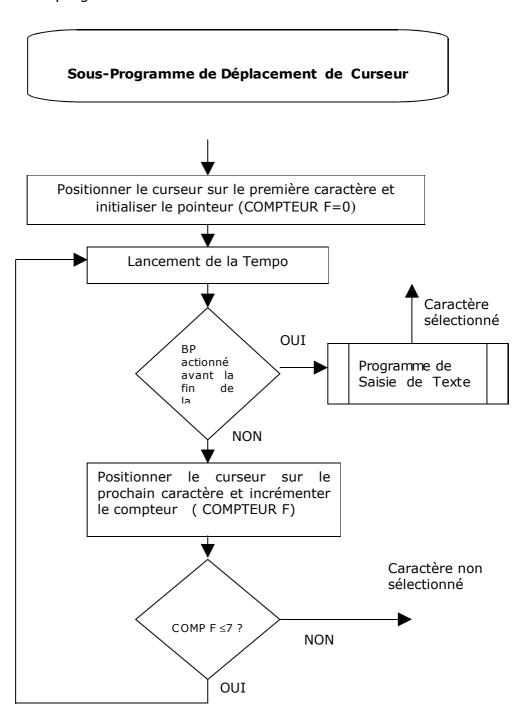




V-1.3. Sous-programme de déplacement du curseur

Ce sous-programme permet de gérer le défilement des caractères. En effet, après l'écoulement de la temporisation et la non revalidation du bouton poussoir par la personne, le curseur se déplace d'un caractère à l' autre jusqu'au dernier caractère. A ce moment la, le sous-programme de déplacement de curseur retourne au programme principal pour afficher le prochain de paquet.

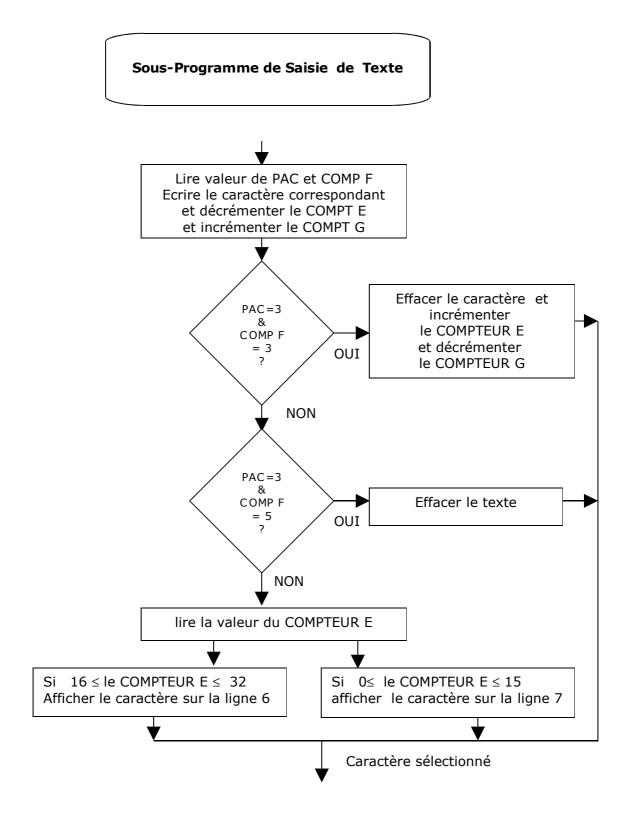
Dans le cas contraire, c'est à dire quand la personne revalide le bouton poussoir, le sous-programme de saisie de texte s'exécute.





V-1.4. Sous-programme de saisie de texte

Une fois la validation d'un caractère, ce sous-programme l'identifie à partir de la valeur du paquet et du compteur F et l'affiche à la suite du message existant (la position de ce caractère est défini à l'aide du compteur E). Une fois affiché le sous programme retourne au programme principal, en recommençant l'affichage par le premier paquet.





V-2. Choix du langage de programmation

La programmation du PIC peut ce faire en assembleur ,Basic ou en C. J'ai développé mon programme en assembleur pour plusieurs raisons parmis lesquelles la possibilité de contrôler précisément les temps d'exécution et aussi parce que les compilateurs en assembleur sont gratuits contrairement en C ou en Basic.

C'est toutefois le plus proche de la machine, il produit un code compact et rapide, mais tout doit être défini à la main. Il est parfait pour les applications en temps réel qui demandent la maîtrise de timings très courts. Il est très stimulant intellectuellement pour qui veut s'impliquer dans des projets complexes.

Grâce à l'architecture RISC, le jeu d'instruction du PIC 16F877 se limite à 35 instructions élémentaires, ce qui simplifie la programmation.

V-3. Environnement de développement

V-3.1. MPLAB

Mplab est un outil fourni gratuitement par la société Microchip, il suffit de se connecter sur le site www.microchip.com pour le télécharger .Ce logiciel permet de créer un programme pour un PIC, de l'assembler et de le simuler avant le transfert vers la mémoire flash du PIC.

Il contient:

- ♦un éditeur
- ♦un assembleur
- ♦un simulateur

Il permet:

- ◆ La rédaction du fichier source en langage assembleur (fichier.ASM).
- ♦ Sa transformation en fichier objet (fichier.HEX) prêt à être chargé dans la mémoire programme du microcontrôleur.

L'ensemble des fichiers nécessaires à ces opérations est regroupé dans un espace " projet " (fichier.PJT).



V-3.2. PROTEUS

Proteus est un outil professionnel de saisie de schéma et de conception de circuits imprimés avec placement automatique, routage et rapports .Il est composé principalement de deux outils **ISIS** et **ARES**.

ISIS:

ISIS est beaucoup plus qu'un logiciel de saisie de schéma classique. Au cœur du système PROTEUS, ISIS est conçu pour répondre parfaitement aux besoins des deux fonctions d'un schéma :

La saisie rapide de projets très complexes destinés aux simulations et aux conceptions de cartes.

La création de très beaux schémas destinés aux publications.

ARES:

Le module ARES de PROTEUS permet de dessiner manuellement ou automatiquement des typons.

En résumé, le cheminement du projet est modélisé par le graphique suivant :

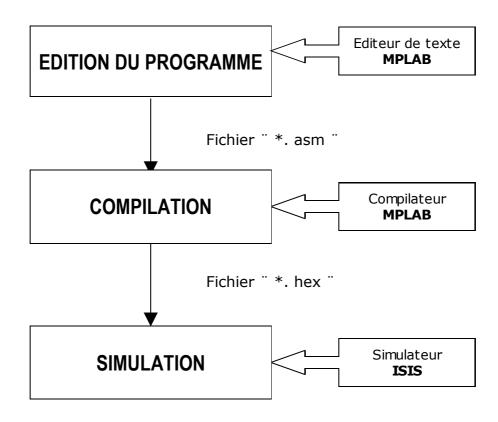


Figure 11: cheminement du projet



VI. ETATS D'AVANCEMENT

Tâches	Remarques
Choix de microprocesseur	Tâche réalisée
Choix du premier afficheur	Tâche réalisée
Choix du deuxième afficheur	Tâche réalisée
Choix d'EEPROM	Tâche non réalisée
Réalisation de schéma de câblage	Tâche réalisée
Défilement des paquets de caractères	Tâche réalisée
Défilement entre les caractères	Tâche réalisée
Affichage du caractère édité	Tâche réalisée
Mémorisation du texte édité	Tâche non réalisée
Affichage des mots du dictionnaire	Tâche non réalisée

Malheureusement, toutes les tâches qui concernent le dictionnaire n'ont pas étaient réalisées par manque de temps. Pour les autres tâches on dispose déjà de leurs parties matérielles et logicielles qu'il faut mettre en œuvre.



CONCLUSION

Après une analyse du cahier des charges j'ai proposé une analyse fonctionnelle afin de décomposer le problème en fonction simple à réaliser. Cette étape m'a tout simplement conduit à me documenter.

J'ai donc commencé à apprendre l'assembleur et le fonctionnement du PIC et débuter par des petits montages et réaliser leurs simulations. Suite à cela j'ai commencé à réaliser la carte d'outil de communication en implantant le LCD Graphique et le PIC dans le schéma de câblage en premier lieu, et vérifier le bon fonctionnement du programme, ainsi j'ai rajouté le deuxième LCD alphanumérique en deuxième temps.

Pour cette réalisation j'ai été amené à répartir le travail de la manière suivante :

- ✓ Réalisation de la carte sous le logiciel PROTEUS.
- ✓ Edition et compilation du programme sous MPLAB.

De cette manière j'ai pu réinvestir mes connaissances et les savoir faire acquis au cours de l'année. De plus j'ai eu pu acquérir des nouvelles compétences : utilisation de MPLAB, utilisation de PROTEUS, découverte de la famille PIC.



BIBLIOGRAPHIE

- S'initier à la programmation des PIC : basic et assembleur.

 Alain REBOUX (édition Dunod 2002).
- -Apprendre la programmation des PIC par l'expérimentation et la simulation.

Mayeux Pascal (Paris Dunod 2002).

- Les microcontrôleurs PIC.

Bernard BEGHYN.

- Les microcontrôleurs PIC : description et mise en œuvre. Christian TAVERNIER.
- Article « Pilote d'afficheur graphique ». Electronique pratique N°279, page 86.

Quelques liens utiles :

www.microchip.com DATASHEET du PIC de la série 16FXXX .

<u>www.abcelectronique.com/Bignoff</u> (cours détaillé de la programmation des PICs).

www.semicon.toshiba.co.jp/td/en/ASSP/Display Driver Ics/en 20030618 T6963C da tasheet.pdf

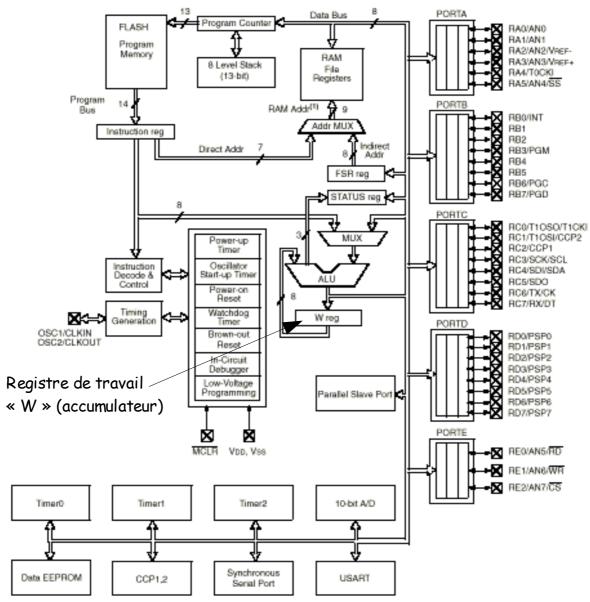
<u>www.radiospares.com</u> (site des composants électronique des différents fournisseurs)



ANNEXE 1



Device	evice Program Data Memory		Data EEPROM	
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes	
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes	

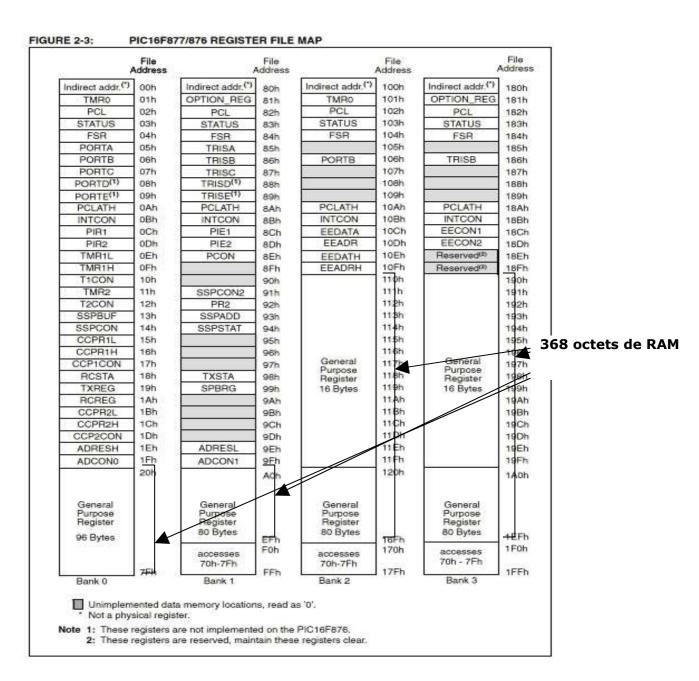


Architecture interne d'un PIC 16F877



I. GESTION MEMOIRE DU PIC 16F877

- ➤ La **mémoire programme** est constituée de 8k mots de 14 bits. C'est dans cette zone que nous allons écrire notre programme, sachant qu'une instruction est codée sur 1mot.
- La mémoire **EEPROM** est constituée de 256 octets qu'on peut lire et écrire depuis notre programme, ces octets sont conservés après coupure de courant et sont très utiles pour conserver des paramètres semi-permanents.
- ➤ La mémoire **RAM** est constituée de 368 octets, subdivisée en 4 banques. Nous voyons dans le tableau au dessous que les adresses s'échelonnent entre 0x00 et 0x1FF.





II. MODE D'ADRESSAGE DU PIC 16F877

II-1. L'ADRESSAGE DIRECT

Pour ce type d'adressage, il nous manque donc deux bits. Nous allons trouver ces deux bits dans le registre **STATUS**.La combinaison des bits **RPO** et **RP1** de ce registre, permet donc d'accéder en adressage direct à l'intégralité de la RAM.

L'adresse finale est donc composée de RP1|RP0 comme bits 8 et 7,complétés des

7 bits de l'adresse directe utilisée.

On représente les 4 possibilités concernant RP1 et RP0 par le tableau suivant :

RP1	RP0	Accès à la RAM
0	0	0x00 à 0x7F
0 1 1 0		0x80 à 0xFF
		0x100 à 0x17F
1	1	0x180 à 0x1FF

Notez que la RAM située de 0x70 à 0x7F est accessible quel que soit l'état de RP0

et RP1.En effet, les zones correspondantes dans les autres banques sont en fait

des images de cette zone.



II-2. L'ADRESSAGE INDIRECT

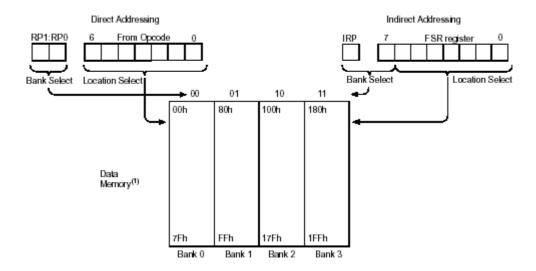
L'adressage indirect utilise le registre FSR/INDF.Hors, ce registre à une largeur de 8 bits. Donc , tel quel, il lui est impossible d'adresser plus de 2 banques. Il va donc falloir trouver une fois de plus un bit supplémentaire.

Ce bit est le bit IRP du registre STATUS.Ce bit est donc utilisé comme bit poids fort

(bit 8) complété par les 8 bits contenus dans le registre FSR.

Pour résumer :

- II- Vous devez toujours vérifier RP0 et RP1 avant tout utilisation de l'adressage direct.
- III- Vous devez toujours vérifier IRP avant tout utilisation de l'adressage indirect.





III. LES PRINCIPAUX REGISTRES DU PIC 16F877

III-1. LE REGISTRE "W"

Ce registre est un registre utilisé par les pics pour réaliser toutes sortes de calculs.

La destination d'un résultat peut en général être un emplacement RAM (f) ou le registre de travail (W). C'est donc un registre fondamental.

III-2. LE REGISTRE "STATUS"

Ce registre est principalement utilisé pour tout ce qui concerne les tests.

Il est donc également d'une importance fondamentale.

REGISTER 2-1: STATUS REGISTER (ADDRESS 03h, 83h, 103h, 183h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-1	R-1	R/W-x	R/W-x	R/W-x
IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	С
bit 7							bit 0

C : Ce bit est en fait le 9éme bit d'une opération mathématique, c'est le bit

du retenue.

DC : Ce bit est utilisé principalement lorsque on travaille avec des nombres BCD.

Z : Ce bit est positionné à 0 c'est le résultat de la dernière opération vaut 0.



LES INSTRUCTIONS DU PIC 16F877

Mnemonic,		Description	Cycles	14-Bit Opcode				Status	Notes	
Operands				MSb			LSb	Affected		
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS										
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2	
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z	1,2	
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	lfff	ffff	Z	2	
CLRW		Clear W	1	00	0001	0000	0011	Z		
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z	1,2	
DECF	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z	1,2	
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff		1,2,3	
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z	1,2	
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff		1,2,3	
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z	1,2	
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff		Z	1,2	
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	lfff	ffff			
NOP	•	No Operation	1	00	0000	Oxxo	0000			
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff		С	1,2	
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C	1,2	
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2	
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff	_	1,2	
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z	1,2	
	ED FIL	E REGISTER OPERATIONS								
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff		1,2	
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff		1,2	
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb	bfff	ffff		3	
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb	bfff	ffff		3	
LITERAL A	ND CO	NTROL OPERATIONS						•		
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z		
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z		
CALL	k	Call subroutine	2	10	Okkk	kkkk	kkkk	l		
CLRWDT		Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	TO,PD		
GOTO	k	Go to address	2	10						
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z		
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk			
RETFIE		Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001			
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	Olxx	kkkk	kkkk			
RETURN		Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000			
SLEEP		Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	TO,PD		
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11		kkkk	kkkk	C,DC,Z		
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z		



ANNEXE 2



I. PRINCIPE DE COMMANDE D'UN LCD GRAPHIQUE

La commande d'un lcd graphique comprend :

- L'initialisation et l'activation de l'afficheur.
- L'écriture en RAM des données à afficher.

Ceci se fait sur le principe :

- > D'utilisation d'un jeu de broches de communication :
- RS (ou C/D) qui permet de déterminer si les broches de données reçoivent
 - une instruction ou des données RAM.
- R/W qui permet de faire fonctionner l'afficheur en mode écriture ou lecture.
- E qui permet de valider (E=1) les données présentent sur les broches de

données. La broche E est à mettre au niveau HAUT par défaut.

- D'utilisation d'un jeu de broches de données :
 - la plupart des afficheurs graphiques fonctionnent en mode 8 bits
 - l'octet envoyé à l'afficheur sera soit une instruction (si C/D est à 0), soit

une donnée pour la RAM (si C/D est à 1)

- D'utilisation d'un jeu de broches spécifiques :
 - parfois une broche RESET
- souvent, des broches de sélection des blocs graphiques correspondant en

fait aux broches de sélection (CS=1) des drivers de colonnes.



II. PRINCIPE D'ECRITURE D'UNE DONNEE EN RAM

1ère étape : se positionner à l'adresse voulue en RAM .

Ceci passe par l'envoi d'une instruction de positionnement en colonne suivi d'une instruction de positionnement en ligne. Ceci une fois fait, il ne reste plus qu'à écrire l'octet voulu à l'emplacement de la RAM ainsi désigné.

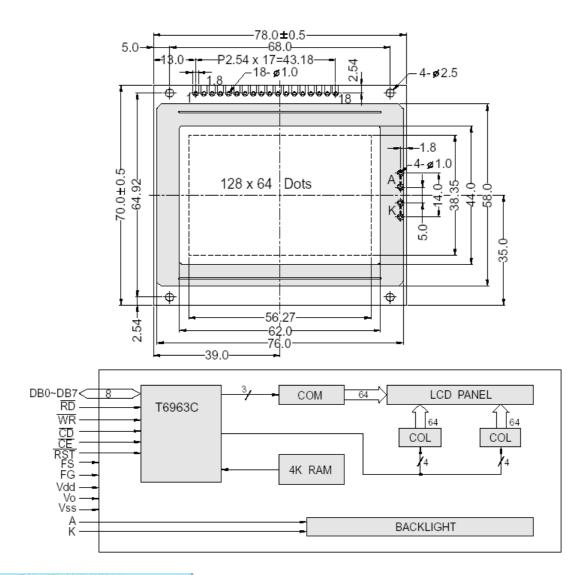
2ème étape : Ecriture d'une donnée en RAM .

La séquence d'envoi d'une donnée à l'afficheur LCD graphique est :

- mise à 0 de la broche R/W.
- mise à 1 de la broche RS (ou C/D).
- mise de l'octet sur les broches de données.
- validation de l'instruction par un front descendant sur la broche E.



III. LCD GRAPHIQUE 128x64



	PIN ASSIGNMENT						
Pin no.	Symbol	Function					
1	FG	Frame ground					
2	Vss	Power supply(GND)					
3	Vdd	Power supply(+)					
4	Vo	Contrast Adjust					
5	WR	Data write					
6	RD	Data read					
7	ĈĒ	Chip enable					
8	CD	Command / data select					
9	RST	Reset					
10-17	DB0-DB7	Data bus line					
18	FS	Font select					

<u>Spécifications Techniques :</u>
• Alimentation: +5 V

• Température d'utilisation: -10°

format	Dim (. mo (mm		Fenêtre d'affichage (mm)		
(rangées x col.)	L	I	Р	┙	I	
128 x 64	78	70	9,7	56,27	38,35	



IV. Le tableau des commandes

LCD Graphique 128x64 de Powertip possède des différents commandes ou un jeu d'instructions très complet, présenté par le tableau suivant : **Command Definitions**

Command	Code	D1	D2	Function
REGISTERS SETTING	00100001 00100010 00100100	X address Data Low address	Y address 00H High address	Set Cursor Pointer Set Offset Register Set Address Pointer
SET CONTROL WORD	01000000 01000001 01000010 01000011	Low address Columns Low address Columns	High address 00H High address 00H	Set Text Home Address Set Text Area Set Graphic Home Address Set Graphic Area
MODE SET	1000X000 1000X001 1000X011 1000X100 10000XXX 10001XXX	11111	11111	OR mode EXOR mode AND mode Text Attribute mode Internal CG ROM mode External CG RAM mode
DISPLAY MODE	10010000 1001XX10 1001XX11 100101XX 100110XX 100111XX	11111	11111	Display off Cursor on, blink off Cursor on, blink on Text on, graphic off Text off, graphic on Text on, graphic on
CURSOR PATTERN SELECT	10100000 10100001 10100010 10100011 1010010	1111111	1 1 1 1 1 1	1-line cursor 2-line cursor 3-line cursor 4-line cursor 5-line cursor 6-line cursor 7-line cursor
DATA AUTÓ READ / WRITE	10110000 10110001 10110010	1 1 1	1 1 1	Set Data Auto Write Set Data Auto Read Auto Reset
DATA READ / WRITE	11000000 1100001 11000010 11000011 11000100 11000101	Data — Data — Data —		Data Write and Increment ADP Data Read and Increment ADP Data Write and Decrement ADP Data Read and Decrement ADP Data Write and Nonvariable ADP Data Read and Nonvariable ADP
SCREEN PEEK	11100000	ı	-	Screen Peek
SCREEN COPY	11101000			Screen Copy

X: invalid



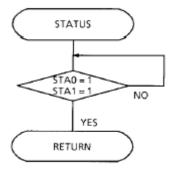
IV-1. Séquence d'envoi d'une commande

La séquence d'envoi d'une commande à l'afficheur LCD graphique est :

- Mise à 0 de la broche | RW.
- Mise à 1 de la broche |RD.
- Mise à 1 de la broche CD.
- Mise à 0 de la broche |CE.
- Vérification du status « status check ». (voir le tableau au dessous)
- Mise du code de la commande sur les broches de données.
- Vérification du status « status check ».
- Ecrire la commande.

Cette séquence est représenté sous forme d'une routine dans notre programme.

MSB							LSB	
STA7 D7	STA6 D6	STA5 D5	STA4 D4	STA3 D3	STA2 D2	STA1 D1	STAC DO	
\$TA0	Check comma	and execution o	apability			0: Disable 1: Enable		
STA1	Check data re	ad / write capa	bility			0: Disable 1: Enable		
STA2	Check Auto m		0: Disable 1: Enable					
STA3	Check Auto m		0: Disable 1: Enable					
STA4	Not used	Not used						
STA5	Check control	Check controller operation capability						
STA6	Error flag, Use	nds.	0: No error 1: Error	= =				
STA7	Check the blin	k condition		0: Display off 1: Normal display				





IV-2. Séquence d'envoi d'une donnée

La séquence d'envoi d'une commande à l'afficheur LCD graphique est :

- Mise à 0 de la broche |RW.
- Mise à 1 de la broche |RD
- Mise à 0 de la broche |CD
- Mise du code sur les broches de données.
- Mise à 1 de la broche |CE.

IV-3. Organisation de la RAM

⇒ L'écran et la RAM graphique sont divisés en 2.

Si l'on se reporte à la structure fonctionnelle de l'afficheur, on remarque qu'il utilise 2 drivers de 64 colonnes qui sont reliés à une RAM graphique a définir.

Donc en fait, chaque driver gère l'affichage d'une moitié de l'écran : 64 colonnes (x 64 lignes) chacun.

La sélection de la moitié de l'écran dans laquelle on veut « écrire » va se faire par 2 broches d'activation des drivers appelée CE0 et CE1.Ces 2 broches seront à connecter sur des broches E/S du PIC. Elles seront gérées par les routines écrite dans le programme pour l'afficheur.



ANNEXE 3



I. Tableau des différentes commandes de l'afficheur alphanumérique

rarricheu	11	aipi	Idi	IUI	Hei	14	ue				
TYPE DE COMMANDE	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	DESCRIPTIF
EFFACER L'AFFICHAGE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Efface l'ensemble de la mémoire de données sans toucher au générateur de caractère. Met le curseur en position Home, à l'adresse 00.
CURSEUR EN POSITION HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Met le curseur en position Home. Si l'affichage à été décalé, il est remis à sa position d'origine: l'adresse 00 se trouve à nouveau en haut à gauche.
MANIERE DE VISUALISER LES CARACTERES	0	0	0	0	0	0	0	1	ID	S	Détermine le sens de déplacement du curseur après apparition d'un caractère (ID) et le déplacement collectif d'une position de l'ensemble de l'affichage (S).
MARCHE/ARRET DE L'AFFICHAGE DU CURSEUR	0	0	0	0	0	0	1	D	С	В	Met l'affichage en ou hors fonction (D). Met le curseur en ou hors fonction (C). Fait clignoter le caractère situé au-dessus du curseur (B), clignotement se traduisant par une alternance du caractère et du caractère FF (rectangle noir)
DECALAGE	0	0	0	0	0	1	S/ C	R/L	*	*	Déplace le curseur ou l'ensemble de l'affichage sans modifier le contenu de la mémoire.
FONCTION	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Indique la largeur du bus de données. Indique s'il ne faut utiliser que la ligne du haut ou que celle du bas. (F): matrice
ADRESSE DU GENERATEUR DE CARACTERES	0	0	0	1	Ca	ractè	re	F	Range	ée	Définit l'adresse de la mémoire du générateur de caractères. Les données suivantes correspondent à la matrice du caractère concerné.
ADRESSE DE LA MEMOIRE DE DONNEES	0	0	1		Adresse				Définit l'adresse de la mémoire de données. Les données suivantes correspondent au caractère ASCII à visualiser.		
INDICATEUR BUSY LECTURE D'ADRESSE	0	1	BF	Adresse					Lit l'indicateur Busy (BF) pour vérifier que l'afficheur et en mesure de traiter la commande suivante. Lit l'adresse de la position du curseur.		
ECRITURE DE DONNEES	1	0		Données							Ecrit des données respectivement dans la mémoire de données ou le générateur de caractères.
LECTURE DE DONNEES	1	1		Données						Lit les données respectivement de la mémoire de données ou le générateur de caractères.	



II. Description des différentes commandes

	0	1		
ID	Déplacement vers la gauche	Déplacement vers la droite		
S	L'affichage ne bouge pas	L'affichage est décalé		
С	Absence du curseur	Visualisation du curseur		
В	Absence de clignotement du caractère	Clignotement du caractère		
s/c	Déplacement du curseur	Déplacement de l'affichage		
R/L	Décalage vers la gauche	Décalage vers la droite		
DL	4 bits	8 bits		
N	Ligne du haut	2 lignes validées		

Le bit noté **F** permet de définir la matrice des caractères suivant le tableau ci dessous.

N	F	Nombre DE LIGNE	MATRICE
0	0	1	5 * 7
0	1	1	5 * 10
1	*	2	5 * 7

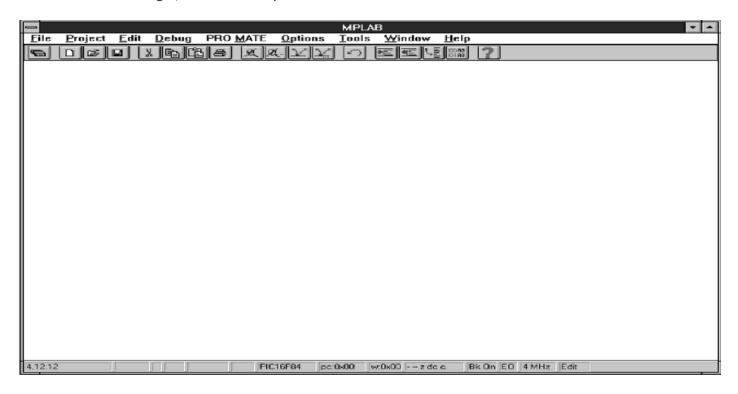


ANNEXE 4



I. Maîtriser MPLAB

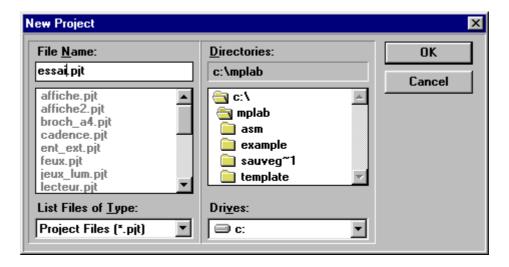
Une fois téléchargé, on lance Mplab et on visualise alors l'écran suivant :



A.OULBOUB 49

I-1. Ouverture d'un nouveau projet

On clique sur Project - New Project, l'écran suivant doit apparaître :



On indiquer dans cette fenêtre le répertoire où devra se sauvegarder le projet (en lecteur C par exemple) et le nom du projet (essai.pjt dans l'exemple), une fois terminer on clique sur OK.

La fenêtre " **Edit Project** "qui s'ouvre confirme le nom du fichier objet qui sera créé (essai.hex) .



Pour chaque application il faut choisir un l'éditeur (dans notre cas ,on choisit Editor Only 16F877) et l'environnement (Microchip).

Ensuite on clique sur le nom dans la fenêtre du bas (dans l'exemple essai.hex) puis sur "Add Node", une autre fenêtre doit apparaître pour indiquer le nom du fichier assembleur qu'on va simuler (dans l'exemple essai.asm) puis on valide avec OK. La fenêtre " Edit Project" revient et on cliquer sur OK pour revenir à la page d'accueil.

I-2. Ecriture du programme source

Cliquer sur "**File** – **New**" ,la fenêtre qui s'ouvre, nommée pour l'instant " untitled " est celle où l'on doit taper le programme en assembleur. Une fois terminée on

clique sur "File - Save As".

Ensuite on indique le répertoire où devra se sauvegarder le fichier, le même que celui du projet et surtout il faut pas oublier que le nom du fichier doit être le même que celui du projet (essai.asm).

I-3. Création du programme objet

Il s'agit de transformer ce fichier .asm en fichier .hex directement exploitable par le programmateur de PIC pour cela on clique alors sur "**Project - Make Project**".

La transformation de essai.asm en essai.hex commence.

Dans le cas où il y a des erreurs le compilateur envoi le message suivant (build failed). Dans ce cas la il faut revenir dans la fenêtre d'écriture du fichier source (essai.asm) Puis Corriger les erreurs et Recompiler en cliquant sur *Project - Make Project* et recommencer jusqu'à obtenir le message "Build completed successfully "

MPASM fournit une possibilité de simulation du programme pour aider la correction:

La simulation permet de suivre le cheminement du programme, instruction par instruction. On passe en mode simulation par "**Options - Development Mode**"

et en clique alors sur "MPLAB-SIM Simulator"

o Par Window:

Ce mode nous permet de voir le contenu des mémoires et registres après chaque exécution d'instruction.

Window - Watch Window - New Watch Window:

Ce mode nous permet de voir la valeur des variables.

I-4. Ouverture d'un projet existant

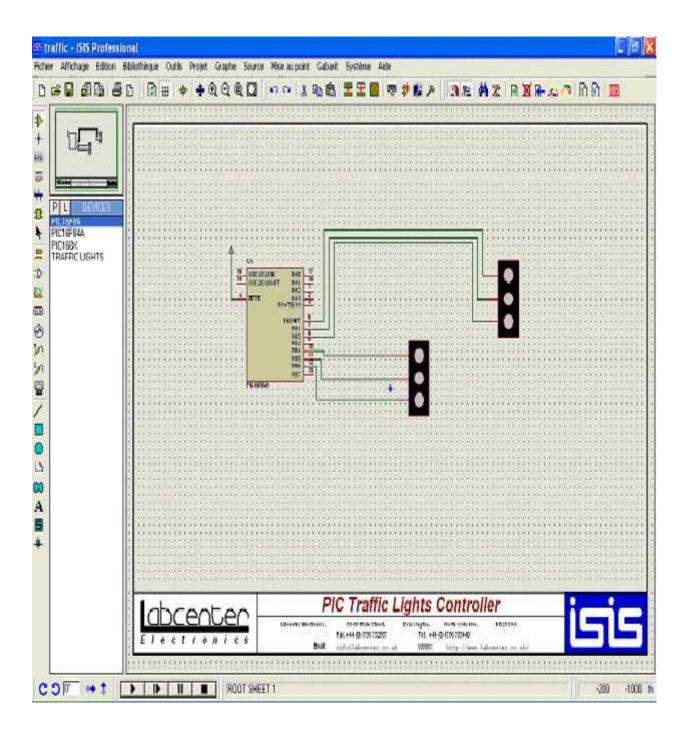
Pour ouvrir un projet déjà existant il suffit de suivre les étapes suivantes :

- Cliquer sur " Project Open Project".
- Indiquer le répertoire où se trouve le projet et le nom du projet (essai.pjt).
- Cliquer sur OK.
- Cliquer sur "File Open".
- Indiquer le répertoire où se trouve le fichier et le nom du fichier (essai.asm) .
- Cliquer sur OK .

Le fichier ".asm" apparaît alors à l'écran.



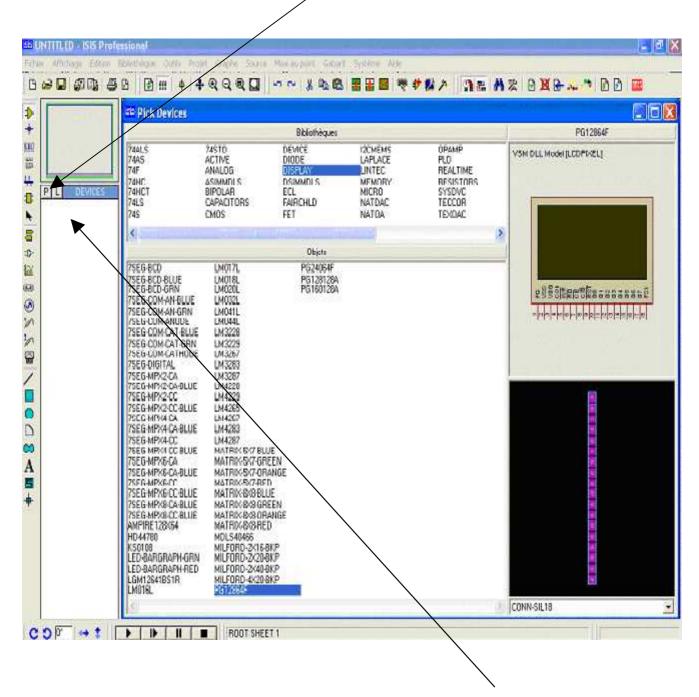
Présentation et utilisation d'IRIS



ISIS est livré avec des bibliothèques complètes de composants standards organisées en familles de type TTL, CMOS, ECL, microprocesseurs, mémoires et circuit intégrés analogiques type ampli-ops etc... D'autres bibliothèques comprennent des centaines de composants nommés de type Bipolaires, FET, MOSFET, Diodes. Soit plus de 8000 éléments au total.

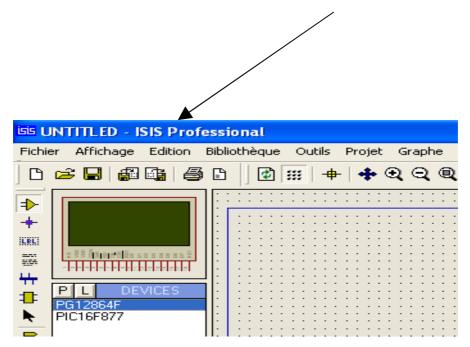
Une fois le logiciel PROTEUS installé, on lance ISIS et on choisit les composants nécessaire dans la bibliothèques des composants fournies avec ISIS(**Pick Devices**).

Pour cela on clique sur le bouton P...

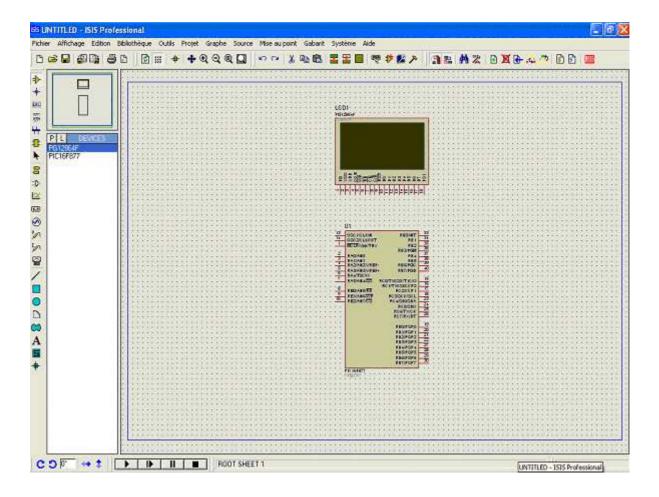


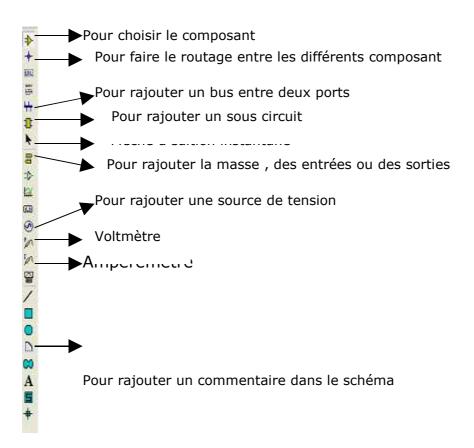
Ensuite en clique sur le composant deux fois pour qu'il s'affiche dans la fenêtre blanche à gauche .

Après avoir rajouter toutes les composants nécessaire pour le schéma on ferme la fenêtre **Pick Devices** on clique sur le composant dans la fenêtre de gauche une seule fois , le composant doit apparaître cette fenêtre



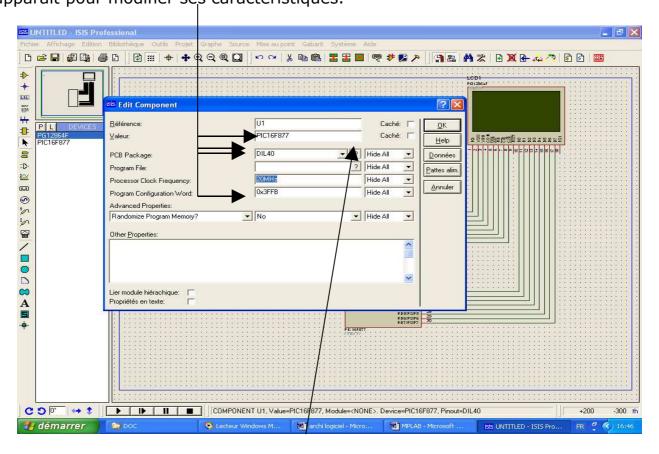
Ainsi on déplace le composant un par un en utilisant la souris.





Une fois le schéma est édité, on sélectionne la flèche d'édition instantané

ensuite on clique sur chaque composants, la fenêtre **Edit Component** apparaît pour modifier ses caractéristiques.

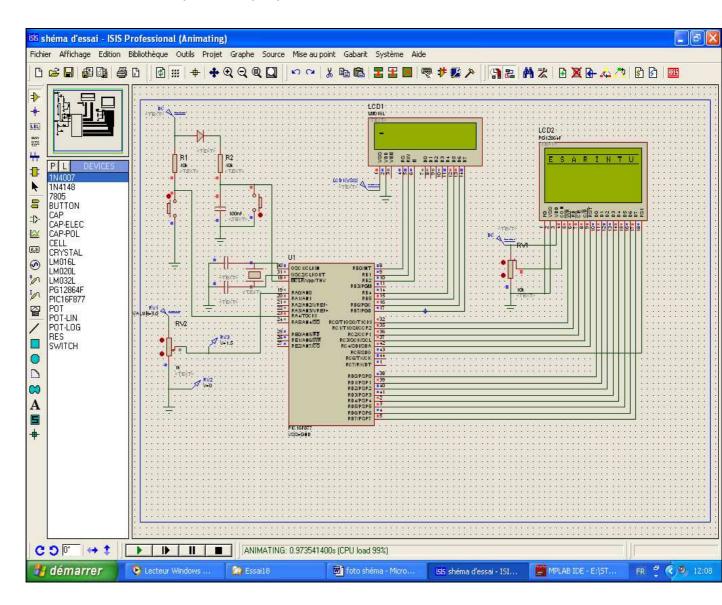


A la fin on clique sur la fenêtre **Program file** pour charger le programme en Hexa généré précédemment par Mplab.

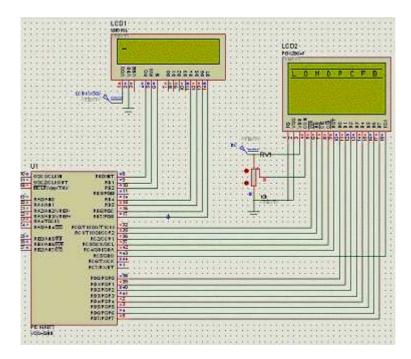
ANNEXE 6

ANNEXEZ

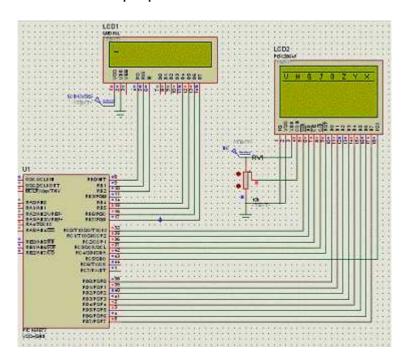
Après le chargement du programme dans le PIC ,on lance la simulation et on visualise le premier paquet :

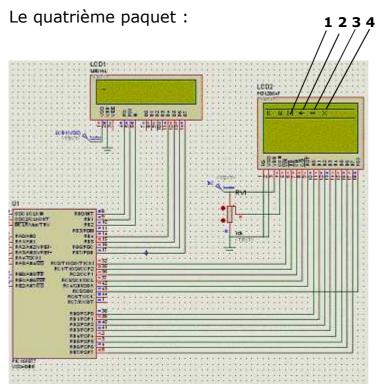


Le deuxième paquet :



Le troisième paquet :





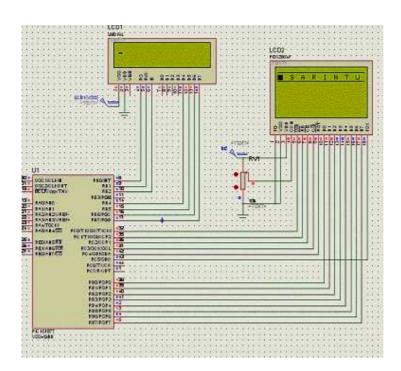
1 : Espace.

2 : efface un caractère.

3 : Efface un mot

4 : Efface le texte.

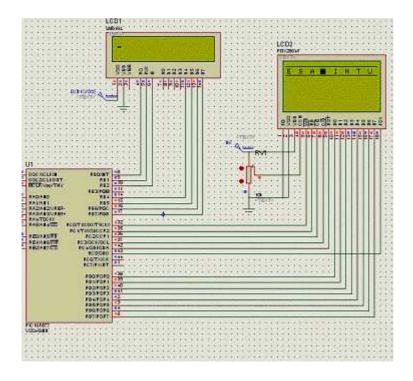
Ici on visualise le déplacement de curseur d'un caractère à l'autre jusqu'au caractère qu'on veut taper et on le valide par le bouton poussoir.



EXEMPLE DE SAISI DE TEXTE:

On prend l'exemple de saisir le nom **IUP GEII** Le premier paquet contient le caractère **I** qu'on veut saisir donc dés

Le premier paquet contient le caractère **I** qu'on veut saisir donc des l'apparition de ce paquet on appui sur le bouton poussoir et le curseur ce déplace .



Dés que caractère I clignote on appui une deuxième fois sur le bouton poussoir et on visualise ce caractère dans la zone de texte et ainsi de suite jusqu'à la fin de la saisie de notre phrase.

