



RÉPUBLIQUE DU BÉNIN



UNIVERSITÉ D'ABOMEY - CALAVI (UAC)

ÉCOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY - CALAVI (EPAC)

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

UE : PROJETS

CONCEPTION D'UN SYSTEME DE CONTROLE D'ACCES PAR CARTE RFID

Etudiants

AKAKOTO Boris Marius

AMOUSSOU Zinsou Kenneth

Professeur

Dr SOGBOHOSSOU Médésu

2016 - 2017

Table des matières

1	Résumé	3
2	Abstract	3
3	Introduction	4
4	Problématique	4
5	Objectifs.....	5
6	Introduction au RFID	5
6.1	Classification des tags	5
6.2	Les composants d'un système RFID	6
6.3	Le couplage tag RFID / lecteur RFID	8
7	Matériel et méthode	8
7.1	Le module RFID MFRC522.....	9
7.2	Le module MPR121.....	10
7.3	Les librairies Arduino	11
7.4	LabVIEW et Access	11
8	Résultats et discussions.....	11
8.1	Le code du microcontrôleur	11
8.2	Discussion	14
9	Conclusion	15
10	Références bibliographiques.....	16

1 Résumé

Afin de sécuriser un lieu, un laboratoire ou une salle dans une industrie, il est important de trouver la bonne façon de procéder. Un module électronique d'identification par Radio Fréquence est la solution adoptée dans ce projet de contrôle d'accès d'une salle. Développer autour du microcontrôleur Arduino, le système conçu nous avons sera connecté à un ordinateur muni d'une l'application pour vérifier l'autorisation d'une personne. Ceci est effectué par l'intermédiaire d'un badge (contenant un code unique) ; l'accès au local est autorisé ou non en fonction de ce code. Deux diodes électroluminescentes (l'une rouge et l'autre verte) servent de témoin pour savoir si l'accès est autorisé ou non. Le verrouillage du local est assuré par une gâche électrique

Mots clés : *RFID – Contrôle d'accès – LabVIEW – Base de données*

2 Abstract

In the purpose of securing a place, a laboratory event a room in industry, it is important to find out the right way to do so. Electronics module of Radio Frequency Identification (RFID) is the method used in this project to control access to a specific room. Based on an Arduino board, the system we build, will be connected to a computer with a software application to check the credential of a user via his tag's information and then grand access or not to a room. Two light emitting diode (red one and green one) are used to inform the user whether or not access is granted. The protected room is locked by an electric trowel.

Key words: *RFID – Access control – LabVIEW - Database*

3 Introduction

Dans le cadre du cours de « Projet » au second semestre du département de Génie Electrique, nous avons reçu le projet de contrôle d'accès par une carte RFID.

Selon la pyramide des besoins d'Abraham Maslow, le besoin de sécurité est d'une importance capitale pour l'Homme. Sécurisé un local, une salle, un laboratoire peut être réalisé par plusieurs moyens plus ou moins complexe les uns que les autres en fonctions du niveau de sécurité désiré.

Cependant, la sécurité est une chose, le contrôle d'accès apporte un petit plus. En effet, dans un système de contrôle d'accès, il y a restriction sur les personnes autorisé à accéder à un local mais aussi, il est possible de connaitre qui a eu accès audit local et à quel moment.

Le présent projet exploite les modules RFID basé sur le circuit intégré de communication sans contact à 13,56MHz [4] de la firme NXP et le module de clavier tactile basé sur le circuit intégré MPR121 [5].

4 Problématique

Le contrôle d'accès est une application assez courante dans assez d'entreprise, laboratoire, etc. Ainsi pour le contrôle d'accès, certains prennent des gardiens qui enregistrent les entrées dans un registre avec vérification de carte d'identité. Cette méthode engendre très rapidement un nombre conséquent d'archive à gérer. Et la vérification d'une information relative à une personne devient très compliquée ; il faut parcourir chaque ligne des registres d'archives. Ceci est encore plus compliqué lorsqu'on ne peut pas réduire l'information recherché dans un petit intervalle de temps.

Une autre méthode de contrôle d'accès est l'identification par emprente digital. C'est déjà une amélioration par rapport au registre et offre l'avantage de recherche informatisé d'une information. Cependant, lorsque le nombre de

personne ayant accès au local est important, cela devient rapidement un goulot d'étranglement. Les empreintes résiduelles des personnes précédente rend l'identification des nouveaux arrivant plus difficile et requiert un nettoyage continue de la surface du capteur biométrique.

Ainsi, il faut trouver une solution alternative qui garantit la sécurité d'un local, permet le contrôle des accès et en même temps peut gérer un flux important de personne. Le présent projet se range dans ce cadre et s'intitule :

« Contrôle d'accès par module RFID »

5 Objectifs

L'identification par radio fréquence de son terme anglais RFID (Radio Frequency IDentification) est un atout majeur dans le contrôle d'accès d'un local à trafic important. Dans la conception de notre système, les objectifs atteindre se présente comme suit :

- Autoriser l'accès à un local par vérification du code d'un « Tag »
- Ajouter de nouveau utilisateur par entrée d'un mot de passe
- Enregistrement des utilisateurs dans une base de données

6 Introduction au RFID

La radio-identification, le plus souvent désignée par le sigle RFID (de l'anglais radio frequency identification), est une méthode pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « radio-étiquettes » (« RFID tag » ou « RFID transponder » en anglais). [6]

6.1 Classification des tags

Il existe plusieurs critères de classification des tags RFID. Une première classification possible des tags ou étiquettes RFID est basée sur la présence ou non d'une puce électronique. La deuxième classification est basée sur la

présence ou non d'un émetteur RF puis le troisième critère de classification est basé sur la classe d'appartenance du tag. [7]

En se basant sur le deuxième critère de classification, on peut citer :

- Le tag RFID passif : c'est un tag qui rétromodule l'onde issue de l'interrogateur pour transmettre des informations. Il n'intègre pas d'émetteurs RF. Le tag passif utilise généralement l'onde (magnétique ou électromagnétique) issue de l'interrogateur pour alimenter le circuit électronique embarqué.
- Le tag RFID passif assisté par batterie (BAP Battery Assisted Passive) : il comporte une alimentation embarquée (piles, batteries...). Cette dernière n'est pas utilisée pour alimenter un émetteur puisque le principe de communication reste la rétromodulation (comme pour le tag passif), mais pour alimenter le circuit électronique du tag ou tous autres circuits ou capteur connecté au circuit de base. Cette alimentation permet, en théorie, d'améliorer les performances. Ce tag est largement utilisé pour des applications nécessitant une capture d'information (température, choc, lumière, etc.) indépendante de la présence d'un interrogateur.
- Le tag RFID actif : c'est un tag qui embarque un émetteur RF. La communication avec l'interrogateur est donc de type pair à pair. Ce tag embarque généralement une source d'énergie.

6.2 Les composants d'un système RFID

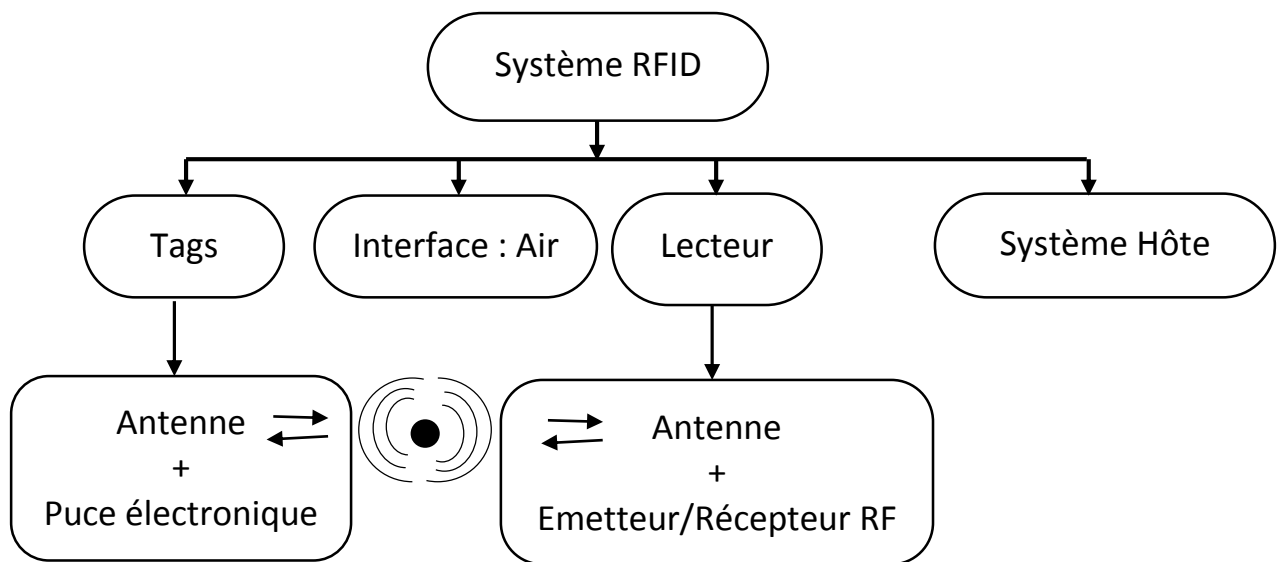


Figure 1 : Les composants d'un système RFID

Système RFID : Un système RFID (Radio Fréquence Identification) se compose de tags (aussi nommés étiquettes, marqueurs, transpondeurs, identifiants...) et d'un ou plusieurs interrogateurs (aussi nommés coupleurs, base station...).

Interrogateurs RFID : Ce sont des dispositifs actifs, émetteurs de radiofréquences qui vont activer les tags qui passent devant eux en leur fournissant l'énergie dont ils ont besoin pour fonctionner. Outre de l'énergie pour l'étiquette, l'interroqueur envoie des commandes particulières auxquelles répond le tag. L'une des réponses les plus simples possibles est le renvoi d'une identification numérique. La fréquence utilisée par les interrogateurs est variable selon le type d'application visé et les performances recherchées. Ces dernières sont détaillées dans la partie « Gammes de fréquences »

Tag RFID : C'est un dispositif récepteur, que l'on place sur les éléments à tracer (objet, animal...). Ils sont munis d'une puce contenant les informations et d'une antenne pour permettre les échanges d'informations.

Middleware : un système dont la fonction est d'assurer la gestion des données, des interrogateurs et de transférer les informations ad hoc aux applications de plus haut niveau.

Interface : L'interface est le support de transmission de l'énergie et des données. Dans le cadre des systèmes RFID, il s'agit de l'air.

6.3 Le couplage tag RFID / lecteur RFID

La liaison entre tag et interrogateur se réalise par :

Couplage magnétique dans le cas d'un champ proche (quelques cm à 1,5 m). L'interrogateur utilise alors des LF (Basses Fréquences) ou des HF (Hautes Fréquences). Les antennes sont alors constituées de boucles inductives. Couplage électrique dans le cas d'un champ lointain (jusqu'à 6m). L'interrogateur utilise alors des UHF (Ultra Hautes Fréquences) ou des SHF (Super Hautes Fréquences). Les antennes de base sont alors des dipôles ou des patches.

7 Matériel et méthode

Le système d'identifications et de contrôle d'accès par carte RFID est basé principalement sur le module RFID de MFRC522. Le *tableau 1* présente la liste complète des matériels exploités pour la réalisation du système.

Tableau 1 : Liste du matériel

<i>N°</i> <i>d'ordre</i>	<i>Désignation</i>	<i>Quantités</i>
01	Module RFID MFRC522	01
02	Modules de clavier tactile	01
03	Diode électroluminescente	02
04	Résistances (470Ω)	02
05	Transistor (BC547)	01
06	Diode à jonction (1N4007)	01
07	Régulateur 3.3V (AMS1117-3.3)	01
08	Carte Arduino UNO	01
09	Connecteur male - femelle	-
10	Véroboard	-

Afin de faciliter l'interconnexions des différents éléments du système nous avons produit sur un véroboard, les sorties du système (diode électroluminescente, interface de commande la gâche électrique) sous forme de carte d'extension pour la carte Arduino.

Nous n'avons effectué aucune simulation du système sur ordinateur. Les tests ont directement été effectués sur le matériels et corrigés au fur et à mesure à partir des résultats obtenues.

7.1 Le module RFID MFRC522

Le nom du module lui vient du fait qu'il est conçu autour du circuit intégré MFRC522. Ce circuit intégré est capable d'effectuer la lecture et l'écriture dans les applications sans fils à 13,56MHz. Le transmetteur interne du MFRC522 est capable de piloter une antenne de lecture/écriture afin de communiquer avec les cartes ISO/IEC 14443 A/MIFARE ou transpondeur (tag) ; et ceci sans aucune circuiterie additionnel [3].

Le circuit intégré MFRC522 offre plusieurs interfaces de communications:

- SPI (Serial Peripheral Interface)
- UART (similaire au RS232 avec des niveaux de tension compatible au microcontrôleur)
- I2C

Dans le cadre de la réalisation de notre projet, nous avons opté pour la communication par interface SPI. La *figure 1* montre les connexions du module MFRC522 avec la carte Arduino UNO [1].

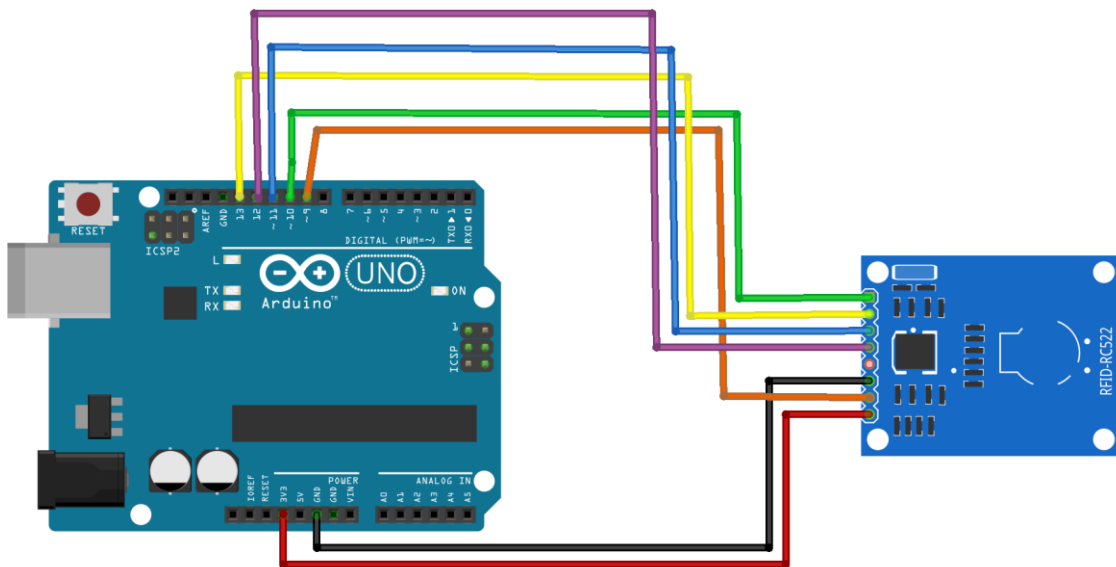


Figure 2 : Connexion du module MFR522 avec la carte Arduino

7.2 Le module MPR121

Ce module est un clavier tactile basé sur le circuit intégré MPR121 de la firme NXP. Ce capteur de touché capacitif est constitué de 12 électrodes de détection du touché. Il offre un calibrage automatique des entrées et la possibilité de régler le seuil de détection du touché de façons indépendante sur chaque entrée [5].

Le présent module est interfacé par I2C avec la carte Arduino et propose une broche d'interruption pour informer sur l'état des électrodes. La figure 2 présente les connexions de ce module à la carte Arduino.

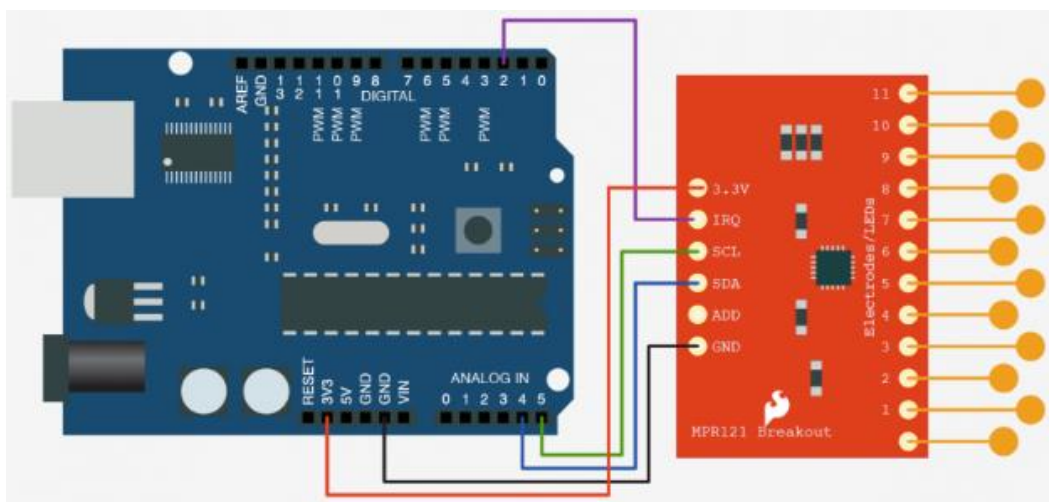


Figure 3 : Connexion du module MPR121 à la carte Arduino

7.3 Les librairies Arduino

Nous avons obtenues une librairie compatible Arduino pour chacun des modules RFID et MPR121. Ceci à faciliter la programmation de notre application et réduit notre temps de développements.

7.4 LabVIEW et Access

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) est un langage de programmation dédié au contrôle d'instruments et à l'analyse de données. Contrairement à la nature séquentielle des langages textuels, LabVIEW est basé sur un environnement de programmation graphique utilisant la notion de flot de données pour ordonnancer les opérations [2]. LabVIEW intègre l'acquisition, l'analyse, le traitement et la présentation de données.

Pour l'acquisition de données et le contrôle d'instruments, LabVIEW supporte les standards RS-232/422, USB, IEEE 488 (GPIB), ainsi que les cartes d'acquisition de données.

Nous avons interfacé la carte Arduino avec le logiciel LabVIEW à travers une communication sériel (Port COM). A travers sa boîte à outils « Database » sous la section « Connectivity », LabVIEW offre la possibilité de communiquer avec une base de données Access.

8 Résultats et discussions

8.1 Le code du microcontrôleur

Le programme que nous avons écrit exploite plusieurs librairies de la communauté Arduino présenté dans le *listing 1*.

Listing 1 : inclusion des librairies

```
#include <MFRC522.h>
#include <SPI.h>
#include <MPR121.h>
#include <Wire.h>
```

Comme on peut le comprendre à travers leurs noms, la librairie `<MFRC522.h>` permet la prise en charge du module RFID ; la librairie `<MPR121.h>` implémente la communication avec le clavier tactile ; les librairies `< SPI.h>` et `<Wire.h>` permettent respectivement la mise en œuvre de la communication SPI (pour le module RFID) et I2C (pour le clavier tactile).

La fonction `setup()` présentée au *listing 2* contient toutes les initialisations du programme ; c'est-à-dire la configuration des broches du microcontrôleur (entrée/sortie), l'initialisation des modules (RFID/clavier), la configuration de la communication sériel ainsi que les interruptions.

La fonction `loop()` qui est exécutée en boucle par le microcontrôleur est décomposée en portion de code plutôt indépendante. La première portion de code de cette fonction effectue une scrutation du clavier afin de savoir s'il y a eu une activité. Si le bon mot de passe (2017) est saisi au clavier, le prochain badge qui sera détecté dans les quinze secondes est ajouté à la base de données et aura désormais accès au local sécurisé. Après 15 secondes, l'ajout de nouveau badge à la base de données est inhibé et il faut saisir à nouveau le mot de passe.

La portion suivante de la fonction `loop()` est exécuté seulement si une interruption a été déclenché par la présence d'un badge. Si cela est le cas, la fonction décrit au *listing 3* lit le code du badge et l'envoie à l'ordinateur pour vérification dans la base de données. En fonction de la réponse reçu de l'ordinateur, le microcontrôleur met à jour ses sorties.

Listing 2 : *Fonction setup d'initialisation du microcontrôleur*

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.setTimeout(250); // Timeout : 250ms
  /* PIN CONFIGURATIONS */
  pinMode(ACCESS_GRANTED, OUTPUT);
  pinMode(ACCESS_DENIED, OUTPUT);
  pinMode(BATTERY_FAULT, OUTPUT);
  pinMode(DOOR, OUTPUT);
  pinMode(INHIBITION, INPUT_PULLUP); /* Internal Pull up resistor enable */
  pinMode(RFID_IRQ, INPUT_PULLUP); /* Internal Pull up resistor enable */
  /* INITIAL STATE */
  digitalWrite(ACCESS_GRANTED, LOW); digitalWrite(ACCESS_DENIED, HIGH);
  digitalWrite(BATTERY_FAULT, LOW);
  //digitalWrite(BUZZER, LOW);
  digitalWrite(DOOR, LOCK);
  /* INITIALIZE MPR121 MODULE */
  touch.setup();
  /* INITIALIZE SPI & RFID MODULE */
  SPI.begin();
  rfid.PCD_Init();
  regVal = 0xA0; /* rx irq */
  rfid.PCD_WriteRegister(rfid.ComIEnReg, regVal);
  intFlag = false;
  /* INTERRUPT INITIALISATION */
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(RFID_IRQ), readRFID, FALLING);
  do { /* clear a spurious interrupt at start */
    ;
  } while (!intFlag);
  intFlag = false;
}
```

Listing 3 : Fonction vérifiant la liste blanc des badges autorisés

```
bool buildRequest(unsigned int cmd, MFRC522 rfid) {
    char request[25];
    sprintf(request, "%1d:%3d:%3d:%3d:%3d:", cmd, rfid.uid.uidByte[0],
rfid.uid.uidByte[1], rfid.uid.uidByte[2], rfid.uid.uidByte[3]);
    Serial.print(request);
    delay(1000);
    if(Serial.read() == '1'){
        return true;
    }else { return false; }
}
```

8.2 Discussion

L'application que nous avons conçue pour le microcontrôleur de la carte Arduino nous a permis d'avoir le comportement suivant :

Etat initial

- Une LED rouge s'allume par défaut pour indiquer que le système est verrouillé. Le transistor qui sert d'interface pour la gâche électrique est bloqué.
- Le module RFID est en veille et attend la détection d'un transpondeur pour déclencher une interruption.
- Le microcontrôleur scrute l'état du clavier tactile pour vérifier son activité.

Dès la détection de la présence d'un transpondeur, le module RFID se réveille, lis le code de ce dernier et l'envoie par liaison sériel à l'ordinateur.

L'application LabVIEW lis les données envoyées et lance une requête SQL vers la base de donnée Access pour savoir si le code du transpondeur est enregistré ou non ; une réponse conséquente est renvoyée à la carte Arduino qui met à jour l'état de ses sorties.

- La LED verte s'allume : code accepté, porte déverrouillée.

- La LED rouge reste allumé : code refusé, la porte reste verrouillée.

Lorsque le mot de passe correct est saisi sur le clavier, le prochain « tag » qui est détecté dans les 15 secondes qui suivent est enregistré dans la base de données s'il ne l'était pas. Dans le cas contraire, il est supprimé.

Le temps de réponse de ce système est d'approximativement deux (02) secondes. Sa principale contrainte, c'est la nécessité de garder l'ordinateur continuellement allumé. Cependant, il offre l'avantage de pouvoir gérer un flux important de personne et l'ajout d'un nombre quasi illimité d'utilisateur.

9 Conclusion

Le présent projet entre dans le cadre du cours de projet du second semestre au département de Génie Electrique de l'Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi. D'un côté, ce projet nous a permis de comprendre le principe de fonctionnement d'un module RFID ; d'interfacer la carte Arduino avec le logiciel LabVIEW ainsi que l'association d'Access avec LabVIEW.

Par ailleurs, le contrôle d'accès par carte RFID offre la flexibilité de gérer un flux important de personne sans un véritable goulot d'étranglement.

10 Références bibliographiques

- [1] Aritro Mukherjee, Security Access Using RFID Reader,
<https://www.hackster.io/>, 19/06/2017 22:10
- [2] Kenneth A., Arnaud K., Conception et réalisation d'un oscilloscope USB,
2015, UIT Lokossa
- [3] Mario Capurso, The MFRC522 library BY COOQROBOT, 2014
- [4] NXP, MFRC522 datasheet, Rev. 3.9 – 27 Avril 2016, 112139
- [5] NXP, Proximity Capacitive Touch Sensor Controller datasheet, Rev. 4 –
Février 2013
- [6] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Radio-identification?oldid=140655157>,
21/09/2017, 09h02
- [7] <http://www.centrenational-rfid.com/> 21/09/2017, 08h57