



N° d'ordre : .....

**UNIVERSITE DE M'SILA**  
**FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET DE**  
**L'INFORMATIQUE**

**Département d'Informatique**

**MEMOIRE**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de :**

**MASTER**

**Domaine : Mathématiques et Informatique**

**Filière : Informatique**

**Spécialité : Systèmes d'informations avancés**

**Par: Siham ZOUAOUI**

**SUJET**

**Implémentation et validation de la pile TCP/IP de  
Microchip sur un dsPIC**

**Soutenu publiquement le : 28/06/2012 devant le jury composé de :**

Mr. Adel MOUSSAOUI

Université de M'sila

Président

Mr. Marouane BENARROUDJ

Université de M'sila

Rapporteur

Mr. Foudil BELHADJ

Université de M'sila

Rapporteur

Mr. Aimad eddine DEBBI

Université de M'sila

Examinateur

**Promotion : 2011 /2012**

## Résumé

Notre travail porte sur l'implémentation et la validation sur une cible matérielle de la pile TCP/IP fournie en projet source ouvert par la société Microchip. Cette pile qui est disponible, très documentée et contient tous les protocoles utiles et nécessaires pour l'élaboration d'un projet de système embarqué interagissant avec le réseau informatique. Nous avons embarqué cette pile sur une plateforme matérielle autour du circuit microcontrôleur dsPIC30F6014A et le circuit dédié au réseau ENC28J60. Pour la validation du fonctionnement de cette pile nous l'avons exploité pour développer un système de contrôle d'accès basé sur le réseau informatique.

### Mots-clés :

la Pile TCP/IP de Microchip, dsPIC30F6014A, ENC28J60, MPLAB IDE, MPLAB C30, Proteus, MPLAB ICD2, PC, dsPICPRO4, contrôle d'accès, conception UML.

## Abstract

Our work focuses on the implementation and validation of Microchip TCP / IP stack on a material target. This stack is open source project provided by Microchip Company. It is available, free of use helpful and contains all the useful and necessary protocols for the design of embedded system board interacting with the computer network. We embarked this stack hardware platform around dsPIC30F6014A microcontroller dedicated network circuit ENC28J60. To validate the operation of this stack, we used it to develop a control access system based on the computer network.

**Keywords:** Microchip TCP/IP Stack, dsPIC30F6014A, ENC28J60, MPLAB IDE, MPLAB C30, Proteus, MPLAB ICD2, PC, dsPICPRO4, control access systems, UML design.

# Sommaire

<b>Introduction générale</b>	1
<b>Chapitre I : Les systèmes embarqués</b>	
1. Introduction.....	4
2. Définition d'un système embarqué.....	4
3. Caractéristiques d'un système embarqué.....	5
4. Architecture générale et les composants possibles d'un système embarqué.....	6
5. Développement de systèmes embarqués.....	8
6. Conclusion.....	8
<b>Chapitre II : Généralités sur le modèle OSI et la pile TCP/IP</b>	
1. Introduction.....	10
2. le modèle architectural OSI.....	10
2.1. Les sept couches du modèle OSI.....	10
3. La pile de protocoles TCP/IP .....	14
3.1. Bref historique.....	14
3.2. Le modèle TCP/IP.....	16
3.3. Caractéristique de la pile TCP/IP.....	16
3.4. Comparaison entre le modèle OSI et la pile TCP/IP.....	17
3.4.1. Couche application.....	17
3.4.2. Couche transport.....	17
3.4.3. Couche Internet .....	18
3.4.4. Couche accès réseau.....	18
4. Les différents protocoles TCP/IP.....	18
4.1. Format d'une trame Ethernet MAC 802.3 10-Base T.....	19
4.2. Le protocole ARP.....	20
4.2.1. Format du datagramme ARP.....	20
4.3. Le protocole IP.....	21
4.3.1. Format du datagramme IP.....	21
4.4. Le protocole ICMP.....	23
4.4.1. Format du datagramme ICMP.....	24
4.5. Le protocole UDP.....	25
4.5.1. Format du datagramme UDP.....	25

4.6. Le protocole TCP.....	26
4.7. Le protocole HTTP.....	28
4.7.1. Communication entre navigateur et serveur.....	29
5. Etude de cas du la pile TCPIP de Microchip.....	30
5.1. Présentation de la pile TCP/IP de Microchip.....	30
5.2. L'architecture de la pile TCP/IP de Microchip.....	31
5.3. Configuration de la pile TCP/IP de Microchip.....	32
5.4. Fonctionnement de la pile TCP/IP de Microchip.....	34
5.4.1. Initialisation de la pile .....	34
5.5. La boucle Main (super boucle).....	34
5.6. Le Multitâche coopératif.....	35
6. Conclusion.....	36

### **Chapitre III : Etude de l'environnement matériel**

1. Introduction.....	38
2. Présentation de l'environnement matériel.....	38
2.1. Description de la carte de développement dsPICPRO4.....	38
2.2. Les Microcontrôleur .....	40
2.2.1. Définition d'un PIC.....	41
2.2.2. Définition d'un dsPIC.....	41
2.3. Interface Série pour périphérique.....	41
2.3.1. Fonctionnement de protocole SPI.....	42
3. Programmation de la carte dsPICPRO4.....	43
3.1. Moyens et outils utilisés .....	43
3.1.1. Environnement de développement.....	43
3.1.2. Le compilateur MPLAB C30.....	45
3.1.3. L'outil de simulation Protus.....	46
3.2. Configuration de la pile TCP/IP de Microchip.....	46
3.2.1. Configuration de la pile à l'aide du fichier HardwareProfile.h.....	47
3.2.2. Configuration de la pile à l'aide du fichier TCPIPConfig.h.....	47
3.2.3. Programmation du fichier BerkeleyTCPClientDemo.c.....	49
3.2.4. Le fichier MainDemo.c.....	49
3.2.4.1. Algorithme de maindemo.c.....	49
4. Conclusion.....	50

## **Chapitre IV : Conception et réalisation d'un système de contrôle d'accès**

1. Introduction.....	52
2. Description du système de contrôle d'accès mise en œuvre.....	52
2.1. protocole de communication utilisé.....	53
3. Environnement de travail.....	54
4. Conception du système.....	54
4.1. Identification des acteurs.....	55
4.2. Diagramme de cas d'utilisation.....	55
4.3. Diagramme de séquence.....	56
4.4. Diagramme d'état –transition.....	61
<b>Conclusion.....</b>	<b>64</b>

# Introduction Générale

Les systèmes embarqués, qui peuvent être vus comme des systèmes mélangeant électronique et informatique ayant un fonctionnement autonome, ont envahi notre vie au quotidien. Ce sont des dispositifs intelligents qui ont des puissances de calcul de plus en plus grandes, et dont les moyens de communication leur permettent d'interagir avec le monde environnant. Ces objets communicants, des plus petits « étiquettes électroniques dites TAG placées sur des objets » jusqu'aux plus gros « satellites », en passant par les téléphones portables, appareils électroménagers, consoles de jeux vidéo, automobiles, etc.... Ces objets sont le plus souvent soumis à des contraintes fortes, de cout, de fiabilité et de sécurité (dispositifs d'atterrissage automatique en avionique), de consommation énergétique (gestion de la batterie), de réponse en temps réel. Ils sont munis des capteurs, d'actionneurs, d'écrans tactiles et de dispositifs de communication reliés à un microcontrôleur ou un microprocesseur qui fonctionne avec un système d'exploitation temps réel.

L'interaction avec les systèmes embarqués est généralement obtenue en raccordant ces appareils à un réseau informatique. Les protocoles de la pile TCP/IP utilisés pour la communication à travers l'Internet sont relativement complexes et difficile à maîtriser.

L'objectif de ce travail est d'étudier, d'implémenter la pile TCP/IP de Microchip sur un dsPIC et de développer un système de contrôle d'accès simple, basé sur PC, pour but de validation.

Pour ce faire, nous avons divisé le travail en deux parties : la première partie consiste à configurer et embarquer la pile TCP/IP de Microchip sur un microcontrôleur dsPIC30F6014A en utilisant la carte de développement dsPICPRO4.

La deuxième partie est consacrée à la validation du fonctionnement de la pile sur un système simple de contrôle d'accès permettant le contrôle d'ouverture d'une porte par une carte sans contacts.

Ce mémoire est formé de quatre chapitres, à travers lesquels nous décrivons le travail effectué pour la conception et la réalisation de notre système:

Dans le premier chapitre, nous commençons par une définition des systèmes embarqués. Nous donnons les différentes caractéristiques qui paraissent importantes, et décrivons leur Architecture générale.

Dans le deuxième chapitre, nous donnons quelques généralités sur le modèle OSI et ce protocole TCP/IP, tout en présentant la pile TCP/IP de Microchip.

Dans le troisième chapitre, Nous focalisons notre travail sur la présentation de l'environnement matériel et la description de la carte de développement dsPICPRO4. En plus, les outils et les moyens utilisés pour la configuration de la pile TCP/IP de Microchip est donnée.

Le chapitre 4 est consacré aux tests et validation du bon fonctionnement de la pile. La conception et la mise en œuvre d'un système simple de contrôle d'accès est aussi entamée.

Finalement, nous clôturons ce mémoire par une conclusion et des perspectives.



# Conclusion

Nous pouvons dire que l'objectif qui a été visé au départ, consistant en l'étude et l'implémentation de la pile TCP/IP de Microchip sur un dsPIC et le développement d'un système de contrôle d'accès simple a été plus ou moins atteint par l'aboutissement de ce modeste travail qui, nous espérons, reflétera la richesse des notions et des connaissances acquises lors de son élaboration.

Le travail dans le domaine de systèmes embarqués exige la maîtrise de plusieurs notions techniques aussi bien dans le domaine de l'électronique et celui de l'informatique, ce qui a nous donné l'occasion de découvrir le protocole de communication série, la programmation bas niveau par MPLAB, les techniques nécessaires pour l'utilisation des microcontrôleurs dans les montages électroniques.

En effet malgré les grosses difficultés que nous avons rencontré, nous citons : le manque de ressource dans ce domaine et le peu de temps consacré à cette étude, nous pouvons dire que nous avons très bien profité de ce travail et qu'en toutes circonstances, nous avons appris beaucoup de choses : le fonctionnement des protocoles Internet dans le détail, Cela nous a permis d'acquérir beaucoup de connaissances dans le domaine des réseaux, les compétences acquises dans le domaine de la Sécurité civile « les systèmes de contrôle d'accès » et ses technologies, la maîtrise et le savoir-faire dans le domaines de simulation avec Proteus, ainsi que beaucoup d'autres connaissances concernant le milieu du système embarqué qui sont des atouts très précieux que nous estimons avoir bien assumé .

Enfin, nous ne prétendons guère avoir contourné tout le sujet, plusieurs améliorations et ajouts peuvent être apportés tels que l'utilisation de protocole ICMP, DNS, implémentation d'un algorithme de cryptage pour le traitement efficace de communication, l'installation des capteurs et des détecteurs contre l'incendie et l'intrusion, autorisation d'accès selon l'heure, Instantanéité de la mise à jour des droits d'accès, Base de données des journaux d'événements téléchargeable ...plusieurs choses que nous espérons réaliser au futur et qui reste également à la portée de certains qui pourraient être intéressés dans le cadre d'un projet de fin d'études ou autre.

Toutefois, nous pouvons dire que nous sommes satisfaits de nos résultats et souhaitons qu'il soit bien valorisé.

## Bibliographie

- [1] Pham Viet Hung , « Système Embarqué », 2005
- [2] Patrice KADIONIK, « Les Systèmes embarqués, Linux pour l'embarqué »,2003
- [3] François Laissus, « Cours d'introduction à TCP/IP », 20 février 2005
- [4] Pierre-Alain Goupille, « TECHNOLOGIE DES ORDINATEURS ET DES RÉSEAUX »,8e édition
- [5] Frédéric Jacquenod, « Normalisation des réseaux »,03 janvier 2008
- [6] Laurent Signac ,« Réseaux : Tcp/Ip, Internet, sécurité »
- [11] «Démarrer avec les outils de développement de Microchip »
- [13] Microchip Technology, « Microchip TCP/IP StackHelp »,2011
- [14] Microchip Technology, “The Microchip TCP/IP Stack”,2008, AN833
- [15] Mathieu Lemoine, « Le Protocole http »,2006
- M. Simmons,« Ethernet Theory of Operation »,2008, AN1120
- « PIC24FJ128GA010 FamilyData Sheet », 2007, 39747D
- Abdul Rafiq,« Microchip TCP/IP Stack with BSD Socket API»,2007, AN1108
- « dsPIC30FFamily Reference Manual », 2006, 70046E
- « ENC28J60Data Sheet », 2006, 39662B
- « dsPIC30F6011A/6012A/6013A/6014A Data Sheet»,2006, 70143C
- « dsPICPRO4 user manual»

## Webographie

- [7] <http://www.lextronic.fr/P1888-starter-kit-dspic-pro4.html>
- [8] [http://clubelek.insa-lyon.fr/joomla/fr/Base\\_de\\_connaissances/electronique/initiation\\_au\\_micro-controleur.php](http://clubelek.insa-lyon.fr/joomla/fr/Base_de_connaissances/electronique/initiation_au_micro-controleur.php)
- [9] [http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki\\_reference\\_arduino/pmwiki.php?n=Main.LibrairieSPI](http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n=Main.LibrairieSPI)
- [10] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Serial\\_Peripheral\\_Interface](http://fr.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface)
- [12] <http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php>