

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la A Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

**Mémoire de Fin d'Etudes
de MASTER PROFESSIONNEL**

Spécialité : Electronique industrielle

Présenté par
Snaoui Nabila
Oussaid Samia

Thème

**Conception et réalisation d'un
calculateur de déchets à base de
microcontrôleur PIC16F877A pour une
machine de fabrication de carton.**

Mémoire dirigé par
M. TAHANOUT.

Proposé par
Mme F.TOURKI

Mémoire soutenu publiquement le septembre 2014

REMERCIEMENTS

En premier lieu nous remercions le bon DIEU le tout puissant et le créateur de nous avoir facilité le chemin et qui nous a donné durant toutes ces années la santé, le courage à la fois en nous même pour arriver à ce jour.

Nous tenons à remercier, notre promoteur Mr TAHANOUT de nous avoir encadré.

Nous remercions également le responsable de labo maquette Mr BERCHICH de nous avoir assistés dans la réalisation de la carte.

Nous remercions aussi, la présidente du jury ainsi que les membres jury qui nous ont honorés pour évaluer et juger notre modeste travail.

Enfin, on remercie tous nos enseignants pour la formation qu'ils nous ont prodiguée durant nos études.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chers parents, à leur grand sacrifice,
leur affection et leur soutien au long de ma
carrière scolaire et universitaire.*

A ma sœur Hakima, et sa famille.

*A mes chers frères : Abderahmane, Mouloud et
Nassim.*

A ma belle sœur cilia.

A mes cousines :Dihia,Safia,Souhila.

*A mes amis avec on a partagé notre cursus et
spécialement Amar, yazid, Moumouh ,Chafik,
Tarik, Soufiane, Messad, Sabrina, Lynda, Mounira
et Kamilia*

A mon binôme Samia

Nabila



Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à :
Mes très chers parents.*

.A mes frères et sœurs

A mes beaux frères et belles sœurs

A mes très chers neveux et nièces

A toute ma famille.

*A tous les amis et camarades sans
exception*

*A toute la promotion électronique
professionnel et en particulier à
mon binôme Nabila qui été tres
patiente et copriensive*

*A toutes personne qui nous aidées
et en particulier Mr Amar*

Samia

Sommaire

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.1. Introduction.....	2
I.2. Présentation de GIPEC	2
I.3. Organigramme de GIPE.....	3
I.4. Présentation de l'entreprise	4
I.4.1. Historique de SACAR.....	4
I.4.2. Fiche signalétique de SACAR.....	4
I.5. Organigramme de SACAR	5
I.6. Problématique	6

Chapitre II : Etude de la machine

II.1. Introduction	7
II.2. Types du carton ondulé.....	7
II.2 .1. Définition	7
II.2 .2. Les différentes sortes de carton ondulé.....	7
II.2 .2 .1. Simple face (SF).....	8
II.2 .2 .2 Double face (DF).....	8
II.2 .2 .3. Double-Double face (DDF).....	8
II.3. Train onduleur	9
II.3.1 Bobines de papier.....	10
II.3.2. Principe de fonctionnement des postes simples face	10
II.3.2.1. Caractéristiques techniques	11
II.3.3. Les ponts magasins	12
II.3.4. Le poste double face	12
II.3.5. Table chauffante (Système à chaintrol)	13

Sommaire

II.3.5.1. Caractéristique technique	13
II.3.6. La mitrailleuse	13
II.3.7. Coupeuse transversale.....	14
II.4. Fabrication du carton ondulé	15
II.4.1. Fabrication du carton onduleur DF	15
II.4.2. Fabrique du carton onduleur DDF.	16
II.5. Déchets en papier et en carton	18
II.6. Cahier des Charges	18
II.7. Emplacement du montage	18
II.8. Conclusion	20

Chapitre III : Etude et Conception matériel

III.1. Introduction	21
III.2. Le principe général de fonctionnement.....	21
III.3. Composants électroniques	22
III.3.1. Le microcontrôleur PIC16F877A	22
III.3.1.1 Description	22
III.3.1.2. Brochage du PIC 16F877A	23
III.3.1.3. Architecture interne.....	24
III.3.1.4. Principe de fonctionnement des ports I/O.....	26
III.3.1.5. Schéma de connexion.....	26
III.3.2. Afficheur à cristaux liquides (LCD).....	27
III.3.2.1 Description le principe de fonctionnement et d'utilisation.....	28
III.3.2.2 Schéma de connexion.....	29
III.3.3. Clavier	30
III.3.3.1. Principe de fonctionnement et d'utilisation du clavier	30
III.3.3.2. Schéma de connexion.....	31
III.3.4. Horloge temps réel.....	32

Sommaire

III.3.4.1. Description L'Horloge temps réel.....	32
III.3.4.2. Caractéristiques électriques.....	32
III.3.4.3. Schéma de connexion.....	33
III.3.5. Carte mémoire	34
III.3.5.1. Schéma de connexion.....	35
III.3.6. Définition d'un capteur.....	36
III.3.6.1. Les familles de capteurs	36
III.3.6.1.1. Définition du capteur Tout Ou Rien (TOR)	36
III.3.6.2. Détecteur de proximité inductif	37
III.3.6.3. Barrière infrarouge	44
III.3.7. Circuit d'alimentation	46
III.3.7.1. Description le circuit d'alimentation	46
III.3.5.2. Schéma de connexions.....	46
III.8. Conclusion.....	49

Chapitre IV : simulation et réalisation pratique

IV.1. Introduction.....	50
IV.2. Présentation du logiciel PROTEUS	50
IV.3. Simulation des différentes parties de la carte avec ISIS	50
IV.3.1. Message d'accueil	50
IV.3.2. Affichage de l'heure et date	51
IV.3.3. Affichage la valeur du déchet de la journée	51
IV.3.4. test d'écriture sur la carte mémoire	52
IV.4. Réalisation de la carte	54
IV.4.1. Circuit imprimé sous ARES :.....	54
IV.4.2. Carte en 3D.....	56
IV.4.3. Réalisation de la carte finale	57

Sommaire

IV.5. conception du programme.....	57
IV.5.1. Choix du compilateur	58
IV.6.2 Organigramme.....	58
IV.6.3 Définition des procédures du programme	59
IV.7 Conclusion	62
Conclusion générale.....	63
Annex.....	64

Introduction Générale

Introduction générale

Introduction Générale

L'être humain en quête permanente de confort et de bien être, fait souvent appel à son intelligence, pour mettre en place de nouvelles technologies adaptées à ces besoins, en effet les techniques de commande numérique ont connues ces dernières années une évolution remarquable grâce aux progrès réalisés dans le domaine de l'électronique numérique, en particulier ceux des microprocesseurs et des microcontrôleurs. Ils sont aujourd'hui implantés dans la plus part des réalisations récentes grâce à leurs tailles, leurs prix de revient, leurs rapidités d'exécution, leur intelligence de programmation et leur simplicité de mise en œuvre par un jeu d'instruction réduit et aussi.

En outre, l'instrumentation numérique se manifeste encore par sa facilité de gérer un processus de plus en plus rationnel et systématique qu'exige l'industrie d'aujourd'hui.

Notre travail s'inscrit dans ce contexte, il consiste à étudier une chaîne de fabrication de papier/carton et y apporter une amélioration en concevant une solution calculant la quantité de déchets de papier et de carton par heures, jours, mois, et années, au sein de l'entreprise **SACAR** (Sac et Carton) dans le but de réutiliser les déchets papiers/cartons générés par la fabrication de ces produits.

Pour atteindre notre objectif, nous avons jugé utile d'organiser notre travail comme suit :

Le premier chapitre définit la présentation de l'entreprise, **le deuxième chapitre** se porte sur les multiples étapes de transformations du papier et le mode de fonctionnement de la machine train onduleur, suivit du **troisième chapitre** consacré à l'étude des composants électronique et la conception matérielle. **Le quatrième chapitre** est accordé à la simulation et la réalisation pratique.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre 1

Présentation de L'entreprise

I.1. Introduction

Emballage en carton ondulé est un assemblage léger qui fait deux sortes de papier collé entre eux, le papier cannelure de forme ondulée et celui de couverture plane et l'air, destiné à contenir et à protéger des marchandises.

Dans ce chapitre on va définir l'organisme d'accueil et exposer la problématique.

I.2. Présentation de GIPEC

En 1998 le **Groupe Industriel Du Papier Et de Cellulose (GIPEC)** né de la fusion de deux entreprises **Cellulose Papier (CELPAP)** et **Entreprise National d'Emballage Papier Et Carton (ENEPAC)**

Ce groupe capitalise plus de trente ans dans le secteur de la cellulose, du papier et des emballages, il est l'unique producteur de papier en Algérie.

Sur une demande nationale de plus de 500 mille tonnes, le groupe **GIPEC** occupe une position favorable par la couverture de 150 mille tonnes.

La gamme production de GIPEC est très étendue, il assure la disponibilité en :

- Papier impression Ecriture.
- Papier et carton d'emballage.
- Papier sanitaire et domestique.
- Sac en papier (GC **G**rosse **C**ontenance, PMC **P**etite Et **M**oyenne **C**ontenance).
- Boîtes pliantes.
- Cassettes en carton ondulé.
- Cahier scolaire.

GIPEC compte onze filiales réparties à travers le territoire national dans la filiale **SACAR (Sac et Carton)** lieu de notre stage pratique.

I.3. Organigramme de GIPEC

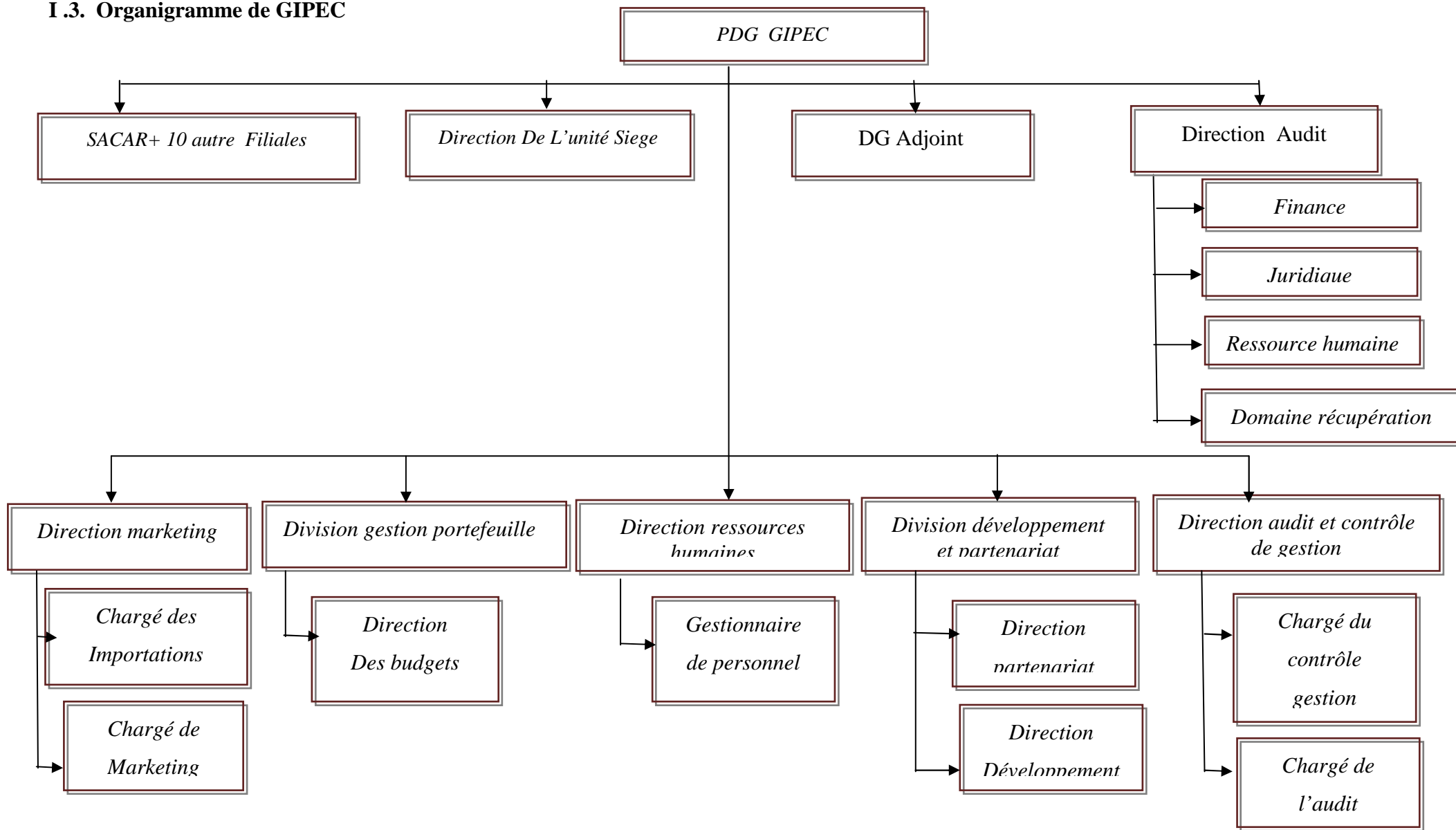


Figure I.1. Organigramme de GIPEC

I.4. Présentation de l'entreprise [3]

Présentation générale de Sac et Carton d'Oued Smar.

I.4.1. Historique de SACAR

La filiale SACAR a été créée en 2000 par acte notarié, elle est issue de la sacherie nord africaine du sac « SNAS » qui a été nationalisée en 1974 et ses actifs transférés au profit de la SONIC (Société National de l'Industrie et de Cellulose).

En 1976, elle a connu un incendie qui ravagé la majorité des moyens de productions et équipement. Elle a été reconstruite et a redémarré en 1978 en ce qui concerne la sacherie.

SONIC fut restructurée à Oued Smar, ENEPAC et CELPAP et l'unité d'Oued Smar fut rattachée à partir de 1986 à l'ENEPAC.

En octobre 1988 il y eut la construction de l'atelier de fabrication de caisses carton ondulé. Ce projet a été initié par SONIC.

En fin 1998 il y eut la création de GIPEC par le groupement de l'ENEPAC et CELPAP pour les différentes synergies existantes entre les deux entreprises, au plan industriel, technologique, commerciale ressource humaines.

Au plan organisationnel la restructuration opérée était basée au tour d'une direction générale chargée de la planification stratégique, du contrôle et de la filiation des unités de production. C'est dans ce cadre qu'est née la SACAR.

I.4.2. Fiche signalétique de SACAR

- **Dénomination** : sacherie cartonnaire d'Oued Smar.
- **Raison social** : SACAR est une Entreprise Publique Economique (EPE) société par action filiale de GIPEC.
- **Capital** : son capital social est de 200 000 000,00 dinars algérien.
- **Siege social** : SACAR est située dans la zone industrielle d'Oued Smar et occupe une superficie totale de 4796 0m² dont 22882m² sont couverts.

I.5. Organigramme de SACAR

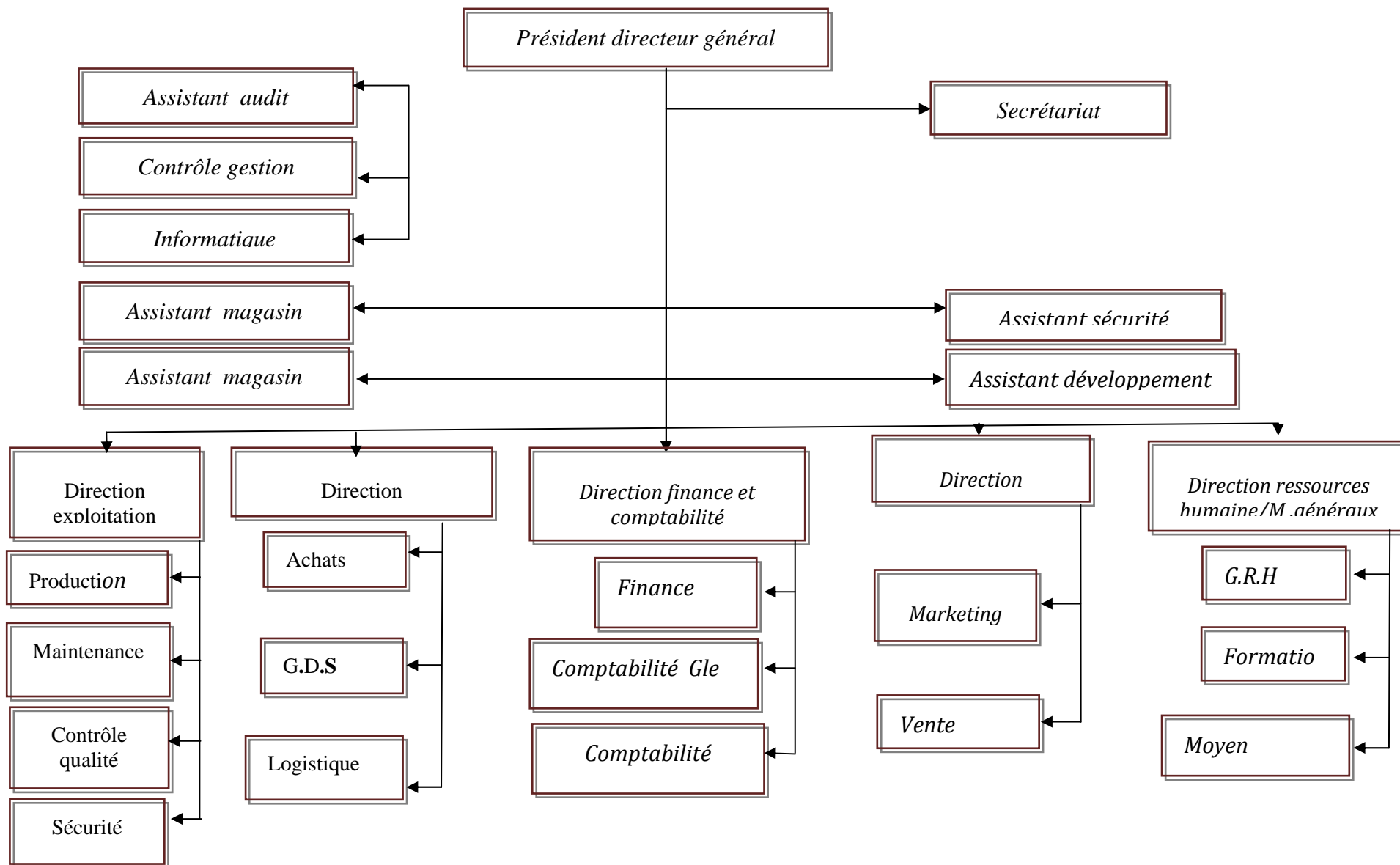


Figure I.2. Organigramme de SACAR

I.6. Problématique

L'entreprise SACAR spécialisée dans la transformation du papier en sacs et en caisses américaines de différentes dimensions.

La machine train onduleur (marque BHS) tombe en panne régulièrement ce qui cause la perte de plusieurs mètres de papier à chaque démarrage (mauvais collage).

Il est toujours bien de chercher d'autres sources et de trouver d'autres types d'entrées en argent, la meilleure solution est de vendre ses déchets pour les sociétés de transformation et pour cela les responsables et les financiers ont besoin de savoir la quantité de déchets qui existe à chaque moment pour pouvoir calculer et estimer leurs entrées en argent pour cette partie de bénéfices inattendus et pour cela il nous a été confié de mettre en place une solution électronique qui fait le calcul de ces déchets de papier.

Chapitre 2

Etude de la Machine

II.1. Introduction

La transformation du carton pour atteindre sa forme utilisable passe par plusieurs étapes de traitement. Ces étapes doivent être suivies avec précision. Toutefois, ces transformations engendrent des déchets devant être traités. Notre travail consiste à calculer la quantité de ces pertes en temps réel.

Dans ce chapitre nous abordons les multiples étapes de transformation du carton, ses formes, le mode de fonctionnement de la machine et les exigences de l'entreprise vis-à-vis du calcul des quantités de déchets.

II.2. Types du carton ondulé

II.2.1. Définition

Le carton ondulé est un matériau cellulosique constitué par plusieurs feuilles planées, maintenues équidistantes par une ou plusieurs entretoises de forme ondulée, qui confère au complexe son indéformabilité.

- ❖ Les feuilles planes extérieures sont appelées « couverture »
- ❖ Les feuilles planes intermédiaires sont appelées « médianes »
- ❖ Les feuilles ondulées formant entretoises sont appelées « cannelures »

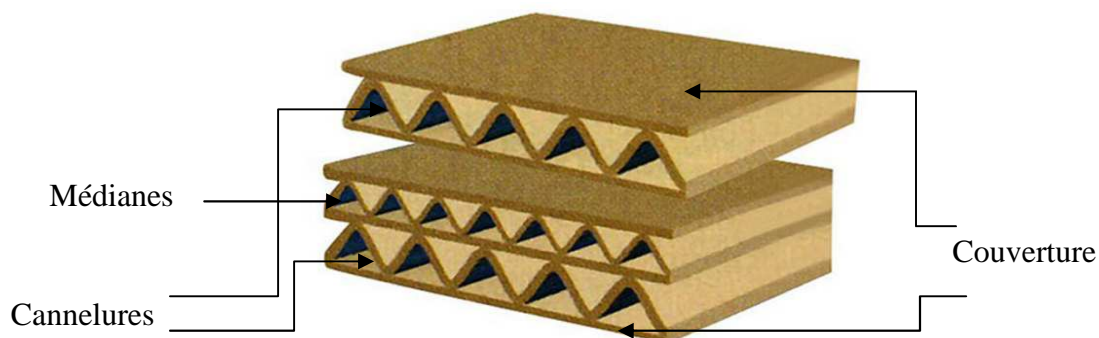


Figure II.1. Schéma du carton ondulé.

II.2.2. Les différentes sortes de carton ondulé

Le carton ondulé est composé d'une ou plusieurs couches de papier ondulé collé sur un autre papier plan « couverture ». Il existe trois types.

II.2 .2 .1. Simple face (SF)

C'est une couverture collée sur une cannelure.

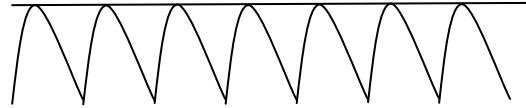
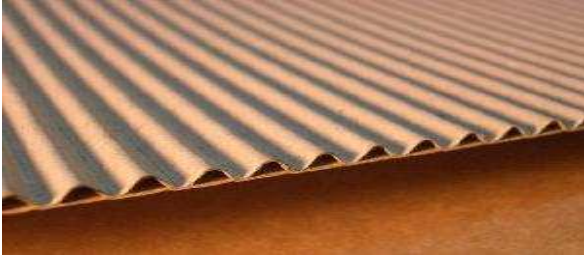


Figure II.2. Schéma du carton Simple face (SF).

II.2 .2 .2 Double face (DF)

C'est une cannelure collée sur deux couvertures.

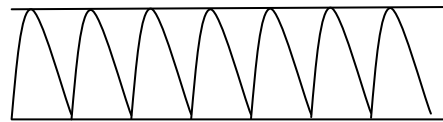


Figure II.3. Schéma carton ondulé double face.

II.2 .2 .3. Double-Double face (DDF)

Deux cannelures collées sur trois couvertures.

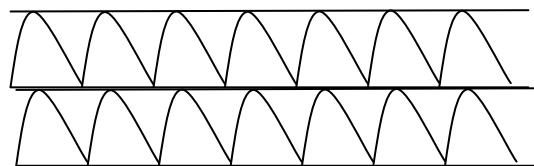
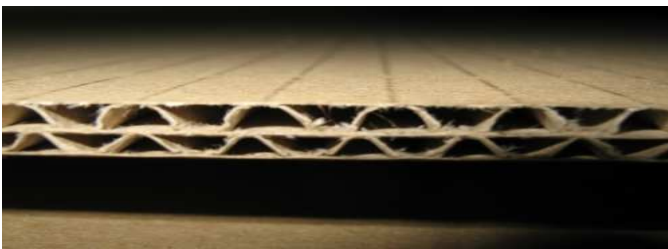


Figure II.4. Schéma carton ondulé double-double face.

Remarque : Il existe quatre modèles principaux de cannelure

- Grosse cannelure (GC) de hauteur 4.5 à 5 mm.

- Moyenne cannelure (MC) de hauteur 3.5 à 4.5 mm.
- Petite cannelure (PC) de hauteur 2.5 à 3.5 mm.
- Micro cannelure (μ C) de hauteur inférieure 2.5 mm.

II.3. Train onduleur [3]

Ce train est composé d’une partie humide et une partie sèche.

Dans ce train onduleur, deux qualités de carton ondulé y sont fabriquées (double face et double-double face).

Le carton ondulé est fabriqué sur une machine de 120 m de long et 2.50m de largeur.

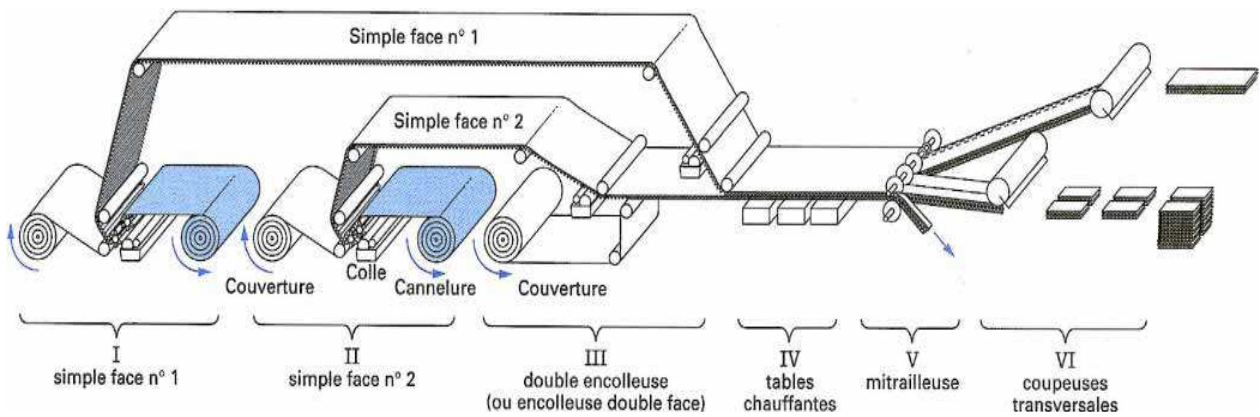


Figure II.5. La machine train onduleur.

Le train onduleur est composé de divers éléments :

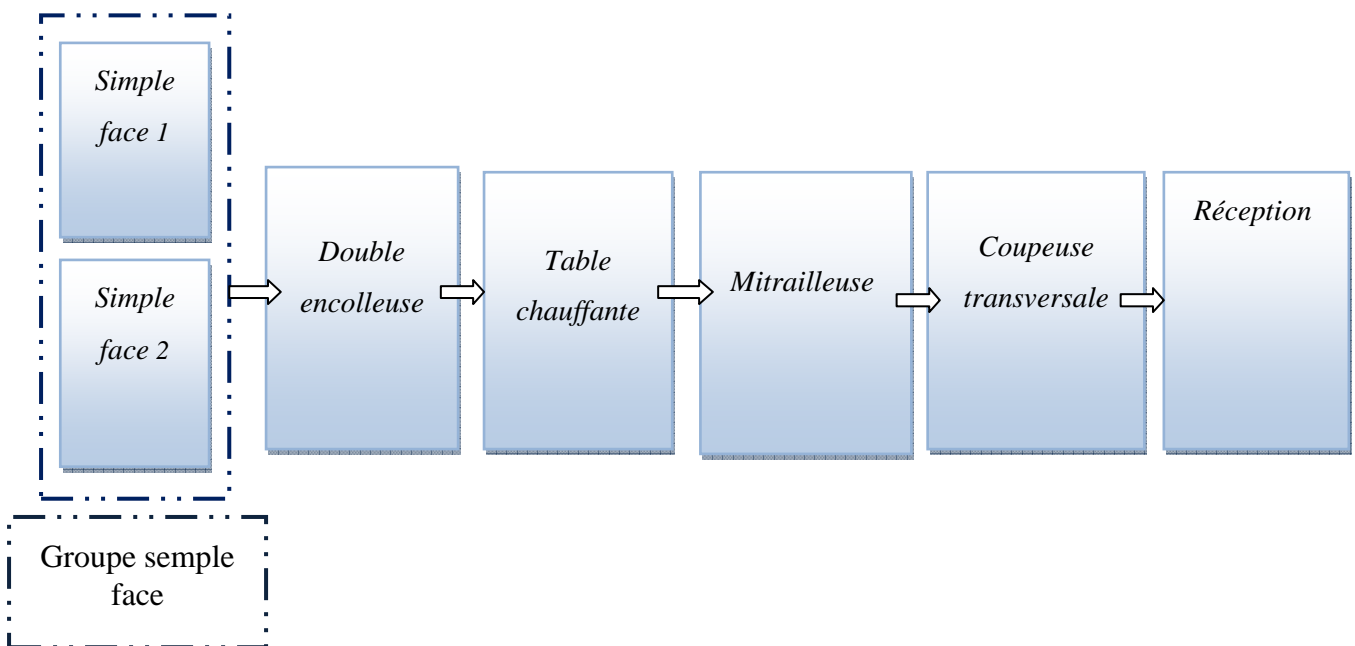


Figure II.6. Schéma synoptique pour un carton ondulé.

II.3.1 Bobines de papier

Avant le démarrage de la machine, le papier est placé sur deux grandes bobines, une pour la mise en marche et l'autre pour le secoure (en cas où le papier se termine pour éviter l'arrêt et le redémarrage). Ces bobines sont placées aux niveaux (SF), (DF), (DDF).



Figure II.7. Placement des bobines de papier sur les dérouleurs.

II.3.2. Principe de fonctionnement des postes simples face [3]

Le papier placé dans le 1^{ers} dérouleur sera envoyé à travers les cylindre cannelées, où il prend la forme entretoisé qu'on appelle « cannelure », cette dernière collé sur le papier envoyé par le 2^{eme} dérouleur, tout cela se fait après que le papier est été lavé par la vapeur (pour lui donner de la souplesse). A la sortie nous obtenons un carton ondulé simple face qui sera renvoyé au pont magasin.

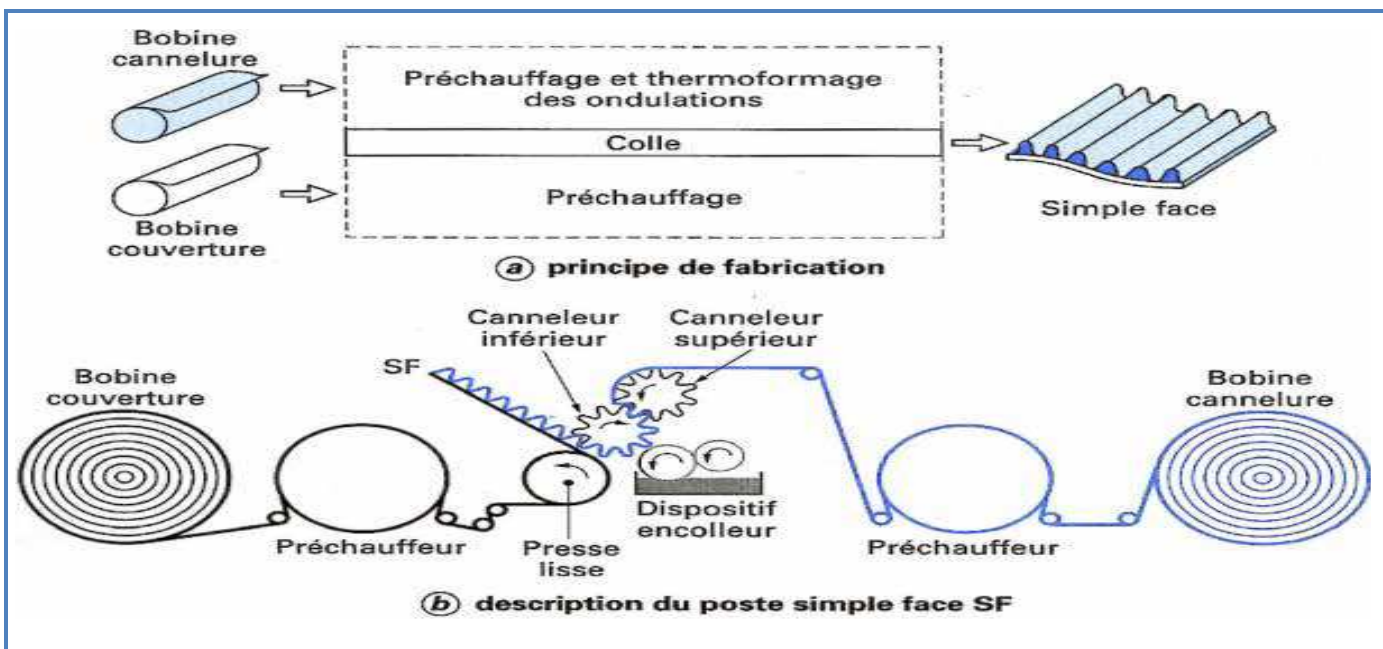


Figure II.8 .Schéma descriptif poste simple face SF.

II.3.2.1. Caractéristiques techniques [3]

La vitesse de travail varie de 250 jusqu'à 300 [m/min]. Avec des profils de cannelure standard.

Cannelure	Hauteur	Pas	Facteur théorique d'introduction
A	4.45	8.66	1.528
B A 1	2.76	6.09	1.414
B C 3	2.50	6.50	1.310
C S	2.40	6.41	1.292

Table. II.1. Types et dimensions des cannelures.

➤ **Diamètre des cylindres :** des divergences sont possibles, selon les profils de cannelure.

Cylindre cannelé supérieur = 294 [mm]

Cylindre cannelé inférieur = 345 [mm]

Presse-lisse = 300 [mm]

➤ **Chauffage**

Cylindre	Vapeur saturée à Pression (max)
Cylindre cannelé	16 bar
Presse-lisse	16 bar
Cylindre préchauffeur	16 bar
Pré conditionneur	16 bar

Table. II.2. Caractéristique technique des chauffages.

Le système hydraulique fonction en pression différente, la partie continue avec une puissance de 1.1 KW et celle des cylindres est de 0.75 KW avec une pression maximale de 16 Bar.

La partie Commande est alimentée par une tension 24V-DC et celle d'arrêt d'urgence est de 220V-AC.

II.3.3. Les ponts magasins

Il est composé d'un tapis roulant électrique qui permet de déplacer le carton du poste SF vers poste DF.

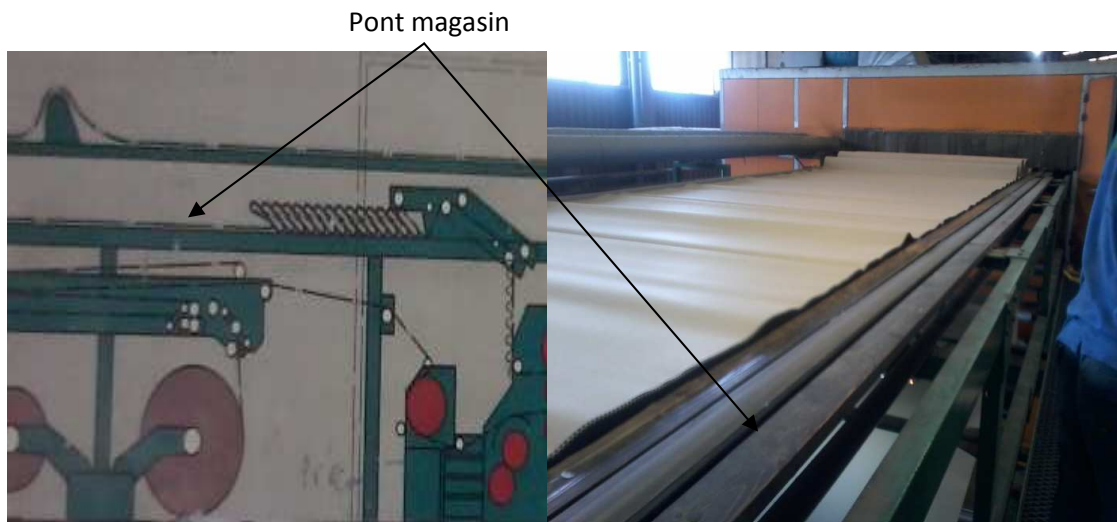


Figure II .9. Photographie de pont magasin.

II.3.4. Le poste double face

Son rôle est d'assembler le carton de SF ou deux SF avec une couverture, afin de réaliser un carton double face (DF) ou Double-Double face (DD).

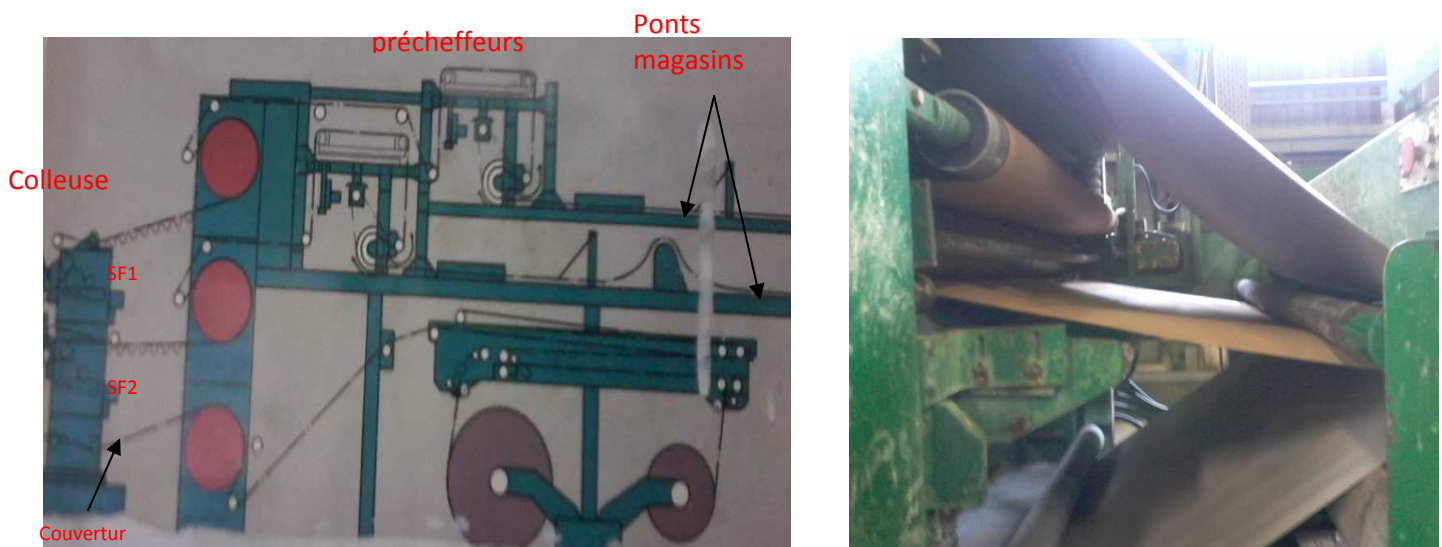


Figure II. 10. Schéma de poste DF.

II.3.5. Table chauffante (Système à chaintrol)

Le système à chaintrol est composé de deux sections :

✓

Section chauffage : permet d'enlever l'humidité du carton.

✓

Section de refroidissement : permet de refroidir le carton chaud pour le rendre rigide (prêt à être coupé).

II.3.5.1. Caractéristique technique

Vitesse de travail avec laquelle le carton se déplace est de 300 [m/min], avec de différentes largeurs selon les rouleaux de papier qui existent

2250 mm (809 pouces)

2500 mm (984 pouces)

2750 mm (1081 pouces)



Figure II.11. Schéma de Système à chaintrol.

II.3.6. La mitrailleuse

Son rôle est de recevoir une nappe de carton à traiter.

Le carton est coupé et tracé par un ensemble de lames circulaire, pour y faire des traits de plis (plier le carton) et des coupes comme c'est disposé sur la figure II.12.



Figure II.12. Schéma descriptif de mitrailleuse.

II.3.7. Coupeuse transversale

La coupeuse transversale figure II.13, transforme le ruban en plaque qui est empilé dans la cage de réception figure II.14. Par l'intermédiaire du chemin de roulement, les recueils des plaques sont transportés à la transformation.



Figure II.13. Schéma de la coupeuse transversale



Figure II.14. Réception finale du carton.

II.4. Fabrication du carton ondulé

II.4.1. Fabrication du carton ondulé DF

La fabrication d'une DF (double face) se fait en introduisant les bobines de papier à l'intérieur de poste SF. Après traitement, le papier sort à travers le pont magasin sous la forme d'un carton SF.

La machine colle une couverture sur le carton SF obtenu, et le traite dans le poste DF pour obtenir un carton DF. Ce dernier est séché par la table chauffante, puis il est coupé au niveau de la mitrailleuse en nappes secondaires.

A la fin, les nappes secondaires obtenues sont coupées en longueur à l'aide de coupeuses transversales, puis transférées sur des plaques de carton par un chariot, voir la Figure II .15.

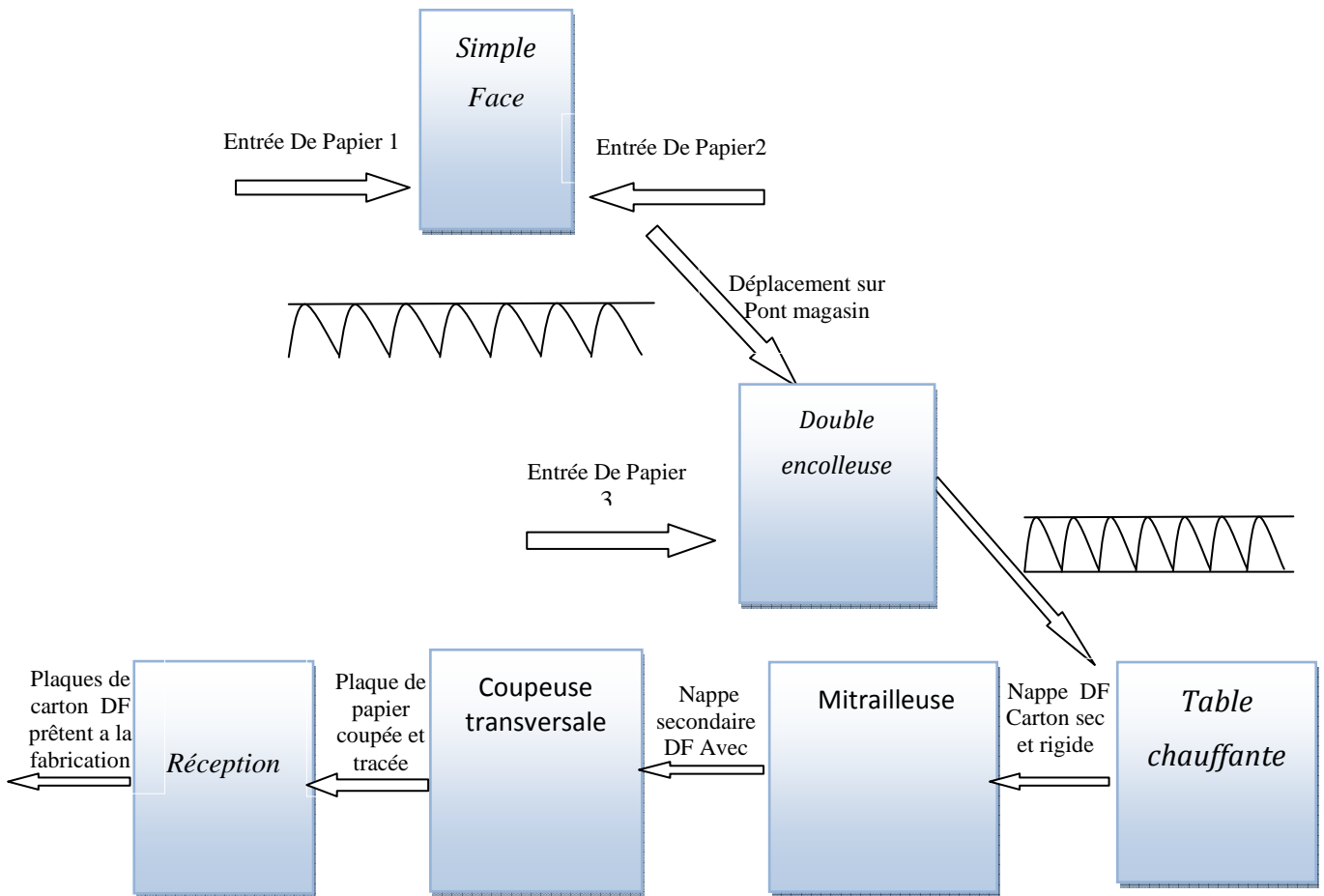


Figure II .15 .Schéma synoptique pour un carton double face.

II.4.2. Fabrique du carton onduleur DDF

Les étapes de fabrication d'une DDF sont les mêmes que celles de la fabrication de carton DF avec une différence prés, au lieu d'utiliser une seule nappe simple face SF, au niveau de poste DF les deux nappes de simples faces 1 et 2 collées sur couverture. A la fin du procédé nous obtenons un carton DDF, voir la Figure II .16.

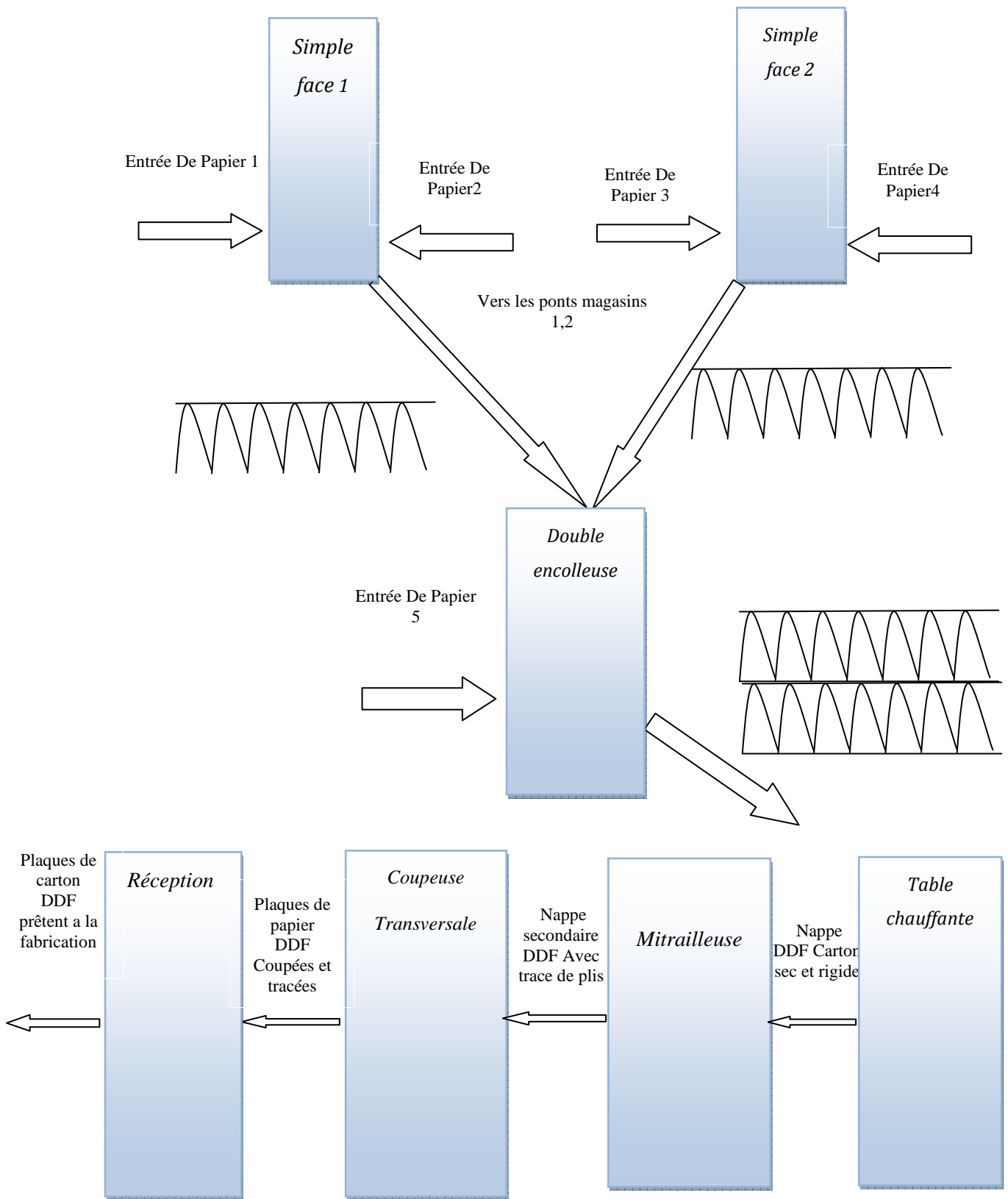


Figure II.16. Schéma synoptique pour un carton double-double face.

II.5. Déchets de papier et de carton

Au cours de la fabrication du carton tout mauvais collage entre deux papiers ou bien un défaut à l'intérieur d'un rouleau de papier est considéré comme déchet, ces chutes de papiers ou cartons grande ou petite sont coupées au niveau des groupes SF et DF puis récupérées au niveau des deux ponts magasin et entre la chainrol et la mitrailleuse successivement.

II.6. Cahier des Charges

La société SACAR nous a chargées d'étudier et de concevoir un calculateur de déchets de papier et de carton, qui permet de savoir la quantité de papier perdue par défaut de collage.

Ces calculs doivent se faire de façon automatique et s'afficher pour la lecture visuelle et être enregistrés sur un support magnétique même s'il ya une coupure d'alimentation.

II.7. Emplacement du montage

L'objectif de notre travail est de mettre en place un calculateur de déchets de papiers.

Pour la réalisation de ce projet, nous devons d'abords choisir le bon endroit qui nous permettra d'avoir les données exactes pour le meilleur traitement.

Notre machine est d'une longueur importante et procède à 3 emplacements de récupération des déchets.

- Les groupes « simple face 1et 2 » : le déchet est récupéré respectivement au niveau des ponts magasin 1 et 2.
- Entre la table chauffante et la mitrailleuse.

Donc nous proposons de mettre 3 montages identiques placés au niveau de ces endroits.

En cas de défaut, le papier est coupé au niveau de SF et DF, il est enlevé et jeté du pont magasin choisi.

Les éléments d'entrée d'information vers la carte de control sont :

1. La barrière infrarouge est placée à la fin du tapis roulant (sur le pont magasin).
2. Le détecteur de proximité est placé sur une roue pour désigner la vitesse du tapis à chaque instant.
3. Le boîtier on peut bien le placer sur une table ou l'accrocher sur la machine, figure II.17.

-Si le faisceau est coupé = 0
le carton est bon.
- Si le faisceau n'est pas
coupé = 1 le carton est coupé.

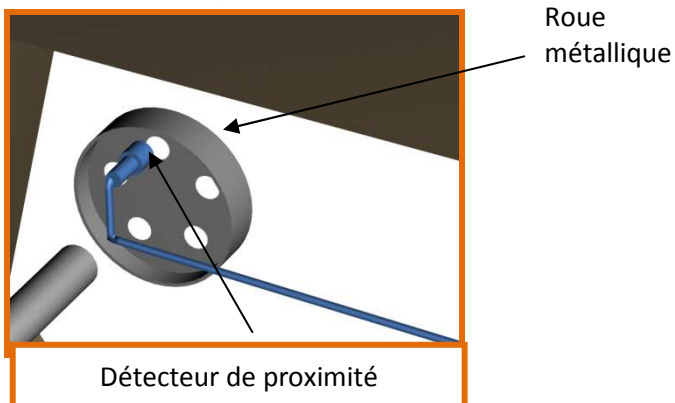
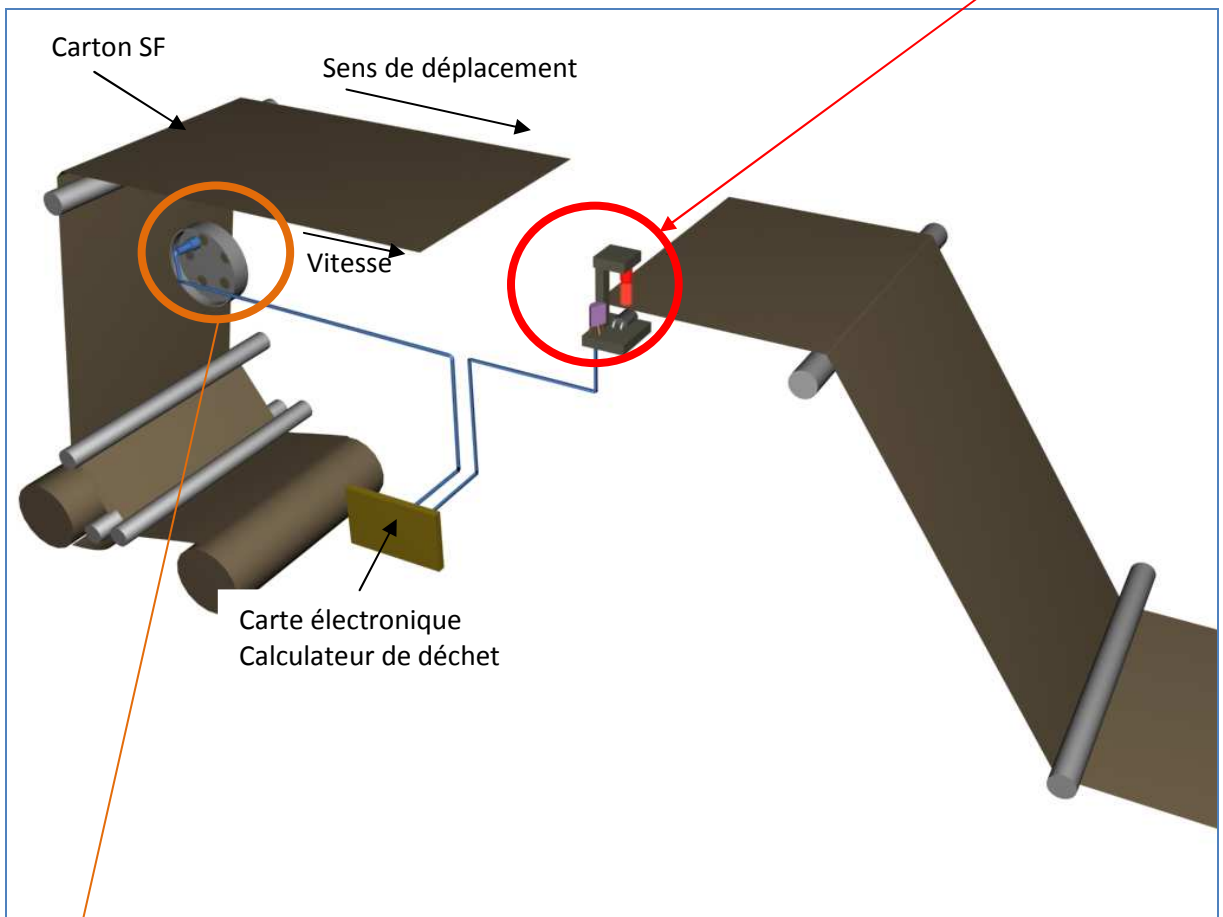
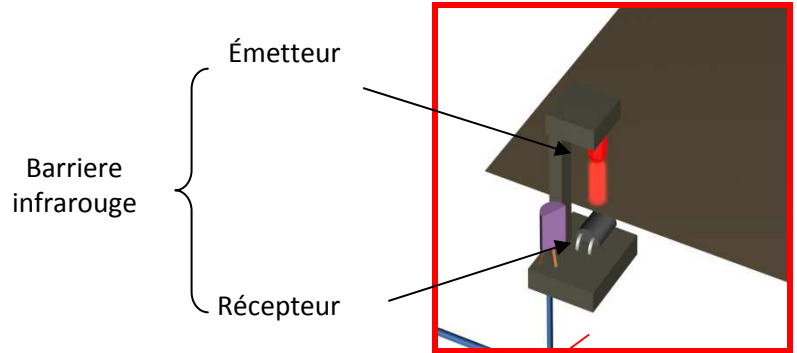


Figure II.17. Emplacement les différents capteurs sur le pont magasin.

II.8. Conclusion

Nous avons cité dans ce chapitre de façon détaillée, la fabrication du carton, la machine sur laquelle nous avons intervenu et son fonctionnement, dans le but de mettre en lumière la stratégie à suivre pour réaliser le système de calcul des déchets du carton, suivant le cahier des charges requis par l'organisme d'accueil.

Chapitre 3

Etude et Conception Matériel

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous avons proposé une solution et nous avons décrit les différentes parties réalisées pour la mise en œuvre de calculateur de déchets de papier. D'abord, nous commençons par une brève description du système à microcontrôleur qui sert à commander les différents composants électroniques. Puis, nous avons explicité le principe du fonctionnement et l'utilisation de ces composants. Enfin, nous avons donné une description des schémas de connexion.

III.2. Le principe général de fonctionnement

Les différentes parties de la carte électronique sont présentées sur la figure suivante :

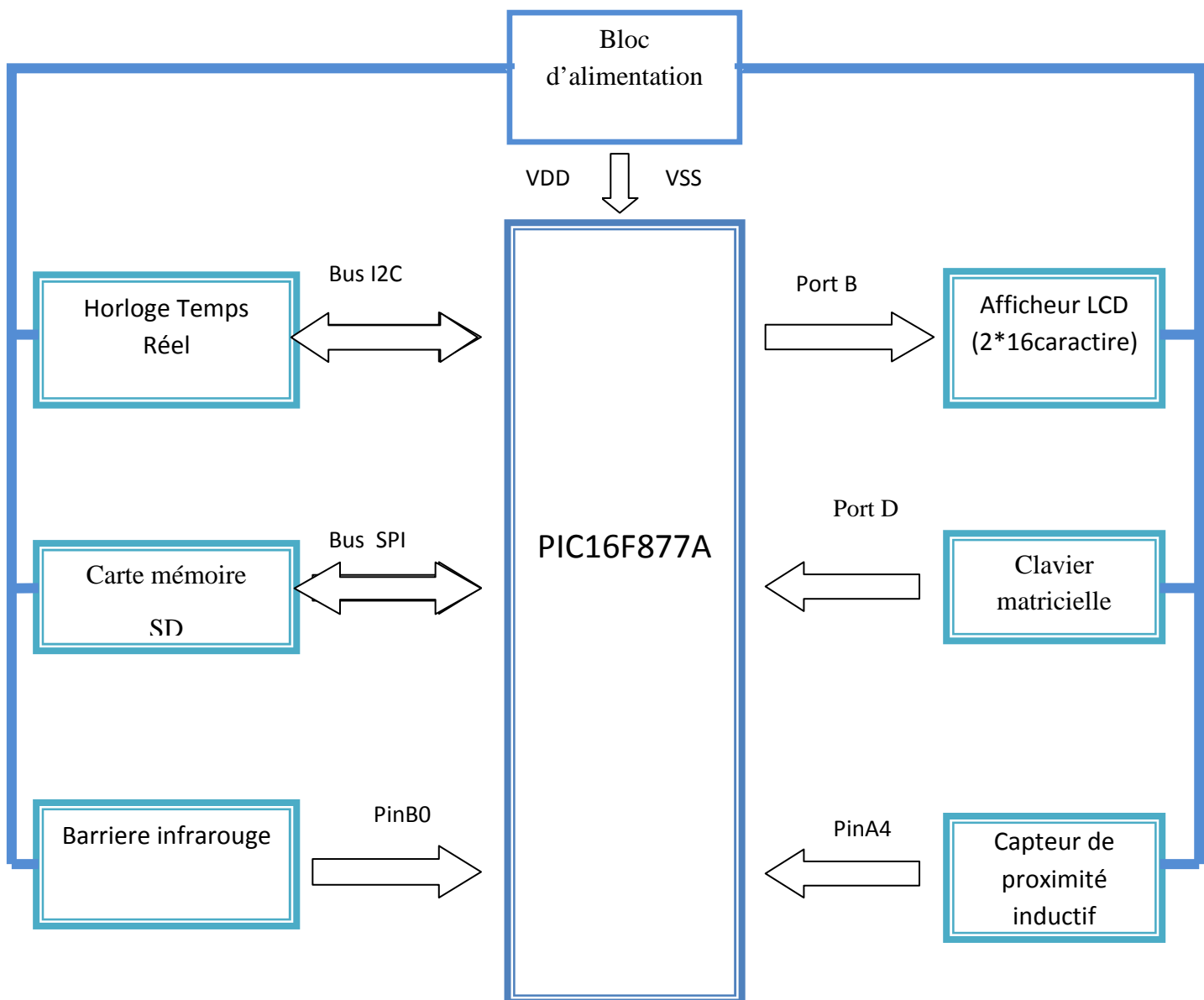


Figure III .1. Schéma synoptique du calculateur de déchets réalisé.

III.3. Composants électroniques

III.3.1. Le microcontrôleur PIC16F877A

Le microcontrôleur est une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à la quelle on ajoute des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans l'ajout de composants externes. En ce sens, les PICs sont particulièrement bien dotés, car ils intègrent une mémoire de programme, mémoire de données, ports d'entrée/sortie et même horloge, bien que des bases de temps externes puissent être employées.

Le PIC 16F877A est de la famille Mid-Range (16 bits), sa mémoire de programme est de type Flash, avec un identificateur 877 et capable d'accepter une fréquence d'horloge de 20MHz.

III.3.1.1 Description

Les éléments constitutifs de l'organisation interne du PIC16F877A sont :

- 33 Ports Entrée-Sortie bidirectionnels pouvant produire 25 mA par sortie.
PORTA: 6 entrées/sorties. 5 entrées analogiques et 1 entrée de timer0.
PORTB: 8 entrées/sorties. 7 E/S analogique et une entrée interruption externe.
PORTC: 8 entrées/sorties analogique.
PORTD: 8 entrées/sorties ou comme un port d'interfaçage parallèle (PSP).
PORTE : 3 entrées/sorties analogique ou numérique.
- Une fréquence de fonctionnement allant jusqu'à 20MHz.
- Jeu d'instructions de 35 instructions.
- Une mémoire de programme de type FLASH sur 8K mots (1 mot=14 bits).
- Une mémoire de données de type RAM sur 368 octets.
- Une mémoire de données de type EEPROM sur 256 octets.
- 14 sources d'interruptions.
- Tension de fonctionnement est entre 2.0V et 5.5V.
- Un chien de garde WDT (Watch Dog Timer).
- Timer0 (compteur 8-bits avec pré-diviseur).

- Timer1 (compteur 16-bits avec pré-diviseur et possibilité d'utiliser une horloge externe).
- Timer2 (compteur 8-bits avec pré-diviseur et post-diviseur).
- Un convertisseur Analogique-Numérique 10-bits à 8 entrées multiplexées.
- Deux modules de capture/comparaison/PWM.
- Une interface de communication série (MSSP, USART).
- Une interface de communication parallèle (PSP).
- Un module SPI (port d'interface série).
- Un module I2C (port série de donnée).

III.3.1.2. Brochage du PIC 16F877A

Le boîtier du PIC 16F877A décrit par la figure III.2. comprend 40 broches : 33 broches d'entrées/sorties, 4 broches pour l'alimentation, 2 broches pour l'oscillateur et une broche pour le Reset (MCLR).

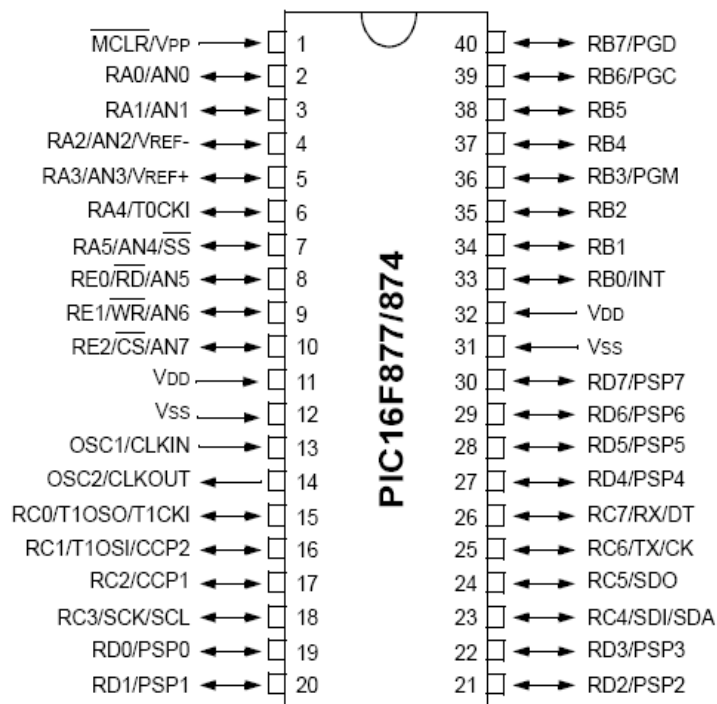


Figure III.2. Brochage du PIC 16F877.

III.3.1.3. Architecture interne

Les éléments constitutifs de l'organisation interne du PIC16F877A sont :

- Une unité arithmétique et logique (ALU).
- Un système de génération d'horloge à partir du quartz externe (timing generation).
- Une pile de 8 niveaux (stack).
- Un compteur programme PC (program counter).
- Registre d'instruction, il contient le code de l'instruction à exécuter.
- Un système d'initialisation à la mise sous tension (power up-timer, power on reset, low voltage programming.....).
- Un chien de garde (watchdog).
- Un registre d'état.
- Un registre de travail W, qui est utilisé pour l'adressage.
- Un bus de données (data bus).
- Un bus pour le programme (program bus).
- Registres spéciaux (FSR), représentent l'ensemble des registres de configuration.
- Les autres éléments sont déclarés déjà au niveau de la description du PIC

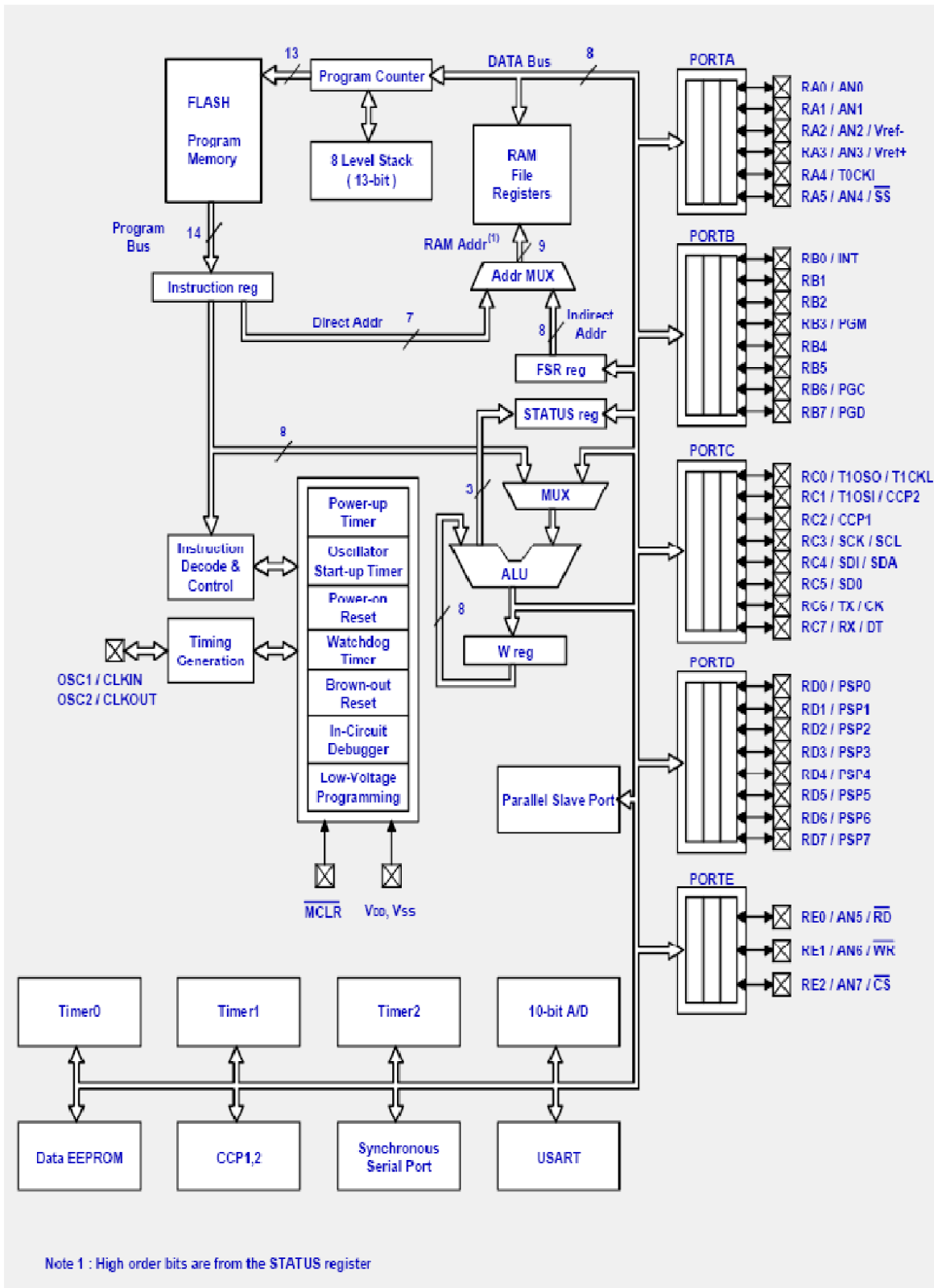


Figure III.3. Architecture interne du PIC 16F877A.

III.3.1.4. Principe de fonctionnement des ports I/O

Les ports d'entrée / sortie numériques peuvent être considérés comme les périphériques les plus simples du microcontrôleur. Pour le PIC, le contrôle du fonctionnement est réalisé à l'aide des registres.

Un registre interne au PIC, nommé TRIS, permet de définir le sens de chaque broche d'un port d'entrées/sorties. En règle générale, un bit positionné à « 0 » dans le registre TRIS donne une configuration en sortie pour la broche concernée, si ce bit est positionné à « 1 », c'est une broche d'entrée.

Certains ports possèdent en plus des fonctionnalités spécifiques

- Le PORTA, particulièrement la broche RA4, En entrée, peut être utilisée soit comme E/S analogique, soit comme entrée horloge pour le Timer TMR0.

Dans notre projet la broche RA4 est utilisée pour récupérer le signal de vitesse du tapis du pont magasin.

- le PORTB est équipé de résistances de tirage (pull-up) internes qui peuvent être activées ou non. En entrée, la ligne RB0 appelée aussi INT (interruption) détecte absence du papier par changement d'état d'entrée de 0 à 1, de la barrière infrarouge.

- Toutes les broches du PORTC peuvent être utilisées soit comme E/S normales soit comme broches d'accès aux différents modules, le mode I2C (port série) pour horloge temps réel et le mode SPI pour stocker les données dans la carte mémoire.

- le PORTD est utilisé pour les broches de clavier.

III.3.1.5. Schéma de connexion

III.3.1.5.a. Le circuit reset :

Ce circuit permet de provoquer un reset (réinitialisation) à chaque fois que la broche /MCLR reçoit un « 0 » (la mise à la masse), par l'appui sur le bouton poussoir.

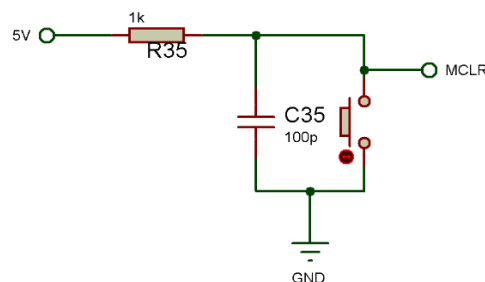


Figure III.4. Circuit reset.

III.3.1.6.b. L'oscillateur :

Pour que le microcontrôleur fonctionne correctement, il est nécessaire d'utiliser un signal d'horloge, dont le rôle est de cadencer tous les échanges soit internes (de registre vers registre), soit externes (de registre vers un port d'entrées-sorties).

Il existe plusieurs oscillateurs :

LP : quartz de faible puissance.

XT : quartz externe.

HS : quartz externe rapide.

RC : circuit RC externe.

Pour notre carte, ce signal d'horloge est généré par le circuit **HS** schématisé dans la figure suivante :

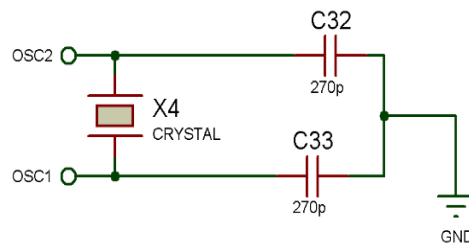


Figure III.5. Circuit d'horloge.

III.3.2. Afficheur à cristaux liquides (LCD)

Les afficheurs à cristaux liquides, appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes, pour un bon fonctionnement.

Ils consomment relativement peu de courant (de 1 à 5 mA).



Figure III.6 : L'afficheur LCD 2x16 caractères.

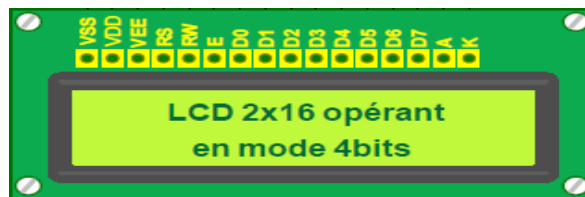
III.3.2.1 Description le principe de fonctionnement et d'utilisation

L'afficheur LCD alphanumérique est le composant idéal pour ce type d'application, le nombre de caractères étant limité mais suffisant, il se contrôle à travers d'un microcontrôleur. Le modèle utilisé comporte deux lignes de caractères qui permettent de créer une petite interface utilisateur efficace et dispose d'un rétro éclairage offrant la possibilité de lire des informations dans l'obscurité

L'afficheur utilisé dispose de :

- 2 lignes de **16** caractères.
- Une RAM (DDRAM : DATA RAM) de 80 caractères correspondant.
- Une RAM (CGRAM : CHARACTER GRAPHIC RAM) permettant de créer des nouveaux caractères.
- Le registre d'instruction IR: (Instruction Register).
- Le registre de données DR: (Data Register).

Voici les broches présentes sur le module :



- **VSS** : masse.
- **VDD** : alimentation 5V.
- **VEE** : réglage du contraste de l'écran. Il faut appliquer une tension continue réglable (entre **0V** et **5V**) à l'aide d'un potentiomètre.
- **RS** : sélection du registre. Permet de savoir si on envoie une commande ou une donnée. Niveau bas = commande. Niveau haut = donnée.
- **RW** : lecture ou écriture des données. Niveau haut = lecture. Niveau bas = écriture.
- **E** : validation. Il faut envoyer un niveau haut pendant au moins 450ns. Ensuite le front descendant active la validation.
- **D0...D7** : données (bidirectionnel à 3 états, haute impédance si E=0).
- **A** : anode (+) du rétro éclairage. A connecter à une alimentation 5V.
- **K** : cathode du rétro éclairage.
- **VDD et A** : sont à connecter à l'alimentation 5V.
- **VSS, V₀ et K** : sont à connecter à la masse.

- Toutes les autres broches sont à connecter à des E/S digitales du microcontrôleur (sauf D0...D3 en mode 4bits).

Il existe deux modes de branchements :

- 8 bits : les connecteurs D0 à D7 sont utilisés pour envoyer des données à l’afficheur.
- 4 bits : seuls les connecteurs D4 à D7 sont utilisés pour envoyer des données à l’afficheur. Les données sont envoyées en 2 fois. Dans ce mode, D0...D3 sont à connecter à la masse.
- Les deux modes donnent accès aux mêmes fonctionnalités. Comme on risque de manquer d’E/S sur notre projet, nous avons utilisé le mode 4bits. Les 6 fils sont donc nécessaires pour contrôler l’afficheur.

III.3.2.2 Schéma de connexion

Nous avons optés pour le mode 4bits, et nous avons utilisé un schéma qui se compose de deux parties :

- Commande (RS, E) : Sont des bits de communications avec le microcontrôleur et sert a l'écriture des données.
- Données (RB4→RB7) : Sont rôle à transmettre le message à affiché.

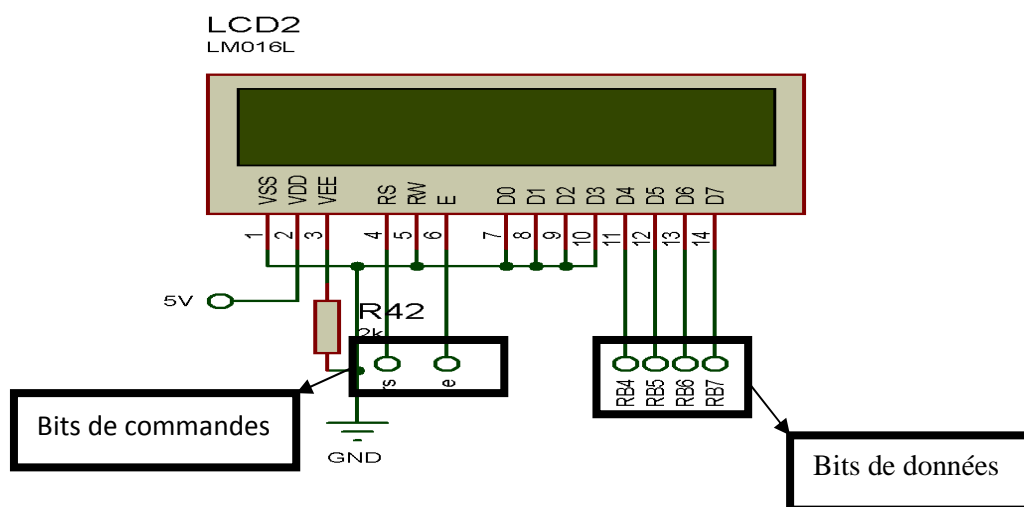


Figure III.7 : Schéma de connexion de l’afficheur LCD.

III.3.3. Clavier

Le clavier numérique est un ensemble de boutons poussoirs reliés entre eux de façon matricielle. Ce clavier de 12 touches dispose uniquement de 7 broches pour la gestion de ses touches.

Il est constitué d'une matrice 3*4 d'interrupteurs. Pour le fonctionnement simple, le microprocesseur accède directement aux lignes et aux colonnes à travers les ports d'entrées/sorties.

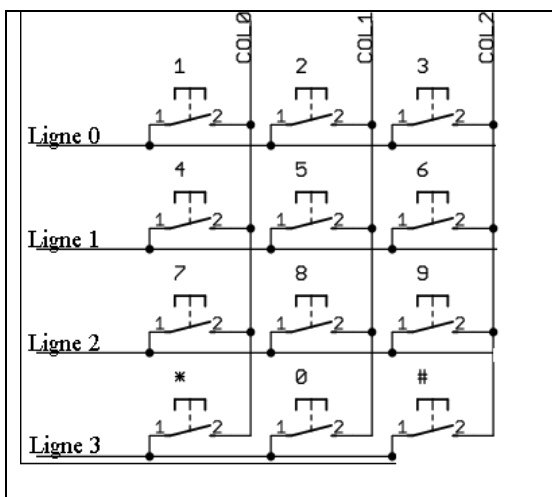


Figure III.8. Clavier matricielle de 12 touches.

III.3.3.1. Principe de fonctionnement et d'utilisation du clavier

Lorsqu'on appuie sur une touche, une connexion est établie entre une ligne et une colonne.

Le clavier de 12 touches est équipé de touche numérique 0 à 9, * et #.



	C0(pin 7)	C1(pin 8)	C2(pin 9)
L0 (pin3)	1	2	3
L1 (pin4)	4	5	6
L2 (pin5)	7	8	9
L3 (pin6)	*	0	#

Figure III.9. Schéma du clavier.

Table III .1. Schéma du clavier.

La détection de l'appui sur une touche s'effectue selon le principe de la scrutation de clavier. le microcontrôleur envoie un niveau '1' sur C0, il lit ensuite le niveau présent sur les lignes (L0 : L3)

Si le niveau présent sur une des lignes est '1', l'appui est détecté et le mot présent sur le PORTC est mémorisé.

Si le niveau présent sur toutes les lignes est '0', aucune touche n'est appuyée et le microcontrôleur envoie un '1' sur C1 et il scrute à nouveau les broches (L0 : L3) et de même pour (C2 et C3).

III.3.3.2. Schéma de connexion

Nous avons proposé d'implémenter un clavier matriciel, sur le PORTD du pic 16F877A.

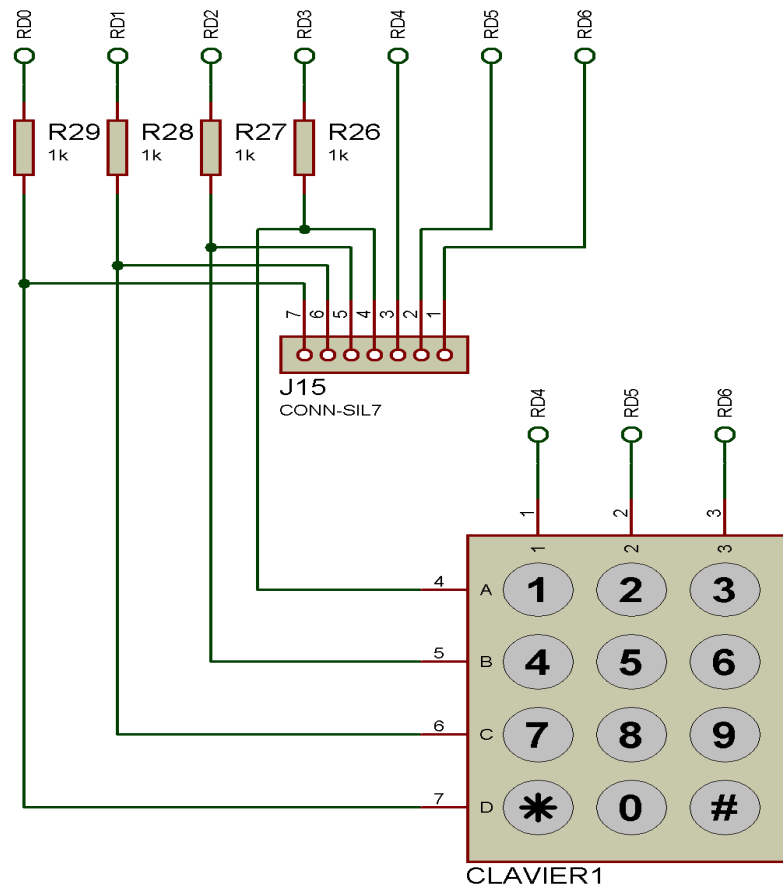


Figure III.10 : Schéma de connexion du clavier.

III.3.4. Horloge temps réel

III.3.4.1. Description L'Horloge temps réel

Le facteur temps est primordial dans le fonctionnement de notre système. Nous avons pensé à l'utilisation d'un circuit intégré de la famille PCF qui servira d'horloge temps réel.

Dans la famille des circuits intégrés compatibles au bus I2C, le PCF8583 satisfait à cette fonction.

Le PCF8583 fonctionne en véritable horloge calendrier c'est-à-dire en mode de 24 heures et sur une période de vingt quatre ans. Il possède une sortie d'interruption et une RAM de 240 octets, disponibles en plus de celles de sa propre fonction.



Figure III.11. L'Horloge temps réel de type PCF8583.

III.3.4.2. Caractéristiques électriques

- Consommation faible de courant.
- Garantie un bon fonctionnement d'horloge et de rétention en mémoire sous 1v (et 2µA) ce qui permet de le secourir facilement par une batterie.

Le bloc diagramme de notre circuit nous aide à mieux comprendre les choses :

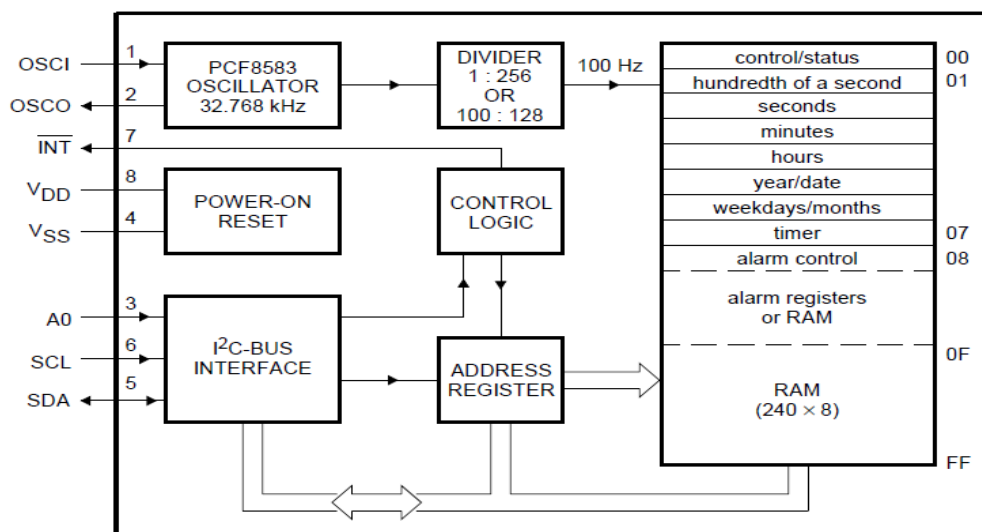


Figure III.12. Organisation interne du PCF 8583.

Symbole	PIN	Description
OSCI	1	Oscillateur d'entrée
OSCO	2	Oscillateur de sortie
A ₀	3	Adresse d'entrée
V _{SS}	4	Masse
SDA	5	ligne de données bidirectionnelle
SCL	6	horloge de synchronisation bidirectionnelle
$\overline{\text{INT}}$	7	Interrupteur ouvert d'entrée
V _{DD}	8	Alimentation

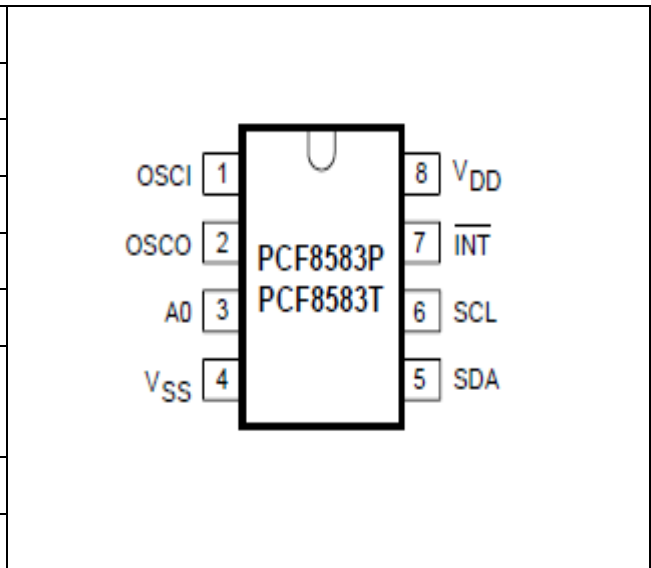


Table III.2. Description les bronches de pcf8583.

Figure III.13. Schéma d'horloge temps réel.

III.3.4.3. Schéma de connexion

Le système doit intégrer un circuit d'horloge qui se charge de la gestion de l'heure et de la date, pour cela on a adopté le circuit PCF8583, nous avons fait une implantation standard du circuit selon le schéma Ci-dessous

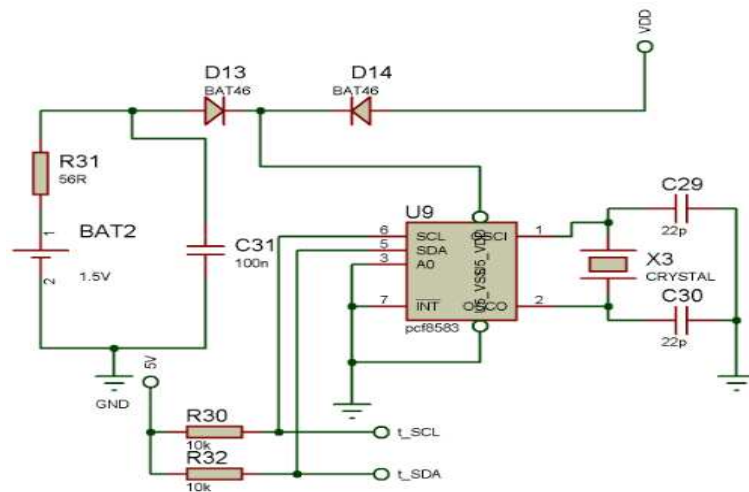


Figure III.14. Schéma de connexion du circuit d'horloge.

Le circuit d'horloge est configuré pour générer un signal carré de fréquence 32.768 KHZ.

Nous avons ajouté une pile de sauvegarde et un système de commutation rapide (via diodes Schottky) et ce qui permet l'alimentation du circuit via cette pile en cas d'absence d'alimentation principale.

III.3.5. Carte mémoire

L'idée de base de notre conception et même sur notre cahier des charges et de garder l'information le plus longtemps possible (1ans par exemple et même plus) et pour cela nous avons choisie une carte mémoire mobile (carte SD) qui permet le transfert de ces données sur un support informatique (pc).

Une carte SD (Secure Digital) est une carte mémoire amovible de stockage de données numériques créée en janvier 2000. Elle est essentiellement utilisée pour le stockage des fichiers dans les appareils photo et caméscopes numériques. La carte mémoire la plus répandue est d'une capacité maximale de 64 Go (les capacités 2, 4,8 et 16 Go étant actuellement les plus courantes).

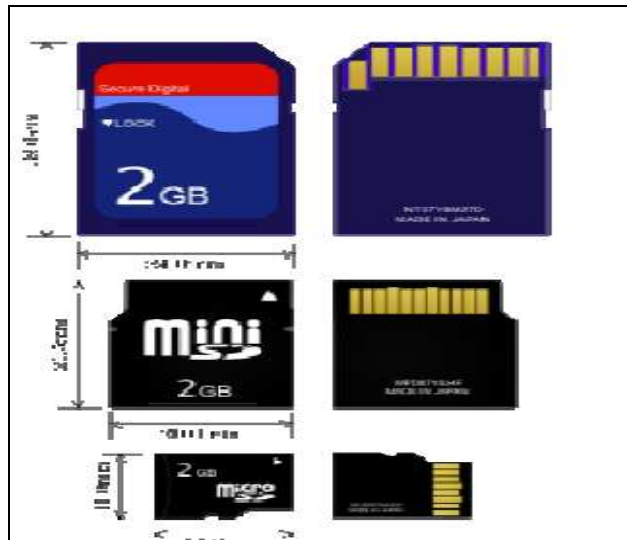


Figure III.15. Différents types de carte mémoire.

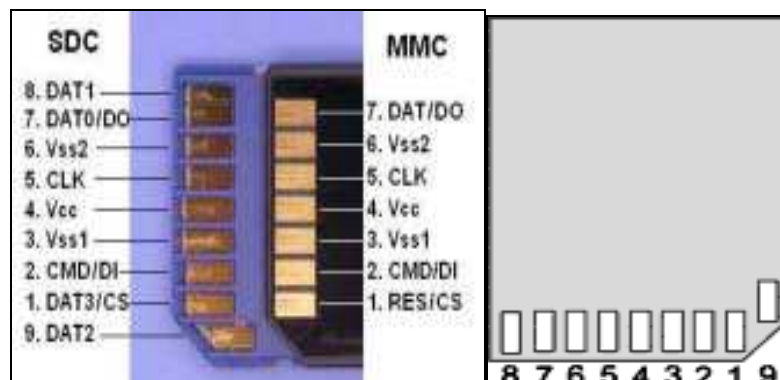


Figure III. 16. Représentation de différentes broches d'une carte SD et MMC.

Ci dessous la description de chaque broche d'une carte SD :

SD Mode				SPI Mode		
PI N	Nom	Type	Description	Nom	Type	Description
1	CD/DAT3	I/O	Détection de la carte/ligne de données du connecteur 3	CS	I	Sélection du pus à l'état bas
2	CMD	I	Ligne de commande/Réponse	DI	I	Données d'entrée
3	VSS1	S	Tension d'alimentation (masse)	VSS	S	Tension d'alimentation
4	VDD	S	Alimentation	VDD	S	Alimentation
5	CLK	I	Horloge	CLK	I	Horloge
6	VSS2	S	Tension d'alimentation	VSS2	S	Tension d'alimentation
7	DAT0	I/O	Ligne de donnée du connecteur 0	D0	O	Donnée de sortie
8	DAT1	I/O	Ligne de donnée du connecteur 1	RSV		
9	DAT2	I/O	Ligne de donnée du connecteur 2	RSV		

Table III.3. Brochage d'une carte mémoire.

I : entrée, O : sortie, S : tension, I : horloge.

Avec le PIC nous allons utiliser notre carte SD en mode SPI.

III.3.5.1. Schéma de connexion

La carte mémoire est reliée au PORTC sur les broches RC0/RC3/RC4/RC5 connectée successive CS/SCL/SDA/SD0 sont configurés en mode SPI.

Notons que la carte mémoire nécessite une tension de 3.3V pour fonctionner.

La protection des entrées de la carte mémoire se réalise grâce au circuit de résistances de la figure suivante :

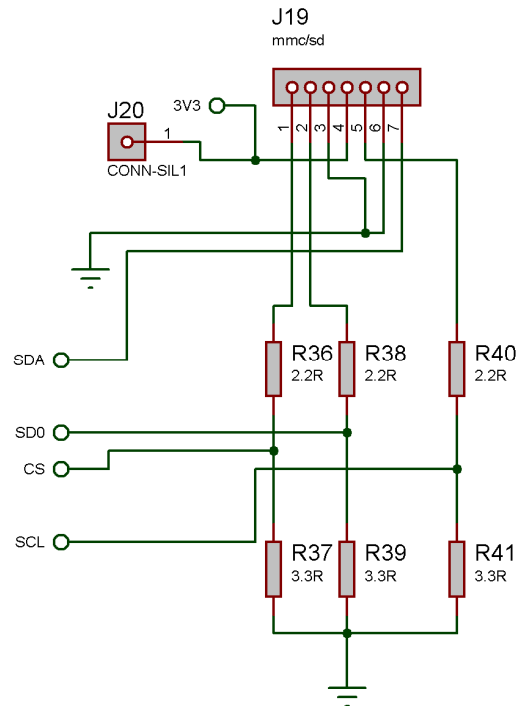


Figure III.17. Schéma de connexion de la carte mémoire.

III.3.6. Définition d'un capteur

Un capteur permet de convertir une grandeur physique en un signal électrique.

III.3.6.1. Les familles de capteurs

Il existe 3 grandes familles de capteurs :

- les capteurs Tout Ou Rien (TOR),
- les capteurs analogiques,
- les capteurs numériques.

Dans notre projet nous allons utiliser les capteurs Tout Ou Rien (TOR).

III.3.6.1.1. Définition du capteur Tout Ou Rien (TOR)

Ce type de capteur permet de détecter un événement ou un objet lié au fonctionnement du système.

Le signal électrique à la sortie de ce capteur est de type logique (signal acceptant 2 niveaux : niveau logique 0 (NL0) ou niveau logique 1 (NL1)), voir la figure suivante :

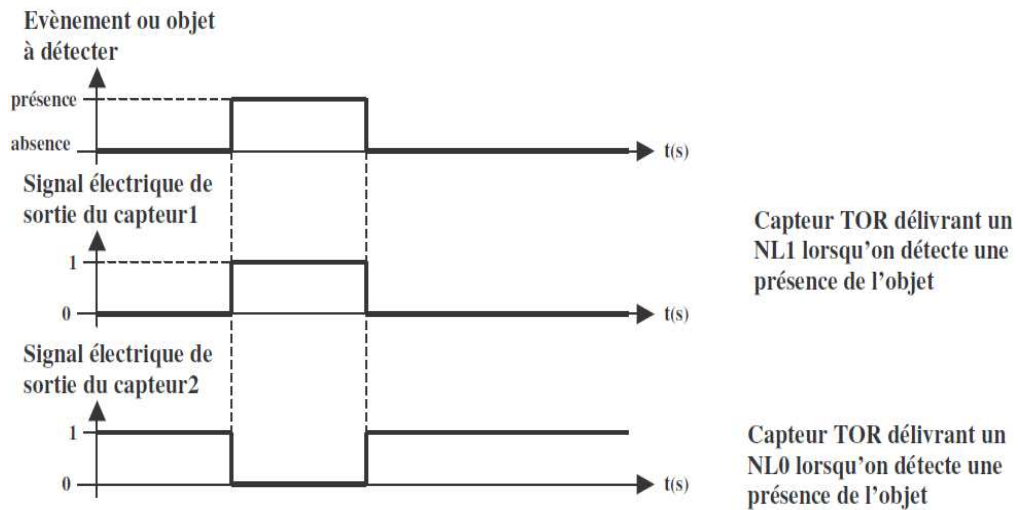


Figure III.18. Signal de capteur (TOR).

III.3.6.2. Détecteur de proximité inductif

III.3.6.2.1. Description le détecteur de proximité

Un détecteur de proximité inductif détecte sans contact tous les objets métalliques, Il est essentiellement composé de:

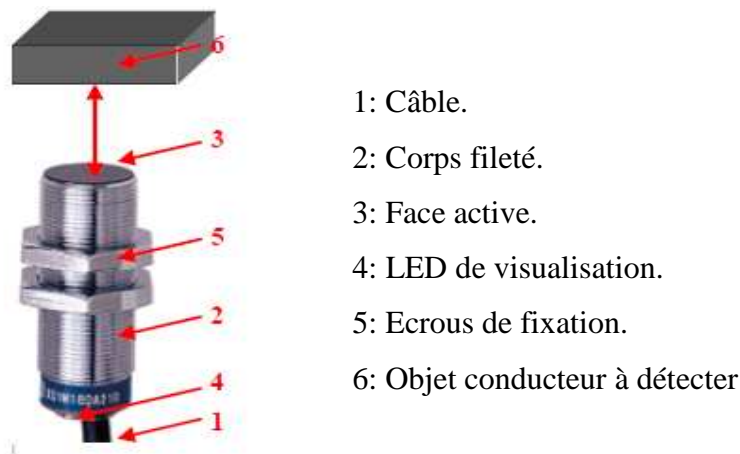


Figure III.19. Détecteur de proximité inductif.

III.3.6.2.2. Caractéristique électrique [7]

référence	TL-C1R5F1-E2	
Diamètre	Ø 8mm et M8*1	
Alimentation	10 à 35 Vcc	
Distance de détection réelle (sr)	±10 % de la distance de détection nominale (Sn)	
Objet à détecter [mm]	8*8*1	
Hystérisais	1 à 15%	
Fréquence	5 khz	
Dérive de la variation de température	10% max	
Température ambiante	Du fonctionnement -25°C à 27°C	
Sortie	charge	300 mA max
	Tension résiduelle	2.5V max
Voyants	Voyant de fonctionnement LED (jaune)	
Mode de liaison	Câble 2m	
Protection	Protection contre les courts-circuits et les inversions de polarité	
Matériau	Laiton plaqué nickel	
Classe de protection	IP67	

Table III.4. Caractéristique électrique de capteur « TL-C1R5F1-E2 ».

III.3.6.2.3. Schéma de circuit de sortie PNP [7]

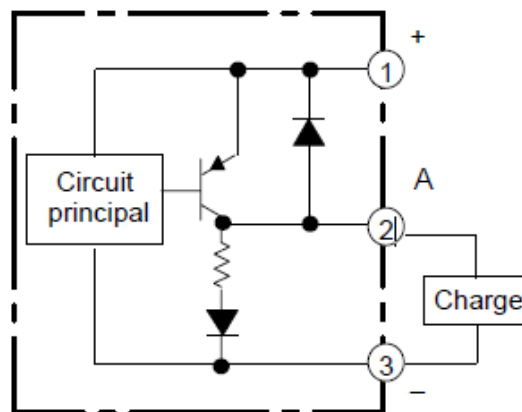


Figure III.20. Schéma de circuit de sortie de capteur « TL-C1R5F1-E2 ».

III.3.6.2.4. Fonctionnement

Le détecteur émet un champ électromagnétique, une pièce métallique située dans ce champ en modifie les caractéristiques de ce champ, le détecteur transforme cette information en signal électrique de sortie.

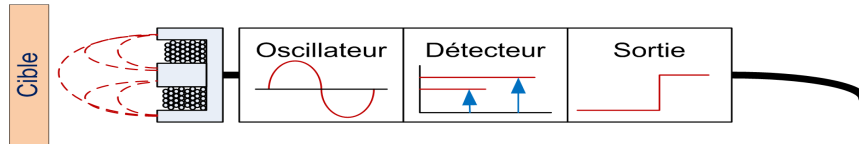
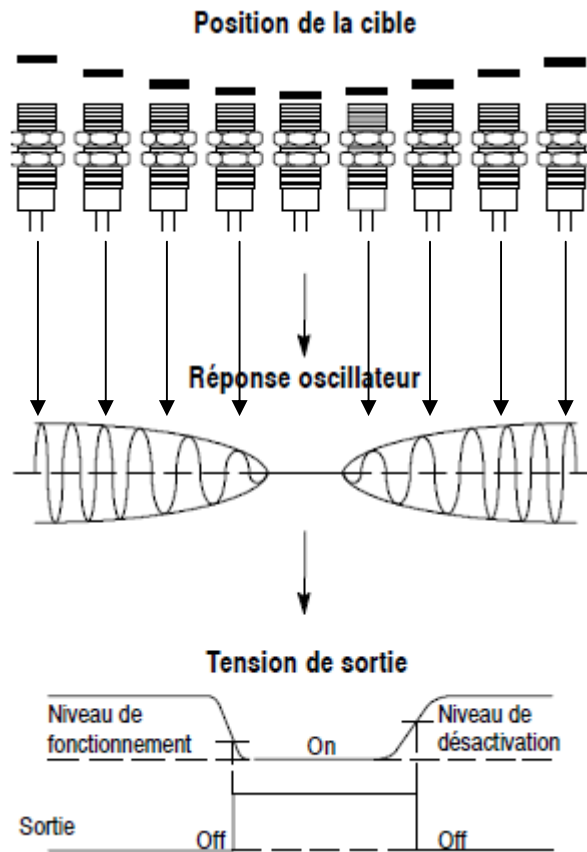


Figure III. 21. Schéma de principe du détecteur de proximité inductif.



Une cible métallique qui s’approche d’un détecteur de proximité inductif (ci-dessus) absorbe l’énergie fournie par l’oscillateur. Lorsque la cible est proche, l’absorption d’énergie arrête l’oscillateur et modifie l’état de sortie.

III.3.6.2.5. Démentions du disque perforé [8]

Pour un disque perforé on applique les recommandations selon la table suivante :

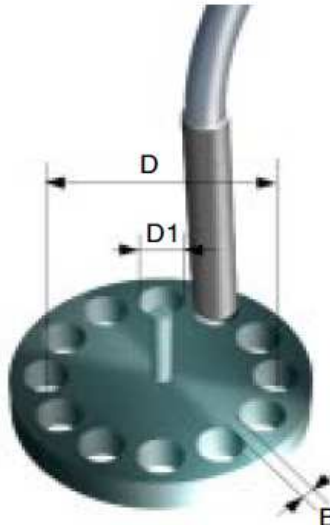


Figure III.22. Disque perforé.

Taille	D1 Diamètre du trou	B Largeur de l'âme
Ø3	3	1.5
M4	3	1.5
D4	4.5	2
M5	4.5	2
D6.5	7	3.5
M8	7	3.5

Table III .5. La taille de détecteur de proximité.

III.3.6.2.6. Vitesse maximale de rotation [8]

- La vitesse maximale N

$$N = \frac{60 \cdot F_{\max}}{Z} \quad [\text{tour / min}] \quad (3.1)$$

- Nombres de trous Z :

$$Z = \frac{\pi * D}{D1 + B} \quad (3.2)$$

- résultat final de vitesse maximale de rotation N est présenté par cette équation :

$$N = \frac{60 * F_{max} * (D1 + B)}{\pi * D} \quad [\text{tour/ min}] \quad (3.3)$$

F_{max} = Fréquence max. de commutation du détecteur de proximité.

$D1$ = Diamètre du trou.

D = Diamètre de la roue ou cercle de perçage.

B = Large de l'âme.

- Résolution :

La **résolution maximale A** est déterminée dans le cas d'un disque perforé :

$$A = \frac{360 * (D1 + B)}{\pi * D} \quad [\text{degrés d'angle}] \quad (3.4)$$

- Vitesse linéaire

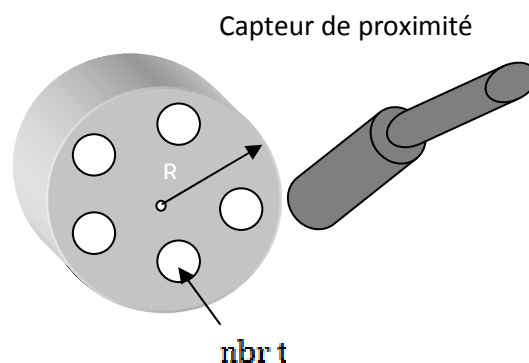
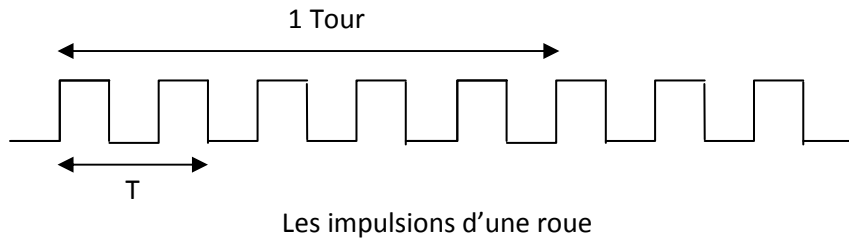


Figure III.23. Dispositif capteur de vitesse.



$5T=1 \text{ Tour}$ → la fréquence d'un tour (F)

$$F = \frac{1}{5T} * \text{nbr t} \quad [\text{N tour/s}] \quad (3.5)$$

T : période d'une impulsion.

nbr t : nombre des trous.

R : Rayon

$V = F * 2\pi R$

(3.6)

III.3.6.2.1. Schéma de connexion

Le détecteur de proximité est relié à la PIN RA4 de microcontrôleur.

Le rôle de ce capteur est de calculer la vitesse de rotation de la roue métallique.

Le but de ce diviseur de tension est d'abaisser la tension de sortie de notre système de 12V à 5V qui sera injecté sur le PIC.

Calculer de la capacité de filtrage C34 de l'entre du capteur de vitesse :

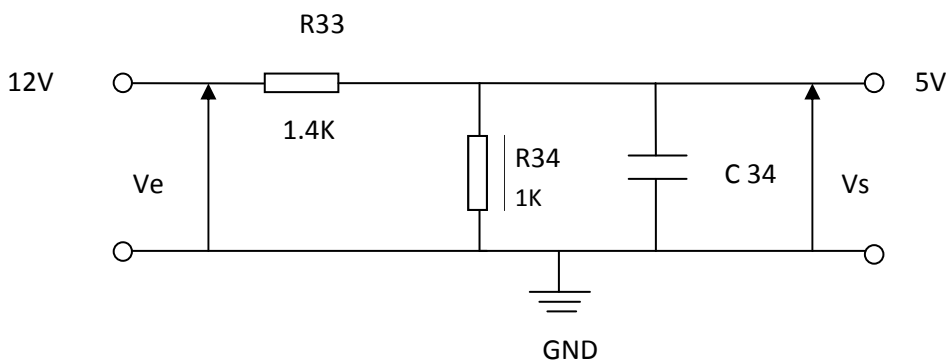


Figure III.24. Circuit d'adaptation du circuit de vitesse.

$$\frac{Vs}{Ve} = \frac{R_{34} // C_{34}}{R_{33} + R_{34} // C_{34}} \quad (3.7)$$

$$R_{34} // C_{34} = \frac{\frac{R_{34}}{1 + j\omega C_{34} R_{34}}}{\frac{R_{34}}{1 + j\omega C_{34} R_{34}} + 1} = \frac{R_{34}}{1 + R_{34} j\omega C_{34}} \quad (3.8)$$

$$\frac{Vs}{Ve} = \frac{\frac{R_{34}}{1 + R_{34} j\omega C_{34}}}{R_{33} + \frac{R_{34}}{1 + R_{34} j\omega C_{34}}} = \frac{R_{34}}{R_{34} + j\omega R_{33} R_{34} C_{34}} = \frac{1}{1 + j\omega R_{33} C_{34}} \quad (3.9)$$

$$\left| \frac{Vs}{Ve} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + (R_{33} C_{34} \omega)^2}} \quad (3.10)$$

$$\left(\frac{Vs}{Ve} \right)^2 = 1 + (R_{33} C_{34} \omega)^2 \quad (3.11)$$

$$\left(\frac{Vs}{Ve} \right)^2 - 1 = (C_{34})^2 (R_{33} \omega)^2 \quad (3.12)$$

$$C_{34} = \sqrt{\frac{\left(\frac{Vs}{Ve} \right)^2 - 1}{(R_{33} * 2\pi * F)^2}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{12}{5} \right)^2 - 1}}{10^3 * 1.4 * 2 * \pi * 5 * 10^3} \quad (3.13)$$

$C_{34} = 50nF$

(3.14)

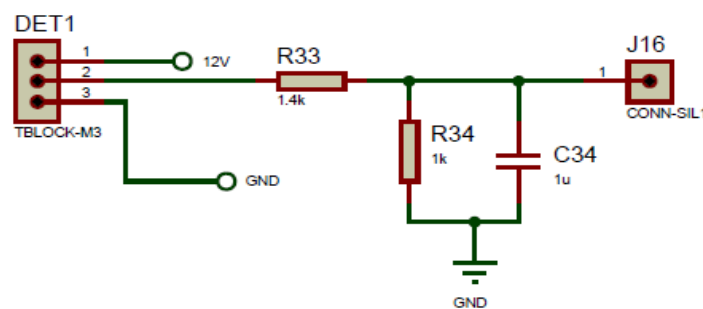


Figure III.25. Schéma de connexion de détecteur de proximité.

III.3.6.3. Barrière infrarouge [7]

III.3.6.3.1. Description la barrière infrarouge

Une barrière infrarouge est constituée d'un émetteur permettant d'obtenir un faisceau infrarouge et d'un récepteur permettant de contrôler la présence ou l'absence de ce faisceau.

Le signal est coupé quand un objet coupe le faisceau lumineux

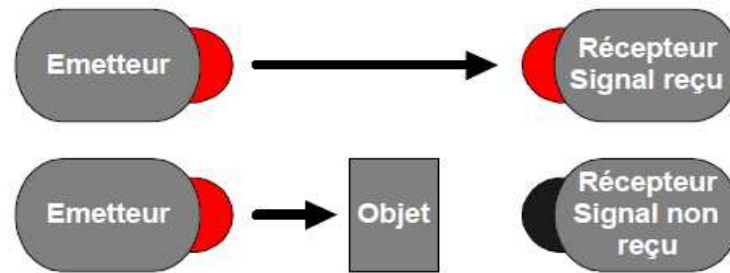


Figure III.26. Barrière infrarouge.

III.3.6.3.2. Support de la barrière

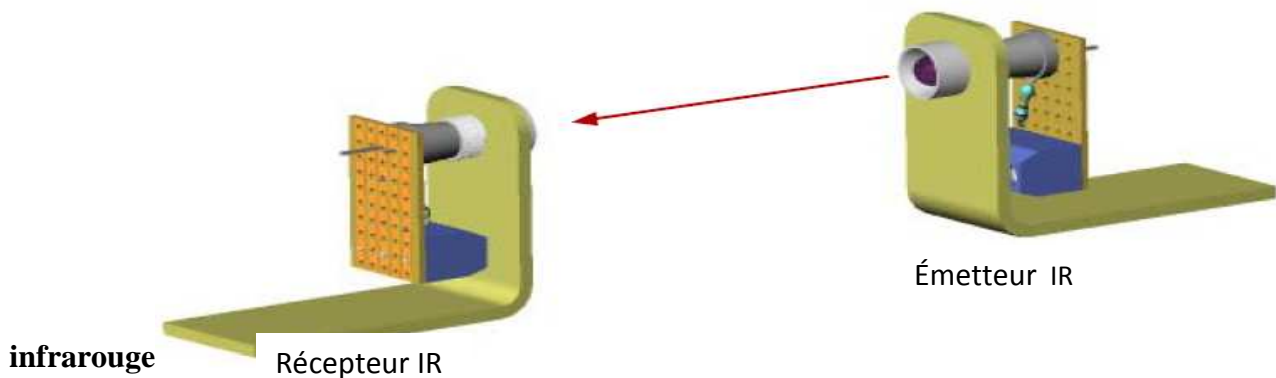


Figure III.27. Vue de la barrière infrarouge.

Deux composants doivent être utilisés :

- Une diode émettrice infrarouge SFH 415-U.
- Un phototransistor récepteur Ire5.

III.3.6.3.3. Schéma de montage

La barrière infrarouge est composée de deux parties, émetteur qui envoie un signal au récepteur indiquant la présence ou l'absence du papier.

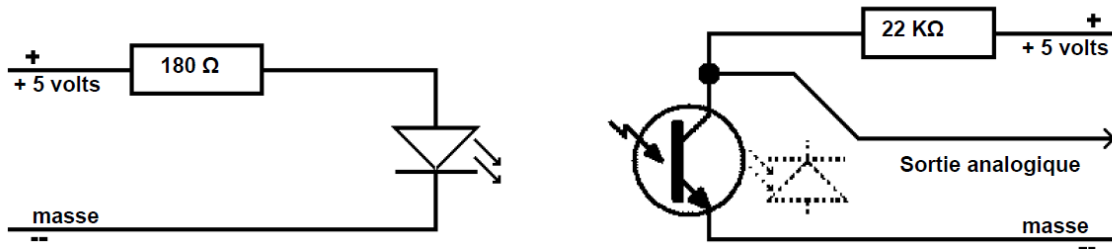


Figure III.28. Schéma électrique d'émetteur et récepteur infrarouge.

Emetteur :

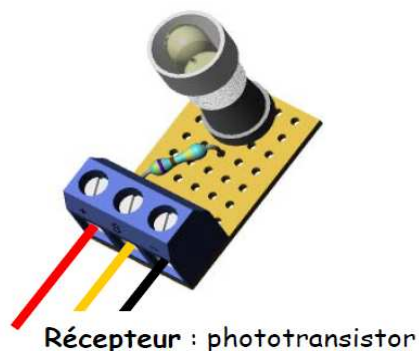
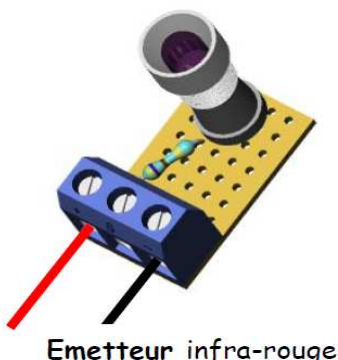
La LED infrarouge est de couleur noire. La lumière infrarouge n'est pas visible, il est possible de vérifier le bon fonctionnement du montage en regardant la LED au travers le capteur d'un appareil photo numérique.

Récepteur infrarouge :

Ce type de phototransistor a l'aspect d'une LED transparente.

Remarque : la patte "plus" doit être reliée à la masse. La patte "moins" émet le signal elle reliée au "+5Volts" du circuit au Travers d'une résistance.

R = 22KOhm la barrière détecte ±35



III.3.6.3.4. Schéma de connexion

Pour ordonner notre calculateur de déchet de papier, nous avons besoin d'utiliser la barrière infrarouge, qui détecte la présence ou l'absence du papier.

Le signal est envoyé sur interruption RB0 au niveau du microcontrôleur.

Le branchement de la barrière infrarouge au microcontrôleur PIC16F877A est représenté sur la figure suivante :

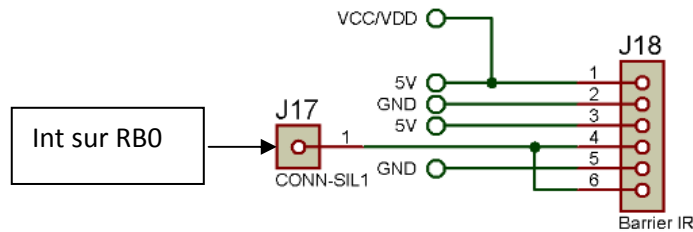


Figure III.28. Connecteur de la barrière infrarouge.

III.3.7. Circuit d'alimentation

III.3.7.1. Description le circuit d'alimentation

Tout montage électronique nécessite une alimentation pour fonctionner. Notre montage est alimenté de 12V pour le détecteur de proximité et de 5V pour le PIC et ses périphériques, ainsi qu'une tension de 3.3V pour la carte mémoire.

III.3.5.2. Schéma de connexions

La tension issue du secteur (220V) est transformée en une tension de 12V par l'adaptateur AC/DC (95v-265V/12V-24V) avec un courant maximal 4.5A.

Le rôle du condensateur C25 et C26, figure III.29, est de filtrer les bruits (parasites) et les deux C22, C27 assurent le lissage signal de tension.

Un régulateur de tension de type LM7805 nous fournit une tension positive de 5V avec un courant maximum de 1A.

La diode électroluminescente témoin de la mise sous tension de la carte ainsi que la diode (1N4007) est utilisé pour évite les chocs électriques.

Pour générer la tension de 3.3V nécessaire à la carte mémoire, nous avons opté pour un régulateur de type LM317, qui est un régulateur de tension positive qui varie entre 1.2V et 37V. Le régulateur est couplé à une résistance variable qui permet de choisir la tension qu'on désire.

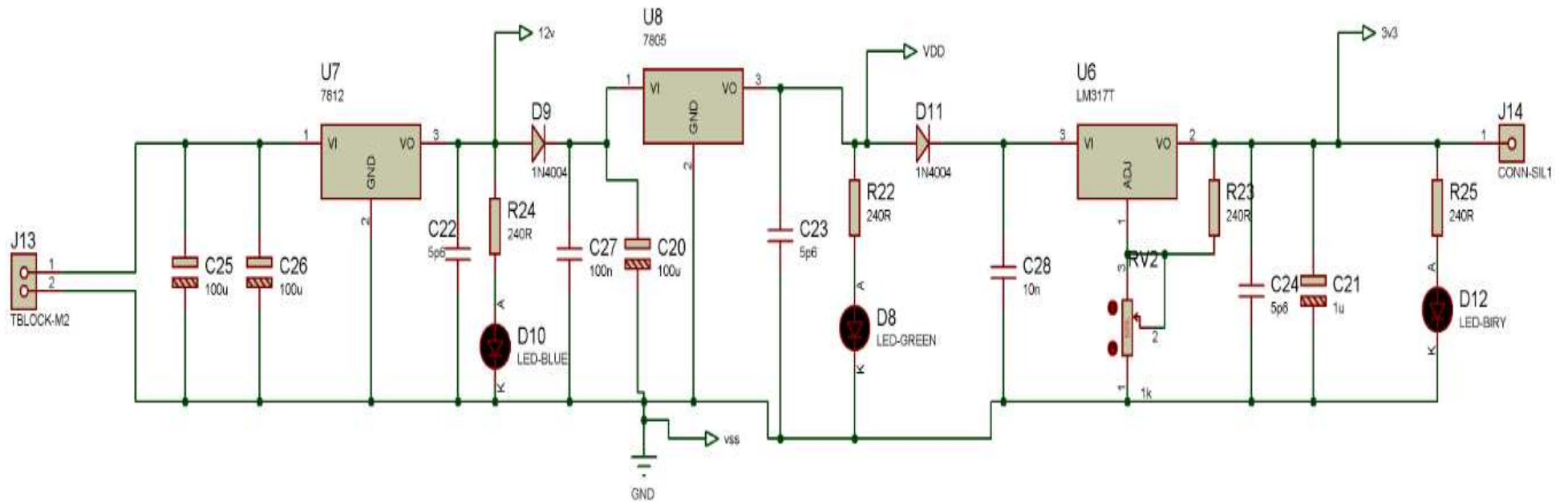


Figure III.29. Schéma de connexion de circuit d'alimentation.

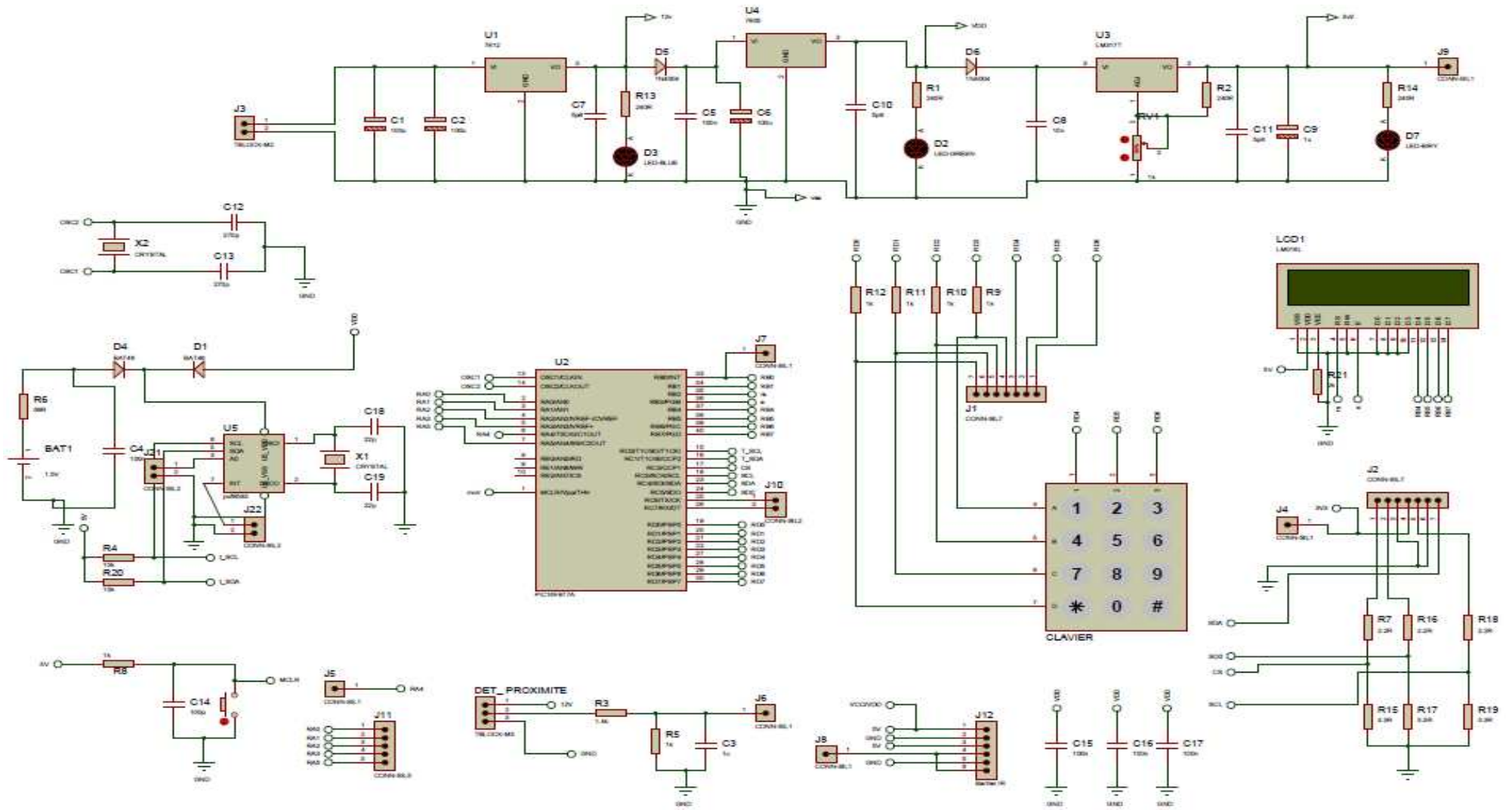


Figure III.30. Schéma électrique de calculateur de déchets.

III.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les bases théoriques des modules à développer dans notre projet.

Nous avons présenté une étude sur les composants de notre calculateur de déchets de papier essentiellement le microcontrôleur, aussi nous avons fait une brève étude sur tous les composants principaux, ainsi, leurs schémas de connexions qui détail toutes les liaisons autour du PIC16F877A.

Chapitre 4

**Simulation et
réalisation
pratique**

IV.1. Introduction

Après études générales des différents éléments constituant la carte électronique, nous passons maintenant à la simulation et la réalisation pratique de notre projet.

IV.2. Présentation du logiciel PROTEUS

PROTEUS est un ensemble de deux modules logiciels de (conception assistée par ordinateur) CAO :

- **ISIS** : conçu pour la réalisation et l'impression de schémas théoriques électroniques.
- **ARES** : destiné à concevoir les films ou typons permettant la gravure des circuits-imprimés, en simple, double-face ou multicouches, pour des composants standards.

Dans notre projet, nous avons utilisé le logiciel **PROTEUS & ARES**, qui nous a permis de saisir le schéma, les simuler et aussi de créer le circuit imprimé (PCB) à partir de ce schéma.

IV.3. Simulation des différentes parties de la carte avec ISIS

IV.3.1. Message d'accueil

La figure suivante représente le message d'accueil de la carte.

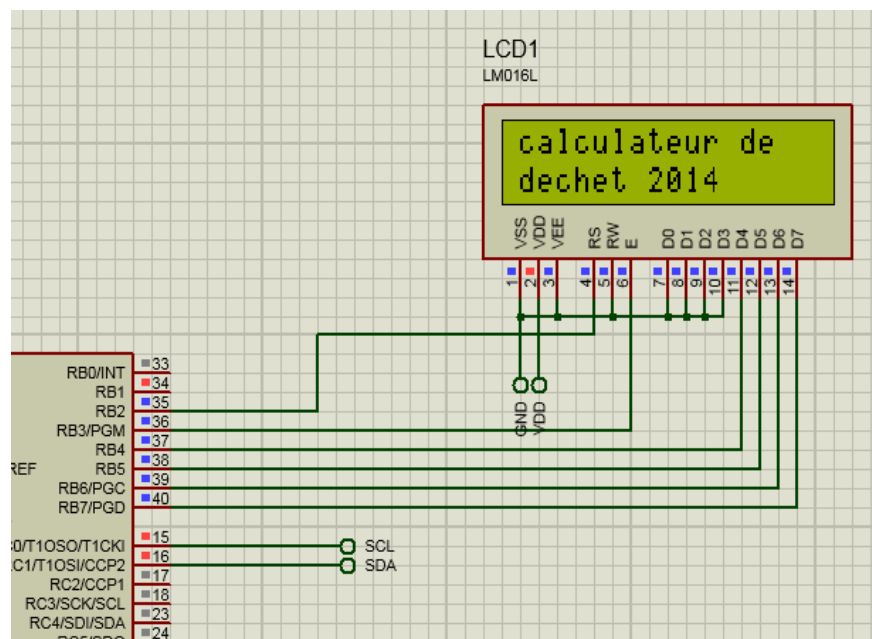


Figure IV.1. Message d'accueil.

IV.3.2. Affichage de l'heure et date

Cet affichage apparaît en appuyant sur le bouton spécifier.

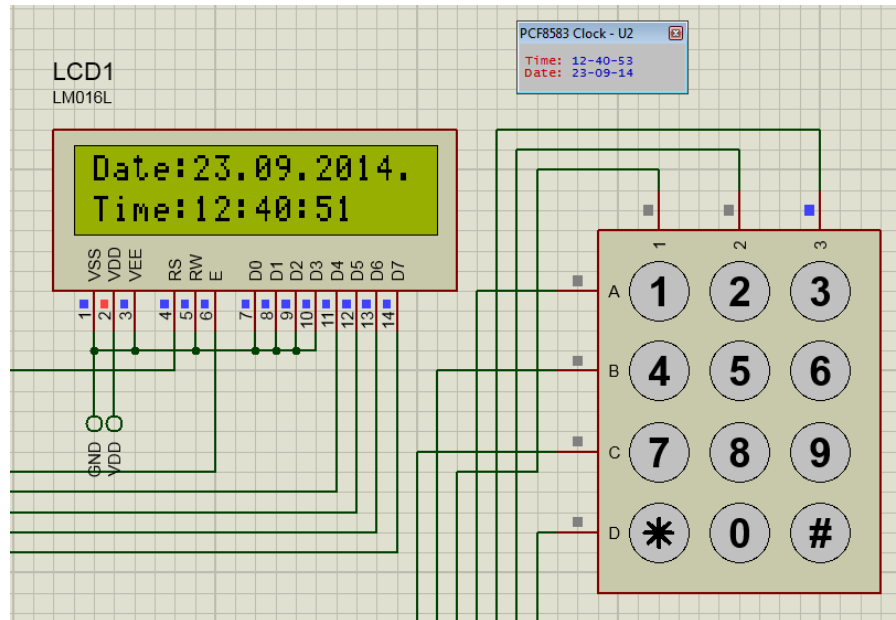


Figure IV.2. Affichage l'heure et la date.

IV.3.3. Affichage la valeur du déchet de la journée

La quantité de déchet s'affiche sur le bouton spécifié.

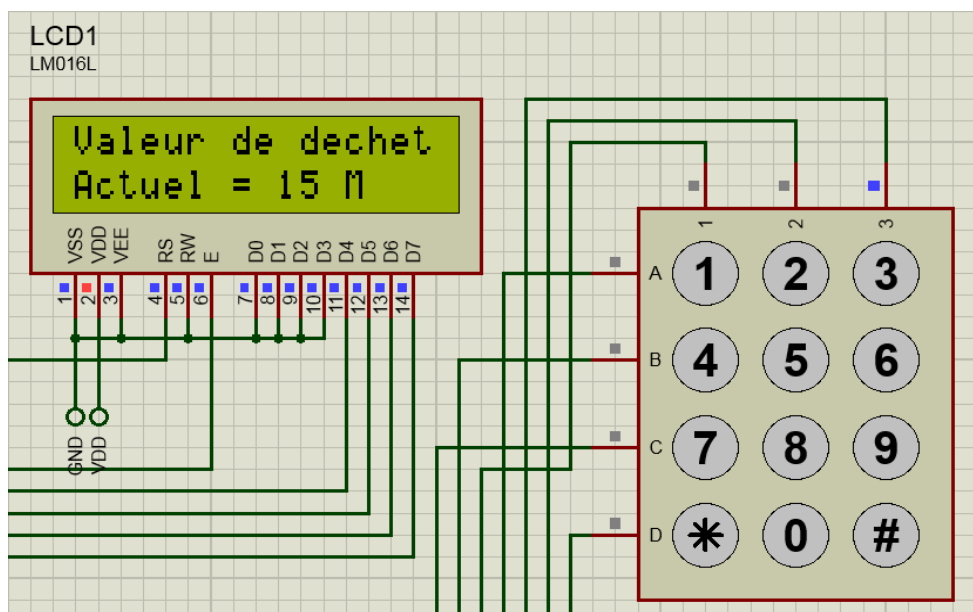


Figure IV.3. Affichage la valeur de déchet.

IV.3.4. test d'écriture sur la carte mémoire

La figure IV.4. Représente le test d'écriture sur la carte mémoire, pour se faire nous devons passer par quelques étapes comme suit :

- 1- Initialisation du module SPI.
- 2- Envoi des messages de configuration et confirmation de la carte mémoire :
 - A : initialisation de la carte mémoire.
 - B : le code de début d'écriture sur la carte mémoire.
 - C : les données à écrire sur la carte mémoire.

Une fois le test est réussi, nous pouvons adapter la procédure dans le programme principal.

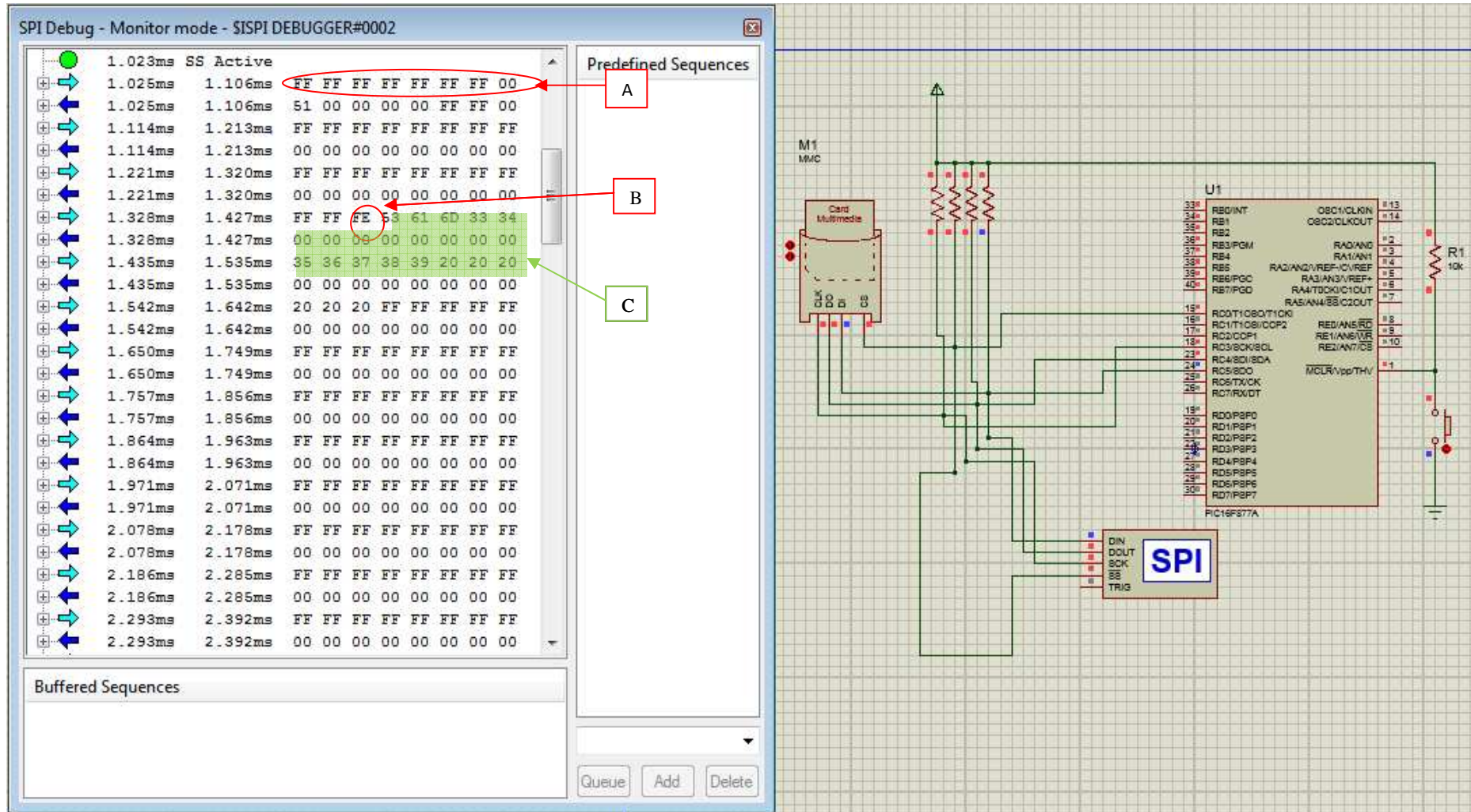


Figure IV.4. Test de la carte mémoire.

IV.4. Réalisation de la carte

Après avoir simulé le fonctionnement des constituants de la carte nous passons à la réalisation de cette dernière.

IV.4.1. Circuit imprimé sous ARES :

A) Coté cuivre :

A.1. Circuit de la carte mère

Le dessin de circuit imprimé se fait par des logiciels de conception assistée par ordinateur, notre conception a été réalisée en simple face.

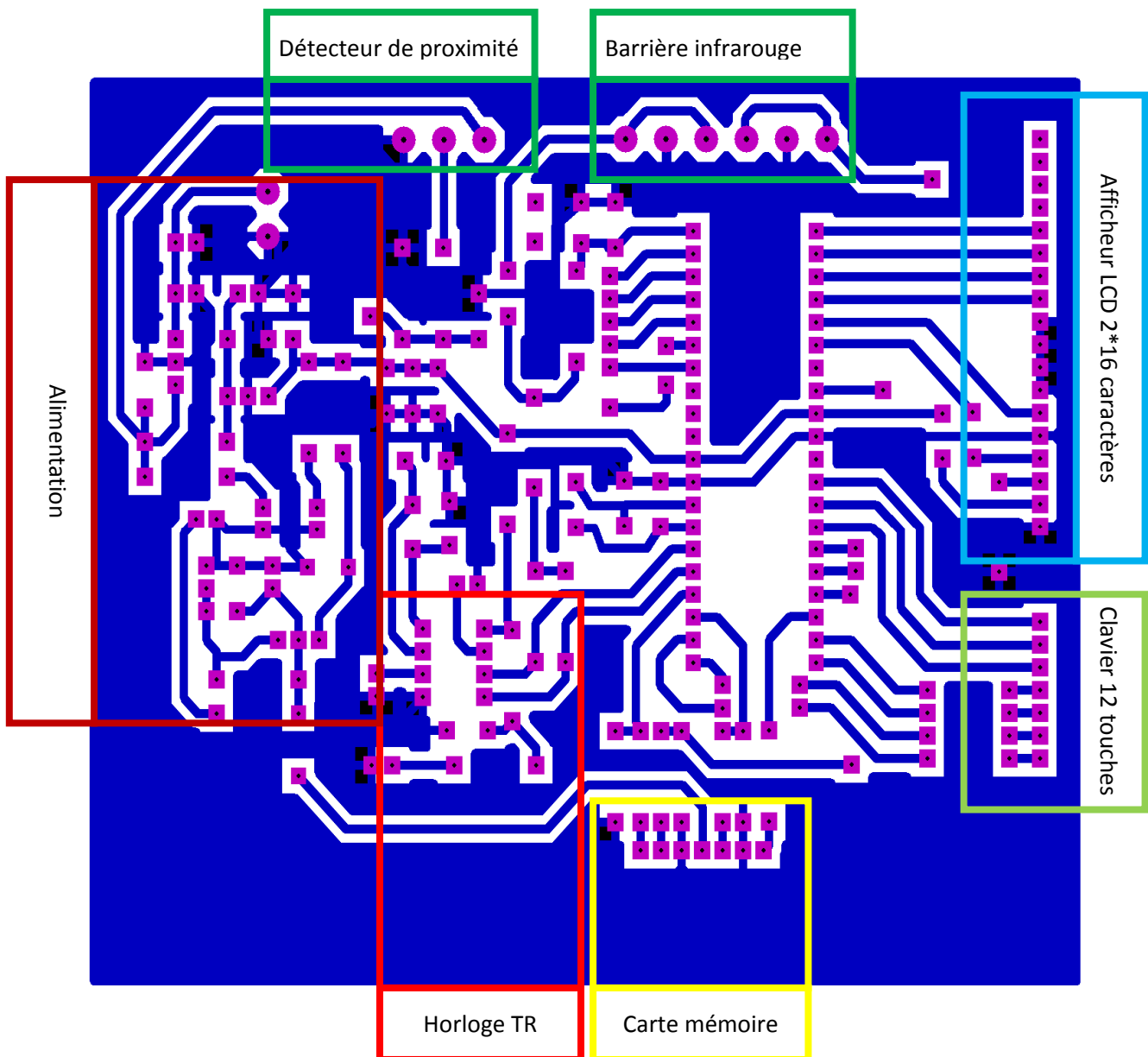


Figure IV.5. Circuit de la carte mère.

A.2 Typon de la carte mère

Nous avons utilisé un plan de masse qui couvre la surface de la carte électronique du PCB afin d'éviter les perturbations, voir la figure VI.6.

Echelle réel 1 : 1

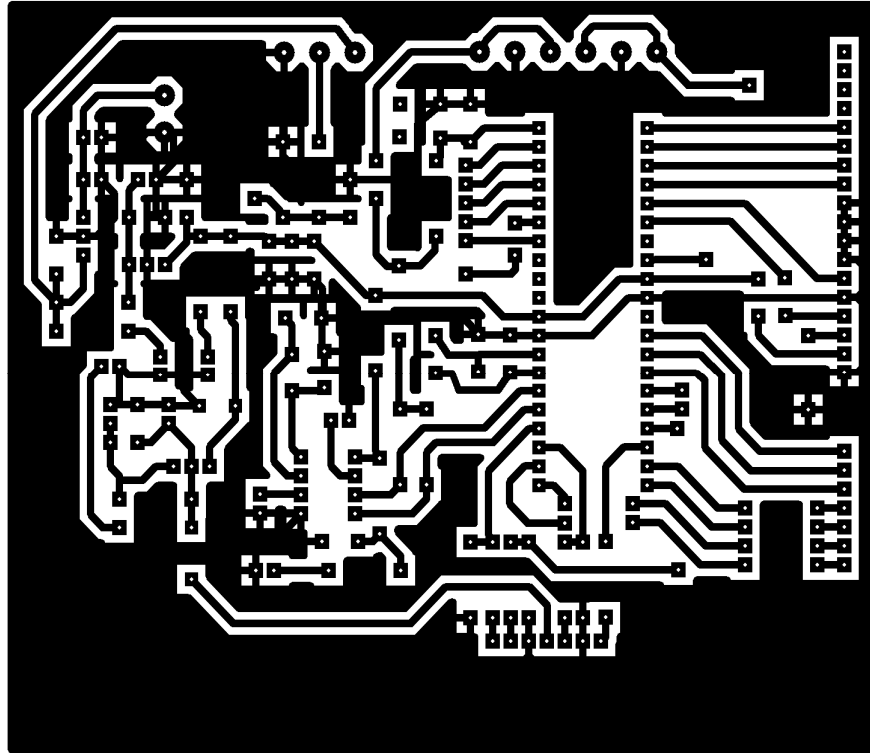


Figure IV.6. Typon de la carte mère.

B) Coté composant :

La figure IV.7. Indique le schéma d'implantation de chaque composant sur la surface du circuit imprimé.

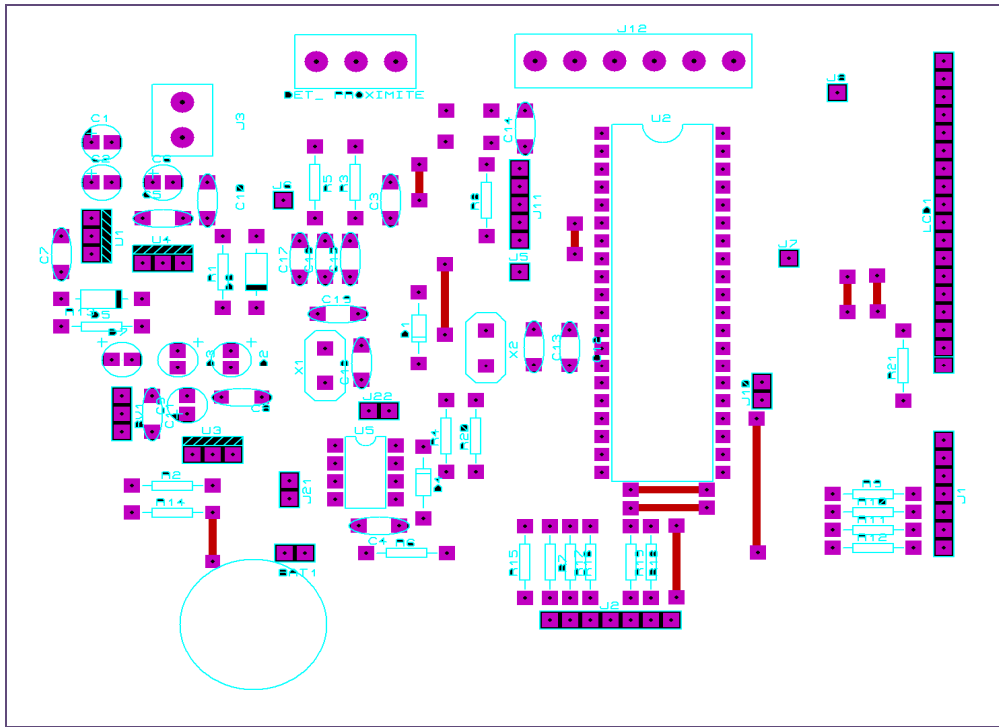


Figure IV.7: Circuit imprimé coté composants

IV.4.2. Carte en 3D

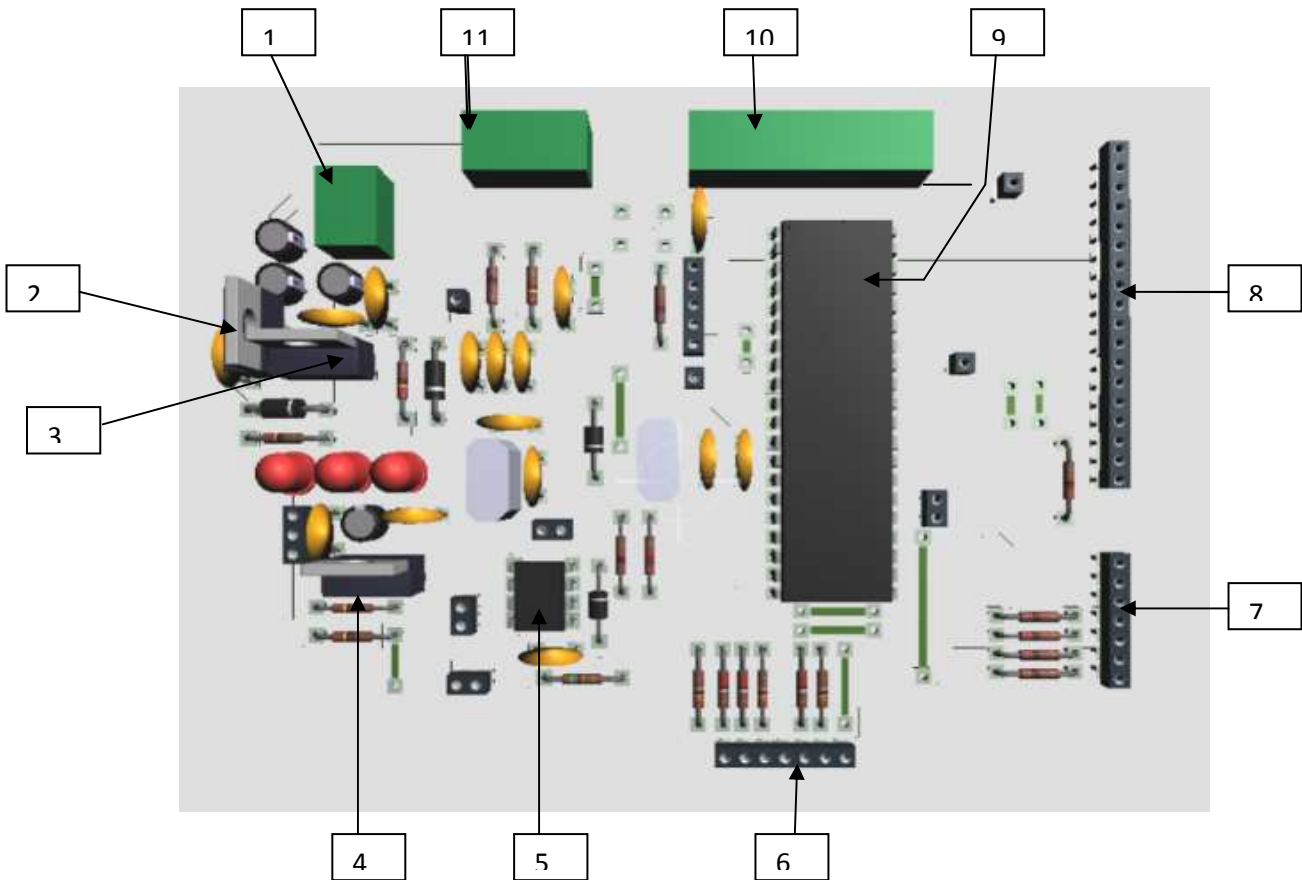


Figure IV.8. Schéma de la carte en 3D.

1. Fiche jack
2. Régulateur de 5V
3. Régulateur de 12V
4. Régulateur de 3.3V
5. PCF8583
6. Connecteur de la carte mémoire
7. Connecteur de clavier
8. Connecteur de l'afficheur
9. PIC16F877A
10. Connecteur de barrée infrarouge
11. Connecteur détecteur de proximit

IV.4.3. Réalisation de la carte finale



Figure IV.9. Calculateur de déchet de papier final.

IV.5. conception du programme

Le microcontrôleur est un circuit programmable , comme il est le cerveau de notre calculateur de déchets de papier, il doit être programmé pour gérer la partie hardware qui regroupe l'ensemble des circuits électronique , le système de perception (le capteur infrarouge, capteur de vitesse) et la partie software (programmation) du PIC, où nous présenterons l'organigramme pour que le microcontrôleur puisse gérer les différents paramètres.

IV.5.1. Choix du compilateur

Nous avons choisi le compilateur C, dans sa version "MikroC PRO", qui dispose de très nombreuses améliorations et outils intégrés (mode simulateur, terminal de communication USB,...) associé à sa capacité à pouvoir gérer la plupart des périphériques rencontrés dans l'industrie (Bus I2C, SPI, SD/MMC, afficheurs LCD alphanumériques et graphiques clavier matricielle).

IV.6.2 Organigramme

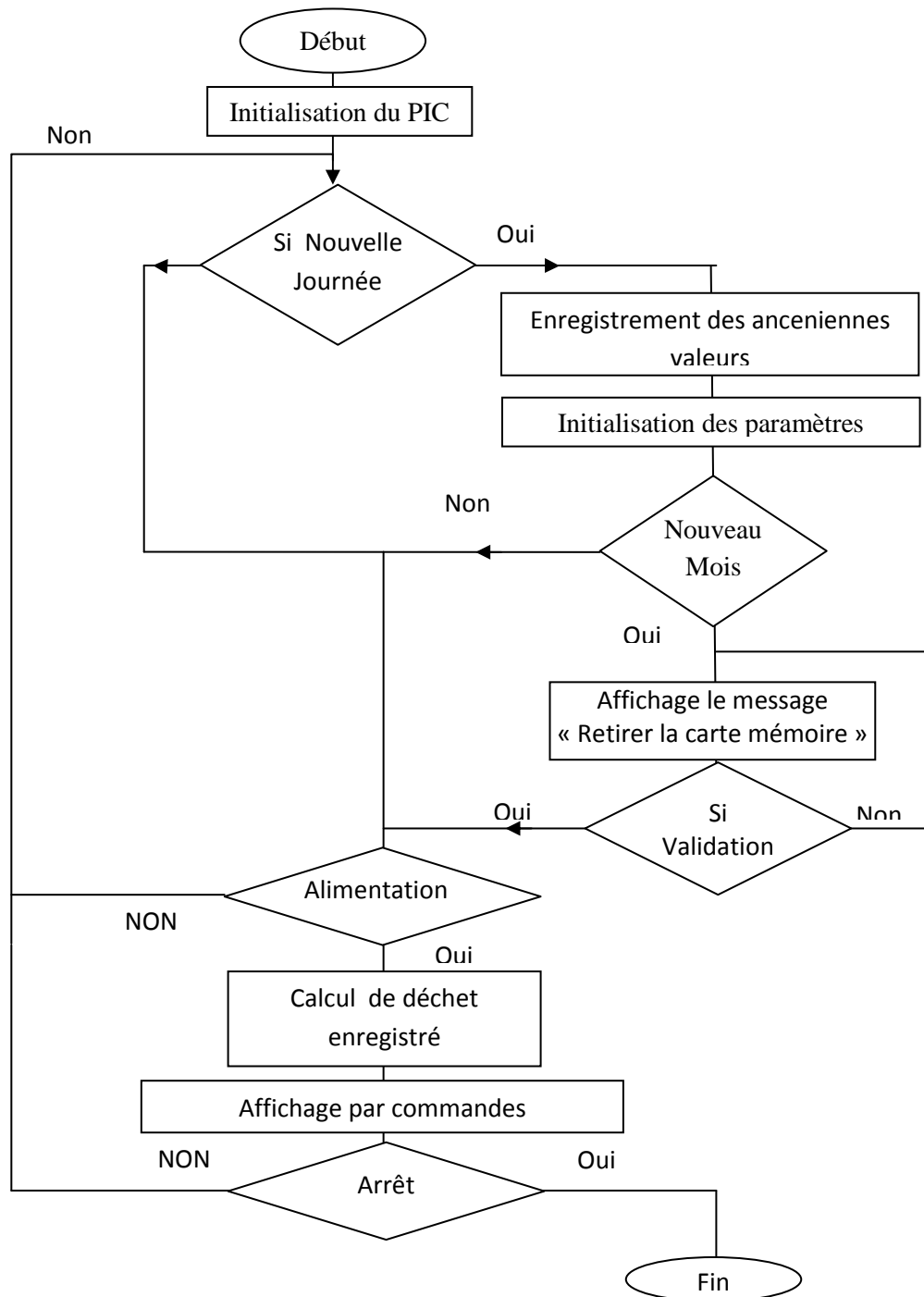


Figure IV.10. Organigramme du fonctionnement général.

Initialisation du PIC : initialisation des paramètres du pic.

Nouvelle Journée : condition qui vérifie si la date a changé.

Enregistrement des anciennes valeurs : enregistrement de la valeur de la quantité de déchet de la journée antérieur.

Initialisation des paramètres : si c'est une nouvelle journée le programme initialise les paramètres (v=0, valeur déchet=0).

Nouveau Mois : condition vérifiant si le mois de la date à changer.

Affichage du message: afficher le message « Retirez la carte mémoire » si le nouveau mois est vrai, qui demande à l'opérateur de retirer la carte dans le but de copier les données sur un ordinateur pour le stockage, le message persiste jusqu'à l'enlèvement de la carte et validation par l'opérateur.

Alimentation : condition de vérification de la mise sous tension la machine.

Calcul de déchet et l'enregistré : permet de calculer la quantité de déchet en fonction des données récupérées par les deux capteurs (proximité, barrière infrarouge).

Affichage par commande du clavier : cette partie permet d'afficher plusieurs données accordées à des commandes de choix par le clavier :

- Affichage de la date.
- Affichage de la quantité de déchet de la journée.

IV.6.3 Définition des procédures du programme

1- Enregistrement des anciennes valeurs :

Dans cette partie du programme, notre calculateur doit enregistrer les données de la journée précédente dans la case cible réservée à ce jour afin d'éviter d'écraser les valeurs antérieures du même mois. Voir la figure IV.11.

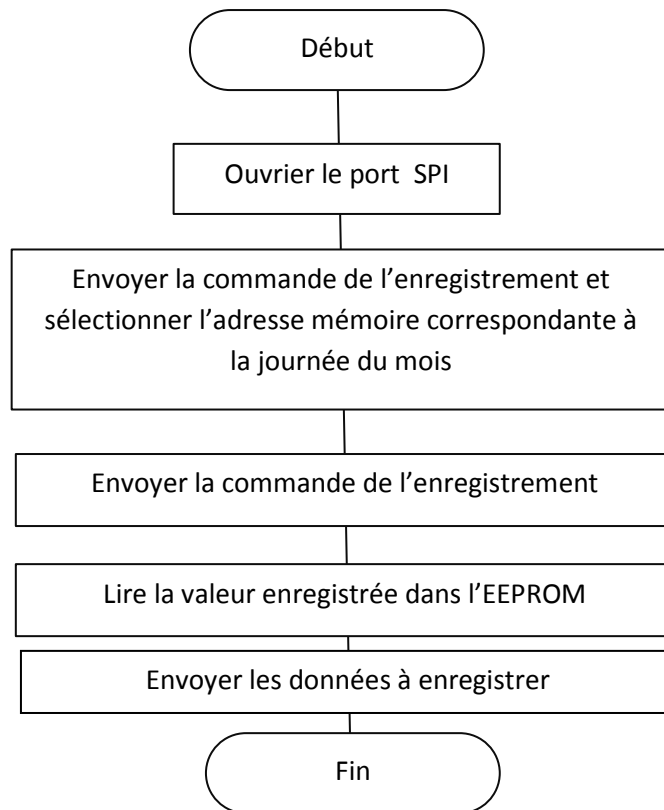


Figure IV.11. Enregistrement des donner dans la carte mémoire.

2- Calcul de déchet enregistré

Cette procédure sert à calculer et sauvegarder la quantité du déchet accumulée pendant la journée en cours.

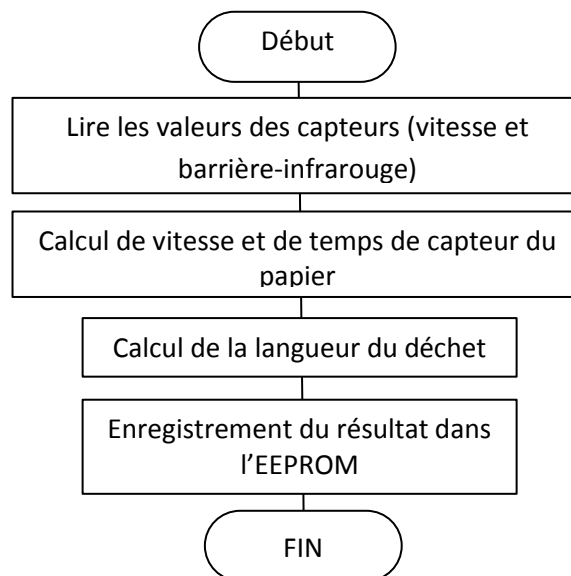


Figure IV.12. Calcul de déchet.

3- Affichage par commande du clavier

Cette procédure permet d'afficher quelques données en utilisant le périphérique clavier

Cela dans le but de visualiser les informations voulues.

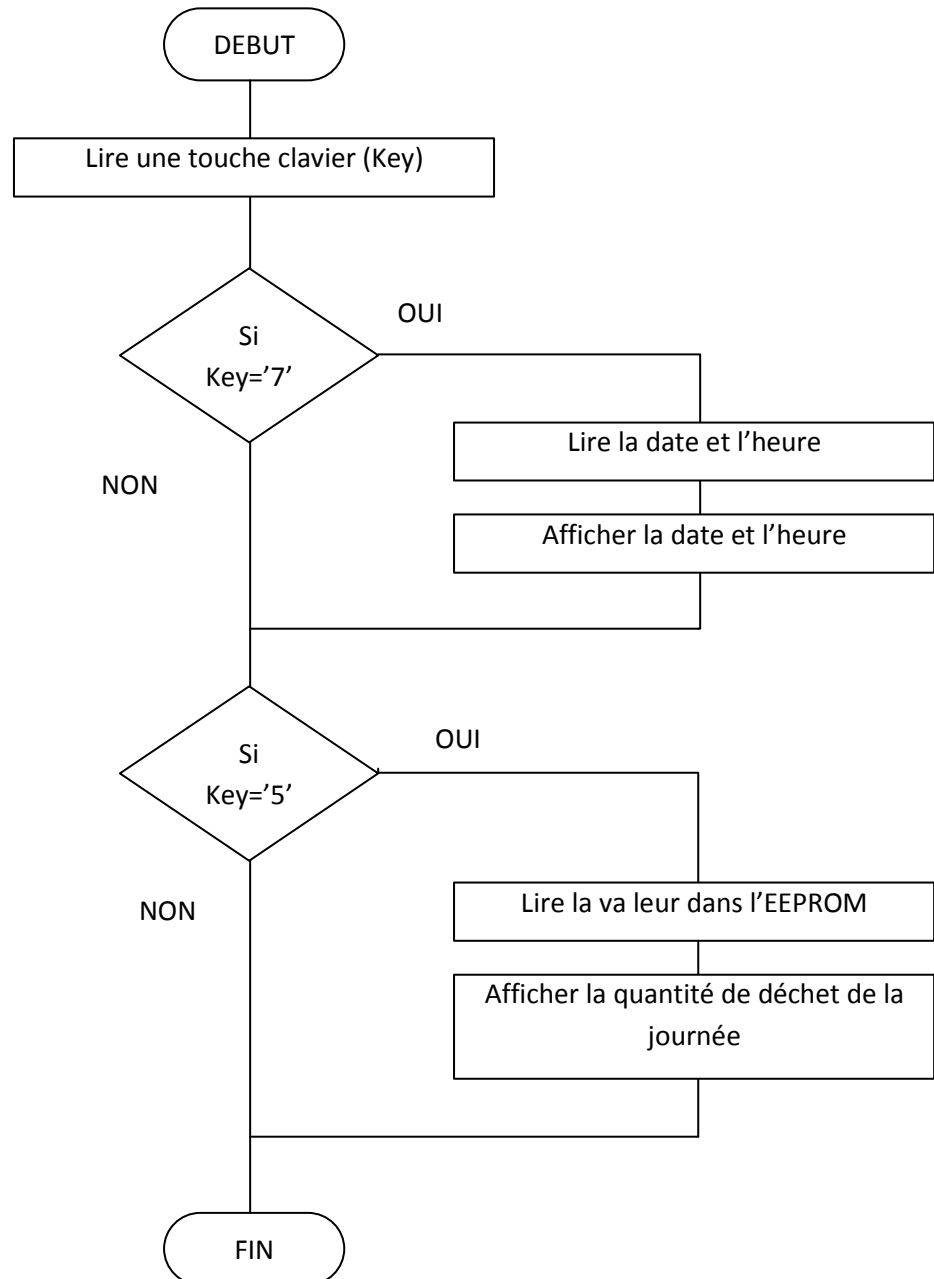


Figure IV.13. Affichage des données.

IV.7 Conclusion

La simulation des fonctionnalités de la carte nous a facilité le développement des circuits et programme, bien que la transmission (SPI, I2C, Capteurs ...) ainsi que l'affichage et l'enregistrement des données dans la carte mémoire et le calcul de la quantité de déchet.

Toutes les parties de notre carte est fonctionnelle, clavier, horloge temps réel, affichage, le calcul de vitesse mais le manque des capteurs nous a limité au niveau des tests.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La réalisation de ce projet nous a permis de confronter le monde industriel et de mettre en pratique nos connaissances acquises tout en long de notre cursus de formation.

Elle nous a permis aussi d'appréhender la mise en œuvre d'un projet suivant un cahier des charges spécifique et de mieux maîtriser la conception et la programmation cartes de commande à base de microcontrôleurs en utilisant les multiples logiciels de développement de circuit, électroniques et programmation des PICs.

Plus exactement, partant de la description et le fonctionnement de la machine nous avons prit en considération le cahier des charges, pour mettre en place un calculateur à base de PIC 16F877A, relié à des périphériques entré/sorti :

- la carte mémoire, pour sauvegarder les données.
- le clavier pour la sélection de l'affichage visuel.
- l'afficheur LCD.
- La barrière infrarouge pour détecter la présence ou l'absence du papier.
- un capteur de proximité qui nous a permit de calculer la vitesse.

En perspectives d'évolution, notre solution de calcul de quantité de déchets peut être utilisée sur d'autre machine de SACAR autre que celle étudié, tel que le système de sacherie ou pour les autres filiales du groupe GIPEC.

Enfin nous espérons que ce travail soit d'une utilité aussi minime qu'elle soit pour SACAR et pour les personnes qui serviront de base et de réflexion pour des projets future.

Annexes

Annexe

Nomenclature des composants

➤ **Resistances :**

R1 =R2=R13R=R14=240Ω.

R3=1.5 Ω.

R4=R20= 10 k Ω.R5=R8 =R9 =R10 =R11= R12=1 k Ω.

R6=56 k Ω.

R7=R16= R17=2.2 Ω.

R15=R17= R19=3.3 Ω.

R21=2kΩ.

RV1=1 k Ω.

➤ **Capacités**

C1=C2=C6=100μF.

C3=2μF.

C4=C5=C15=C16=C17=100nF.

C8= 10nF.

C9= 10nF.

C12=C13=270pF.

C14=100pF.

C18=C19= 22pF.

➤ **Semi-conducteurs :**

D1=D4: BAT46.

D2=D3=D7: LED.

➤ **Circuits intégrés :**

U2 : PIC 16F877A.

U1 : Régulateur de tension LM 7812.

U4 : Régulateur de tension LM 7805.

U3 : Régulateur de tension LM 37.

U5 : PCF 8583

➤ **Divers :**

Quartz de 20 MHz.

Quartz de 32.768 kHz.

Batterie 1.5V.

01 bouton poussoir.

Clavier 12 touches.

Afficheur LCD 2*16 caractères.

Module (émetteur/récepteur) : Barrière infrarouge.

Détecteur de proximité inductif TL-X1R5F1-E1.

1. Datasheet PIC16F877A



PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

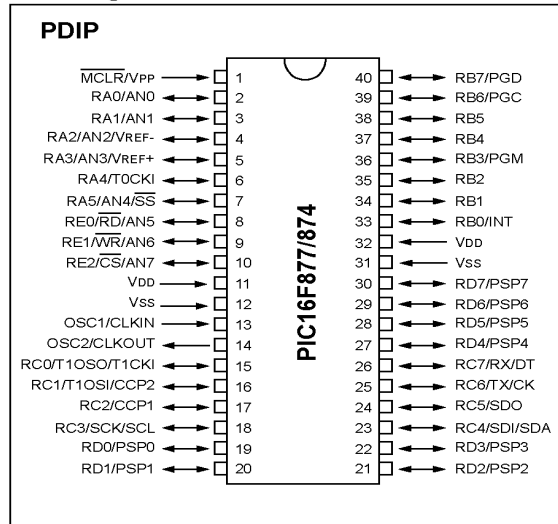
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- 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 the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature
ranges
- Low-power consumption:
 - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram



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
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- 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)

Annexe

PIC16F87X

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

Annexe

1.2 Étude le microcontrôleur PIC16F877A

a. Les Fonction des pattes :

- ✓ MCLR/Vpp : entrée du reset manuel ou la tension de programmation.
- ✓ RA0 à RA7 : sont les entées/sorties du port A (bidirectionnel).
- ✓ AN0 à AN7 : sont les entrées analogiques.
- ✓ Vref- et Vref+ : entrées des tensions de référence pour le convertisseur analogique.
- ✓ RE0 à RE2 : entrées/sorties du port E (bidirectionnel).
- ✓ TOCKI : entrée d'horloge externe du timer0.
- ✓ /RD : entrée, lecture en mode PSP.
- ✓ /WR : entrée, écriture en mode PSP.
- ✓ /CS : entrée, chip select en mode PSP.
- ✓ VDD : alimentation positive du circuit.
- ✓ VSS : est la masse du circuit.
- ✓ OSC1/CLKIN et OSC2/CLKOUT : entrée/sortie d'oscillateur d'horloge.
- ✓ RC0 à RC7 : entrée/sorties du port C (bidirectionnel).
- ✓ T1OSI et T1OSO : sont l'entrée et sortie de l'oscillateur du Timer1 respectivement.
- ✓ T1CLKI : entée d'horloge externe pour le Timer1.
- ✓ SCK : E/S d'horloge en mode SPI.
- ✓ SCL : E/S d'horloge pour le mode I2C.
- ✓ CCP1 et CCP2 : E/S pour les modes (compare, capture et pwm).
- ✓ RD0 à RD7 : E/S du port D (bidirectionnel),
- ✓ PSP0 à PSP7 : entrées /sorties du port parallèle PSP.
- ✓ RB0 à RB7 : entrées/sorties du port B (bidirectionnel).
- ✓ SDI et SDO : entrées et sorties de donnée en mode SPI.
- ✓ SDA : entrée/sortie de donnée pour le bus I2C.
- ✓ INT : entrée d'interruption externe.
- ✓ RX : est une entrée, pour la réception asynchrone SCI.
- ✓ TX : sortie, pour l'émission asynchrone SCI.
- ✓ DT : entrée/sortie de données synchrone SCI.
- ✓ CK : entrée/sortie de l'horloge synchrone.

Annexe

b. Les registres internes

b.1 Le registre option register

Ce registre en lecture et écriture permet de configurer les prédiviseurs du timer et du Watchdog, la source du timer, le front des interruptions et le choix du pull up sur le port B.

Bit 7

Bit 0

$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0
--------------------------	--------	------	------	-----	-----	-----	-----

Au reset : 11111111

- ✓ **RBPU**: Active ou désactive les résistances internes de tirage vers le haut (pull-up).
- ✓ **INTEDG** : Permet de choisir le sens de déclenchement des interruptions sur la broche

RB0/INT :

INTED= 1 : Interruption si front montant.

INTED = 0 : Interruption si front descendant.

- ✓ **Le bit TOCS** : Détermine la source d'horloge qu'utilise le timer0 :

TOCS=1 : L'horloge du Timer est l'entrée RA4/TOC1k (pin 6).

TOCS=0 : Le Timer utilise l'horloge interne du PIC.

- ✓ **Le bit TOSE** : pour la sélection du front déclencheur de l'incrémentatation du TIMER0.

TOSE= 1: Incrémentatation sur front montant.

TOSE= 0: Incrémentatation sur front descendant.

- ✓ **Le bit PSA** : Affectation du prédiviseur :

PSA=1 : Le prédiviseur est affecte au watchdog.

PSA=0 : Le prédiviseur est affecte au timer0.

- ✓ **Les bits PS0, PS1 et PS2** : Permettent le choix du prédiviseur comme le montre le tableau suivant :

PS2 PS1 PS0	Prédiv Timer	Prédiv Watchdog
0 0 0	2	1
0 0 1	4	2
0 1 0	8	4
0 1 1	16	8
1 0 0	32	16
1 0 1	64	32
1 1 0	128	64
1 1 1	256	128

Annexe

b.2 Le registre INTCON

Il permet d'autoriser les interruptions globales (**GIE**), les interruptions des Périphériques (**PEIE**), L'interruption **TIMER0** (**TOIE**), l'interruption extérieure (INT/RB0) et l'interruption de changement d'état du **PORTB** (**RBIE**).

Bit 7							Bit 0
GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

Au reset : INTCON 0000000X

- ✓ **GIE** : Validation de toutes les interruptions si (GIE=1). Et interdiction toute interruption si (GIE=0).
- ✓ **PEIE** : Validation de l'interruption de fin d'écriture en L'EEPROM (PEIE=1).
- ✓ **TOIE** : Validation de l'interruption due au débordement du timer0 (TOIE=1).
- ✓ **INTE** : Autorise l'interruption sur la pin RB0/INT (INTE=1).
- ✓ **RBIE** : Autorise l'interruption s'il y a changement sur une des entrées RB4 a RB7 si (RBIE=1).
- ✓ **TOIF** : Ce flag se positionne a « 1 »s'il y a débordement du timer 0.
- ✓ **INTF** : C'est un flag positionne a « 1 »s'il y a interruption sur la pin 33 (RB0/INT).
- ✓ **RBIF** : C'est un flag positionne a « 1 »s'il y a interruption sur l'une des entrées RB4 a RB7.

b.3 Les registre TRISA, TRISB, TRISC, TRISC et TRISE

Servent à orienter chaque patte des ports associés soit en entrée, soit en sortie.

EX : set_tris_a(0x00) : veut dire que le port A est en sortie

4. Datasheet PCF8583

Philips Semiconductors

Product specification

Clock/calendar with 240 × 8-bit RAM

PCF8583

1 FEATURES

- I²C-bus interface operating supply voltage: 2.5 V to 6 V
- Clock operating supply voltage (0 to +70 °C): 1.0 V to 6.0 V
- 240 × 8-bit low-voltage RAM
- Data retention voltage: 1.0 V to 6 V
- Operating current (at f_{SCL} = 0 Hz): max. 50 μA
- Clock function with four year calendar
- Universal timer with alarm and overflow indication
- 24 or 12 hour format
- 32.768 kHz or 50 Hz time base
- Serial input/output bus (I²C)
- Automatic word address incrementing
- Programmable alarm, timer and interrupt function
- Slave address:
 - READ: A1 or A3
 - WRITE: A0 or A2.

2 GENERAL DESCRIPTION

The PCF8583 is a clock/calendar circuit based on a 2048-bit static CMOS RAM organized as 256 words by 8 bits. Addresses and data are transferred serially via the two-line bidirectional I²C-bus. The built-in word address register is incremented automatically after each written or read data byte. Address pin A0 is used for programming the hardware address, allowing the connection of two devices to the bus without additional hardware.

The built-in 32.768 kHz oscillator circuit and the first 8 bytes of the RAM are used for the clock/calendar and counter functions. The next 8 bytes may be programmed as alarm registers or used as free RAM space. The remaining 240 bytes are free RAM locations.

Annexe

Clock/calendar with 240 × 8-bit RAM

PCF8583

5 BLOCK DIAGRAM

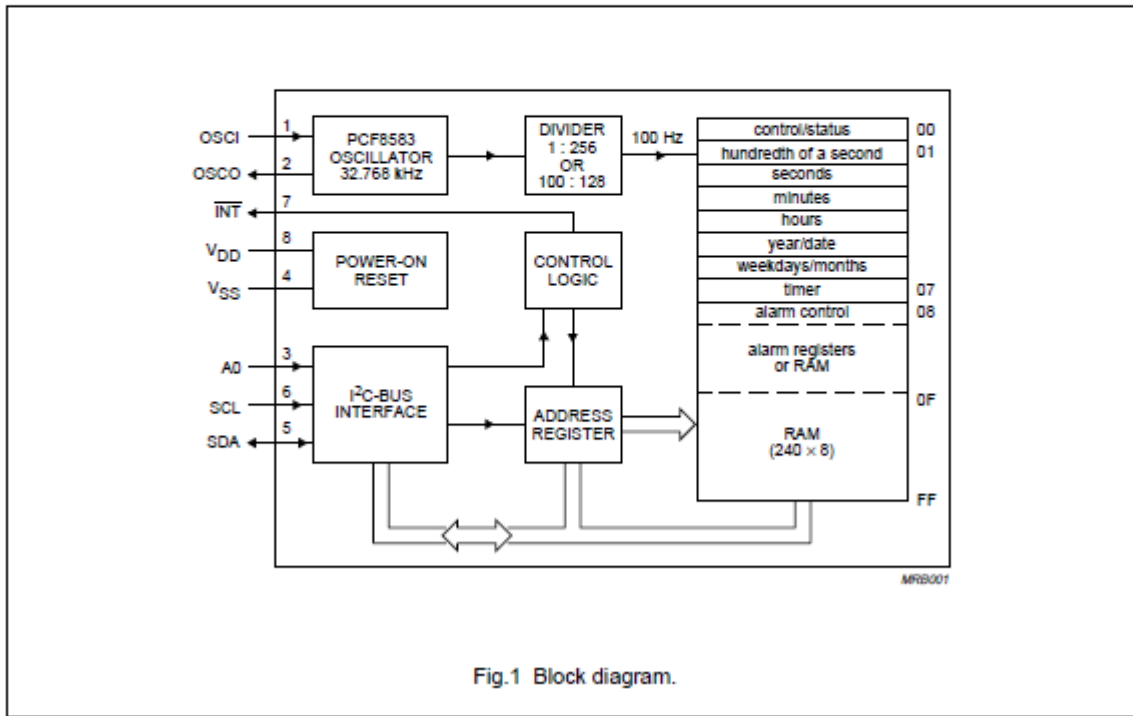


Fig.1 Block diagram.

6 PINNING

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
OSCI	1	oscillator input, 50 Hz or event-pulse input
OSCO	2	oscillator output
A ₀	3	address input
V _{SS}	4	negative supply
SDA	5	serial data line
SCL	6	serial clock line
$\overline{\text{INT}}$	7	open drain interrupt output (active LOW)
V _{DD}	8	positive supply

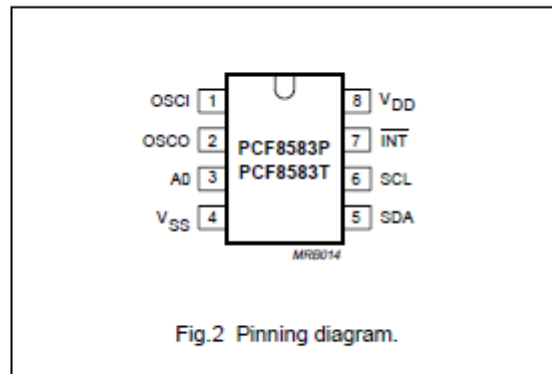


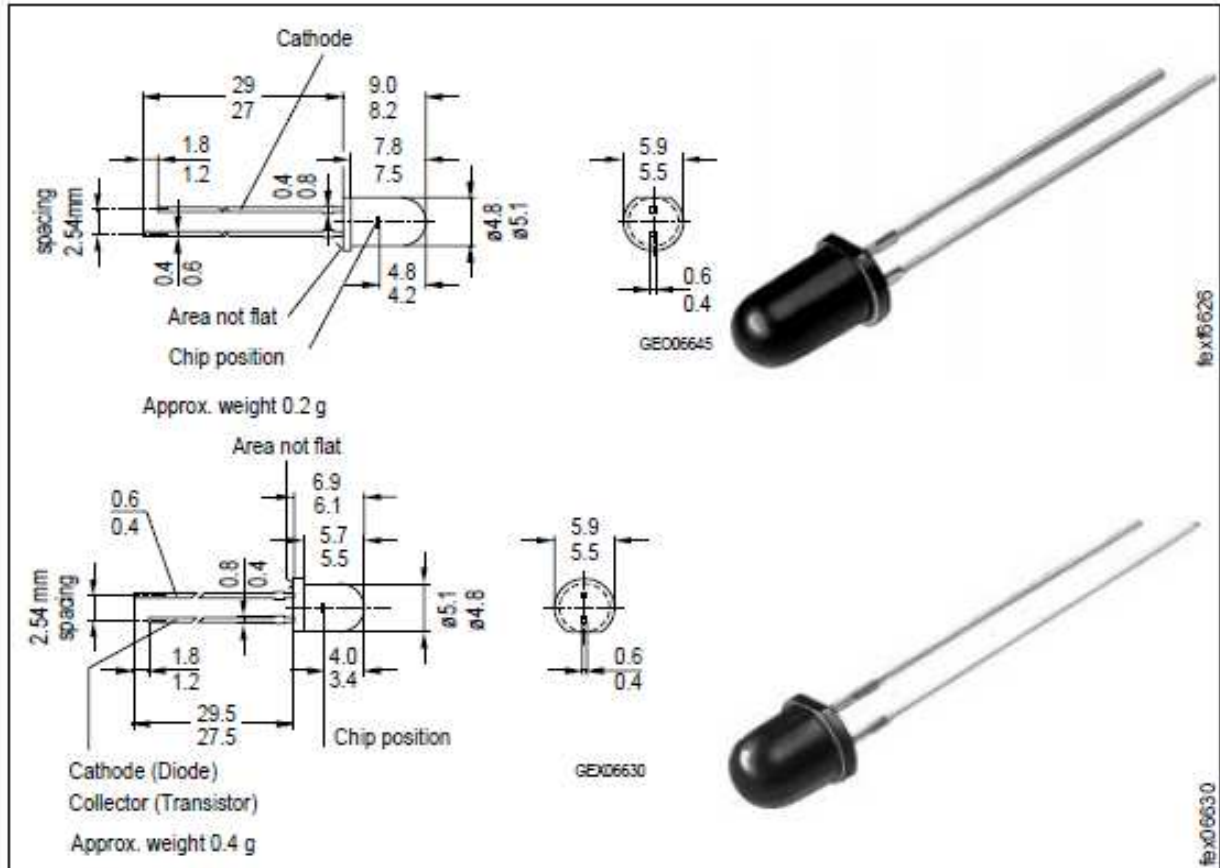
Fig.2 Pinning diagram.

Annexe

3. Datasheet SFH 415

GaAs-IR-Lumineszenzdioden
GaAs Infrared Emitters

SFH 415
SFH 416



Grenzwerte ($T_A = 25^\circ\text{C}$) Maximum Ratings

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Betriebs- und Lagertemperatur Operating and storage temperature range	$T_{op}; T_{stg}$	- 55 ... + 100	$^\circ\text{C}$
Sperrschichttemperatur Junction temperature	T_j	100	$^\circ\text{C}$
Sperrspannung Reverse voltage	V_R	5	V
Durchlaßstrom Forward current	I_F	100	mA
Stoßstrom, $t_p = 10 \mu\text{s}$, $D = 0$ Surge current	I_{FSM}	3	A
Verlustleistung Power dissipation	P_{tot}	165	mW
Wärmewiderstand Thermal resistance	R_{thJA}	450	K/W

Annexe

4. Datasheet Ire5.



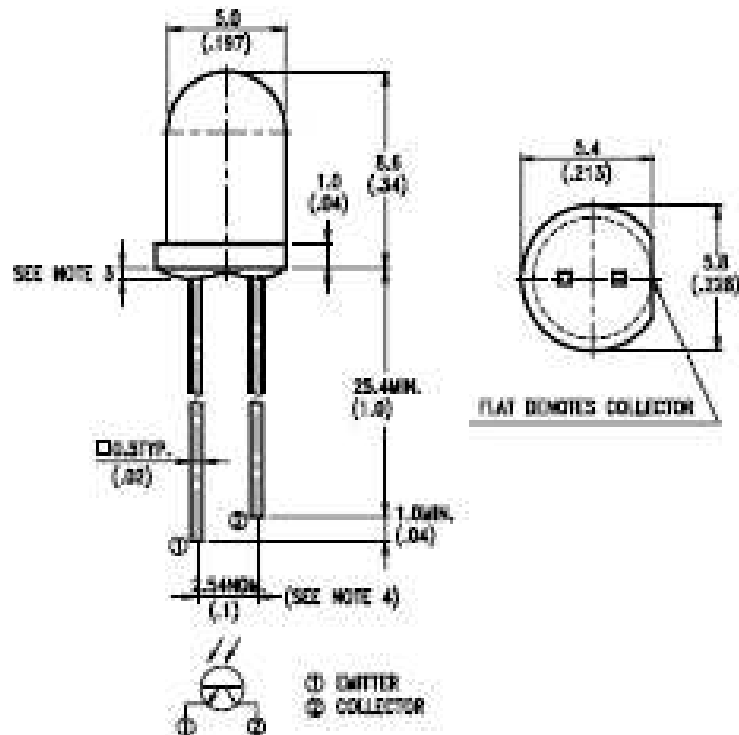
LITE-ON ELECTRONICS, INC.

Property of Lite-On Only

FEATURES

- WIDE RANGE OF COLLECTOR CURRENT
- THE LENS IS FOR HIGH SENSITIVITY
- LOW COST PLASTIC PACKAGE

PACKAGE DIMENSIONS



NOTES:

1. All dimensions are in millimeters (inches).
2. Tolerance is $\pm 0.25\text{mm} (.010")$ unless otherwise noted.
3. Protruded resin under flange is 1.5mm (.059") max.
4. Lead spacing is measured where the leads emerge from the package.
5. Specifications are subject to change without notice.

Annexe



LITE-ON ELECTRONICS, INC.

Property of Lite-On Only

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS AT TA=25°C

PARAMETER	MAXIMUM RATING	UNIT
Power Dissipation	100	mW
Collector-Emitter Voltage	30	V
Emitter-Collector Voltage	5	V
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C	
Storage Temperature Range	-55°C to +100°C	
Lead Soldering Temperature [1.6mm(.063") From Body]	260°C for 5 Seconds	

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS AT TA=25°C

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	TEST CONDITION	BIN NO.
Collector-Emitter Breakdown Voltage	$V_{(BRCEO)}$	30			V	$I_C = 1mA$ $E_e = 0mW/cm^2$	
Emitter-Collector Breakdown Voltage	$V_{(BRCEO)}$	5			V	$I_E = 100\mu A$ $E_e = 0mW/cm^2$	
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$		0.1	0.4	V	$I_C = 100\mu A$ $E_e = 1mW/cm^2$	
Rise Time	T_r		10		μs	$V_{CC} = 5V$ $I_C = 1mA$	
Fall Time	T_f		15		μs	$R_L = 1K\Omega$	
Collector Dark Current	I_{CDO}			100	nA	$V_{CE} = 10V$ $E_e = 0mW/cm^2$	
On State Collector Current	$I_{C(ON)}$	0.8		2.4	mA	$V_{CE} = 5V$ $E_e = 1mW/cm^2$ $\lambda = 940nm$	BIN C
		1.6		4.8			BIN D
		3.2		9.6			BIN E
		6.4					BIN F

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

[1] CHRISTIAN, TAVERNIER

« Programmation en C des PIC », Edition DUNOD 2005.

[2] CHRISTIAN TAVERNIER

« Les microcontrôleurs PIC, Description et mise en oeuvre »,
Edition DUNOD 2000.

[3] TOUHARIA Adnane AIT AHMAD Ali Yazid

Etude technologique d'un accordeur automatique « ARW-N » avec dérouloir « ASRN ».

Mémoire de technicien supérieur en maintenance industrielle, option électronique, en cadre
par : M^{er} Ghazli Hakim, 2006.

Institut National Spécialisé dans la Formation Professionnelle I.N.F.P « ex-ITEEM » Alger.

[4] SALHI Farid. REZKI Dahmane

« Commande à distance d'un chariot mobile avec évitement d'obstacle »

Mémoire ingénieur d'état en automatique, encadré par : Mr MELLAH R.
Université UMMTO Tizi-Ouzou 2010.

[5] SAIRI nawel SAIB mennad.

« Etude et réalisation d'un système de capteurs intelligents intégrés dans un réseau
GSM à base de μ C 16F877 et du module GSM TM2. »

Mémoire ingénieur d'état en électronique, Encadré par : Mr Tahanout.
Université UMMTO Tizi-Ouzou 2011.

[6] www.DatasheetCatalog.com

[7] [http://echannel.omron247.com:8085/marcom/pdfcatalog.nsf/PDFLookupByUniqueID/34B9001C4B49909E86256BCA0067C86D/\\$File/D06FrTLEF.pdf](http://echannel.omron247.com:8085/marcom/pdfcatalog.nsf/PDFLookupByUniqueID/34B9001C4B49909E86256BCA0067C86D/$File/D06FrTLEF.pdf)

[8] www.contrinex.com/doc/technical_notes/technical_notes_f.pdf