

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA
BOUMERDES**

HB TECHNOLOGIES

**Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme
Master**

Présenté par

OULED HAMMADI Nourreddine

KAIDI Said

Filière : Génie Electrique

Option : Systèmes Electroniques Complexes

**Conception et amélioration d'un système de paiement pour
les distributeurs automatiques des produits à base d'une
carte à puce**

Devant le jury :

RAHMOUNE	Fayçal	Prf	UMBB	Président
VECTOR	TOURTCHINE	Prf	UMBB	Examineur
ALLALOU	HABIBA	Ingénieur	HB-Tech	Co-Promotrice
DICHOU	KARIMA	Dr	UMBB	Promotrice
SAAD	SAOUD LYES	Dr	UMBB	Examineur

Année Universitaire : 2016/2017

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGERA BOUMERDES



Faculté des Sciences de l'ingénieur

Structure : Infotronique

Filière : Génie électrique

Option : Systèmes électroniques complexes

Mémoire de Fin d'Etude

En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Thème

**Conception et amélioration d'un système de paiement
pour les distributeurs automatiques des produits à base
d'une carte à puce**

Présenté par :

Etudiant(1) : Nourreddine OULED HAMMADI

Etudiant(2) : Said KAIDI

Avis favorable de l'encadreur :

Nom et Prénom

Signature

Dr : DICHOU KARIMA

وقل ربي زدني علما

طه 114



Dédicaces

*Je dédie ce Modeste travail
A mes très chers parents qui m'ont apporté
sans cesse amour,
Soutien et encouragement ; et qu'ils trouvent ici
l'expression de mes vives reconnaissances.
Mes très chers frère Mahdi (HAMIDANI) et
Ettaieb et mes très chères sœurs ;
Et ma famille OULED HAMMADI et
HAMIDANI ;
Et
Mohamed LACHEHAB et Farouk MOHAMMADI
A tous mes chers amis qui ont montrés le sens de
l'amitié : Ouled ORAN, TLEMCEM, MASCARA et
MOSTAGANEM, sans exception.
Mes ami(e)s du groupe : Infotronique : SEC et SID.*

...Nourredine



DEDICACE

C'est avec une grande émotion, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes membres de ma famille êtres les plus chers qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui et qui ont veillé à guider mes pas durant toute ma vie par leurs aides, leurs grandes émotions et leurs sacrifices ;

A ma Chère Mère

A mon Père

Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines

M'ont permis de vivre ce jour

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté

A qui je dois tout

A mes grands parents

A ma tante

A qui je souhaite une vie pleine de bonheur

A mes Frères

Rezki, Karim, Ali, Mohammed

A qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite

A mes Collègues « SEC ET SID » promotion 2016/2017

A tout ce qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

A tous les gens m'aiment

A mes Amis

A tous ceux qui me sont chers

KALDI Said

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous remercions Dieu le tout Puissant et le tout Miséricordieux de nous avoir donné tout au long de ce parcours, le courage, l'abnégation, la santé et la patience nécessaires à l'accomplissement et la finalisation de ce mémoire de fin d'études de Master.

Nos vifs remerciements vont également :

À notre promotrice DICHOU Karima, un remerciement particulier, pour votre précieuse aide.

À notre Co-promotrice ALLALOU Habiba qui nous a permis de travailler dans les meilleures conditions. Au demeurant, on a eu a apprécié vos qualités et vos valeurs. Merci pour votre précieuse aide et de nous avoir guidée à chaque étape de la réalisation de ce travail. Votre sens du devoir nous a énormément marqués, Veuillez trouver l'expression de notre grand respect et notre parfaite gratitude.

À Dr. BAICHE Karim, un remerciement particulier, pour votre précieuse aide.

Aux membres du jury qui nous honorent de leur présence en participant au jury de ce mémoire.

À tous nos enseignants qui nous ont formés et cela de l'école primaire jusqu'à l'université. Que tous ceux qui nous ont aidé, de près ou de loin, à mener à bout ce travail, trouvent ici l'expression de notre reconnaissance et notre profonde gratitude.

Merci à Tous

RESUME

Résumé

On trouve de machines à café ou distributeurs de gâteaux et de boissons dans les établissements privés et publiques car les gens n'ont pas le temps de se déplacer aux magasins

Parfois le distributeur ne rend pas la monnaie lors d'un achat pour certaines machines et d'autres ne permet pas d'effectuer une opération.

Dans ce mémoire, nous proposons l'utilisation de carte à puce comme portemonnaie électronique afin d'éviter l'utilisation de la monnaie indisponible. Et ajouter un module GSM à la machine permet de contacter le propriétaire de la machine et l'informer du ou des produits qui manquent.

Mots clé : Distributeur automatique, Carte à puce, Microcontrôleur, Module GSM

Abstract

Coffee machines or dispensers of cakes and drinks are available in private and public establishments because people do not have the time to travel to shops.

Sometimes the distributor does not make change when buying for some machines and others do not allow an operation.

In this project, we propose the use of smart card as an electronic wallet in order to avoid the use of the currency unavailable. In addition, adding a GSM module to the machine makes it possible to contact the owner of the machine and inform him of the product (s) that are missing.

Key words: Vending machine, Chip card, Microcontroller, GSM module.

ملخص

في ماكينات صنع القهوة أو موزعين الكعك والمشروبات في المؤسسات الخاصة والعامة لأن الناس ليس لديهم الوقت للذهاب إلى المتاجر.

في بعض الأحيان الموزعات لا تعيد المال عند عملية الشراء في بعض الأجهزة وغيرها يحدث فشل في تنفيذ العمليات.

في هذه المذكرة، نقترح استخدام البطاقة الذكية كمحفظة نقود إلكترونية من أجل تجنب استخدام الأموال النقدية ونقترح كذلك إضافة وحدة **جي اس ام** تسمح للألة ببعث رسالة نصية لصاحب الجهاز تعلمه بعدم توفر المنتج في الموزع

الكلمات المفتاحية: آلة بيع، البطاقة الذكية، متحكم، وحدة **جي اس ام**.

Sommaire

Introduction générale	1
1. Chapitre 1 : Les distributeurs automatiques	
1.1. Introduction	2
1.2. Distributeurs automatique	2
1.3. Historiques sur les distributeurs automatiques	2
1.4. Types de distributeurs automatiques	3
1.4.1. Les FREE STANDING	3
1.4.2. Les O.C.S. (Office Coffee Service)	3
1.5. Quelques exemples de distributeurs automatiques	4
1.5.1. Le distributeur de café	4
1.5.2. Le distributeur automatique d'eau	4
1.5.3. Le distributeur automatique de billets	4
1.5.4. Le distributeur automatique de boissons fraîches	5
1.5.5. Le distributeur automatique de snacks et de confiserie	5
1.6. Fonctionnement d'un distributeur automatique	5
1.6.1. Principe et fonctionnement du monnayeur	6
1.6.1.1. Les inconvénients de monnayeur	7
1.6.2. Principe des systèmes prépayés	8
1.6.3. Les systèmes électroniques	9
1.7. Problématique	9
1.8. Conclusion	9
2. Chapitre 2 : Proposition d'un nouveau distributeur automatique	
2.1. Introduction	11
2.2. Proposition d'un nouveau système	11
2.3. Cartes à puce	12
2.3.1. Types de carte à puce	12
2.3.1.1. La carte à mémoire	12
2.3.1.2. La carte à microprocesseur	13
2.3.1.3. Les technologies de communication	13

Sommaire

2.3.1.4. Les carte à contact	13
2.3.1.5. Les carte sans contact	14
2.3.1.6. La carte combi	14
2.3.2. Protocole de communication	15
2.3.3. L'ATR (Answer To Reset)	19
2.3.4. Commandes APDUS	21
2.4. Distributeurs automatique proposé	23
2.4.1. Diagramme du nouveau système	23
2.4.2. Explication	24
2.5. Microcontrôleur	24
2.5.1. Définition	24
2.5.2. Définition d'un PIC	24
2.5.3. Classification des PICs de Microchip	25
2.5.4. Identification d'un PIC	25
2.5.5. Le choix d'un PIC	25
2.5.6. Architecture interne du PIC 16F877	26
2.6. Conclusion	26
3. Chapitre 3 : Conception et simulation de système	
3.1. Introduction	27
3.2. Description du système à concevoir	27
3.2.1. La carte électronique	27
3.3. La carte à puce	27
3.3.1. Choix d'une carte à puce	27
3.3. 1. Schéma de simulation de carte à puce	28
3.3.2. Organigramme de carte à puce	29
3.3.3 Simulation de carte à puce sous Proteus	29
3.3.3.1. L'ATR utilisée	29
3.3.3.2. Les commandes APDU utilisées	30
3.3.3.2.1. Commande READ RECORD	30
3.3.3.2.2. Commande UPDETE RECORD	31
3.4. Machine distributeur automatique	32

Sommaire

3.4.1. Schéma de simulation	32
3.4.2. Organigramme	33
3.5. Simulation du système sous Proteus	34
3.6. Résultats et discussions	39
3.7. Conclusion	39
Conclusion générale	40
Bibliographique	
Annexe	

Liste des figures

Chapitre 1 : Les distributeurs automatiques

Figure 1.1. Distributeur multi-prix	3
Figure 1.2. Distributeur monoprix	4
Figure 1.3. Organigramme du système de distributeur existant	9

Chapitre 2 : Proposition d'un nouveau distributeur automatique

Figure 2.1. Schéma d'un système	11
Figure 2.2. Les classes de carte à puce	12
Figure 2.3. Architecture interne d'une carte à mémoire	13
Figure 2.4. Carte à puce avec contact	14
Figure 2.5. Carte à puce sans contact	14
Figure 2.6. Carte à puce combi (idéale)	15
Figure 2.7. Les différents protocoles de communication	15
Figure 2.8. Protocole de communications utilisé par une carte à puce à mémoire	15
Figure 2.9. Schéma interne interface I2C	16
Figure 2.50. Principe fondamental d'un transfert Bus I2C	17
Figure 2.11. Forme de signal	17
Figure 2.12. Le contenu du premier octet d'un Bus I2C	18
Figure 2.13. Protocoles de communications utilisées par une carte à puce à μ C	19
Figure 2.14. Structure d'un caractère transmit selon le protocole RS232	19
Figure 2.15. Schéma temporel du caractère initial TS utilisant la convention inverse	20
Figure 2.16. Schéma temporel du caractère initial TS en utilisant la convention directe	21
Figure 2.17. Le modèle de communication de la carte à puce	21
Figure 2.18. Description d'un nouveau système	23
Figure 2.19. Architecture interne du PIC 16F877	26

Chapitre 3 : Conception et simulation de système

Figure 3.1 Bloc diagramme du système à concevoir	27
Figure 3.2 Schéma de simulation de carte à puce	28
Figure 3.3 Organigramme de la carte à puce	29
Figure 3.4 ATR de la carte à puce électeur type port-manne	29
Figure 3.5 simulation d'envoi l'ATR de la carte à puce sous Proteus	30
Figure 3.6 simulation de référence de carte à puce sous Proteus	30
Figure 3.7 simulation de commande Read record sous Proteus	31
Figure 3.8 Schéma de simulation de machine	32
Figure 3.9 l'organigramme de la machine	34
Figure 3.10 circuit de système distributeur automatique	34
Figure 3.11 schéma de simulation de DHT22	35
Figure 3.12 schéma de simulation de RTC	35
Figure 3.13 schéma de simulation de carte non acceptée (référence incorrect)	35
Figure 3.14 schéma de simulation de carte acceptée (référence correct)	36
Figure 3.15 schéma de simulation de commande APDU (READ RECORD)	36
Figure 3.16 schéma de simulation d'opération d'achat et commande APDU (UPDET RECORD)	37
Figure 3.17 schéma de simulation en cas solde insuffisant	37
Figure 3.18 Schéma de simulation en cas manquant de produit	38
Figure 3.19 Schéma de simulation en cas manquant de produit	38
Figure 3.20 Schéma de simulation en cas manquant de produit avec envoi de message ...	38

Liste des tableaux

Chapitre 2 : Proposition d'un nouveau distributeur automatique

Tableau 2.1. Structure d'une commande APDU	22
Tableau 2.2. Structure d'une réponse APDU	23
Tableau 2.3.Exemples des cartes à puce	23

Chapitre 3 : Conception et simulation de système

Tableau 3.1 format de la commande READ RECORD	31
Tableau 3.2 format de la commande UPDETE RECORD	31

Introduction Générale

La Distribution Automatique se définit par les ventes en automates de divers produits, accessibles à tout moment et partout. De nombreux industriels de l'agro-alimentaire mettent au point des gammes adaptées à la distribution automatique afin de suivre le consommateur.

Nous trouvons de plus en plus des machines à café ou des distributeurs dans les établissements privés et publics car les gens n'ont pas le temps de se déplacer aux magasins en plus se sont des choses dont nous avons besoin tout le temps. Pour cela, les gens doivent avoir de la monnaie en main. Car sans cette dernière, nous ne pouvons pas acheter même si le distributeur automatique est plein.

En plus, le distributeur dans certains cas ne rendent pas la monnaie lors d'un achat pour certaines machines et d'autres ne permettent pas d'effectuer une opération même si il y'a de la monnaie en pièces et parfois nous avons la monnaie mais le distributeur est vide.

Pour résoudre ces problèmes, nous proposons l'utilisation des cartes à puce comme portemonnaie électronique afin d'éviter l'utilisation de la monnaie. Et ajouter un module GSM à la machine piloté par un microcontrôleur qui permet de contacter le propriétaire de la machine et l'informer du ou des produits qui manquent. Ce nouveau système facilitera le travail du fournisseur ainsi que l'accès du consommateur aux produits.

La réalisation de ce travail fait l'objet de notre étude et pour le mener à bien nous allons le deviser en trois chapitres :

- Le premier chapitre « les distributeurs automatiques » qui représentent une étude sur les distributeurs automatiques, ses types et leurs fonctionnements.
- Le deuxième chapitre « Proposition d'un nouveau distributeur automatique » et qui représente la description de notre système à base d'une carte à puce.
- Le troisième chapitre « Conception et Simulation » dans ce chapitre nous allons expliquer en détail le fonctionnement de notre système et la simulation sous Proteus.

Et nous terminons par une conclusion générale.

1.1. Introduction

Le nouveau développement technologique a évolué de nouveaux besoins pour des services rapides, comme la distribution rapide des aliments et des boissons ce qui a poussé la création des machines pour la distribution automatique.

Actuellement, la distribution automatique progresse en moyenne de 8% par an. Ce domaine est en forte progression dans le secteur de la Restauration Hors Foyer est donc intéressant à traiter.

Les pouvoirs publics exigent une amélioration nutritionnelle des produits en distributeur automatique. Alors c'est quoi un distributeur ? Comment fonctionne-t-il ? Peut-on améliorer cette technologie ?

1.2. Distributeurs automatique [1,2]

Un distributeur automatique est un automate permettant la vente d'un produit sans intervention d'un vendeur.

L'utilisation d'un distributeur automatique permet de rentabiliser de faibles volumes d'achats là où un point de vente physique ne serait pas rentable et d'assurer une vente 24H/24H lorsque le distributeur est approvisionné. La distribution automatique permet également la vente dans des espaces privés tels que les entreprises ou les collectivités.

Les distributeurs automatiques sont surtout utilisés dans le domaine de la vente de boissons, de confiseries et de produits d'hygiène, mais ils gagnent également de nouveaux domaines (pizzas, fleurs, etc.).

1.3. Historiques sur les distributeurs automatiques [1,2]

Au début du XXe siècle, les distributeurs automatiques étaient présents dans le métro parisien. C'est cependant avec l'industrie et l'urbanisation que l'on a vu se développer ce type de machines qui répondait à une demande sociale.

Les distributeurs automatiques de boissons ont été mis au point en France à la suite de Franz et Ludwig Stollwerck en Allemagne et Théodore Bergman en Suisse par l'industriel marseillais Henri Émile Schloesing (1849-1904, grand-père de l'aviateur compagnon de la libération Jacques-Henri Schloesing, 1919-1944, et neveu du chimiste Théophile Jean-Jacques S. 1824-1919, doyen de l'académie des sciences) et Benjamin Degremont. Un brevet a été déposé par ces inventeurs en 1889. Le distributeur automatique de boissons schloesing est présenté à

l'exposition universelle de Paris de 1889. Le descriptif de cette machine appelée « Distributeur automatique de liquides » est publié dans le journal « La science illustrée » n° 218 du 30 janvier 1892.

1.4. Types de distributeurs automatiques

On distingue deux types de distributeurs :

1.4.1. Les FREE STANDING

C'est-à-dire les automates de type "armoire". Dans cette catégorie, on trouve les distributeurs de boissons chaudes, de boîtes/bouteilles, de confiserie, de glaces, etc.

1.4.2. Les O.C.S. (Office Coffee Service)

Il s'agit des petits systèmes à café de bureau. Ils fonctionnent avec du café en grains, des capsules de café moulu (Expresso Point, Nespresso Professional).

Il existe principalement deux différents types de machines distributeurs de boissons :

Le distributeur monoprix : quel que soit le nombre de produits proposés, leur prix est identique. Les produits devront alors être d'une même famille et surtout d'un coût d'achat identique.

Le distributeur multi-prix : chaque produit proposé peut être tarifé individuellement. Les produits pourront alors être différents.

➤ Nombre de distributeurs automatiques :

On dénombre 533 000 distributeurs automatiques dont (2005) :

317 000 free standing.

216 000 O.C.S.



Figure 1.1. Distributeur multi-prix.



Figure 1.2. Distributeur monoprix.

1.5. Quelques exemples de distributeurs automatiques [3]

1.5.1. Le distributeur de café

La machine à café est le distributeur automatique le plus répandu. Elle a de nombreux atouts. Sa petite taille permet une installation facile près d'une prise de courant et d'une arrivée d'eau. Son fonctionnement est simplifié par l'utilisation de dosettes automatiques ou manuelles.

1.5.2. Le distributeur automatique d'eau

La fontaine à eau est un distributeur automatique particulier car l'eau est en principe délivrée gratuitement. Il n'y a donc pas de système de paiement. Elle peut fonctionner à partir du réseau d'eau courante (filtrage et rafraîchissement), ou à partir de bonbonnes fixées sur le socle (branchement électrique nécessaire).

L'installation d'un distributeur à eau est très facile car il est de petite taille et donc plus facile à caser. De plus, il est facilement transportable et il est donc possible de le déplacer là où on veut. Tout comme n'importe quel autre distributeur automatique, il nécessite un entretien fréquent et une maintenance régulière.

1.5.3. Le distributeur automatique de billets

Le guichet automatique bancaire (GAB), présent dans les banques et autres lieux publics et privés, permet de retirer de l'argent très facilement 24h/24. Pour des raisons de commodité et de sécurité, la plupart des agences bancaires ne manipulent plus le moindre billet. La multiplication des distributeurs automatiques s'explique aussi par la volonté des banques de réduire substantiellement les effectifs.

A côté des distributeurs automatiques de billets classiques, on trouve aussi des appareils multifonctions qui permettent d'effectuer non seulement des retraits, mais également de déposer de l'argent, des chèques, de faire des virements... Le problème majeur des distributeurs est la sécurité.

1.5.4. Le distributeur automatique de boissons fraîches

Par son assortiment, le distributeur automatique de boissons fraîches permet de choisir la boisson qui convient. Eau minérale ou eau de source, sodas, jus de fruits, produits bio ou issu du commerce équitable, sont souvent proposées.

La variété des produits dépend de la demande et de l'offre des nombreux fournisseurs. En général les consommateurs ont le choix entre des bouteilles ou des canettes. La tendance est marquée par une diversification croissante de l'offre.

1.5.5. Le distributeur automatique de snacks et de confiserie

Le distributeur automatique de snacks et/ou confiserie est également présent un peu partout. Il permet aux utilisateurs de faire une pause « encas » pour combler un « petit creux » sans sortir du lieu de travail et ce à un moindre coût. Les produits offerts sont variés, barres de céréales, gâteaux salés, gâteaux sucrés, sandwiches. Ces appareils peuvent être mixtes, c'est-à-dire avec des formules telles que snacks/boissons fraîches ou snacks/ boissons chaudes... Pour ce type de distributeur automatique, la maintenance et l'entretien sont très importants. En effet, les règles en ce qui concerne l'hygiène et la chaîne du froid, sont très strictes. La gestion d'un distributeur snacks et de confiserie par un prestataire de service extérieur est la meilleure solution.

1.6. Fonctionnement d'un distributeur automatique [3,4]

Les fournisseurs de distributeurs automatiques proposent deux types de systèmes de paiement : le monnayeur ou les systèmes prépayés. Le monnayeur est le système de paiement le plus courant dans les lieux publics. Quant aux entreprises, elles ont tendance à opter pour le système prépayé.

1.6.1. Principe et fonctionnement du monnayeur [5]

Le monnayeur est un système de paiement simple : il accepte les pièces et parfois les billets. L'utilisateur introduit sa pièce dans la machine et obtient le produit désiré.

Lors de la configuration de la machine, on attribue une valeur monétaire à un format de pièce particulier. À chaque utilisation, le monnayeur vérifie que la pièce introduite correspond à la valeur donnée. Ce dispositif reconnaît et trie les pièces de monnaie par :

- Leur diamètre et leur épaisseur, grâce à un gabarit.
- Leur poids, grâce à une petite balance à ressort.
- Leur conductivité électrique : ce dernier dispositif de reconnaissance peut parfois être problématique. En effet, la conductivité d'une pièce de monnaie peut se modifier avec le temps, l'usure et l'oxydation. C'est pourquoi l'on conseille de frotter sa pièce lorsque celle-ci n'est pas reconnue par le distributeur.

On distingue trois types de monnayeurs :

- Les monnayeurs comparateurs : ce sont les moins performants, ils ne reconnaissent qu'une seule sorte de pièce en le comparant avec une pièce étalon.
- Les monnayeurs mécaniques : ils ne reconnaissent que deux voire trois types de pièces, y compris les fausses... Ils ne sont donc pas très fiables.
- Les monnayeurs électroniques : les plus performants, ils reconnaissent cinq ou six pièces, grâce à leurs caractéristiques physiques et leur magnétisme.

Aujourd'hui, une nouvelle technologie de monnayeur électronique utilise, en plus, la reconnaissance visuelle des pièces de monnaie.

Par ailleurs, chacun de ces trois types se divise en deux catégories :

- Les monnayeurs-rondeurs : ils rendent la monnaie.
- Les monnayeurs-accepteurs : ils ne rendent pas la monnaie.

1.6.1.1. Les inconvénients de monnayeur : [6]

- Il n'est pas forcément le système le plus adapté pour les salariés d'une entreprise car il nécessite d'avoir en permanence de l'argent liquide sur soi et même l'appoint, dans le cas des monnayeurs qui ne rendent pas la monnaie.
- Il implique une gestion du cash :
 - Il faut compter régulièrement les recettes du distributeur.
 - Puis, il faut aller déposer l'argent à la banque.
- Il peut être la cible de vols ou d'actes de vandalisme.

C'est pourquoi il est préférable de choisir un distributeur automatique équipé d'un monnayeur :

- dans les endroits publics où il y a beaucoup de passages (gares, aéroports, parkings, centres de réunions...) sachant que les gens de passage ne sont pas équipés de systèmes prépayés (clef, carte à puce...);
- dans les petites entreprises qui ne souhaitent pas investir dans un distributeur doté d'un système prépayé.

Chaque pièce de monnaie a, selon sa valeur, des caractéristiques propres telles que ses propriétés magnétiques, son poids, son diamètre ou son épaisseur.

Le monnayeur est donc programmé pour « reconnaître » chaque pièce. Attention, tous les monnayeurs ont leurs limites. Le monnayeur comparateur ne détecte qu'un seul type de pièce, le monnayeur mécanique reconnaît une ou deux pièces. Quant au monnayeur électronique, il peut identifier généralement jusqu'à six pièces différentes grâce à des bobines qui analysent les mesures de chaque pièce de monnaie. Lorsqu'une pièce est introduite dans le distributeur, le microcontrôleur intégré interprète les signaux stockés dans sa base de données.

Les monnayeurs de dernière génération sont dotés d'un système d'identification grâce à la reconnaissance d'image, notamment pour les billets.

1.6.2. Principe des systèmes prépayés [7]

Le système prépayé est une solution de monétique fiable et adaptée aux entreprises :

- ✓ Grâce au système prépayé, il n'est plus nécessaire d'avoir de la monnaie sur soi pour aller au distributeur automatique. Le consommateur crédite sa carte ou sa clé en payant à l'entreprise une certaine somme. Le distributeur est équipé d'un lecteur de carte qui reconnaît votre compte.
- ✓ À chaque utilisation au distributeur, la carte est débitée d'un nombre de « crédits » ou d'euros, au centime près, équivalent au prix du produit consommé jusqu'à atteindre zéro.
- ✓ Certaines entreprises permettent également un crédit de quelques euros, si l'utilisateur n'a plus d'argent sur sa carte et souhaite tout de même s'en servir.
- ✓ Ce système prépayé (carte à puce, clef...) est proposé gratuitement à l'entreprise en contrepartie d'une caution remise au prestataire. L'argent de cette caution peut par exemple couvrir les dépenses liées aux pertes de cartes.
- ✓ Dans le cadre de l'autogestion, le système prépayé permet également à l'entreprise de faire des offres, des remises horaires ou de modifier les prix des produits.

Les systèmes prépayés sont des porte-monnaie électroniques facilement rechargeables et il existe différents types :

- Cartes magnétiques, cartes à puce : certaines cartes peuvent disposer de plusieurs usages et être couplées avec d'autres services.
- Clés prépayées, systèmes électroniques.
- ONEO : sortes de portemonnaies électroniques, ils se rechargent aussi bien dans un bureau de Poste qu'une agence bancaire. Vous réglez diverses dépenses de la vie quotidienne (stationnement, pain) avec ce système prépayé, mais aussi vos consommations au distributeur automatique.
- Le paiement par téléphone portable permettra très prochainement de régler vos consommations au distributeur automatique sans contact, au moyen du téléphone portable.

1.6.3. Les systèmes électroniques ou magnétiques [4]

La carte à puce, à piste magnétique ou sous forme de clé avec puce intégrée. De plus en plus d'entreprises font le choix de la carte prépayée pour l'utilisation des distributeurs automatiques de café. Son fonctionnement est simple : chaque salarié possède une carte magnétique ou un badge personnel qu'il peut recharger par carte bancaire ou en liquidité dans une borne prévue à cet effet. En passant la carte ou le badge devant la machine lors de l'achat, celle-ci décompte le prix de la boisson sur la carte du salarié.

1.7.Problématique

On trouve de plus en plus de machines à café ou distributeurs de gâteaux et de boissons dans les établissements privés et publiques car les gens n'ont pas le temps de se déplacer aux magasins en plus ce sont des choses dont on a besoin tout le temps.

Parfois le distributeur ne rend pas la monnaie lors d'un achat pour certaines machines et d'autres ne permet pas d'effectuer une opération même si il y'a la monnaie car la machine ne possède pas la monnaie de notre pièce. En plus de ça, le distributeur n'indique pas l'absence de produit dans la machine, pour cela, on doit contacter le propriétaire afin de le remplir.

Ces différents problèmes peuvent être résumés sous le schéma ci-dessous :

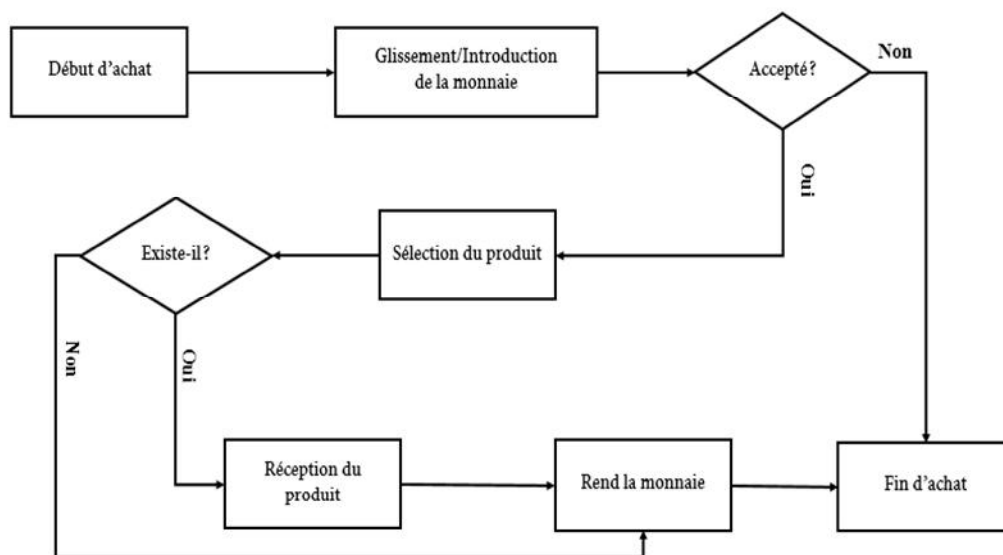


Figure 1.3. Organigramme du système de distributeur existant.

1.8. Conclusion

Pour résoudre ces problèmes, nous proposons l'utilisation de carte à puce comme portemonnaie électronique afin d'éviter l'utilisation de la monnaie indisponible parfois que ça soit au niveau utilisateur ou bien au niveau machine. Et ajouter un module GSM à la machine

piloté par un microcontrôleur qui permet de contacter le propriétaire de la machine et l'informer du ou des produits qui manquent. Ce nouveau système facilitera le travail du fournisseur ainsi que l'accès du consommateur aux produits.

2.1. Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons défini les types avec une explication de ses méthodes de travail avec l'exposition de certains de ses problèmes dans son système qui peut faire face au client et l'acheteur avec l'introduction d'un nouveau système d'affaires pour se débarrasser de certains de ces problèmes et cela par l'utilisation de composants modernes et développés programmé , dans ce chapitre, nous allons expliquer ce nouveau système avec toutes ses composantes et les méthodes de travail entre eux à travers la réponse et de clarification des questions suivantes: quel est ce système et quels sont ses composants ? Et comment travaillent-ils dans un cadre cohérent et sophistiqué ? Quels sont les protocoles qui sont utilisés dans ce système avant ?

2.2. Proposition d'un nouveau système

Notre projet consiste à développer une carte électronique de commandes pour les distributeurs automatiques communicants avec un porte-monnaie électroniques et un module GSM.

Nous avons utilisé une carte à puce pour communiquer avec la carte électronique de machine et un module GSM permet de contacter le propriétaire de la machine et l'informer du ou des produits qui manquent et lorsque la machine tombe empanne. (Voir la figure 2.1)

Pour cela, on commence par définir la carte à puce et voir ses différents types afin de choisir celle qui convient à notre application. Par la suite, on passera à la description de notre nouveau système.

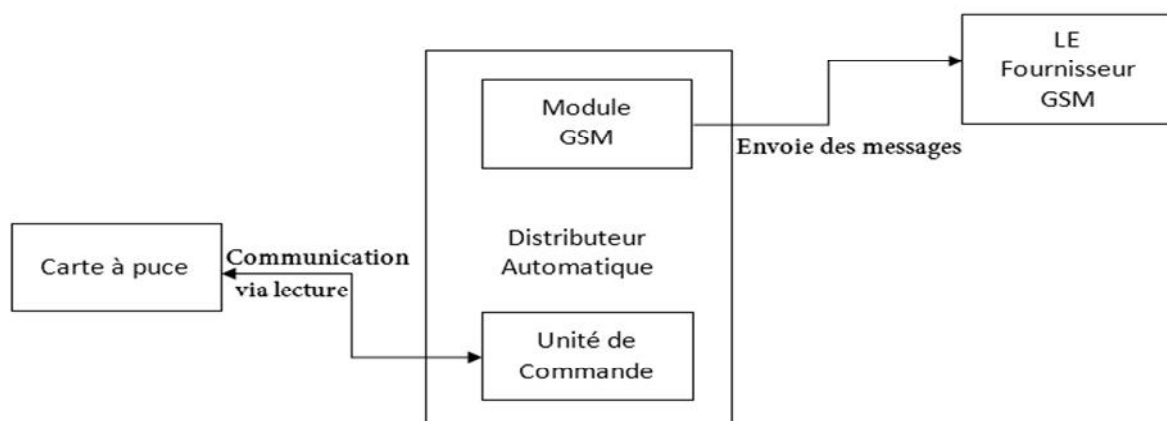


Figure 2.1. Schéma d'un système

2.3. Cartes à puce [8, 9]

De la même taille qu'une carte de crédit, une smart cards stocke, transmet et traite de l'information grâce aux circuits électroniques en silicium graves sur sa surface. Contrairement aux simples cartes magnétiques, les smart cards peuvent à la fois posséder de l'information et la traiter.

L'information étant directement présente sur la carte, il n'est ainsi pas nécessaire d'accéder à des bases de données externes lorsque l'on effectue une transaction.

2.3.1. Types de carte à puce [8, 9]

On distingue deux classes de cartes selon la nature du contact

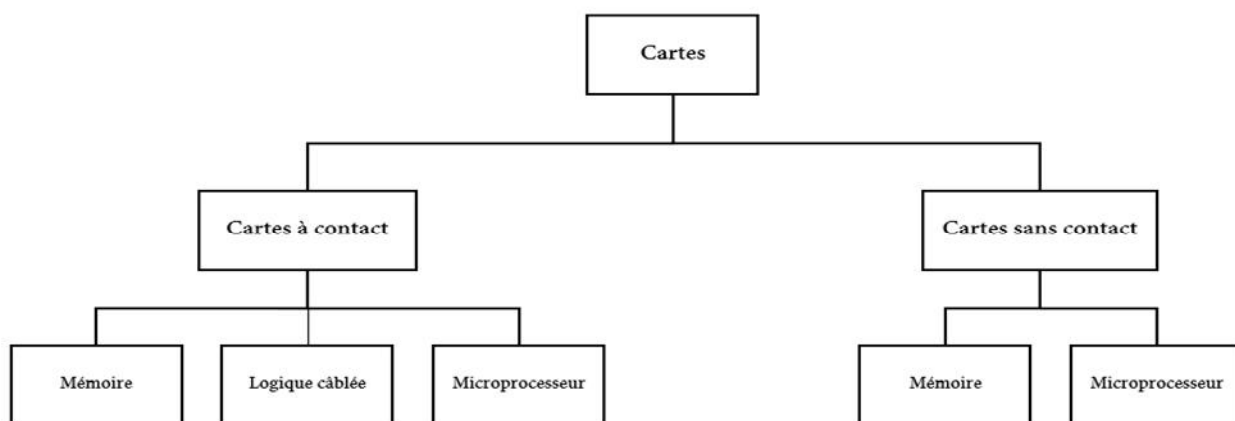


Figure 2.2. Les classes de carte à puce.

Il existe deux principales catégories de cartes à puce. Elles se différencient par leur architecture interne et leur mode de fonctionnement.

Du point de vue architecture interne, les premières cartes qui ont été conçues avaient une architecture fondée sur une unité de mémoire. La mémoire contenait un compteur qui se décrementait après chaque utilisation de la carte (cas des cartes téléphoniques prépayées par exemple) : on parle de cartes à mémoire. Avec l'évolution de la technologie, on a pu embarquer un microprocesseur dans la puce, d'où le deuxième type : les cartes à microprocesseur.

2.3.1.1. La carte à mémoire [8, 9]

Une carte à mémoire comporte simplement une puce mémoire. C'est la première génération de cartes à puce.

Elle ne possède pas de microprocesseur, mais en revanche elle peut disposer d'un Circuit électronique non reprogrammable. Les premiers modèles de cartes avaient une mémoire de l'ordre de quelques Ko (de 1 Ko à 4 Ko). Aujourd'hui cette taille peut atteindre les 4 Mo Les

télécartes de 1ère génération (ou TG1) n'étaient pas sécurisées ; les télécartes de 2ième génération (ou TG2) comportent un bloc de sécurité.

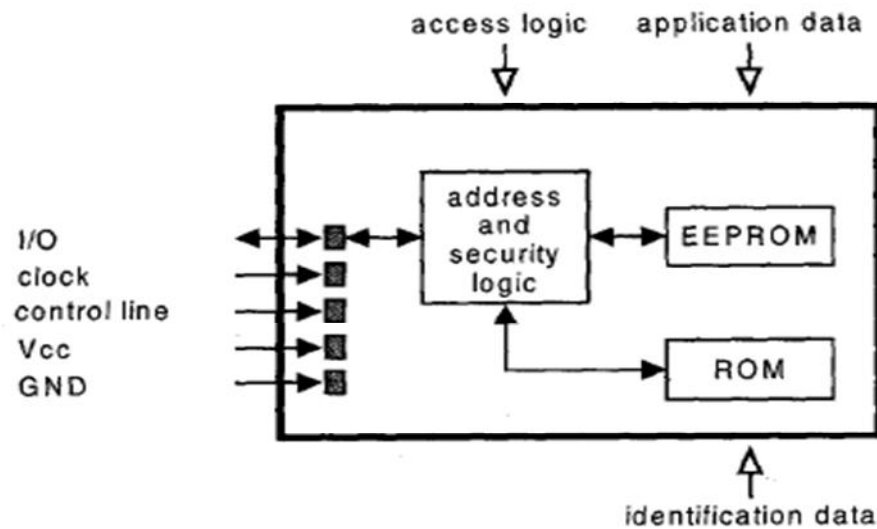


Figure 2.3. Architecture interne d'une carte à mémoire.

2.3.1.2. La carte à microprocesseur [8, 9]

Ce modèle de cartes est celui que les anglophones appellent Smart Card.

Les composants fondamentaux d'un ordinateur sont reproduits sur la puce de la carte sur une surface ne dépassant pas les 25 mm² (norme ISO-7816). On y trouve un processeur, dont les capacités sont extrêmement limitées : bus de 8 bits et fréquence de 4,77 MHz pour les modèles standards.

2.3.1.3. Les technologies de communication

On distingue trois technologies :

2.3.1.4. Les cartes à contact [10, 11]

La carte doit être insérée dans un lecteur de cartes pour qu'elle devienne opérationnelle. Les cartes à contact offrent une communication série via huit contacts formant le microcontact placé en dessus de la puce comme le montre la figure ci-dessous.

C'est aussi à travers ce microcontact que la carte se procure l'énergie nécessaire à son fonctionnement.

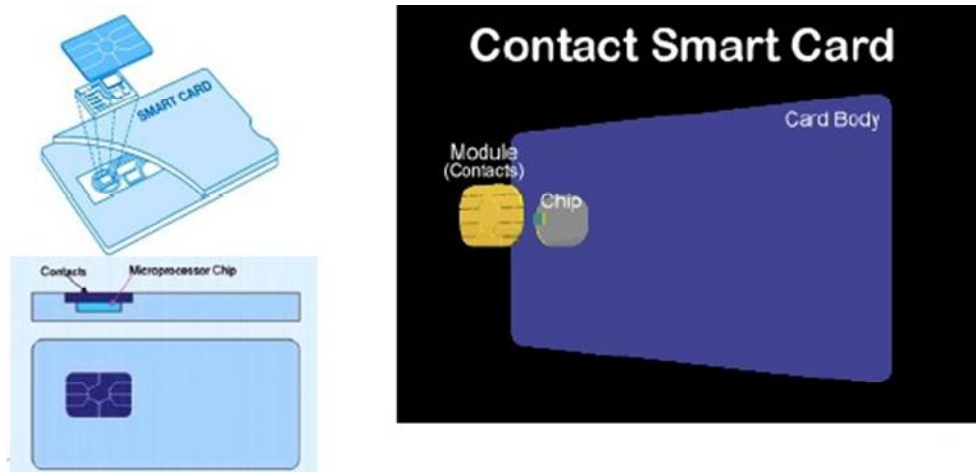


Figure 2.4. Carte à puce avec contact.

2.3.1.5. Les cartes sans contact

Avec ces cartes, plus besoin d'insérer sa carte dans un lecteur. Elles contiennent un émetteur hyper fréquence et communiquent via une antenne radio intégrée, qui assure aussi son alimentation, comme le présente la figure ci-dessous :

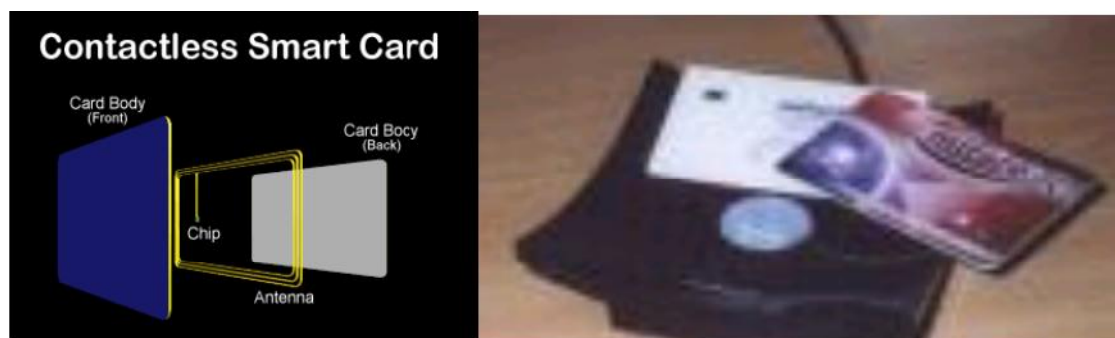


Figure 2.5. Carte à puce sans contact.

2.3.1.6. La carte combi

Les cartes qui autorisent ces deux modes de fonctionnement sont tout simplement appelées des cartes combi ou dual-interface.

C'est une combinaison entre :

- la carte à contact et la carte sans contact

Ces deux possibilités de communication en font une carte « idéale ».

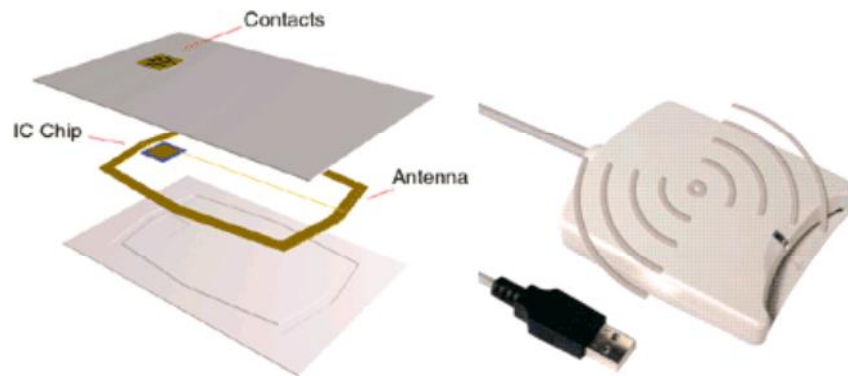


Figure 2.6. Carte à puce combi (idéale).

2.3.2. Protocole de communication [8,12]

Les cartes à puce sont divisées en deux groupes, qui diffèrent dans leurs fonctionnalités et leurs prix : cartes à mémoire et cartes à microcontrôleur. Pour écrire et lire des données sur une carte à puce ou exécuter une commande, il est nécessaire d'avoir une connexion physique avec la carte. Pour communiquer avec une carte à puce à contacts il faut l'insérer dans un lecteur ou dans un terminal. La figure 2.7 présente quelques protocoles de transmission utilisés par ces cartes

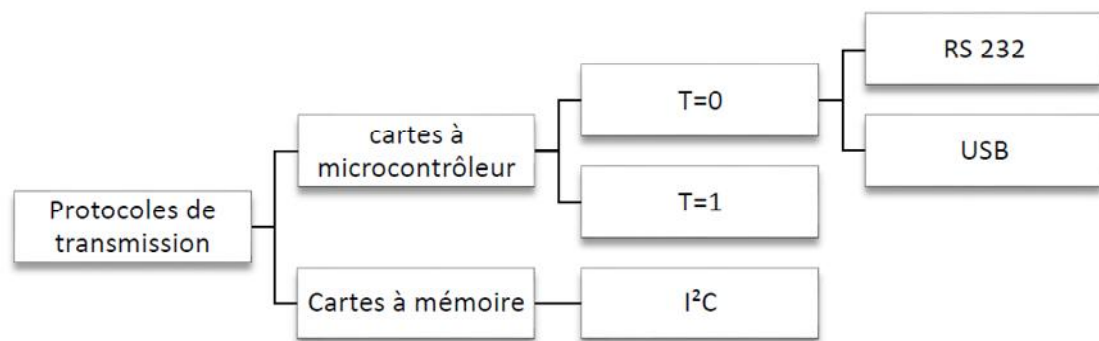


Figure 2.7. Les différents protocoles de communication.

➤ Le protocole I²C [12]

Le protocole de communication utilisé est le protocole I²C. Il permet de lire/écrire des octets depuis/dans la mémoire EEPROM

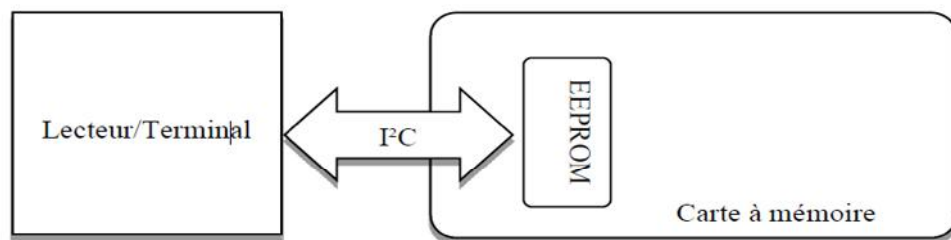


Figure 2.8. Protocole de communications utilisé par une carte à puce à mémoire.

❖ Présentation [13]

Le bus I2C qui n'utilise que deux lignes de signal permet à un certain nombre d'appareils d'échanger des informations sous forme série avec un débit pouvant atteindre 100 Kbps ou 400 = Kbps pour les versions les plus récentes.

Ceci étant précisé, voici quels sont les points forts du bus I2C :

- C'est un bus série bifilaire utilisant une ligne de données appelée SDA (Serial Data) et une ligne d'horloge appelée SCL (Serial Clock) ;
- Les données peuvent être échangées dans les deux sens sans restriction ;
- Le bus est multi-mâîtres ;
- Chaque abonné dispose d'une adresse codée sur 7 bits. On peut donc connecter simultanément 128 abonnés d'adresses différentes sur le même bus, sous réserve de ne pas le surcharger électriquement ;
- Un acquittement est généré pour chaque octet de donnée transféré ;
- Le bus peut travailler à une vitesse maximum de 100 Kbps (ou 400 Kbps) le protocole permet de ralentir automatiquement l'équipement le plus rapide pour s'adapter à la vitesse de l'élément le plus lent, lors d'un transfert ;
- Le nombre maximum d'abonnés n'est limité que par la charge capacitive maximale du bus qui peut être de 400 pF.
- Les niveaux électriques permettent l'utilisation de circuits en technologies CMOS, NMOS ou TTL.

❖ Principe d'un échange de données

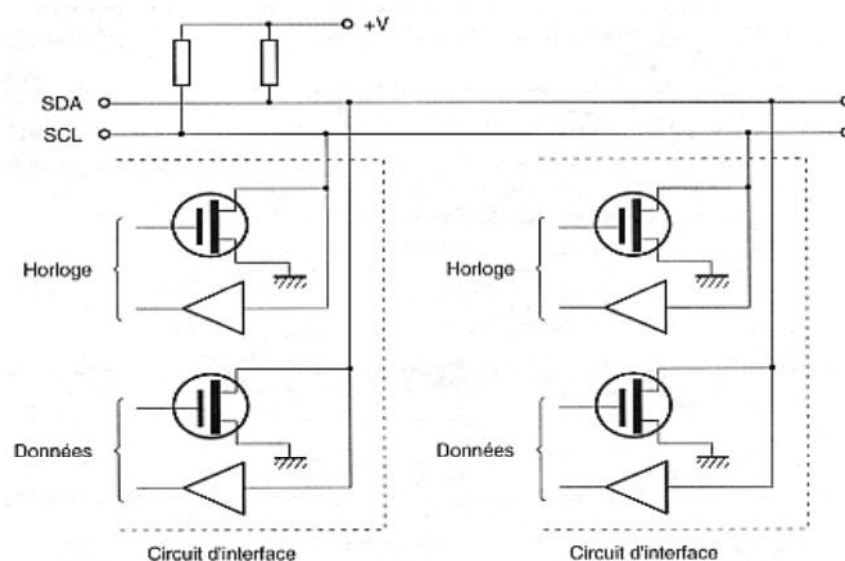


Figure 2.9. Schéma interne interface I2C.

Cette figure montre le principe adopté au niveau des étages d'entrée/sortie des circuits d'interface au bus I2C.

Aucune charge n'étant prévue dans ces derniers, une résistance de rappel à une tension positive doit être mise en place. Le niveau électrique n'est pas précisé pour l'instant car il dépend de cette tension. Nous parlerons donc de niveaux logiques hauts ou « 1 » ou bien encore de niveaux logiques bas ou « 0 » étant entendu que l'on travaille en logique positive c'est-à-dire qu'un niveau haut correspond à une tension plus élevée qu'un niveau bas.

Compte tenu de ce mode de connexion en ET câblé, lorsqu'aucun abonné n'émet sur le bus, les lignes SDA et SCL sont au niveau haut qui est leur état de repos.

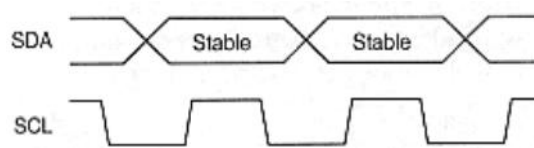


Figure 2.10. Principe fondamental d'un transfert Bus I2C.

Cette figure résume le principe fondamental d'un transfert à savoir : une donnée n'est considérée comme valide sur le bus que lorsque le signal SCL est à l'état haut. L'émetteur doit donc positionner la donnée à émettre lorsque SCL est à l'état bas et la maintenir tant que SCL reste à l'état haut.

Comme la transmission s'effectue sous forme série, une information de début et de fin doit être prévue. L'information de début s'appelle ici condition de départ et l'information de fin condition d'arrêt.

Une condition de départ est réalisée lorsque la ligne SDA passe du niveau haut au niveau bas alors que SCL est au niveau haut. Réciproquement, une condition d'arrêt est réalisée lorsque SDA passe du niveau bas au niveau haut alors que SCL est au niveau haut.

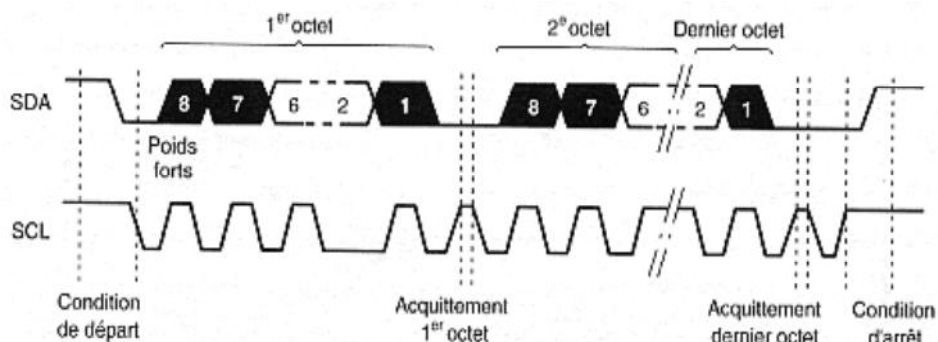


Figure 2.11. Forme de signal.

Bien que nous soyons en présence d'un bus série, les données sont envoyées par paquets de huit, même si un octet regroupe en fait huit bits indépendants. Le bit de poids fort est envoyé le premier. Chaque octet est suivi par un bit d'acquittement de la part du destinataire et l'ensemble du processus fonctionne comme indiqué sur la figure 2.11

Tout d'abord, sachez que lors d'un échange de ce type, la ligne SCL est pilotée par l'initiateur de l'échange ou maître, quitte à ce que l'esclave agisse également dessus dans certains cas particuliers.

La figure ci-dessus montre tout d'abord une condition de départ, générée par le maître du bus à cet instant. Elle est suivie par le premier octet de données, poids forts en tête. Après le huitième bit, l'émetteur qui est aussi le maître dans ce cas, met sa ligne SDA au niveau haut c'est-à-dire au repos mais continue à générer l'horloge sur SCL. Pour acquitter l'octet, le récepteur doit alors forcer la ligne SDA au niveau bas pendant l'état haut de SCL qui correspond à cet acquittement, prenant en quelque sorte la place d'un neuvième bit.

Le processus peut alors continuer avec l'octet suivant et se répéter autant de fois que nécessaire pour réaliser un échange d'informations complet. Lorsque cet échange est terminé, le maître génère une condition d'arrêt.

❖ **Formats de transmission [13]**

Nous savons maintenant comment se déroulent les échanges ; il nous reste à examiner le format des données transmises afin de comprendre comment fonctionne l'adressage, mais aussi la définition du sens de transferts des données.

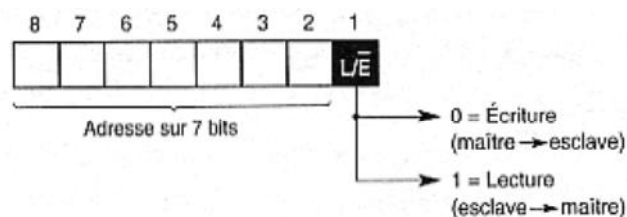


Figure 2.12. Le contenu du premier octet d'un Bus I2C.

Cette figure montre le contenu du premier octet qui est toujours présent en début d'échange.

Ses sept bits de poids forts contiennent l'adresse du destinataire du message ce qui autorise 128 combinaisons différentes.

Le bit de poids faible indique si le maître va réaliser une lecture ou une écriture. Si ce bit est à zéro le maître va écrire dans l'esclave ou lui envoyer des données. S'il est à un, le maître va lire dans l'esclave c'est-à-dire que le maître va recevoir des données de l'esclave.

➤ **Le protocole RS232 [14]**

Le protocole RS232 assure la communication entre le microcontrôleur de la carte et le lecteur/terminal au niveau octets ; et le protocole T=0 pour l'échange des commandes. Le protocole I²C est utilisé entre le microcontrôleur et la mémoire EEPROM de la carte.

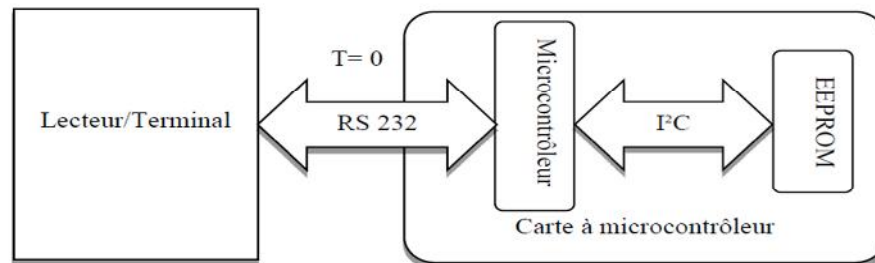


Figure 2.13. Protocoles de communications utilisées par une carte à puce à µC.

❖ **Le format de la transmission RS232**

La transmission des données entre la carte et le lecteur / terminal est asynchrone, l'émetteur ajoute un bit de start au début de chaque octet transmis pour indiquer le début d'une séquence de transmission au récepteur, et à la fin de chaque octet, l'émetteur ajoute un bit de parité pour la détection d'erreur et un ou deux bits de stop. Ceci est clairement illustré sur la figure II.14.

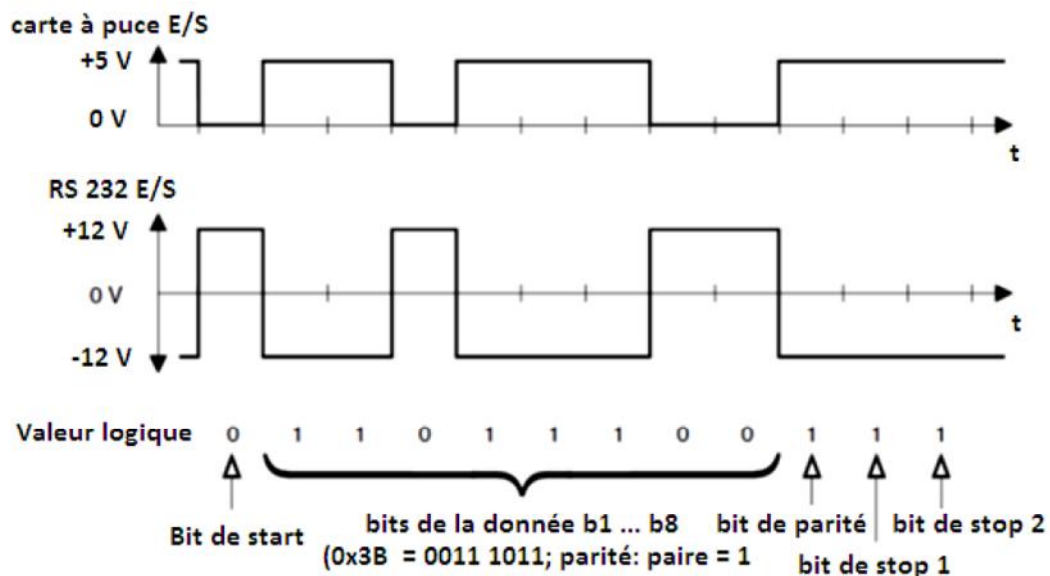


Figure 2.14. Structure d'un caractère transmis selon le protocole RS232.

2.3.3. L'ATR (Answer To Reset) [15]

Dès que la carte est mise sous tension, elle envoie un message de réponse d'initialisation appelé ATR, il peut atteindre une taille maximale de 33 octets. Il indique à l'application cliente les paramètres nécessaires pour établir une communication avec elle.

❖ Paramètres envoyés par la carte :

- Le protocole de transport
- Taux de transmission des données
- Numéro de série de la puce ...
- ❖ Premier caractère de l'ATR = TS (caractère initial)
- TS peut prendre 2 valeurs : (ZZAAAAAA) 1 ou (ZZAZZZAA) 2
- ❖ Convention inverse :
 1. niveau bas A = un logique
 2. niveau haut Z = zéro logique
 3. ba (bit transmis en premier) = bit 7 de poids fort
 4. bh (bit transmis en dernier)=bit 0 de poids faible
 - a. TS = 0011 1111 (3F, en hexa)

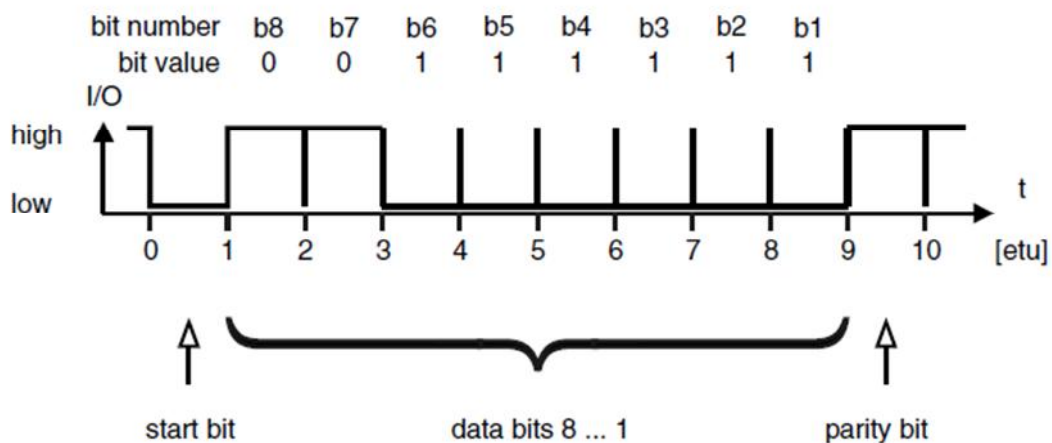


Figure 2.15. Schéma temporel du caractère initial TS utilisant la convention inverse.

- ❖ Convention directe :
 1. niveau bas A = 0 logique
 2. niveau haut Z = 1 logique
 3. ba (bit transmis en premier) = bit 0 de poids faible
 4. bh (bit transmis en dernier)=bit 7 de poids fort
 5. TS = 0011 1011 (3B, en hexa)

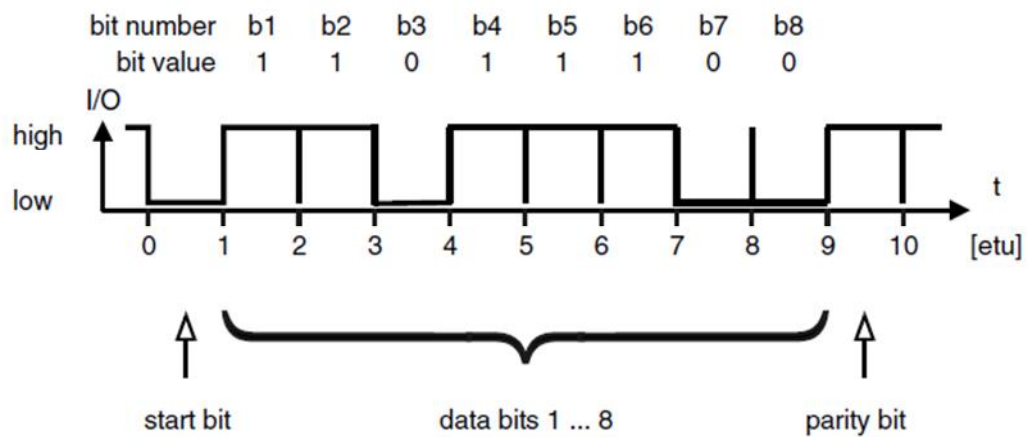


Figure 2.16. Schéma temporel du caractère initial TS en utilisant la convention directe.

2.3.4. Commandes APDUS [15]

La carte à puce dépend d'un terminal pour être opérationnelle. Ce terminal constitue une interface d'entrée/sortie avec elle et permet de lui assurer un canal de communication avec les applications extérieures.

Cette communication se fait sous forme d'unités APDU (Application Protocol Data Unit) dont la structure est définie par la partie 4 de la norme ISO-7816. Il existe deux catégories d'APDU :

Les commandes APDU et les réponses APDU. Les premières sont envoyées du terminal vers la carte et contiennent une commande à exécuter. Les secondes sont envoyées (comme réponse) de la carte vers le terminal.

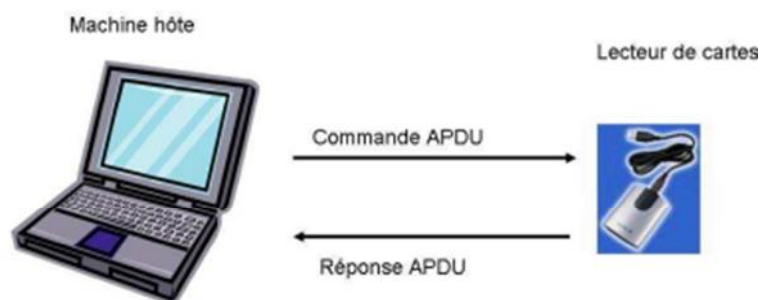


Figure 2.17. Le modèle de communication de la carte à puce.

❖ Format des Commandes APDUs (Application Protocol Data Unit) [16]

La structure d'une commande APDU est présentée dans le tableau 2.1. Une telle commande est composée de :

- ✓ un en-tête de quatre octets :
- CLA identifie la catégorie de la commande et de la réponse APDU ;
- INS spécifie l'instruction portée par la commande ;

- P1 et P2 sont deux octets utilisés pour paramétrer l'instruction ;
- ✓ un corps optionnel de taille variable :
- Lc spécifie la taille du champ de données ;
- le champ de données contient les données envoyées à la carte pour exécuter l'instruction spécifiée dans l'entête
- Le spécifie le nombre d'octets (éventuels) attendus par le terminal et qui seront contenus dans le champ de données de la réponse APDU qui sera retournée par la carte.

En-tête obligatoire				Corps optionnel		
CLA	INS	P1	P2	Lc	Champ de données	Le

Tableau 2.1. Structure d'une commande APDU.

❖ **Format des Réponses APDUs (Application Protocol Data Unit) [16]**

La carte peut effectuer une séquence d'opérations, comme dicté par la commande du lecteur, et peut envoyer une réponse vers le lecteur et fournit une indication de l'état de l'exécution de la commande.

La structure d'une réponse APDU est présentée dans le tableau 2.2. Elle est constituée

- d'un corps optionnel de taille variable qui correspond au champ de données. La longueur des données peut être égale à la valeur du champ Le reçu dans la commande APDU.

Une en-queue obligatoire de deux octets qui correspondant aux octets d'états ou Status Word

(SW1 et SW2).

SW1 SW2 = 0x90 0x00 Succès

0x6E 0x00 CLA error

0x6D 0x00 INS error

0x6B 0x00 P1, P2 error

0x67 0x00 LEN error

0x98 0x04 Bad PIN

0x98 0x40 Card blocked

Corps optionnel	En-queue obligatoire	
Champ de données	SW1	SW2

Tableau 2.2. Structure d'une réponse APDU.

❖ Exemples de cartes

Le tableau 2.3 donne des exemples de commandes APDU utilisées dans le monde de la carte.

Champ de la commande APDU	Valeurs
CLA	BC = cartes de crédit françaises, cartes vitales françaises, A0 = cartes SIM (téléphonie) 00 = cartes Monéo (porte-monnaie en France), Mastercard, Visa
INS	20 = vérification du PIN, B0 = Lecture B2 = Lecture de record D0 = Ecriture DC = Ecriture de record A4 = Sélection du répertoire (directory) C0 = Demander une réponse (get an answer)
P1, P2	paramètres contenant des adresses à lire
LEN	longueur prévue pour la réponse ou bien longueur de l'argument de l'instruction
ARG	contient LEN octets (octets à écrire, PIN à vérifier, etc.)

Tableau 2.3.Exemples des cartes à puce.

2.4.Distributeurs automatique proposé

2.4.1. Diagramme du nouveau système

❖ Description du système à concevoir :

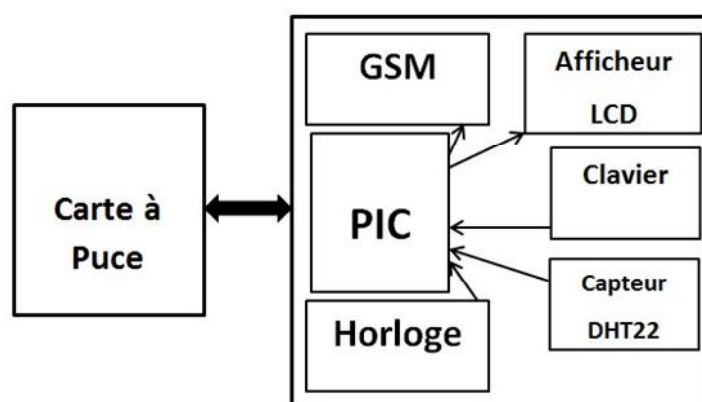


Figure 2.18. Description d'un nouveau système.

2.4.2. Explication

La carte électronique contient un seul pic de type : 16F877 pour contrôler l'unité d'adaptation d'entrées, RTC (Real Time Clock type Pcf8583) et nous avons utilisé un deuxième pic pour la simulation (en réel et une carte à puce).

L'unité d'adaptation d'entrées contient : un clavier pour gérer des services et demandes clientèles, un lecteur carte à puce PC/SC pour lire la carte, l'horloge de temps réel pour gérer le temps réel il affiche l'heure et la date dans le distributeur et un capteur température et l'humidité pour afficher la valeur de température et de l'humidité dans DA.

Pour que les clientèles visualisent l'état des produits, nous avons ajouté un module GSM qui permet de contacter le propriétaire de la machine et l'informer des produits qui manquent.

- La carte à puce va communiquer avec le lecteur de la machine pour faire l'achat.
- La carte électronique reliée avec le distributeur automatique par une porte série.
- La communication entre l'horloge RTC et le pic1 par le protocole I2C
- La communication entre les deux pics grâce au bus RS232
- La communication entre DHT22 le pic1 grâce au protocole I2C.

2.5. Microcontrôleur [17]

2.5.1. Définition

Les microcontrôleurs sont aujourd'hui implantés dans la plupart des applications grandes publiques ou professionnelles, il en existe plusieurs familles.

La société Américaine Microchip Technologie a mis au point dans les années 90 un microcontrôleur CMOS : le PIC (Peripheral Interface Controller). Ce composant encore très utilise a l'heure actuelle, est un compromis entre simplicité d'emploi, rapidité et prix de revient.

- Les PIC existent dans plusieurs versions :
- les UVROM qui sont effaçable par une source de rayonnements ultraviolets
- les OTPROM programmable une seule fois les E²PROM et flash EPROM qui sont effaçables électriquement.

2.5.2. Définition d'un PIC [18]

Un PIC est une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de faciliter l'interfaçage avec le monde extérieur sans nécessiter l'ajout de composants externes. Les PICs sont des composant dits RISC (Reduced Instructions Set Computer), ou encore composant à jeu d'instructions réduit.

Le microcontrôleur se trouve, dans plusieurs appareils tels que : les téléphones portables, machines à laver, télévisions les jeuxetc.

2.5.3. Classification des PICs de Microchip [18,19]

Actuellement les modèles Microchip, sont classés en 3 grandes familles, comportant chacune plusieurs références. Ces familles sont :

- Base-line : les instructions sont codées sur 12 bits.
- Mid-line : les instructions sont codées sur 14 bits.
- High-End : les instructions sont codées sur 16 bits.

2.5.4. Identification d'un PIC [13]

Un PIC est identifié par un numéro de la forme suivant : xx(L) XXyy –zz :

- ✓ xx : famille du composant, actuellement « 12, 14, 16, 17 et 18 ».
- ✓ L : tolérance plus importante de la plage de tension.
- ✓ XX : type de mémoire programme :
- ✓ C : EPROM ou EEPROM.
- ✓ CR : PROM.
- ✓ F : flash.
- ✓ yy : constitue la référence du PIC.
- ✓ zz : indiquant la fréquence d'horloge maximale que le PIC peut recevoir

(Vitesse maximum du quartz).

2.5.5. Le choix d'un PIC

Le choix d'un PIC est directement lié à l'application envisagée :

- Il faut dans un premier temps déterminer le nombre d'entrées/sorties nécessaires pour l'application. Ce nombre d'entrées/sorties nous donne une idée sur la famille du PIC.
- Il faut ensuite déterminer si l'application nécessite un convertisseur Analogique/Numérique ce qui va orienter un peu plus vers le choix du PIC.
- La rapidité d'exécution est un élément important, il faut consulter les DATABOOK pour vérifier la compatibilité entre la vitesse maximale du PIC choisi et la vitesse max nécessaire au montage.
- La taille de la RAM interne et la présence ou non d'une EEPROM pour mémoriser de données sont également importantes pour l'application souhaitée.
- La longueur du programme de l'application détermine la taille de la mémoire programme PIC recherché.

Pour notre projet, on a choisis d'utiliser le PIC 16F877 à cause de son prix raisonnable et la facilité de programmation, aussi, le nombre d'entrées/sorties est suffisant pour notre application on a besoin ainsi de convertisseurs analogique-numérique avec une mémoire.

2.5.6. Architecture interne du PIC 16F877

La figure ci-dessous montre l'architecture interne de pic16F877

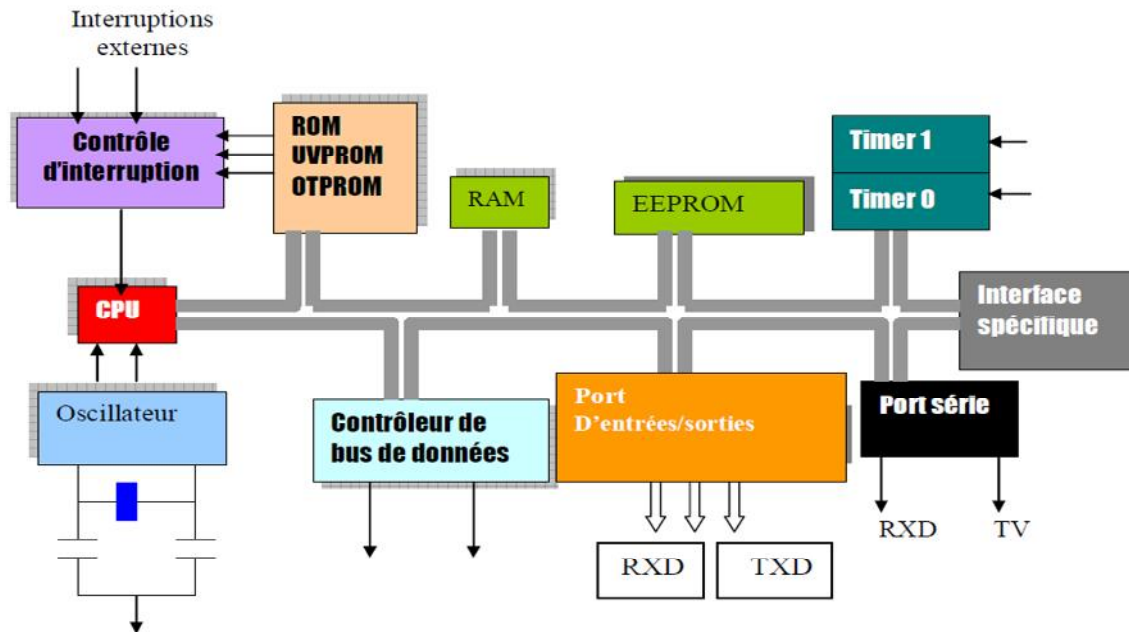


Figure 2.19. Architecture interne du PIC 16F877.

2.6. Conclusion

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté notre idée tout en présentant la machine à concevoir ainsi que le choix attentif de la carte à puce qui va servir comme port monnaie électronique.

3.1. Introduction

D'après la présentation de système dans le chapitre précédent et la définition des leurs composants et les protocoles utilisés dans le système, nous avons au cours de ce chapitre nous avons présente la simulation des étapes de fonctionnement de système et le fonctionnement des protocoles utilisé dans la simulation.

3.2. Description du système à concevoir

Le système est composé de deux parties : la carte à puce et la machine comme le montre la figure 3.1

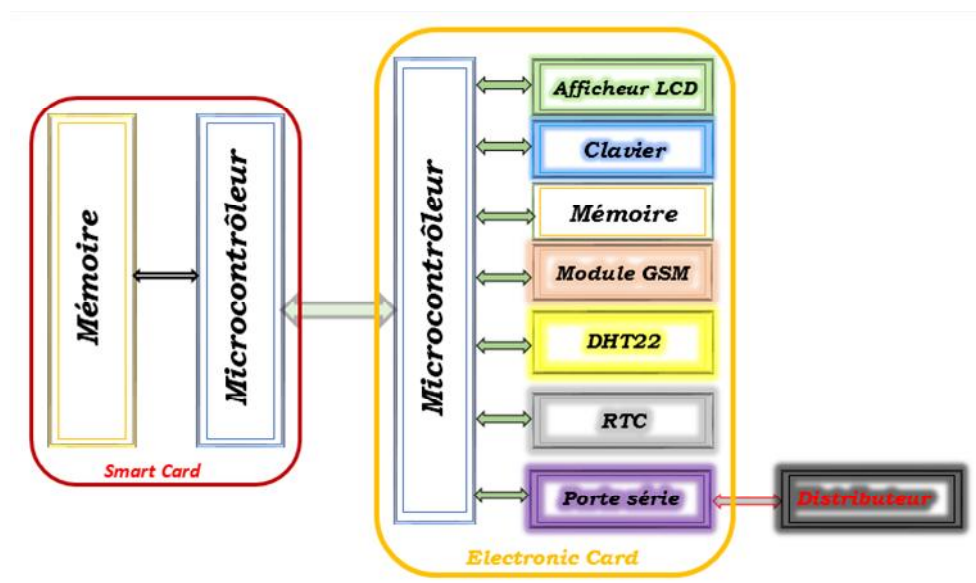


Figure 3.1 Bloc diagramme du système à concevoir.

3.2.1. La carte électronique

La machine communique avec l'utilisateur en utilisant un clavier de 12 touches et un afficheur LCD de 4 lignes de 20 caractères.

Le microcontrôleur d'une machine est microcontrôleur PIC 16F877 relié avec un capteur de température et humidité (DHT22) et une horloge de temps réelle (PCF8583) la 1ere pour capté et mesuré la température puis transféré la valeur vair le PIC et la 2ème pour la date et le temps réel.

3.3. La carte à puce

3.3.1. Choix d'une carte à puce

La carte à puce utilisée est la Wafer 3. Elle contient un microcontrôleur PIC 16F877 qui assure le dialogue avec la machine et la mémoire 24LC64 de type EEPROM. La machine

aussi comporte un microcontrôleur PIC 16F84a qui représente son composant principal associé à une mémoire EEPROM (24LC64) pour enregistrer la liste des électeurs.

3.3.2. Schéma de simulation de carte à puce

Nous avons utilisé dans ce système une carte à puce électrique type port-manne cette carte à puce Haute Qualité intégrant un microcontrôleur PIC16F877 (= 16F876) et une mémoire 24C64 (vierge de tous programmes et données). Cette carte peut être programmée dans son intégralité avec le programmeur. Afin de renforcer l'assurance qualité, toutes les cartes sont testées par nos soins avant l'expédition.

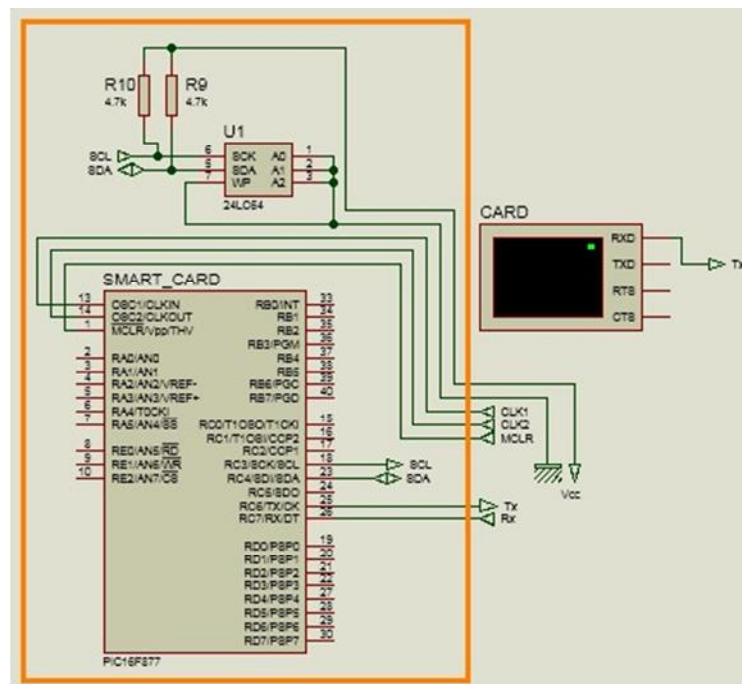


Figure 3.2 Schéma de simulation de carte à puce.

3.3.3. Organigramme de carte à puce

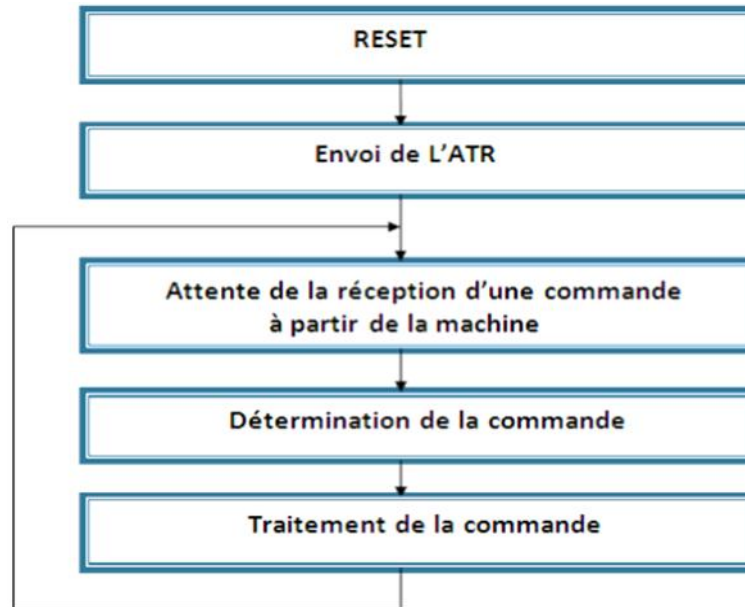


Figure 3.3 Organigramme de la carte à puce.

Une fois la carte est insérée dans le lecteur de machine distributeur elle est remise à zéro. Ensuite elle envoi l'ATR (Answer To Reset) vers le lecteur pour communiquer et échanger les informations nécessaires. Par la suite, la carte passe à l'attente de la réception d'une commande à partir du lecteur et dès qu'elle reçoit une, elle passe à la détermination de la commande et son traitement. En fin, elle revient à la réception d'une nouvelle commande.

3.3.4. Simulation de carte à puce sous Proteus

3.3.4.1. L'ATR utilisée :

Comme nous avons utilisé une carte à puce, et leur ATR est définie dans la figure 3.4

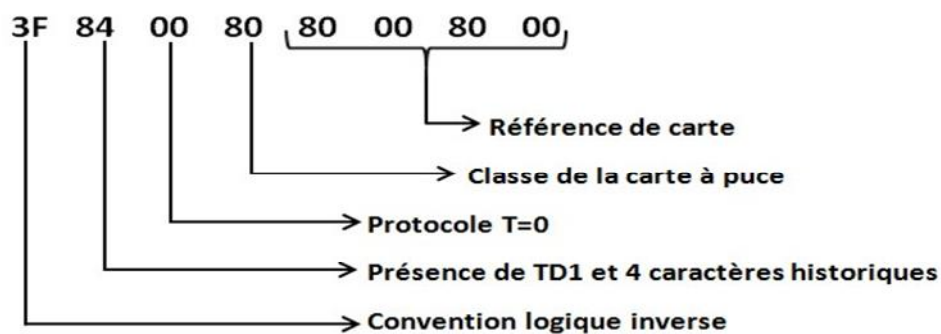


Figure 3.4 ATR de la carte à puce électeur de type port-manne

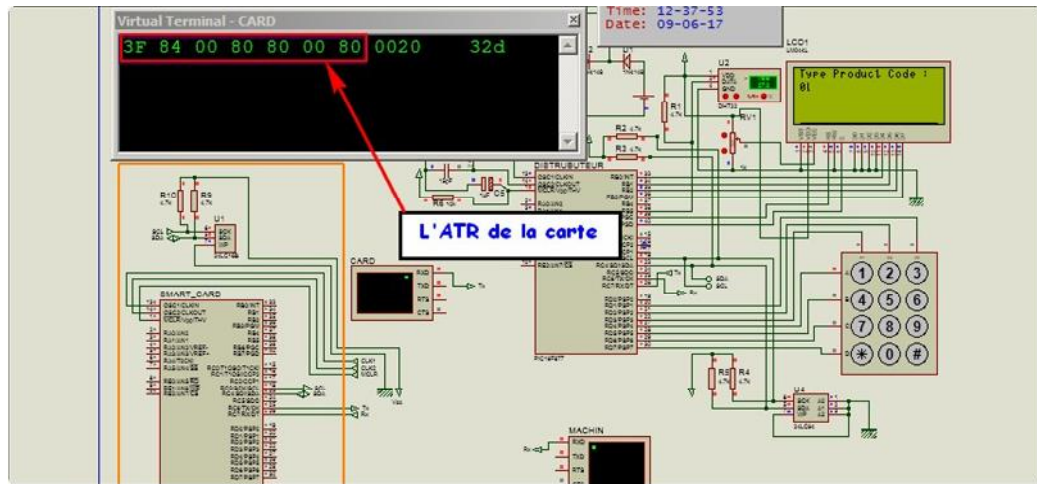


Figure 3.5 simulation d'envoi l'ATR de la carte à puce sous Proteus

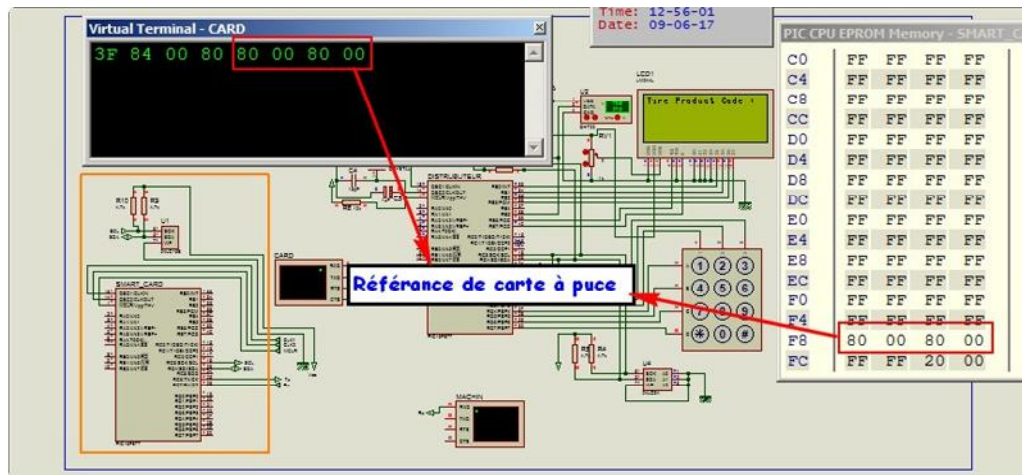


Figure 3.6 simulation de référence de carte à puce sous Proteus

3.3.4.2. Les commandes APDU utilisées

La carte à puce échange les informations avec la machine en utilisant 2 commandes APDU.

3.3.4.2.1 Commande READ RECORD :

Cette commande utilise 6 caractères pour lire le solde dans la carte à puce. Le format de cette commande est présenté dans le tableau 3.1.

Commande APDU READ RECORD					
CLA	INS	P1	P2	L _C	Data
80	20	00	00	02	YY YY

YY : 1 octet de solde

	Réponse APDU	
Etat	SW1	SW2
Succès	90	00
Erreur	98	40

Tableau 3.1 format de la commande READ RECORD

3.3.4.2 Commande UPDETE RECORD :

Permet d’écrire 1 octet dans la carte à puce à l’adresse déjà sélectionnée. Il suffit de changer la valeur de L_C pour envoyer plus de données à la carte. Le format de cette commande est donné dans le tableau 3.2.

Commande APDU UPDETE RECORD					
CLS	INS	P1	P2	L_C	Data
80	DC	00	00	02	YY YY

YY : 1 octet de solde

	Réponse APDU	
Etat	SW1	SW2
Succès	90	00
Erreur	92	40

Tab 3.2 format de la commande UPDETE RECORD

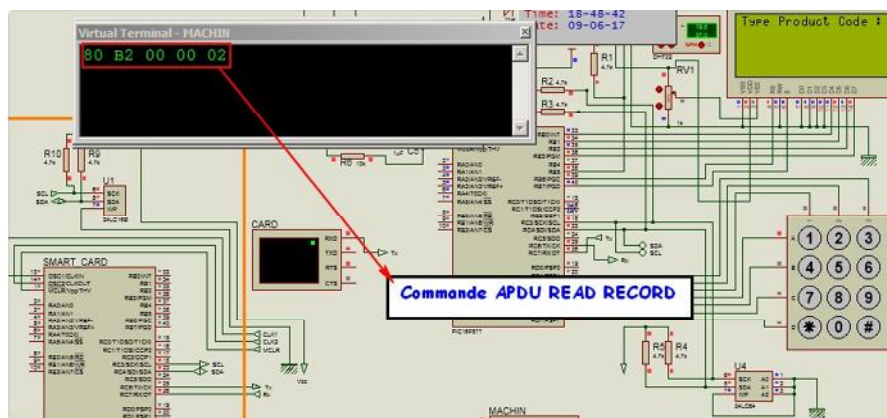


Figure 3.7 simulation de commande Read record sous Proteus

3.4.Machine distributeur automatique

3.4.1. Schéma de simulation

La carte électronique de la machine contient un afficheur LCD et un clavier, au moment de fonctionnement de la machine, l’afficheur LCD affiche la date(PCF8583)et la valeur de température et d’humidité(DHT22) (Voir la figure 3.8) , à l’instant d’insertion de carte à puce, la machine contacte les utilisateurs en utilisant la carte à puce(porte-monnaie) par le référence de carte, puis le choix des utilisateurs cela en utilisant un clavier de 12 touches, si la référence de carte est correcte nous allons avoir accès au système, le contacte entre la carte à puce et la machine par les commandes APDU, l’utilisateur choisit son produit pour l’achat, si le solde est suffisant pour l’opération et le produit existe donc l’accès à l’achat, si le produit n’existe pas le modèle GSM envoie un message informe le fournisseur. Si le solde de carte est insuffisant ou la référence est invalide donc pas d’achat dans la machine. (Voir l’organigramme de la figure 3.9)

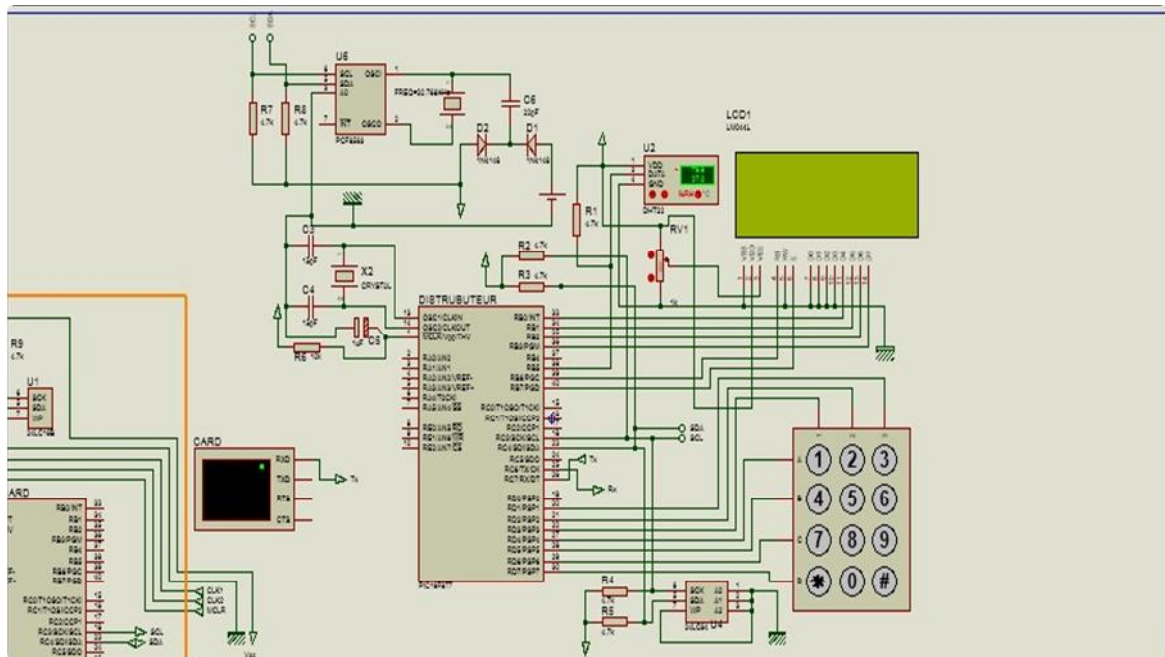
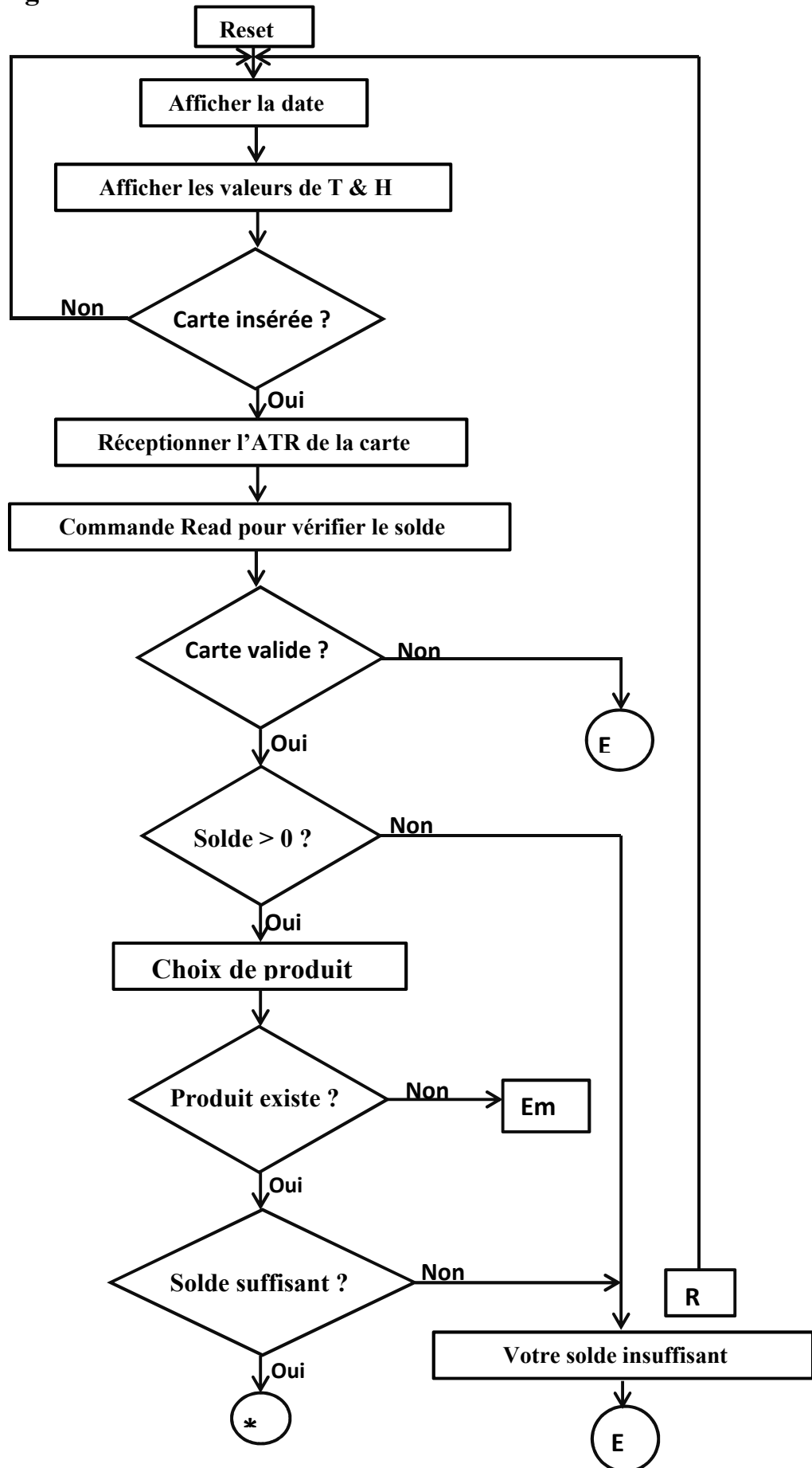


Figure 3.8 Schéma de simulation de machine.

3.4.2. Organigramme



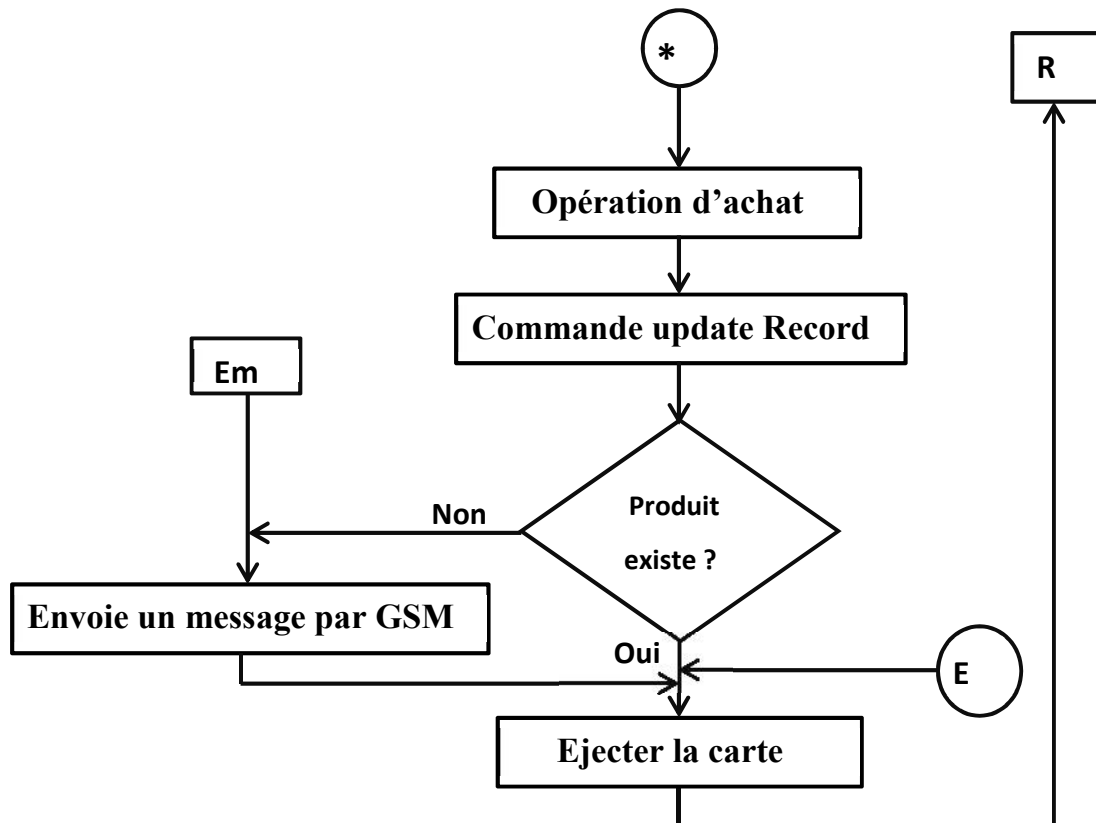


Figure 3.9 l'organigramme de la machine

3.5.Simulation du système sous Proteus

Afin de vérifier le fonctionnement de la machine de distributeur automatique, nous avons réalisé son schéma sous PROTEUS comme le montre la figure 3.10. La simulation est faite avec PROTEUS 8 Professional. Les microcontrôleurs sont programmés en langage C sous mikroC PRO for PIC V.6.6.3. Le terminal virtuel est utilisé pour afficher les échanges entre cartes à puce et machine.

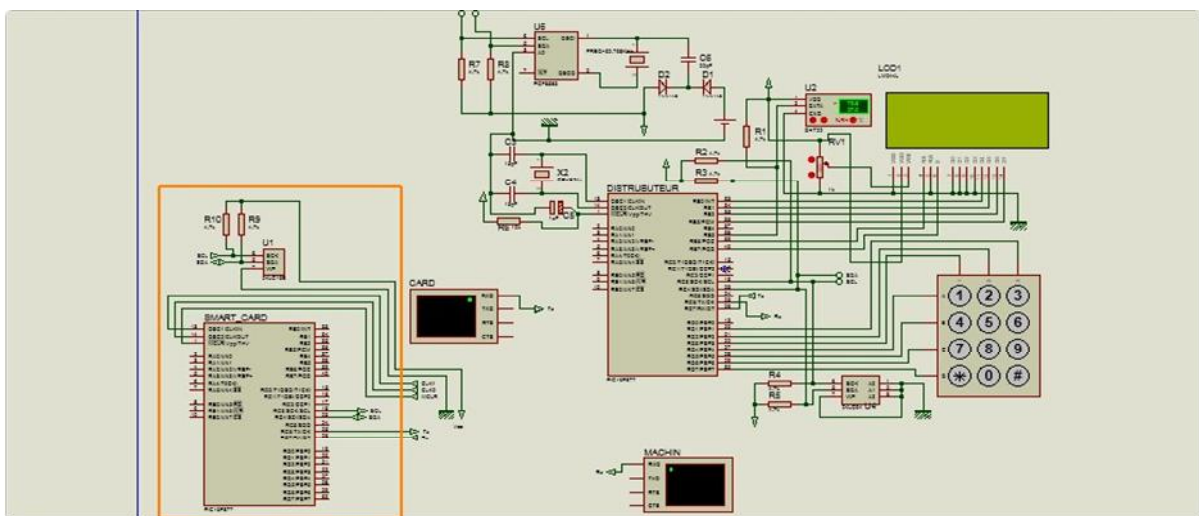


Figure 3.10 circuit de système distributeur automatique

Lors de l'absence ou non insertion de la carte à puce, l'écran LCD affiche en continu et en de façon répétée et par permutation entre l'heure et la date puis la température ambiante et le pourcentage d'humidité.

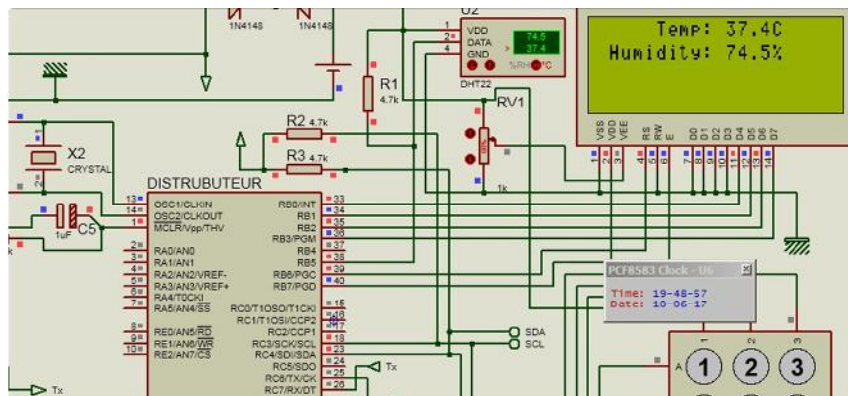


Figure 3.11 schéma de simulation de DHT22

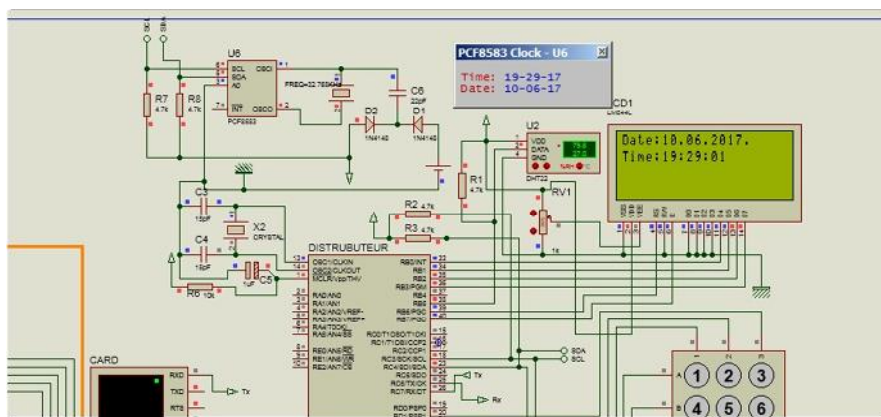


Figure 3.12 schéma de simulation de RTC

D'autre part lorsque le client insère la carte à puce, cette dernière envoie automatiquement son ATR, la machine vérifie la validité de cet ATR, puis en cas de non validité elle rejette la carte et affiche que "carte non acceptée" (voir la figure 3.13) ;

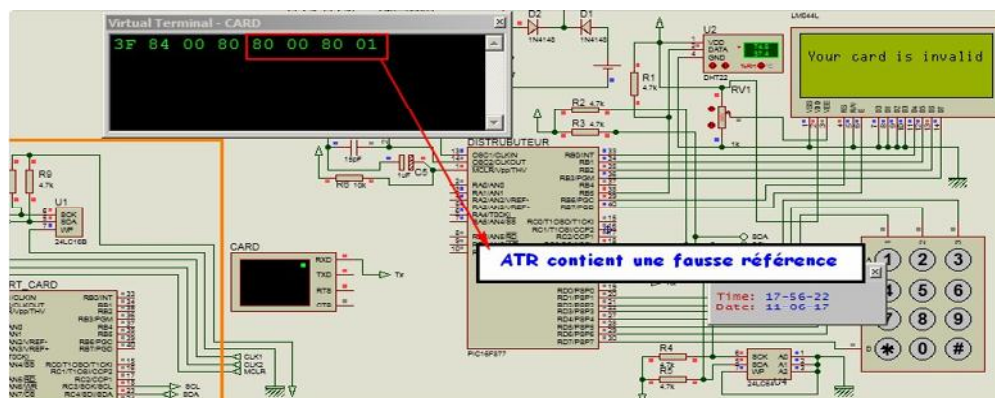


Figure 3.13 schéma de simulation de carte non acceptée (référence incorrect)

Et si elle est valide elle affiche "veuillez choisir votre produit" (voir la figure 3.14).

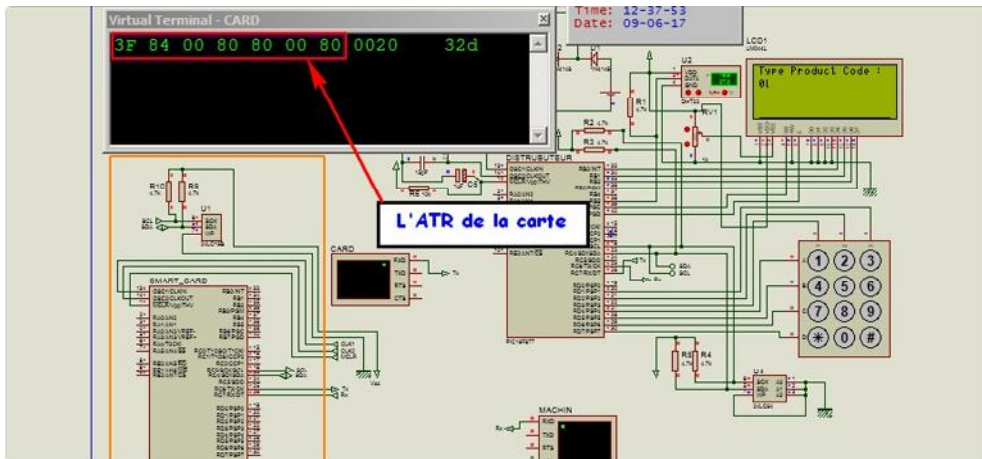


Figure 3.14 schéma de simulation de carte acceptée (référence correct)

Après l’acceptation de la carte, la machine envoie une commande APDU (READ RECORD) pour vérifier le solde enregistré sur la carte dans une adresse précise de l’EEPROM (voir la figure 3.15).

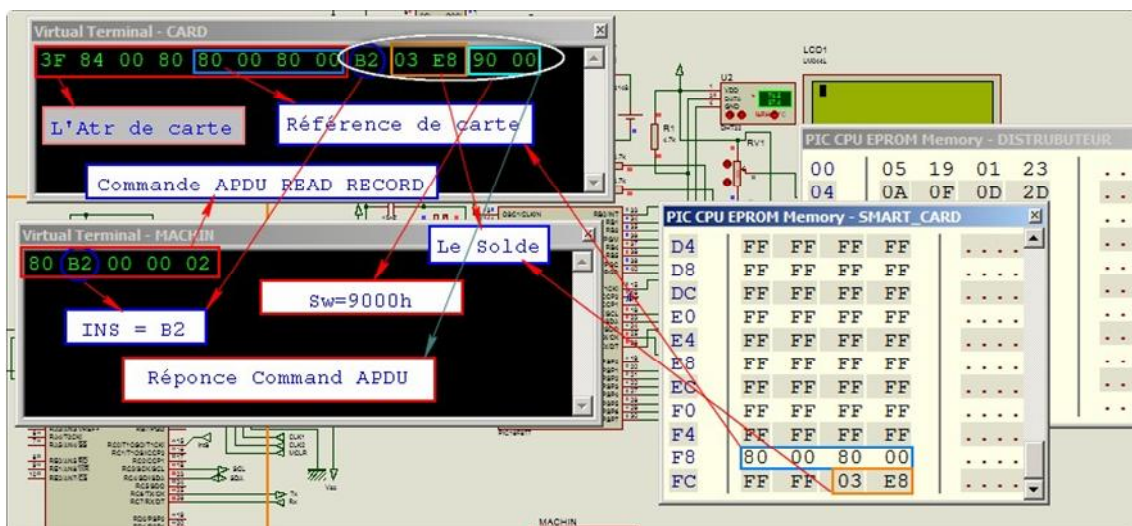


Figure 3.15 schéma de simulation de commande APDU (READ RECORD)

Comme dernière étape, le consommateur choisi le produit voulu en cas de présence de ce produit et du montant nécessaire à cet achat elle fournit le produit (voir la figure 3.16), enfin de l’opération d’achat la machine envoie à la carte une commande APDU (UPDATE RECORD), afin de débiter le montant de l’achat du solde de la carte (voir la figure 3.16).

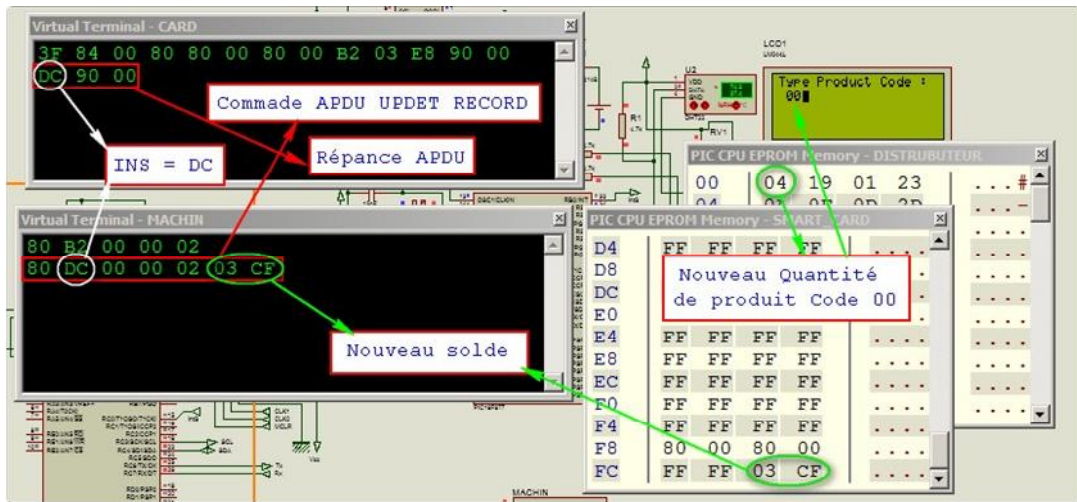


Figure 3.16 schéma de simulation d'opération d'achat et commande APDU (UPDET RECORD)

Dans le cas d'absence de l'une des conditions : le prix elle affiche sur l'afficheur LCD « solde insuffisant » (voir la figure 3.17), le produit est affiché sur l'afficheur LCD « produit inexistant pour le moment » (voir la figure 3.18).

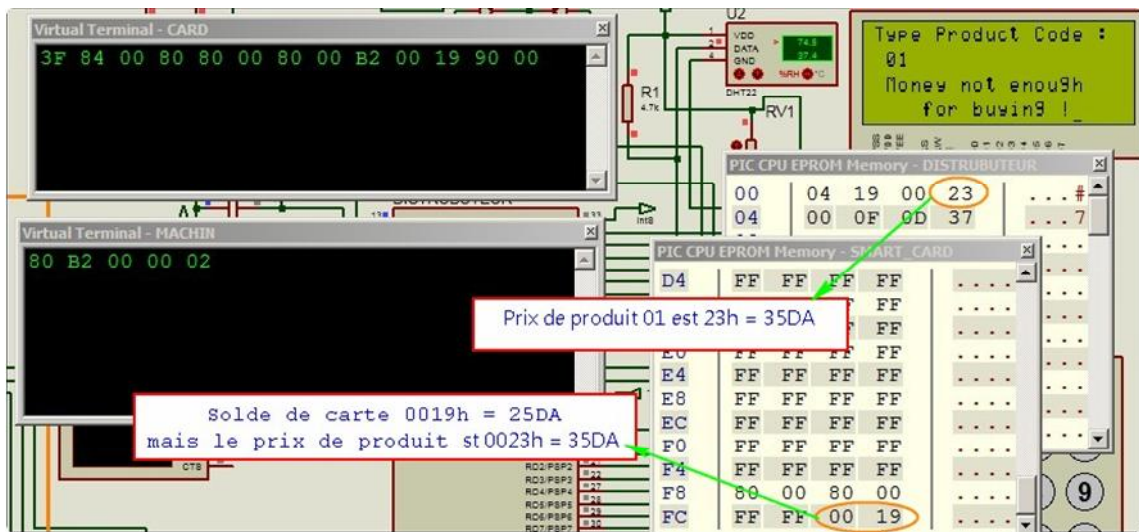


Figure 3.17 schéma de simulation en cas de solde insuffisant

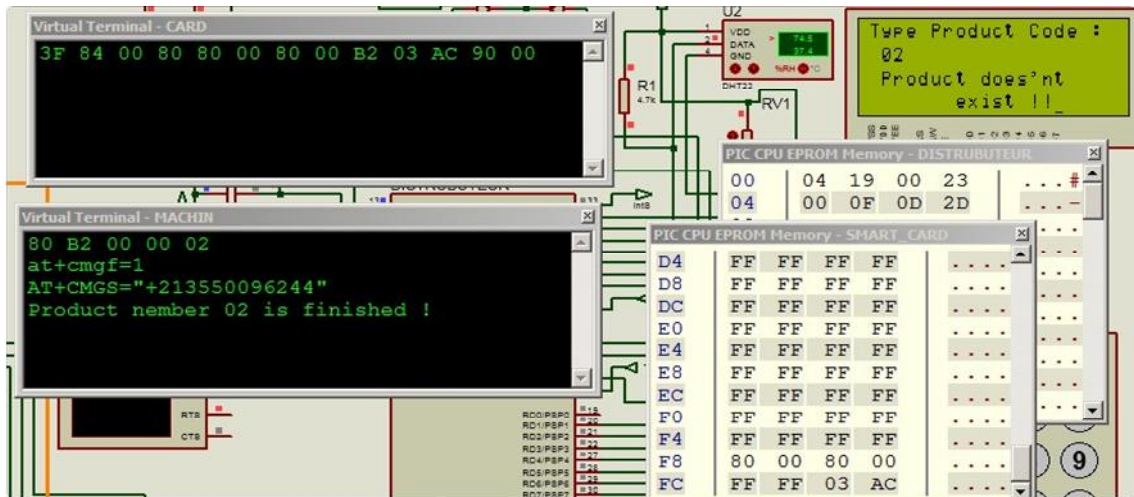


Figure 3.18 Schéma de simulation en cas manquant de produit

Si le produit est manquant et avant et après la tentative d'achat la machine envoie un message par un modèle GSM au fournisseur afin de l'avertir du manque du produit (voir les figures 3.18, 3.19 et 3.20).

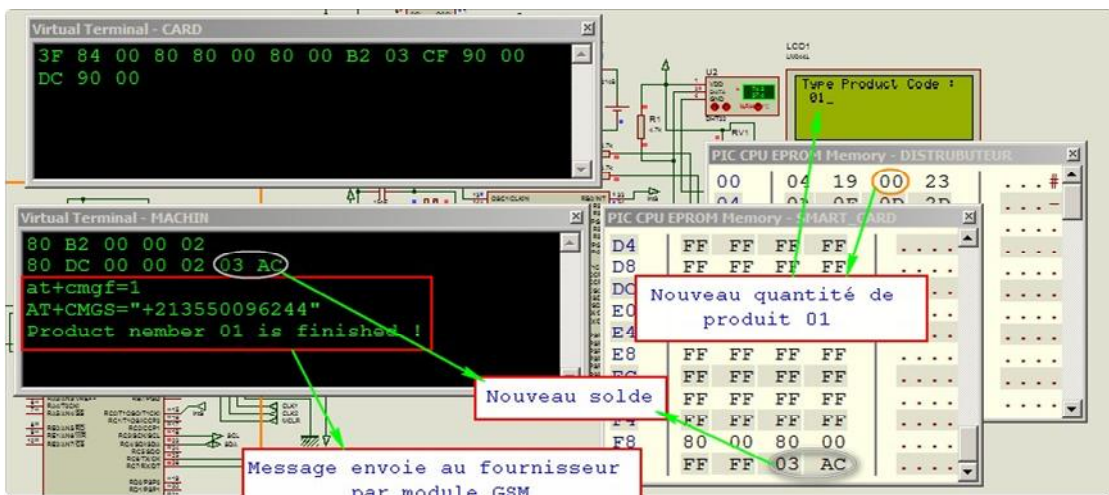


Figure 3.19 Schéma de simulation en cas manquant de produit

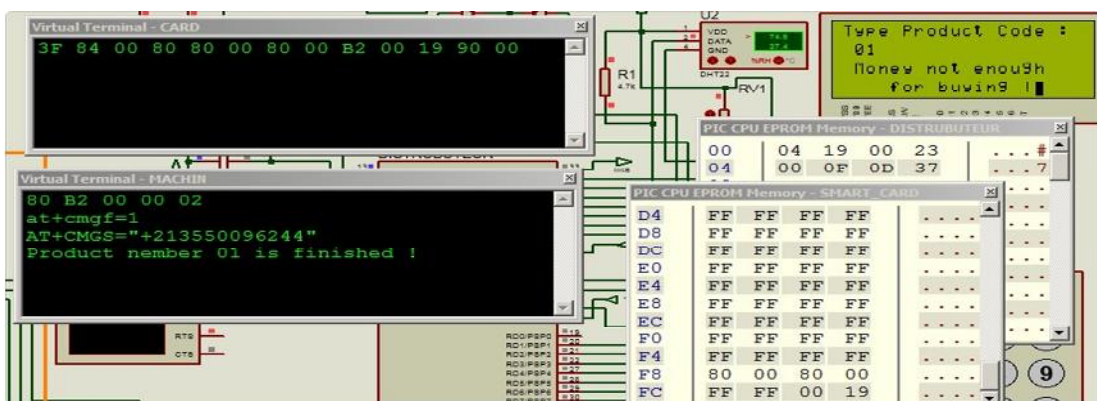


Figure 3.20 Schéma de simulation en cas manquant de produit avec envoie de message

3.6.Résultats et discussions

La simulation de la machine distributeur fonctionne normalement avec plusieurs possibilités. Le choix d'un produit se fait en utilisant un clavier. La machine compte la quantité des produits et le solde de chaque carte insérée dans la machine au cours de l'achat.

Le système obtenu a permis de résoudre quelque problème lié à ce type de distributeur. Ce qui a rendu le système :

- ✓ Rapide en manipulation ;
- ✓ Sécurisé avec une référence de machine et une référence de carte.

Tout ceci en utilisant une carte à puce pour acheter un produit existant dans la machine. En plus de ça :

Le système est fixable en utilisant un clavier, permettant d'avoir le nombre de produit, les contacts, les informations des produits, leurs prix, en plus informer le fournisseur par modèle GSM.

Les distributeurs automatiques contiennent quelques problèmes, par exemples le problème de monnaie, le manque des produits. Le nouveau système permet de résoudre ces problèmes ; le premier est résolu par la carte à puce type portemonnaie pour éviter les pièces de monnaie et le deuxième par modèle GSM pour informer le fournisseur qu'il y a un manque de produits en envoyant un message à partir de la machine.

3.7.Conclusion

La carte à puce est de plus en plus utilisée dans les domaines de distributeur. Au cours de ce travail, nous avons exploité cette application dans le but d'améliorer tout en optimisant les ressources utilisées.

Nous avons vu qu'il existe plusieurs types de système des distributeurs automatiques non pilotée à module GSM et chacun d'eux a des avantages et des inconvénients.

Dans ce chapitre nous avons proposé la simulation de nouveau système embarquée, basé sur les microcontrôleurs pilotés par un modèle GSM, et utiliser la carte à puce pour faciliter l'achat au consommateur.

La programmation des protocoles de communication en langage mikroC a permis de choisir des cartes à puce ainsi que des microcontrôleurs de la machine ; pas chères et suffisants pour l'application.

Conclusion Générale

L'élaboration de ce travail dans le cadre du projet de fin d'étude, nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques en électronique et d'acquérir une bonne expérience au niveau de la conception.

Lors de cette manipulation, nous avons proposé un nouveau système électronique de paiement pour les distributeurs automatiques qui fonctionne avec un porte-monnaie électronique.

Ce travail constitue un des multiples aspects de la richesse des applications de l'outil informatique couplé avec l'électronique.

Personnellement, notre projet de fin d'étude consiste à détailler ainsi qu'à simuler notre système sous Proteus et avoir une idée pour le réaliser dans le future.

Ce projet nous a donné une meilleure idée sur la complémentarité de volet théorique, et simulation.

En fait, ce projet a été une source de découverte de plusieurs domaines d'études tels que l'informatique pour la programmation embarquée et le design des schémas électroniques.

En termes de qualité et de prix, ce système assure une bonne performance comparé à d'autres types présents sur le marché tout en gardant un coût de fabrication très abordable.

Notre projet est arrivée en ce jour présent, a une simulation complète du projet, par manque de temps nous n'avons pas pu aboutir à la réalisation du projet sur terrain, cela est notre but au futur, le mettre en marche. Nous considérant aussi de crée une interface au fournisseur afin de recevoir tous les rapports, pour la gestion des distributeurs par le modèle GSM, et aussi recharger les carte à partir cette interface. Nous envisageons aussi de crée deux modèle de carte à puce ; une administrative ouvrant le contrôle des distributeurs aux fournisseurs, et une autre clientèle permettant d'effectuer les achats.

Finalement, notre système est extensible pour cela nous avons présenté quelques nouvelles idées pour lui ajouter quelques fonctions et pour le rendre fiable et plus compétitif.

Bibliographie

- [1] A. Bitard, L. Figuiet, "Distributeur automatique des liquides (système Schloesing et Degremont)", in *La Science illustrée*, pp. 154-155, 1892.
- [2] B. Bertrand, "Glossaire illustré du marketing", *Pression publicitaire*, 2011.
- [3] M. Blanc, M. Bordmann, S. Laboucarie, "Distribution Automatique", *Rapport*, 2003.
- [4] C. Caron, "Introduction aux distributeurs automatiques de boissons", pp. 1-12, 2005
- [5] B. Roy, B. Mukherjee, "Design of a Coffee Vending Machine, *International Symposium on Electronic System Design*, pp. 38-43, 2010.
- [6] C. Wenshan, H. Yanqun, L. Minyang, "Vending Machine Performance," *International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, pp. 486-489, 2015.
- [7] R. Gruen, E. Liang, "NuiVend - Next Generation Vending Machine," *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, pp. 545-548, 2016.
- [8] R. Kehr, M. Rohs, and H. Vogt. "Mobile Code as an Enabling Technology for Service oriented Smartcard Middleware". In 2nd Symposium on Distributed Objects and Applications DOA'2000, University of California, Irvine, September 2000.
- [9] A. KARRAY, "Conception, mise en oeuvre et validation d'un environnement logiciel pour le calcul sécurisé sur une grille de cartes à puce de type Java", THÈSE, No d'ordre : 3724, 2008
- [10] S. Bouzeffrane, P. Paradinas - Les Cartes à puce, Sept. 2013, Hermès, pp. 350, (ISBN: 9782746239135).
- [11] Scott B. Guthery & Timothy M. Jurgensen, "Smart Card Developer's Kit".
- [12] K. Dichou, "Contribution à l'étude des cartes à puce avancées", thèse de doctorat, 2016
- [13] E. Alibi & S. Jawadi, "Conception et réalisation d'un enregistreur de données", Licence appliquée en Sciences et technique d'information et de communications (LASTIC), 2011
- [14] R. Wolfgang and E. Wolfgang, "Smart Card Handbook", third Edition, John Wiley & Sons Ed., 2003, ISBN 0-470-85668-8.
- [15] R. Wolfgang and E. Wolfgang, "Smart Card Handbook", Third Edition Kenneth Cox Smart Card Handbook Third Edition Ed. Wassenaar, the Netherlands: John Wiley & Sons, 2003.
- [16] P. GUEULLE, "PC ETCARTES A PUCE", Dunod, Paris, 2008, ISBN 2 10 0 0 3 8 8 6 9
- [17] La programmation des PICs, Seconde partie-PIC16F876/877, Rev 7, Bigonff.
- [18] [http : //www.technologuepro.com/microcontrôleur/](http://www.technologuepro.com/microcontrôleur/), "microcontrôleur", 2013.
- [19] Y. R. KHISSI KAMMOUN, "cours microcontrôleurs"

Annexe

Liste des composants électroniques utilisés

PIC 16F877

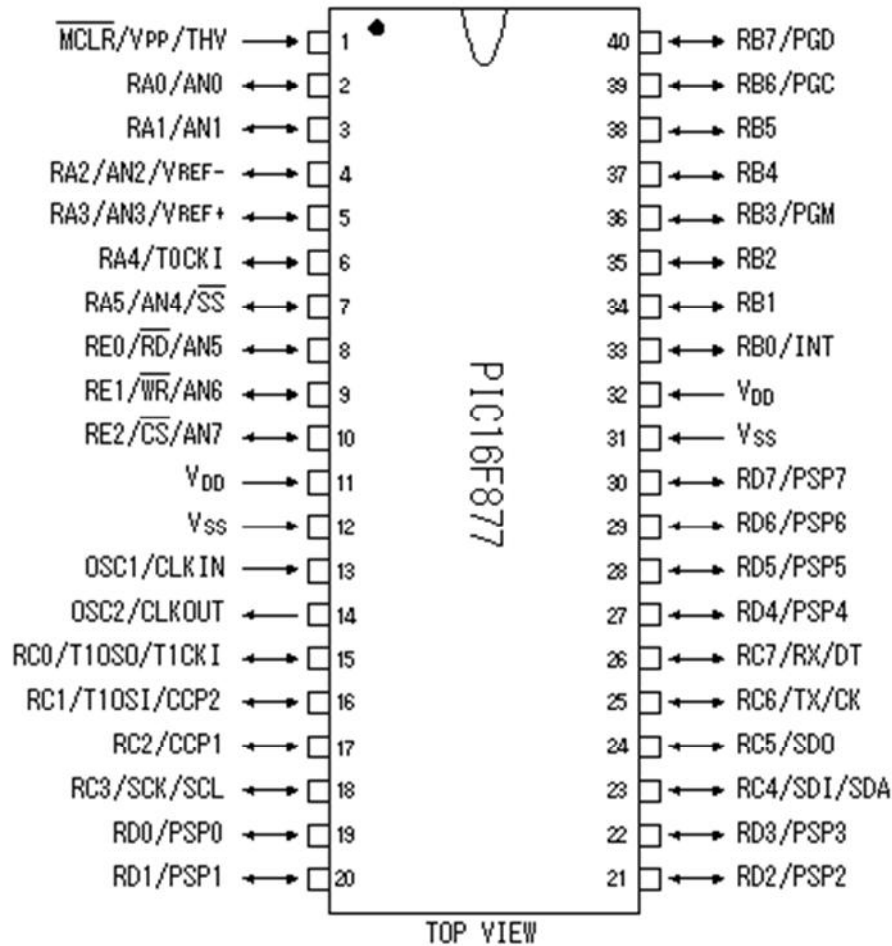


Figure : Pins Pic16F877

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

Tab : Type et taille de mémoire de PIC16F877

Annexe

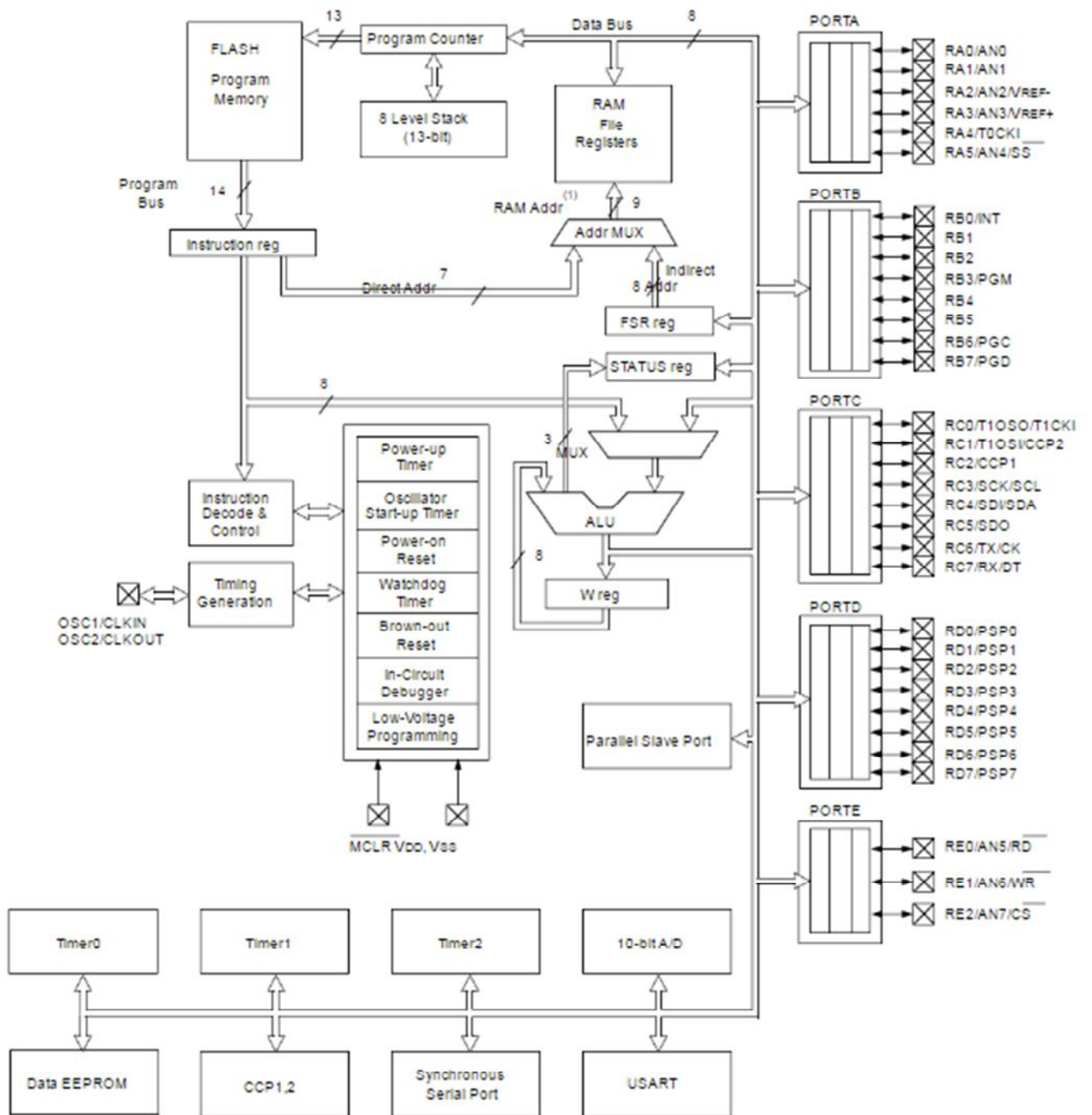
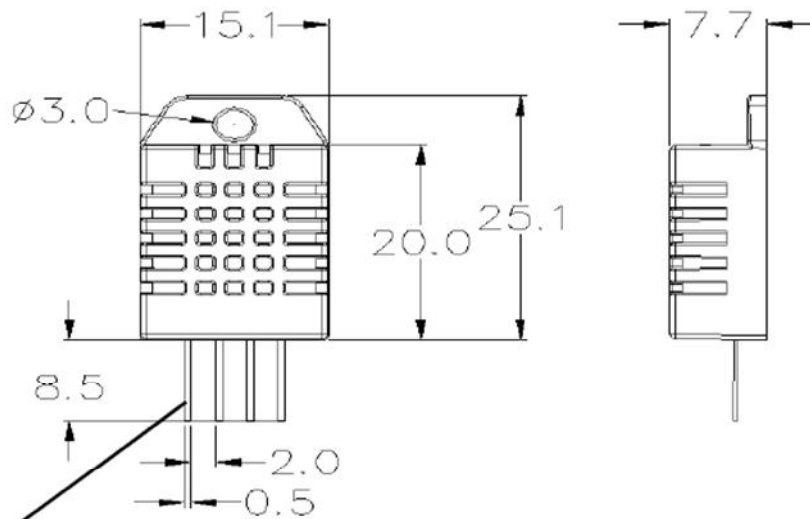


Figure : Diagramme de block PIC16F874 ET PIC16F877

Annexe

Capteur / module d'humidité relative et de température de sortie numérique AM2303
« DHT22 »



Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD----power supply
2	DATA--signal
3	NULL
4	GND

Figure : Capteur de température et d'humidité.

Annexe

Clock real time PCF8583

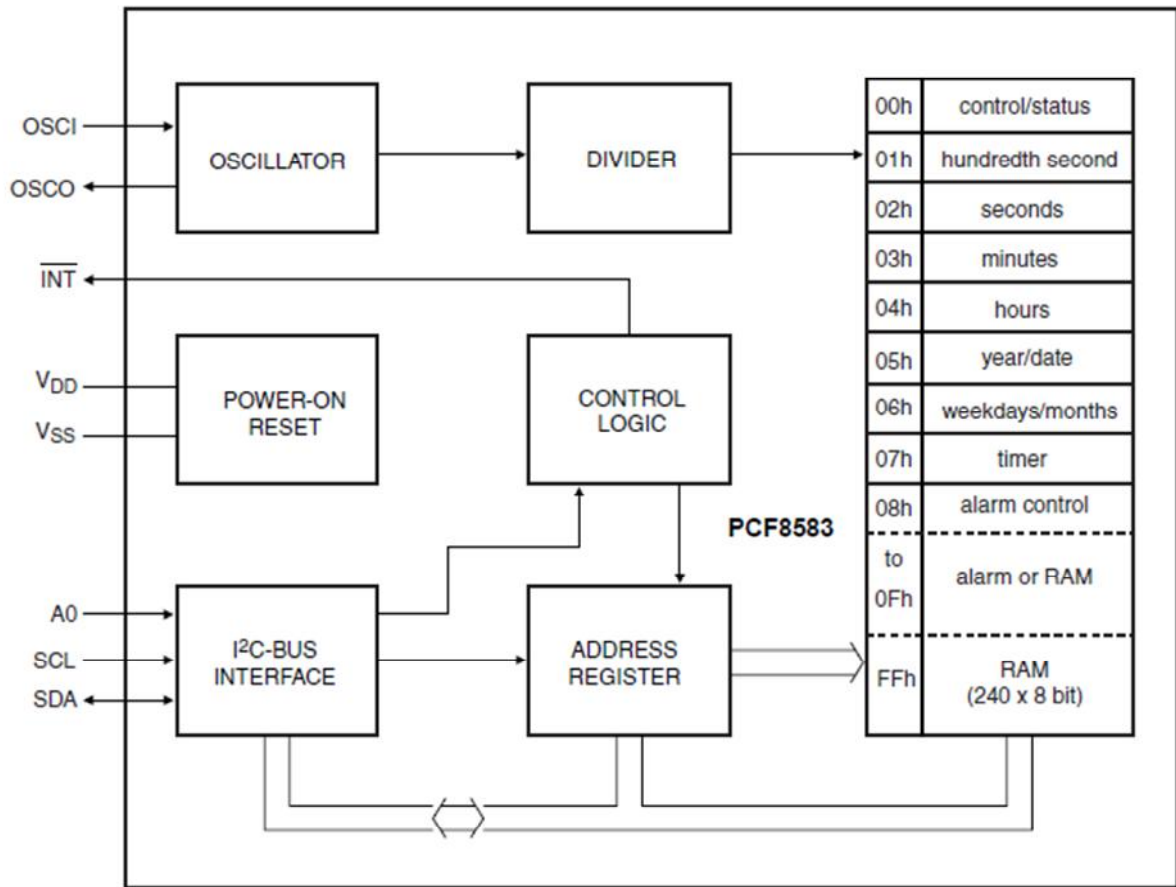


Figure : Diagramme de blocs de PCF8583

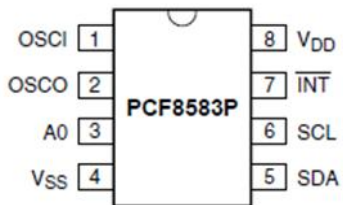


Figure : Configuration des broches

pour DIP8 (PCF8583P)

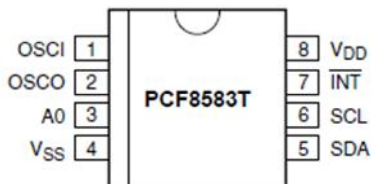


Figure : Configuration des broches pour SO8 (PCF8583T)

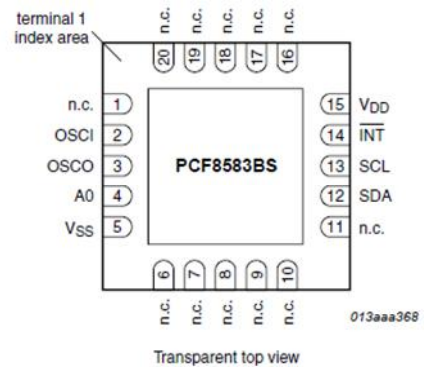


Figure : Configuration des broches pour HVQFN20 (PCF8583BS)

Annexe

L'afficheur LCD

Les afficheurs à cristaux liquides sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes. Ils sont utilisés avec beaucoup de facilité. Ils sont pratiquement les seuls à être utilisés sur les appareils à alimentation par pile.

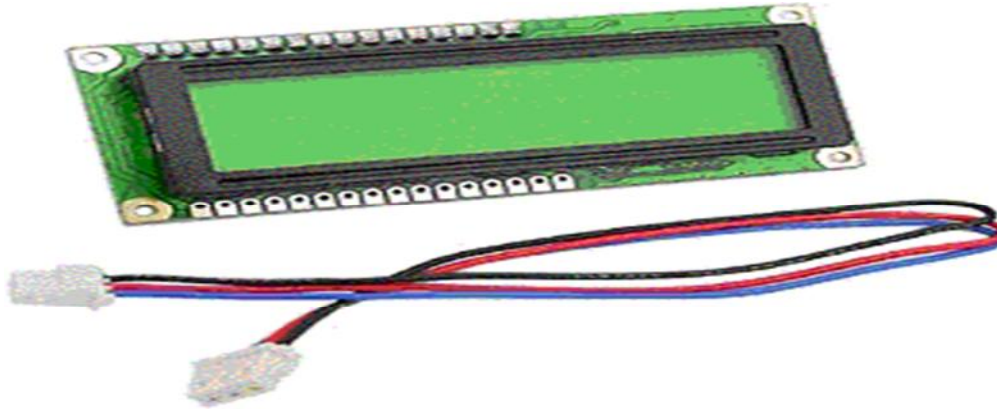


Figure : Afficheur LCD LM044L.

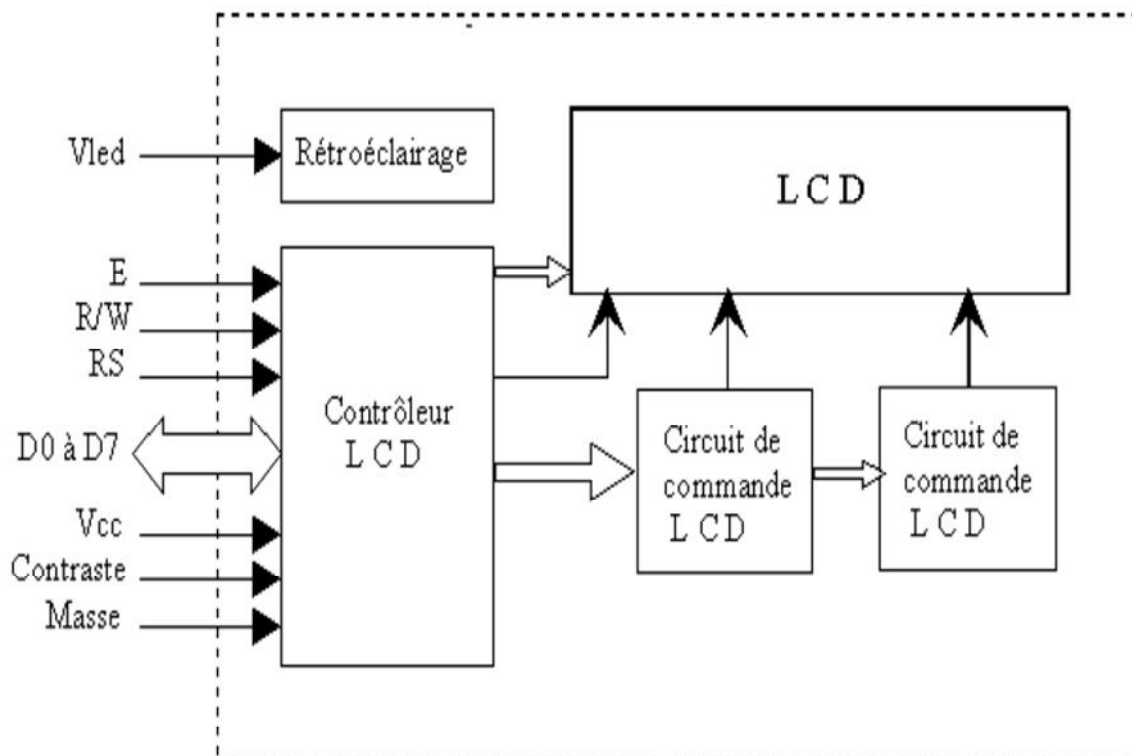


Figure : Schéma fonctionnel d'un LCD.

Annexe

SIM900 -RS232 GSM / GPRS Modem

Le modem GSM / GPRS RS232 de rhydoLABZ est construit avec SIMCOM Make SIM900 Quad-band le moteur GSM / GPRS fonctionne sur des fréquences de 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz et 1900 MHz.

Le modem ne nécessite que 3 fils (Tx, Rx, GND), sauf l'alimentation électrique pour l'interface avec microcontrôleur / hôte PC. Le régulateur de tension linéaire Low Dropout intégré vous permet de vous connecter de manière large.

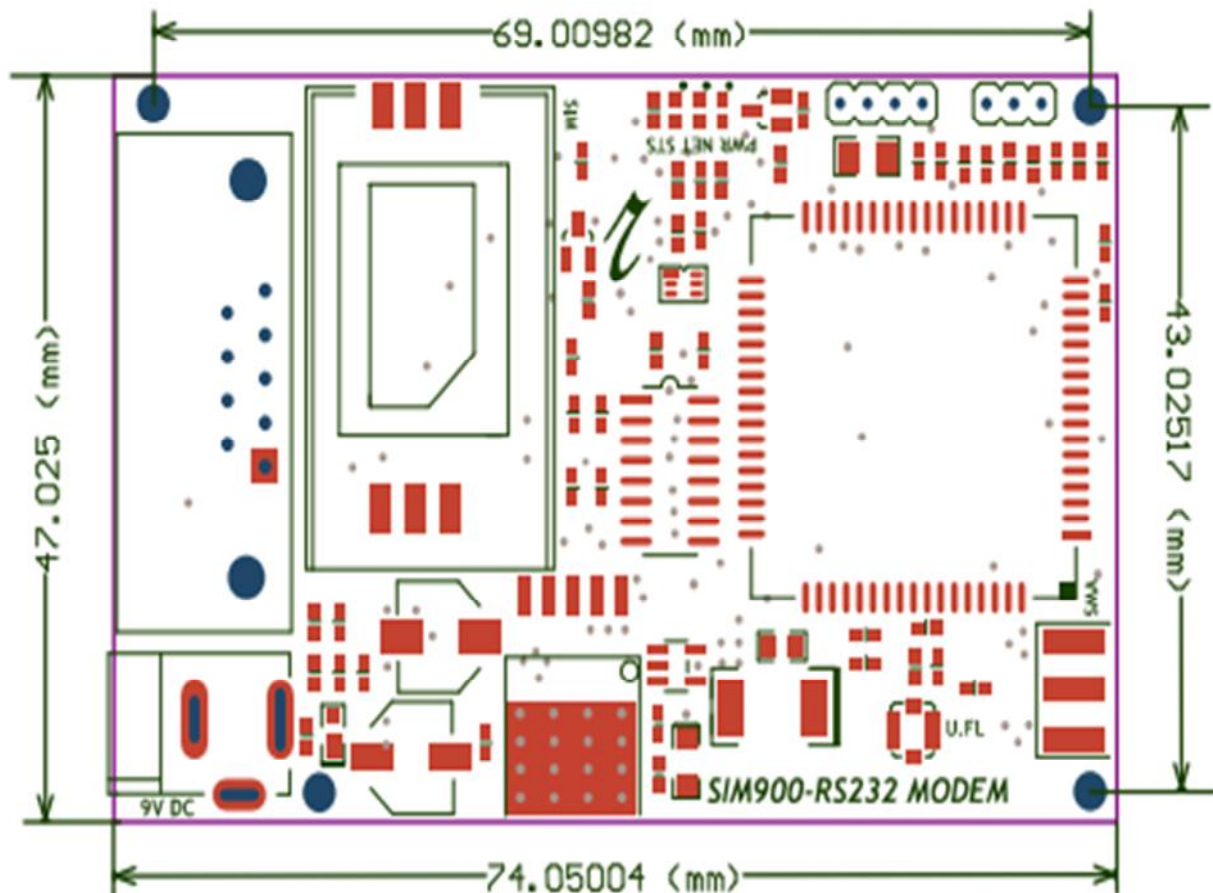


Figure : Bloc diagramme de GSM.

Annexe

CONDUCTEUR D'OSCILLATEUR CRISTAL « SN74LVC1GX04-EP »

DESCRIPTION / RENSEIGNEMENTS

X1 et X2 peuvent être connectés à un cristal ou à un résonateur dans les applications d'oscillateur. Le dispositif fournit un onduleur tampon supplémentaire (Y) pour le conditionnement du signal. L'onduleur tampon supplémentaire améliore la qualité du signal de la sortie de l'oscillateur de cristal en le faisant passer au rail.

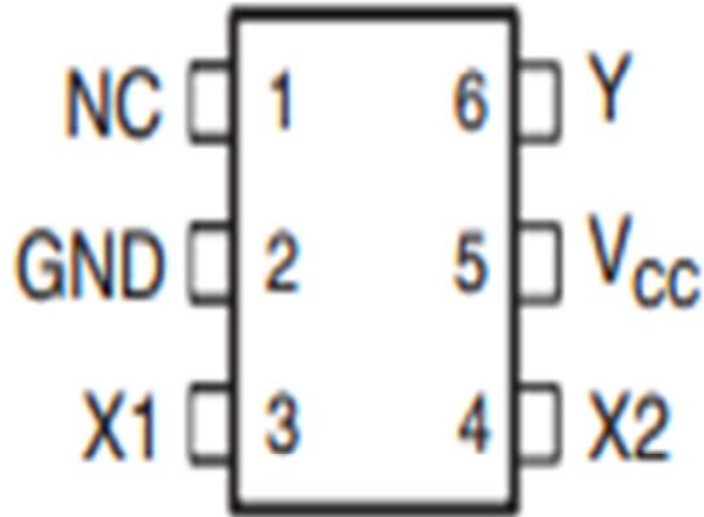


Figure : Bloc diagramme de CRYSTAL.