

Initiation à la conception et réalisation d'un réseau de capteurs intelligent : Maison Intelligente

M. Tabaa^a, K. Alami^a, A. Dandache^b, Z. Benabbou^a, B. Chouri^a, K. Bousmar^a

^a LPRI, Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche et Innovation, EMSI, Casablanca
Maroc

^b LGIPM, Laboratoire de Génie Industriel de Production et Maintenance, Université de
Lorraine, Metz France

med.tabaa@gmail.com , abbas.dandache@univ-lorraine.fr

Ce papier présente un travail pédagogique sous forme d'un projet centré sur la conception et la réalisation d'un réseau de capteurs intelligent sous forme d'une maison intelligente, avec pour objectif la réalisation d'une maquette didactique. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre de la formation GSI (Génie des Systèmes Industriels) délocalisée au Maroc dans le cadre de la collaboration d'enseignement et de recherche entre l'université de Lorraine et l'EMSI, ainsi que la formation continue au sein de l'EMSI (Ecole Marocaine des sciences de l'Ingénieur) à Casablanca Maroc pour les filières Génie industriel, Automatisme Informatique Industriel et Réseau & Télécom.

I. Introduction

Les progrès technologiques de ces dernières années ont permis d'augmenter les possibilités de la conception des réseaux de capteurs dans plusieurs domaines à savoir : la santé, l'agriculture, maritime, domotique. Spécialement pour ce dernier, il est possible aujourd'hui de gérer la plupart des fonctions à partir d'un Smartphone, en intervenant sur toute la partie électronique d'une habitation : sécuriser la porte, ouvrir et fermer des volets à distance, contrôle d'éclairage, réglages des alarmes, vues des caméras de sécurité, contrôle du chauffage, reconnaissance vocal et autres. Par définition, une maison intelligente est un ensemble d'objets connectés entre eux et contrôlés par un système de base : microcontrôleur, FPGA ou réseau sur Puce « NoC ». Assurant diverses fonctions (éclairage, multimédia, chauffage et climatisation, volets, sécurité...). Ces nouvelles orientations permettent non seulement d'accroître les services à la personne ou le confort à domicile mais aussi de mieux gérer la consommation d'énergie et d'optimiser des ressources partagées. Ce domaine promoteur permettra aux étudiants de se familiariser avec l'ensemble des détails de la conception d'un réseau de capteurs intelligent dédié à la domotique, de gérer la partie commande, et la partie sécurité mais aussi la mise en place d'un concept de base (EMSI SMART HOUSE).

L'objectif principal de ce projet reste dans un premier temps pédagogique afin d'initier les étudiants des années préparatoires et mêmes de cycle d'ingénierie à la conception, réalisation et implantation d'un réseau de capteurs intelligent capable à superviser une maison, la commande et l'affichage de l'état de son environnement en temps réel. Nous avons utilisé un concept de réalisation simple basé sur un microcontrôleur ATMEL SAM3X8E ARM Cortex-M3. Les aspects fonctionnels concernent la commande d'un réseau de capteurs fiable et en temps réel, et les aspects

matériels consistent en la familiarisation avec la programmation des microcontrôleurs en termes d'étude et implantation, mais aussi les outils et matériels de découpage et impression 3D disponible au niveau d'un FABLAB interne à l'EMSI Casablanca . Ce projet a permis aux étudiants d'élargir leurs compétences en conception et réalisation, leur capacité d'implantation sur des microcontrôleurs mais aussi d'approfondir leurs compétences en ce qui concerne les outils de fabrication : découpage laser & impression 3D.

II. Les étapes de réalisation d'une maison intelligente

Maison intelligente

Grace au développement technologique dans plusieurs domaines tels que l'électronique, l'informatique, la physique, internet des objets et autres, la domotique a pris une nouvelle orientation. Ce domaine d'application a vu le jour dans les années 80 avec la vague de la miniaturisation des composants électroniques. Cette évolution des systèmes électroniques a exigé deux stratégies nécessaires à savoir : une performance élevée et une énergie basse.

Aujourd'hui, ce concept de domotique a permis d'ajouter de l'intelligence à notre vie quotidienne, d'où l'orientation vers la maison intelligente. Cette dernière consiste en l'automatisation et la centralisation des différents objets de la maison afin d'assurer le contrôle, la surveillance, aide des personnes âgées et autres. Une maison intelligente consiste à placer des objets ou capteurs à l'intérieur et à l'extérieur pour constituer une base d'informations (température interne et externe, luminosité, capteur de gaz, force du vent, ...), et les centralisées vers un système d'affichage et enregistrement permettant à l'utilisateur de vérifier des différentes données.

L'objectif principal de ce projet est d'initier les étudiants de l'EMSI ainsi que ceux en collaboration avec l'université de Lorraine à la conception et réalisation d'un réseau de capteurs intelligent sous forme d'une maison intelligente.



Fig.1 Maison intelligente : EMSI SMART HOUSE

Système de commande

Toute action réalisée par "EMSI SMART HOUSE" ne peut être exécutée qu'avec la permission d'un système de commande intégré dans un petit composant électronique appelé "Arduino". Nous rappelons qu'il existe plusieurs types de cartes Arduino. Les plus connues sont : la carte Uno, Due, Mega ... etc. Nous avons utilisé une carte de type "Arduino due", car elle est performante, pratique, facilement programmable et donne la possibilité de brancher plusieurs composants électroniques grâce à ses connexions multiples (pins).

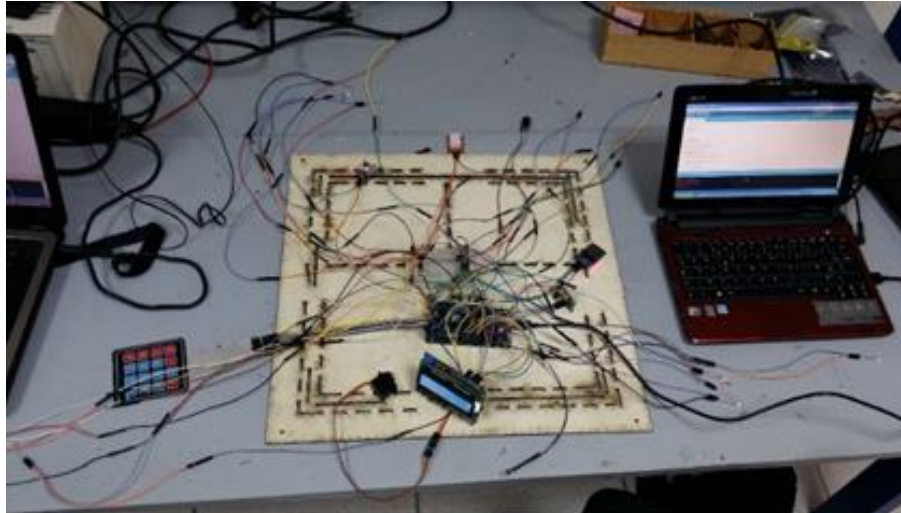


Fig.2 Vue sur le système de commande

Une fois que tous les composants électroniques sont bien connectés à la carte Arduino, un programme informatique est téléchargé obligatoirement pour assurer la bonne communication du système. Alors pour réaliser un programme quelconque il faut d'abord télécharger l'outil de programmation en consultant le lien suivant : www.arduino.cc/en/Main/Software, ensuite écrire le code en langage C ou C++ de la manière suivante :

```
//déclaration des variables
void setup() //fonction d'initialisation de la carte
{
//contenu de l'initialisation
}
void loop() //fonction principale qui se répète à l'infini
{
//contenu de votre programme
}
```

Système de communication

Le système de commande déjà présenté dans la partie précédente va nous permettre de manipuler l'ensemble des objets connectés dans notre réseau de capteurs. Nous avons choisi un nombre important de capteurs qui vont nous servir à commander efficacement notre système. Ce système de communication assure quatre fonctionnalités à savoir :

- la fonction d'affichage qui donne la date, l'heure, la température indoor et Outdoor mais aussi d'autres informations,
- la fonction d'ouverture et fermeture, qui permet d'ouvrir la porte d'entrée avec un code tapé sur le clavier matriciel. Une fois ouverte, la porte se referme automatiquement après cinq secondes, cette fonction pouvant également faire monter ou descendre le rideau à l'aide d'un bouton poussoir,
- la fonction de la sécurité qui assure dans un premier temps l'activation et la désactivation de l'alarme à clavier matriciel. Ainsi deux scénarios ont été

- proposés pour lesquels l'alarme est déclenchée automatiquement : le premier c'est au moment d'une détection d'une infiltration d'un voleur, la deuxième est lors de la détection d'une fuite de gaz où les rideaux s'ouvrent automatiquement pour dégager le gaz,
- la fonction d'éclairage automatique d'un endroit de la maison (salon/cuisine/chambre à coucher/ toilette + salle de bain). Pour ceux-ci nous avons prévu deux scénarios pour allumer ou éteindre les lumières à l'aide des boutons poussoirs à savoir : allumer automatiquement les lampes de l'extérieur pour éclairer la maison quand il fait sombres et inversement.

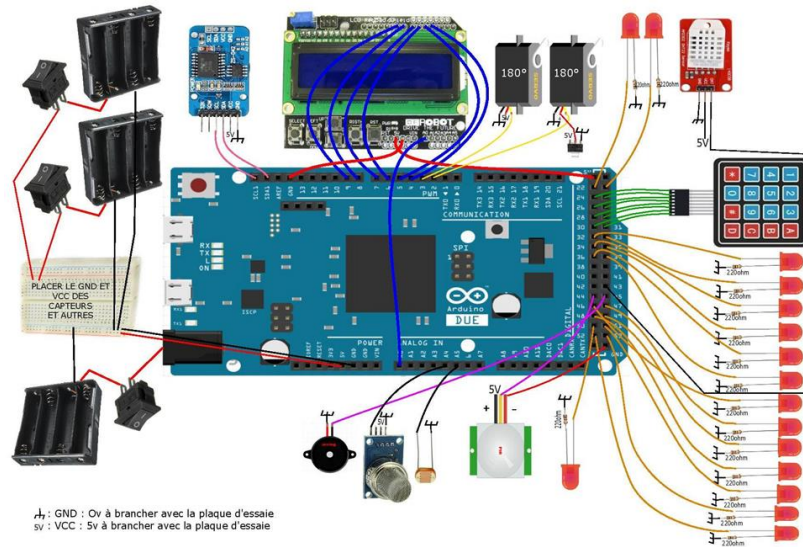


Fig.3 Schéma électrique

Decoupage et impression 3D

Nous avons commencé par dessiner la structure principale de la maquette, c'est-à-dire les murs et le sol. Pour ce faire, nous avons utilisé le logiciel Inkscape qui permet de construire le plan d'un cube ou d'un rectangle dans le but d'être découpé dans un matériel adéquat. Ensuite il faut enregistrer le travail en format DXF pour pouvoir être lu par la découpeuse après avoir converti le fichier DXF en fichier RD grâce au logiciel RD WORKS. Ci-dessous, le plan de la maquette qui a été conçue en utilisant comme matériel un panneau contreplaqué avec une épaisseur de 3,2mm et découpé au laser.

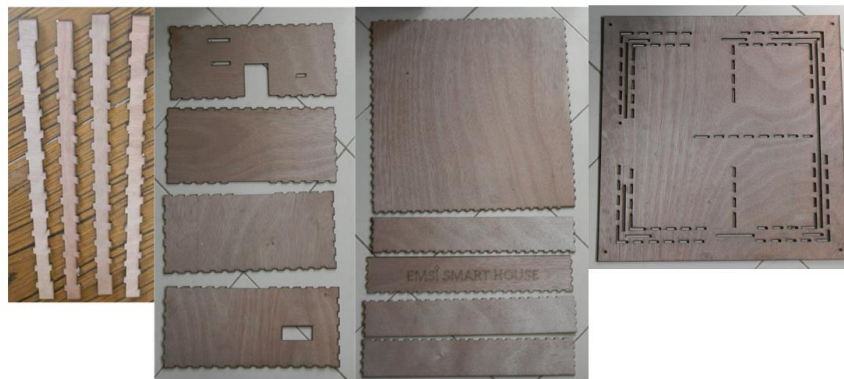


Fig.4 Plan de la maquette

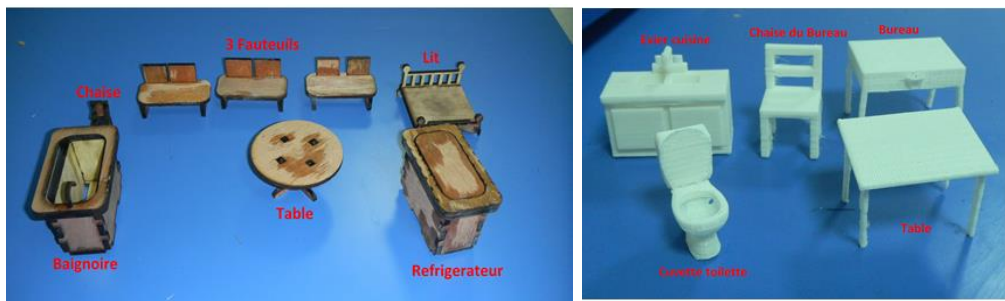


Fig.5 Éléments imprimés en 3D

III. Implantation

Ce projet s'est déroulé en trois parties, ce qui assure aux étudiants une maîtrise totale de chaque étape de conception et réalisation d'un réseau de capteurs sous forme d'une maison intelligente :

- la première étape consiste à comprendre les principes d'un élément capteur et d'un système réseau de capteurs ainsi que les problèmes de réalisation liés à un champ d'application domotique. Nous avons utilisé dans ce cadre un concept basique de maison commandée par un simple utilisateur. Ce qui donne aux étudiants l'opportunité de se focaliser sur l'impact du choix des composants dans les différentes étapes de conception,
- la deuxième étape vise plus particulièrement la programmation d'un microcontrôleur et l'impact des composants « Capteurs » utilisés sur l'ensemble du système communicant afin d'extraire la majorité d'informations liée à la maison et son environnement. Ceci donne à l'étudiant la possibilité de faire communiquer un capteur mais aussi la possibilité de le commander dans un environnement de réseau de capteurs,
- la troisième étape porte sur une l'étude du concept maison réel, qui commence par un dessin 3D suivi par deux outils de fabrication le découpage en laser du croquer de base et l'impression 3D des éléments de la maison.

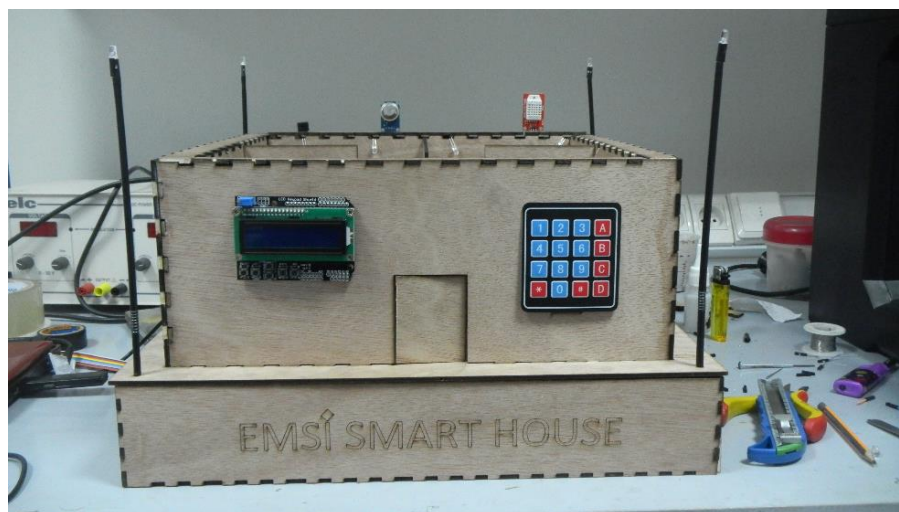


Fig.6 Maquette Maison intelligente

IV. Conclusion

Ce projet a permis aux étudiants de se familiariser avec un domaine très prometteur à savoir les réseaux de capteurs sans fils. Nous avons choisi comme application une maison intelligente, ce qui donne au projet une orientation vers un sujet d'actualité. Le choix technique de matériel a été simple et basé sur un système de commande microcontrôleur assurant une interaction avec un ensemble d'objets communicants. Une étape de fabrication d'une maison réelle via la découpeuse et imprimante 3D a donné l'opportunité de réaliser physiquement son propre concept. Ce projet a permis aux étudiants une maîtrise totale de l'ensemble des étapes de la réalisation d'un réseau de capteurs sous forme d'une maison intelligente. Comme perspective, nous travaillons à connecter la maison et l'ensemble des objets à distance. Dans cette optique, l'IoT (l'internet des objets) reste une piste prometteuse.

Remerciements

Nous tenons à remercier les directeurs du groupe EMSI Maroc pour leurs soutiens, ainsi que les collaborateurs de l'université de Lorraine laboratoire LGIPM pour l'échange scientifique dans le cadre de la convention d'enseignement et accompagnement à la recherche scientifique.

Références

1. Mateusz Grabowski, Grzegorz Dziwoki, The IEEE Wireless Standards as an Infrastructure of Smart Home Network, *Communications in Computer and Information Science*, **39**, pp 302-309, computer networks, Springer 2009.
2. Micheal Schiefer, Smart Home Definition and Security Threats, *2015 Ninth International Conference on IT Security Incident Management & IT Forensics (IMF)*, 18-20 may 2015.
3. Freddy K Sentoso, Nicholas C H Vun, Securing IoT for smart home system, *IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE)*, 24-26 June 2015.