

Emissió i Validació de bitllets mitjançant RFID amb Arduino

Memòria de Projecte Final de Grau

Grau Multimèdia

Menció en comunicació visual i creativitat

Autor: Andreu Fernández Loma

Consultor: Kenneth Capseta Nieto

Professor: Carlos Casado Martínez

Data de lliurament :14/01/2018

Crèdits/Copyright



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

Les imatges aquí contingudes són d'us acadèmic. Article 32 de la Llei de Propietat Intel·lectual.

Dedicatòria/Cita

Dedico aquest treball, i en especial tot el grau, a la meva dona Raquel qui pacientment ha estat fent-me costat per tal que aconplís el meu desig anhelat de finalitzar els estudis. També dedico als meus dos fills Ariadna i Elías de 15 mesos tot el Grau i espero que algun dia entenguin que amb esforç i perseverança tot és possible.

“La nostra recompensa es troba en l’esforç i no en el resultat. Un esforç total és una victòria completa.”

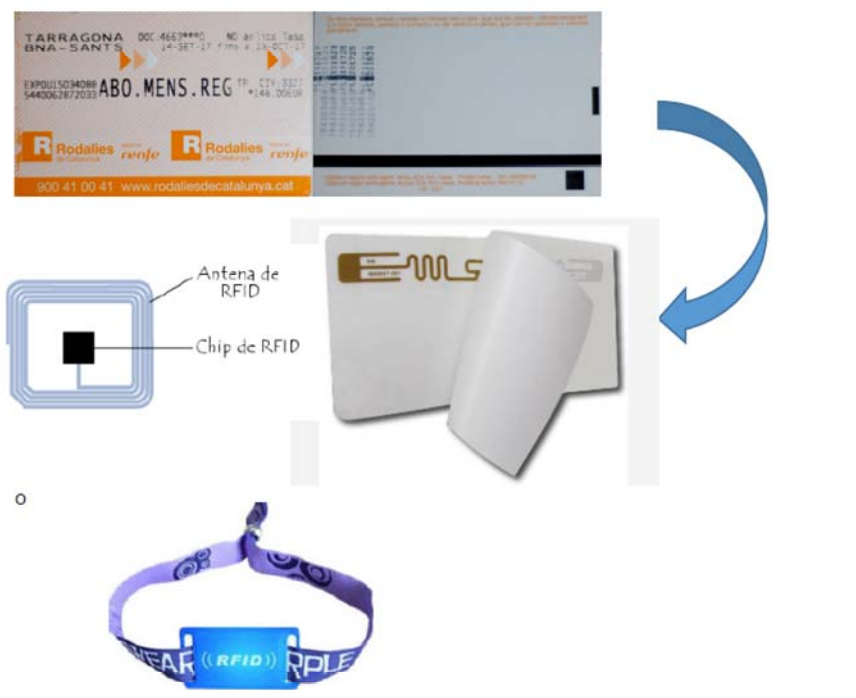
Mahatma Gandhi

Abstract

Com a usuari habitual del transport públic, en concret de la <<Red Nacional Española de Ferrocarriles>> en endavant RENFE, i que cobreix la línia Tarragona-Barcelona, m'he trobat que la majoria dels dies l'interventor demana els bitllets als viatgers per tal de comprovar que han validat oportunament el seu trajecte en les màquines expenedores habilitades en les diferents estacions. Moltes vegades també m'he trobat que l'interventor ha de despertar als viatgers per tal de dur a terme la seva tasca i, alhora, també m'he trobat que m'han demanat el bitllet varies vegades durant el mateix trajecte.

Amb la inclusió de noves tecnologies aquest TFG pretén aportar una solució tècnica i econòmica consistent en redissenyar el bitllet actual i dotar-lo de tecnologia, en concret tecnologia per radio freqüència (en endavant RFID) – primer objectiu d'aquest TFG- i com a segon objectiu aprofitar el nou bitllet i poder efectuar una validació electrònica sense tenir que demanar res al viatgers de tal manera que en una app el revisor podrà saber quins seients tenen o no bitllet.

En síntesi la primera part consistiria en substituir l'actual bitllet de RENFE per alguna proposta més acord als temps actuals. Hi hauria dos possibles línies de disseny; o bé al bitllet actual eliminar les impressions amb tinta i dotar-lo d'un xip o tag per emmagatzemar les dades del trajecte i, a més, posar-li una antena per tal de poder traslladar aquestes dades al lector; o canviar totalment de disseny i optar per una polsera amb les mateixes funcions.



Paraules clau: bitllet electrònic, RFID, radio freqüència, validació, tag.

Abstract (english version)

As a regular user of public transport, specifically of "National Red National of Railways" (RENFE), which goes from Tarragona to Barcelona, I have found that the most part of the days the ticket collector ask for the tickets to travelers to prove that they have checked them in vending machines enabled in train stations. Sometimes, on one hand, I see that the ticket collector must wake up the travelers to continue his work and, on the other hand, I see that he ask for the ticket several times to the same travelers during the journey.

Including new technologies, this work wants to offer a technical and an economical solution by re-designing the current ticket including specifically technology for radio frequency (RF), this is the first aim of this work, and as a second aim, I have tried to profit the current ticket and offer an electronic validation of it, without interacting with the travellers thanks to an application which helps the ticket collector to know which seats are available or not.

In summary, the first part of my work wants to replace the current RENFE ticket with a proposal adapted to the present. There are two possible lines of design; one would be in the current ticket by deleting the ink impressions and providing it with a chip or tag to store the data of the journey and also, placing an antenna in order to transfer this information to the reader. The second line of design consist in changing everything in its design and replace it with a bracelet with the same functions.



Key words : electronic ticket, radio frequency, validation, tag

Agraïments, Notacions i Convencions

La tipografia emprada en el present treball és :

- Arial de 10 punts per desenvolupar els continguts de les seccions(ABCDEFGHIJK)
- Arial 14 per l'encapçalament de les diferents seccions que formen els capítols
(ABCDEFGHIJK)
- Arial 16 punts i negreta pels capítols **(ABCDEFGHIJK)**
- Arial 10 i cursiva per la part del codi del present TFG *(ABCDEFGHIJK)*

Índex

1. Introducció.....	9
Context del Treball	9
Justificació del Treball	9
2. Descripció/Definició/Hipòtesi	10
3. Objectius	12
Principals	12
Secundaris.....	12
4. Definició nou bitllet. Característiques	13
Identitat gràfica RENFE.....	13
Integració tecnologia RFID. Etiqueta o <i>tag</i> passiu.....	14
5. Arquitectura de l'aplicació/sistema/servei.....	16
6. Plataforma de desenvolupament. Recursos utilitzats.....	17
Software transversal a tot el projecte	17
Definició nou bitllet. Identitat gràfica.....	17
Construcció prototip. Hardware.....	17
7. Planificació.....	19
Fita 1 : Lliurament 03/10/2017.....	19
Fita 2 : Lliurament 01/11/2017.....	19
Fita 3 : Lliurament 03/12/2017.....	19
Fita 4 : Lliurament 14/01/2018.....	19
8. Procés de treball/desenvolupament	20
Definició del nou bitllet. Estudi de la marca ' <i>renfe</i> ' i observació	20
Estudi dels components del prototip Arduino i muntatge	21
Etapa 1 - Muntatge Arduino UNO i Ethernet Shield.....	22
Etapa 2 - Muntatge detecció RFID – RC522.....	23
Etapa 3 – Redisseny del prototip	26
Etapa 4 - Instal·lació BBDD en local	29
Etapa 5 - Instal·lació BBDD en servidor de producció i PHP()	31
9. Seguretat.....	33
Seguretat en el <i>ebitllet</i> . Seguretat RFID.....	33
10.Requisits d'instal·lació/implantació/ús	34
11.Bugs	35
12.Projecció a futur	38
Estandardització	38
RFID amb NFC.....	38
EPC Global.....	38

13.Pressupost	39
14.Anàlisi de mercat	40
Benchmark de bitllets amb tecnologia RFID	40
Benchmark del dispositiu de lectura/escriptura RFID	43
15.Màrqueting i Vendes	44
Campanya comunicació interna	44
Campanya de comunicació externa. Clients	44
16.Conclusions.....	45
Annex 1. Lliurables del projecte	46
Lliurables PAC 1	46
Lliurables PAC 2	46
Lliurables PAC 3	46
Lliurables PAC FINAL.....	47
Annex 2. Codi font (extractes)	48
Mòdul Wifi.....	48
Mòdul lector targeta.....	49
Annex 3. Captura de pantalles.....	50
Mòdul Wifi.....	50
Mòdul lector targeta.....	50
PÀGINES WEB	51
Annex 4. Guia de l'usuari.....	53
Annex 5. Bibliografia	55
Annex 6. Glossari.....	56
Annex 7. Vita	57

Figures i taules

Índex de figures



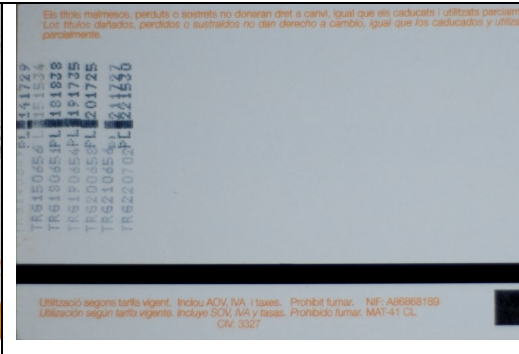
Figura 1. Bitllet anada-tornada de 1989.....	9
Figura 2. Anvers abonament mensual actual	9
Figura 3. Revers abonament mensual actual	9
Figura 4. Imatge d'arxiu d'un revisor de Renfe. Font catalunyadiari.cat	10
Figura 5 Captura pantalla. Font renfe.es	10
Figura 6 : Captura pantalla del render aplicat al video ebitllet.avi	11
Figura 7 :Logomarca de renfe. Font renfe.es	13
Figura 8. Captura pantalla del resultat de gama cromàtica.. Font colorexplorer.com	13
Figura 8. Imatge Llibre de la Marca Renfe. Font renfe.es	14
Figura 9. Captura disseny nou ebitllet 2D.....	14
Figura 10. Captura disseny nou ebitllet 3D.....	15
Figura 11. Captura disseny nou ebitllet 2D.....	15
Figura 11. Captura pantalla pel Diagrama Gantt del projecte	19
Figura 12-13. Captura disseny 3D primers dissenys del ebitllet.....	20
Figura 14. Captura pantalla del Llibre de la Marca Renfe . Font renfe.es.....	20
Figura 15. Captura pantalla web Consorcio Transportes Madrid	40
Figura 16. Captura pantalla web Metro Valencia.....	41
Figura 17. Captura pantalla web ATM NY	42
Figura 18. Captura pantalla web venda . Font https://www.logiscenter.com/	43

1. Introducció

Context del Treball

La <<Red Nacional de Ferrocarriles Españoles>> en endavant RENFE és una empresa estatal espanyola fundada a 1941 encara que molt abans ja es disposava d'un sistema ferroviari que va ser destruït per la Guerra Civil, com ara les línies Santander-Alar del Rey de 1850 o Madrid-Aranjuez de 1851.

Als anys 80 va començar el canvi tecnològic substituint els bitllets tipus clixé impresos amb maquinari "Hugin", veure figura1, per una plataforma informatitzada que es coneix avui dia pel sistema de Venda Integrada sense Reserva (VISIR) i que imprimeix els bitllets com la figura 2 i 3.

		
Figura 1. Bitllet anada-tornada de 1989	Figura 2. Anvers abonament mensual actual	Figura 3. Revers abonament mensual actual

Justificació del Treball

Si bé és cert que hi ha hagut una evolució tecnològica en quant a l'emissió i venda de bitllets, no ens menys cert que el sistema de validació ha quedat obsolet, per tant, la raó de ser d'aquest projecte es dotar a RENFE d'un sistema d'emissió/validació de bitllets àgil i eficaç aprofitant la tecnologia RFID.

Aquest nou sistema dotarà a RENFE d'un major control sobre els ocupants dels trens i quins vagons estan ocupats.



Figura 4. Imatge d'arxiu d'un revisor de Renfe. Font catalunyadiari.cat

2. Descripció/Definició/Hipòtesi

El present projecte consta de tres parts.

Per un part es treballarà sobre el disseny i desenvolupament del nou bitllet electrònic que inclou la integració de l'antena de radio freqüència i del tag o xip. Respecte del disseny es buscarà que sigui acord a la identitat gràfica de RENFE. S'adjunta resum de la Identitat gràfica de RENFE:

Inicio > La Empresa > Gabinete de Prensa > Marca

Marca - Identidad Gráfica

- La Marca
- Identidad Gráfica
- Identidad Sonora
- Libro de la Marca

Construcción

La estructura del logotipo se establece en una malla generativa con los ángulos aplicados en la construcción de la logomarca de Renfe.

La marca corporativa es el icono que unifica y controla la comunicación para las distintas audiencias. Una marca bien aplicada es la base más sólida sobre la que se genera adhesión, rápida identificación y vinculación con un proyecto de futuro.

Modulación

La logomarca Renfe se inscribe en una superficie rectangular modulada de proporciones 8 x 3.

El valor "X" establece la unidad de medida. Así, aseguramos la correcta proporción de la logomarca sobre cualquier soporte y medidas.

Tipografía Corporativa

La familia tipográfica corporativa es la Renfe Vialog, de uso en toda la comunicación interna, la señalética y la comunicación externa.

En la composición de las logomarcas de Productos se utiliza también la Renfe Vialog Light Italic.

En la composición de texto usar preferentemente gris o negro. Evitar el uso del color corporativo Pantone 2425.

aG RENFE COMPATIL TEXT
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 1234567890 (12;11@6)

aG RENFE COMPATIL TEXT ITALIC
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 1234567890 (12;11@6)

aG RENFE COMPATIL TEXT BOLD
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 1234567890 (12;11@6)

aG RENFE COMPATIL TEXT BOLD ITALIC
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 1234567890 (12;11@6)

Figura 5 Captura pantalla. Font renfe.es

Aquesta identitat servirà de base per intentar aproximar el nou bitllet a un *target* determinat.

S'ha intentat cercar un disseny d'un nou bitllet que marquès la diferència respecte dels que actualment existeixen, per tant, el nou disseny trenca amb el bitllet convencional. S'ha fet un exercici de simplicitat, delicadesa i lleugeresa per tal de donar un missatge més unitari però sense perdre de

vista la marca. En aquest sentit s'ha fet servir una forma geomètrica fonamental com és el cercle donat que adquireix un significat més obert. Alhora que la logomarca 'renfe' s'ha desplaçat lleugerament respecte del centre donat que el centre simbolitza lo fixe lo immutable i el desplaçar-ho a la dreta representa que tot canvia, dinamisme, moviment.

S'ha creat una petita animació en 3D de 8 segons que es pot posar a qualsevol pàgina web de RENFE, no obstant la he incorporat a la nova pàgina creada a l'apartat destinat a validar els nous bitllets. L'animació ha estat creada amb Autodesk 3DS MAX aprofitant el material de cartellera que s'ha creat també per donar publicitat al nou bitllet.



Figura 6 : Captura pantalla del render aplicat al video ebillet.avi

La segona part del projecte serà el disseny del hardware que permetrà llegir els nous bitllets electrònics i validar-los. El hardware d'aquest prototip estarà implementat en Arduino íntegramente (placa base Arduino Uno, més el mòdul Wifi NodeMCU ESP-12 i el lector/gravador RFIDRC522). En aquesta segona part del projecte també es dissenyarà i crearà la base de dades relacional que contindrà la informació dels bitllets i trajectes, així com les oportunes pàgines en php que subministraran informació al prototip dissenyat.

3. Objectius

Els objectius principals a aconseguir en aquest projecte son els següents:

Principals

- Dotar als bitllets de tecnologia sense fils i cercar un disseny més actual del producte
- Simplificar el procés d'emissió de bitllets eliminant el sistema d'impressió en tinta. Es guanya temps i s'evita el manteniment de tot el maquinari d'impressió
- Reducció de costos
- Facilitar el canvi d'un maquinari per el nou prototip

Secundaris

Els objectius secundaris a aconseguir en aquest projecte son els següents:

- Millora en la gestió del personal que revisa els bitllets ja que els hi simplifica el procés de validació i és el maquinari qui valida i no la persona. Simplifica la gestió i evita els errors humans
- Es guanya temps de gestió dels revisors i poden tenir un major control de l'ocupació dels vagons

4. Definició nou bitllet. Característiques

Identitat gràfica RENFE

S'ha efectuat un estudi sobre la marca i identitat gràfica de RENFE determinant dos qüestions importants a l'hora d'avançar en el nou disseny. La marca corporativa és el icona que unifica i controla la comunicació per les diferents audiències, per tant, la marca és la base més solida sobre la que es genera adhesió i ràpida identificació i vinculació. Aquest fet rellevant es materialitza amb la logomarca 'renfe'.



Figura 7 :Logomarca de renfe. Font renfe.es

A banda també s'ha fet un anàlisi de la gamma cromàtica actual on prepondera el color corporatiu Pantone 2425 (R 130, G 0 , B 94) i com a complementari el Pantone Cool Gray 9 (R 125 , G 125 , B 125) essent el resultat la següent imatge.

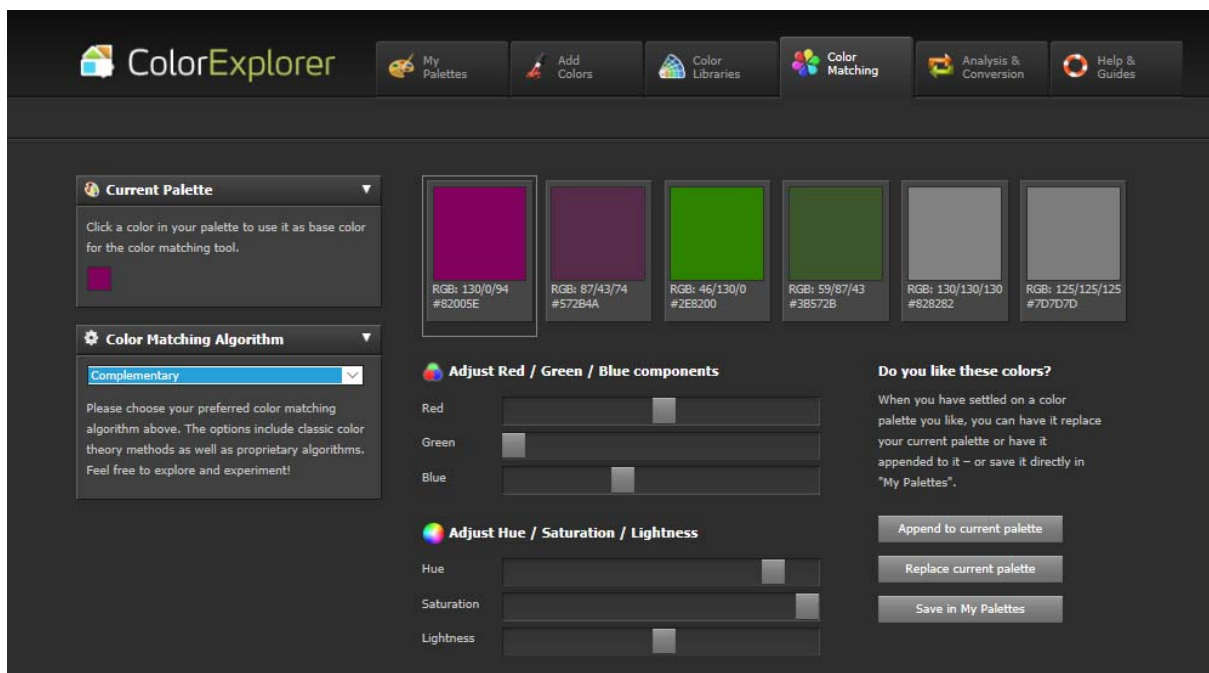


Figura 8. Captura pantalla del resultat de gama cromàtica.. Font colorexplorer.com

Un cop determinats els dos aspectes bàsics d'identitat gràfica i analitzant la història dels diferents bitllets de RENFE, s'ha anant confeccionant propostes i versions, però sempre partint del mateix format rectangular que manté la típica proporció àuria. Arribat a aquest punt i analitzant els prototips inicials, he pres la decisió que el primer que calia fer era canviar el format i optar per una opció menys convencional apostant per un format disruptiu per causar impacte i promoure una nova cultura corporativa enfocada a les noves tecnologies.

En aquest sentit, analitzant el llibre de la marca, he vist la següent imatge que m'ha donat la idea per desenvolupar el nou format.



Figura 8. Imatge Llibre de la Marca Renfe. Font renfe.es

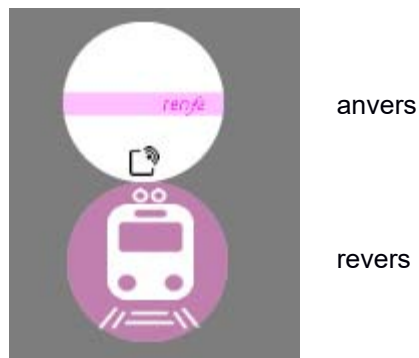


Figura 9. Captura disseny nou ebitllet 2D

Integració tecnologia RFID. Etiqueta o *tag* passiu.

Els sistemes d'identificació per radiofreqüència o RFID és una tecnologia per la identificació d'objectes a distància sense necessitat de contacte físic. Es requereix el que es coneix com a etiqueta o tag que consisteix en un microxip annexat a una antena de radio i que es fa servir per identificar inequívocament a l'element portador del mateix, en el nostre cas, el *ebitllet*.

Les etiquetes o tag passius no porten font d'alimentació pròpia i utilitzen per respondre la energia induïda en l'antena per la senyal rebuda per radiofreqüència. En aquest últim aspecte, la radiofreqüència, els sistemes RFID es poden classificar en :

- LF (low frequency) pel rang de 9 a 125 kHz.
- HF (high frequency) pel rang de 13, 56 MHz
- UHF (ultra high frequency) pel rang de 433 MHz i 860-960 MHz
- Microwave pel rang de 2.45 GHz

El nostre producte – el *ebitllet*- estarà format per dos components :

- una base de cartró de mides 40mm x 40mm on s'emboteix una antena HF 13.56 Mhz i el xip de memòria amb capacitat per ser programat
- una coberta de cartró que protegeix la base

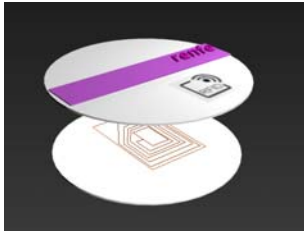
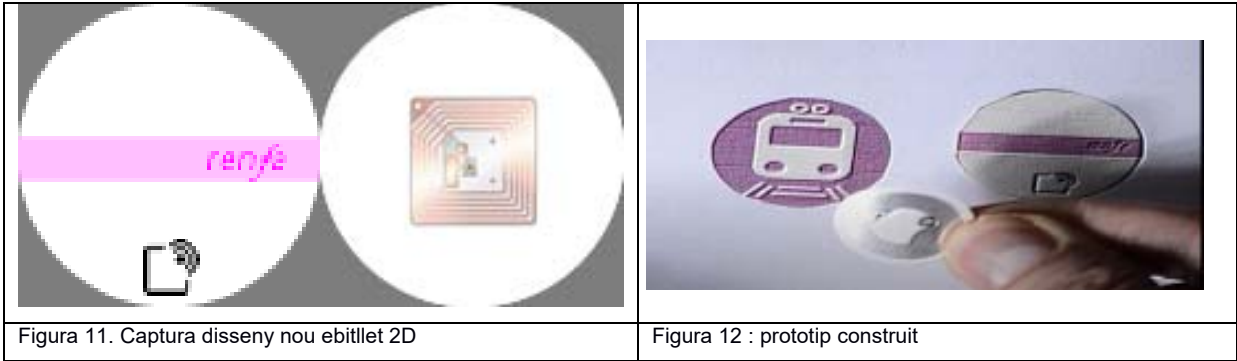


Figura 10. Captura disseny nou ebittlet 3D



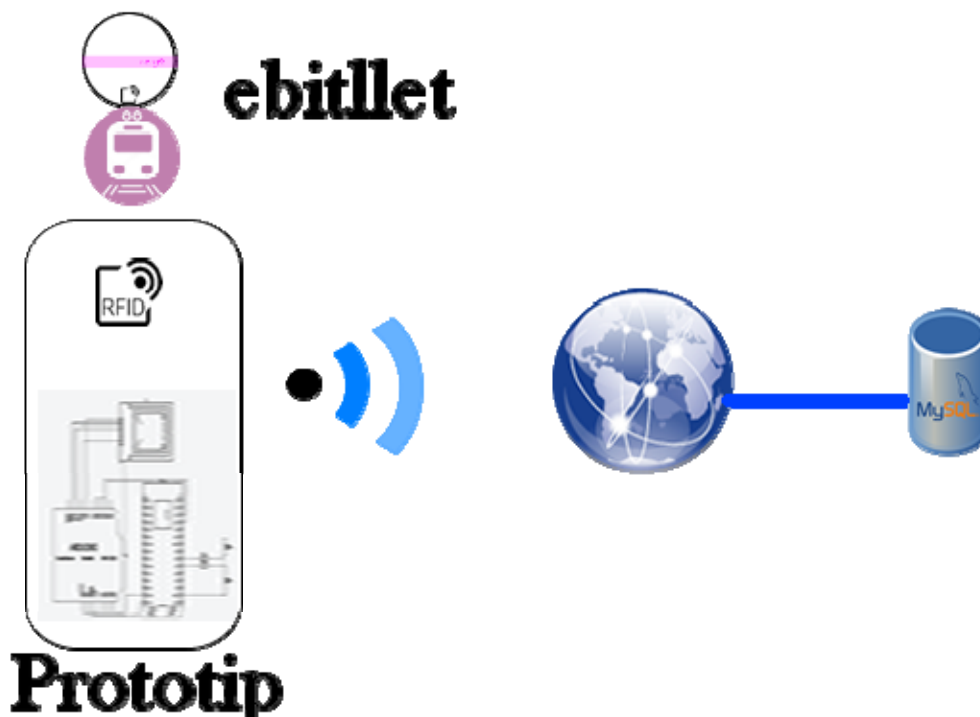
El mercat actual ja ofereix la inserció de l'antena i el tag en quasi qualsevol material, per tant, l'únic que cal determinar és quin xip convé inserir i quins estàndards ISO suporten per tal de mantenir la informació securitzada. Aquest aspecte de seguretat no es tracta en el present treball però si què caldria desenvolupar-lo en un futur si el projecte avancés.

5. Arquitectura de l'aplicació/sistema/servei

L'arquitectura del present projecte conta de :




1. Un prototip hardware desenvolupat amb Arduino i capaç de llegir per radiofreqüència una etiqueta o tag. Aquesta etiqueta o tag és la que s'incorporarà al nou bitllet de RENFE. El hardware utilitzat és:
 - Targeta Arduino Uno
 - Mòdul RFID – RC522
 - Mòdul Wifi NodeMcu ESP-12
2. Una pàgina web per tal de fer el manteniment de bitllets i triar tant el viatge com el tipus de bitllet. Aquesta part està feta amb HTML i PHP.
3. Una base de dades MySql on es guarda tota la informació relativa als viatges i trajectes

L'esquema general és el següent :






6. Plataforma de desenvolupament. Recursos utilitzats



Software transversal a tot el projecte



	GanttProject 2.6.1 Brno (build 1499) (C) Equipo de GanttProject 2012. Licenciado bajo General Public License (GPL) versión 3
	Word 2013 versió educacional facilitat per la UOC
	Excel 2013 versió educacional facilitat per la UOC

Definició nou bitllet. Identitat gràfica

	Adobe ® Fireworks ® CS6 versió educacional facilitat per la UOC
	Autodesk® 3ds Max® 2016 versió educacional facilitat per la UOC
	After Effects 2016 versió educacional facilitat per la UOC

Construcció prototip. Hardware

	Placa base Arduino Mega 2560. Es substitueix per la placa Arduino Uno donat que chipsei CH340 de la Mega és inestable
	Placa EHERNET Shield

 ARDUINO	Placa Rfid MC522
 ARDUINO	Placa Wifi NodeMCU Esp-12

7. Planificació

El present projecte s'ha seccionat en quatre fites :

Fita 1 : Lliurament 03/10/2017. Entrega del primer esborrany de la memòria del projecte i de la planificació del mateix.

Fita 2 : Lliurament 01/11/2017 . Actualització de la memòria del projecte. Entrega del nou disseny del bitllet i tot el material publicitari per presentar-lo.

Fita 3 : Lliurament 03/12/2017 . Actualització de la memòria del projecte. Construcció del prototip de lectura/escriptura RFID. Creació de la Base de Dades relacional per provar el prototip. Pujada als servidors de producció de les pàgines php i BBDD i validació del seu funcionament.

Fita 4 : Lliurament 14/01/2018. Memòria final de projecte. Canvi del prototip. Vídeo de presentació general. Vídeo de presentació per a la seva defensa

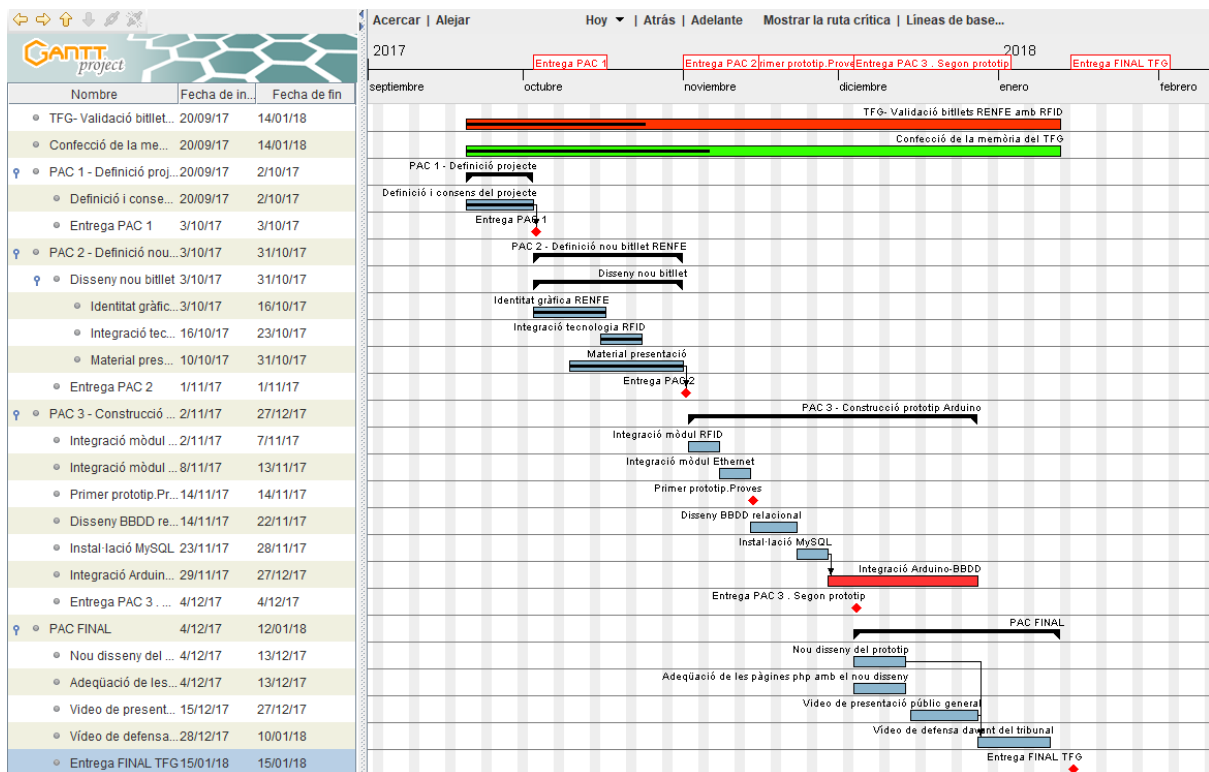


Figura 11. Captura pantalla pel Diagrama Gantt del projecte

<S'adjunta fitxer : TFG Bitllet RFID.gan>

8. Procés de treball/desenvolupament

Definició del nou bitllet. Estudi de la marca 'renfe' i observació

Com sigui que la marca 'renfe' està plenament identificada en el nostre entorn he fet un anàlisi del seu llibre de la Marca. De l'anàlisi he extret dos conclusions; la logomarca 'renfe' és molt marcada i el color per definició és el Pantone 2425.

Alhora de definir el nou bitllet he considerat que aquestes dues variables havien de ser fixes i he optat per treballar sobre diferents suports . En un primer prototip, he optat per un format més estilitzat però mantenint una composició semblant al bitllet actual però amb mida més reduïda. Es manté la proporció clàssica auria. Els resultats dels primers prototips anàvem per aquesta línia.

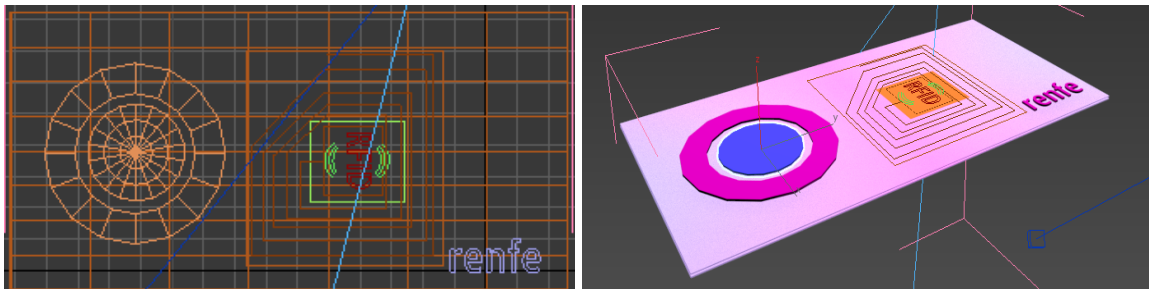


Figura 12-13. Captura disseny 3D primers dissenys del bitllet

Però, com amb aquest disseny no acabava de trobar aquell punt d'inflexió que hauria de suposar la inclusió de la tecnologia RFID, he seguit provant fins trobar al llibre de la marca una inspiració pel nou bitllet.



Figura 14. Captura pantalla del Llibre de la Marca Renfe . Font renfe.es

Respecte de l'estil gràfic i disseny de la targeta, s'ha realitzat una investigació en internet sobre tendències de disseny de producte. Alhora també, s'ha aplicat l'estil gràfic i estètic en el desenvolupament de les interfícies.

Estudi dels components del prototip Arduino i muntatge

Per a l'elaboració del present treball experimental he recorregut a dos fonts d'informació principalment.

El mercat actual no ofereix un producte com el que es proposa en el present TFG, la primera font d'informació consisteix en l'anàlisi de productes similars o aquells que de manera parcial poden ser útils al present TFG. En aquest sentit, hi ha s a la xarxa internet treballs on s'aplica la tecnologia RFID en Arduino i s'haurà de veure quins poden ser útils per tal d'incorporar-los al meu projecte. En aquest punt m'he trobat bastants entrebancs donat que Arduino és una plataforma de hardware lliure basada en una placa amb un microcontrolador i un entorn de desenvolupament. Però que sigui lliure no vol dir que tot el hardware sigui compatible entre ell, i és en aquest punt, on he vist que tampoc és el mateix treballar amb components originals d'Arduino – normalment més cars-, que treballar amb components clon que emulen Arduino – normalment més barats-.

El cas concret l'he experimentat amb l'adquisició de la targeta Mega2560 clonada (l'arduino original te un cost aproximat de 56 € i el clon que vaig adquirir sobre els 7 €). L'abaratiment del cost obeeix a emprar components de menys qualitat i substituir xips per altres amb les mateixes funcionalitats però més barats. Així doncs, amb la nova targeta que vaig adquirir, vaig començar a construir el prototip però unes vegades podia compilar i pujar el codi a la targeta i altres vegades era impossible. Després de molt investigar, vaig trobar una informació del fabricant del xip FT232 - que és el que originalment utilitza la targeta Mega2560- i que, en represàlia de la falsificació del seu xip, va incloure en els drivers un troià que impedia el correcte funcionament si els xips no eren els originals. Era una manera de controlar la patent. Aquest fet es detalla a l'apartat de bugs del present projecte.

Etapa 1 - Muntatge Arduino UNO i Ethernet Shield

En aquesta primera fase s'ha integrat la placa base Arduino Uno i el shield Ethernet. He realitzat l'esquema de connexió amb el software gratuït existent a la pàgina <https://circuits.io/>.

Una vegada efectuat el muntatge, s'ha creat un codi per tal de provar les funcionalitats esperades. Les línies de codi estan comentades i el codi complet està a la carpeta del projecte. S'acredita que aquesta part funciona.

Les parts més destacables del codi són les següents:

Llibreries necessàries

SPI.h és un bus de comunicació entre dispositius i te una arquitectura mestre-esclau Ethernet.h és la llibreria que implementa la pila de protocols TCP/IP i dintre d'Arduino, implementa els protocols de la capa d'aplicació .

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
```

Assignem una MAC a la nostra Shield Ethernet

```
byte mac[] = { 0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE, 0x02};
```

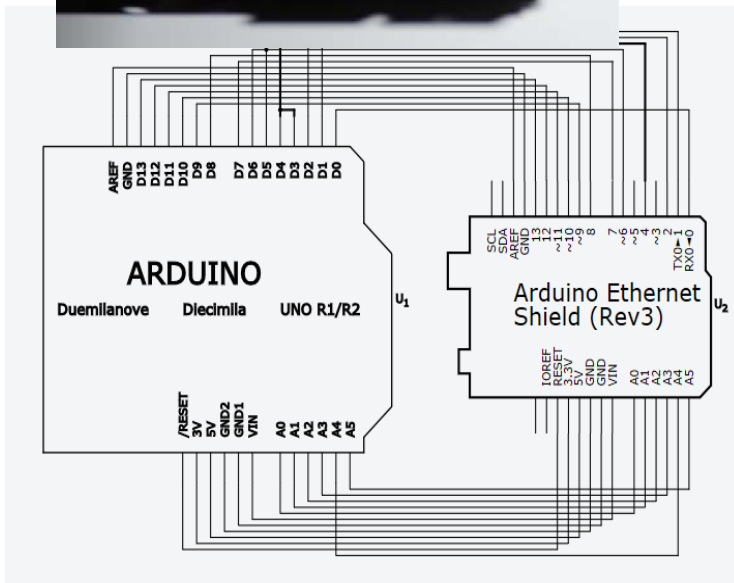
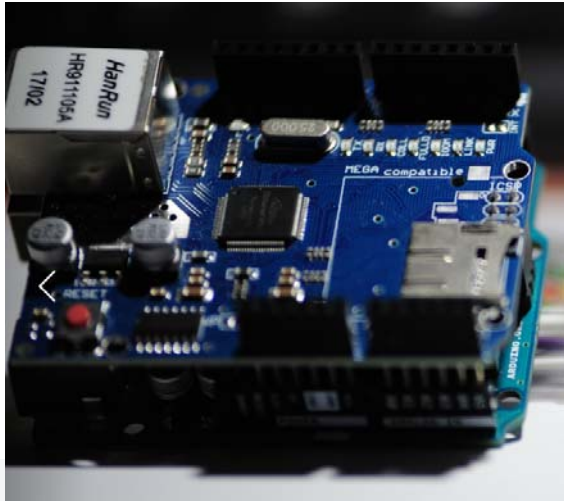
Crearem una instància de client Ethernet

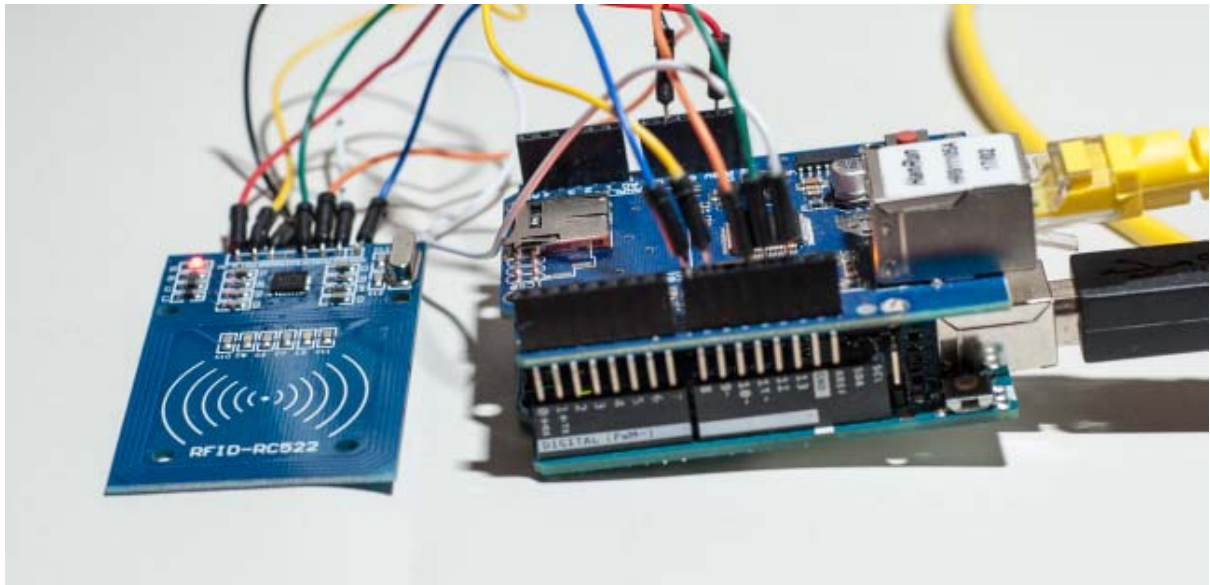
```
EthernetClient client;
```

Inicialitzem Ethernet amb la MAC

```
if (Ethernet.begin(mac) == 0)
Obtenim l'adreça IP amb la classe Ethernet.localIP
Serial.print(Ethernet.localIP()[B], DEC)
```







He seguit l'esquema de connexió amb el software gratuït existent a la pàgina <https://circuits.io/> .

Una vegada efectuat el muntatge, s'ha creat un codi per tal de provar les funcionalitats esperades. Les línies de codi estan comentades i el codi complet està a la carpeta del projecte.

Etapa 3 – Redisseny del prototip

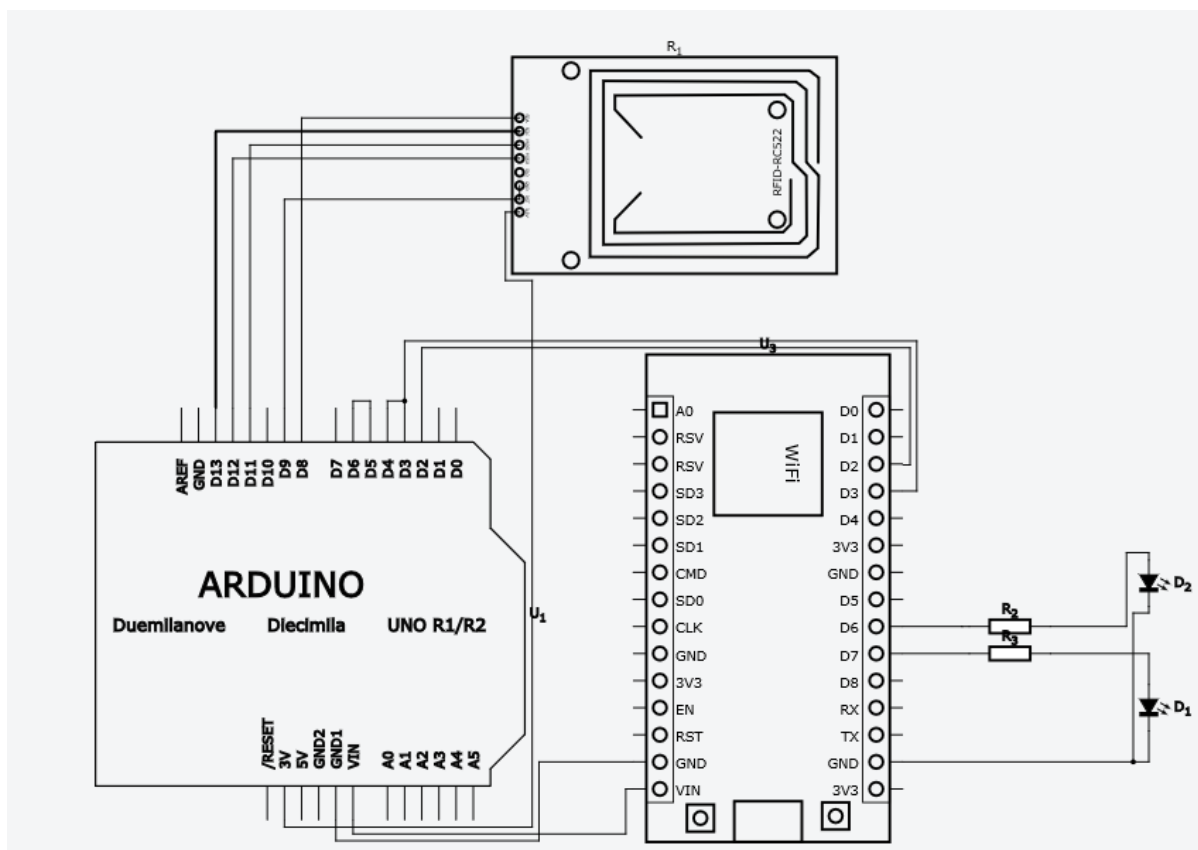
A l'apartat bugs s'han detallat els diferents problemes durant el muntatge del prototip (bàsicament problemes d'incompatibilitats entre mòduls) però finalment, la configuració que ha funcionat ha estat la següent :

- Placa base Arduino Uno
- Placa wifi NodeMcu ESP-12
- Lector RFID MC522

Aquest nou canvi implica una nova distribució dels components en el prototip, donat que passem d'una connexió del Shield Ethernet (que obligava a una connexió del dispositiu amb un cable de xarxa pel connector RJ45), a una connexió totalment sense cables de xarxa aprofitant la tecnologia Wifi.

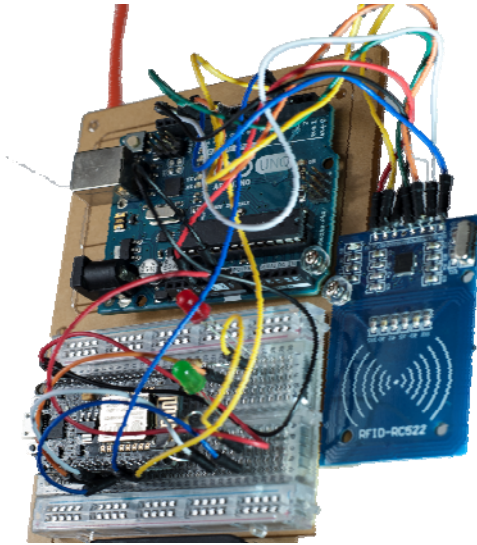
A més, el nou prototip comunica la targeta Arduino (que gestiona la lectura per RFID dels bitllets) i la targeta NodeMcuEsp-12 (que gestiona la connexió a la xarxa) pel port sèrie, mitjançant la llibreria SoftwareSerial.

He realitzat l'esquema de connexió amb el software gratuït existent a la pàgina <https://circuits.io/> .



El prototip final s'ha muntat sobre un suport per targetes Arduino com es mostra en la següent imatge, però si es volgués reduir el tamany, es podria muntar en vertical tots els components ocupant molt menys espai i fent que el dispositiu sigui molt lleuger i maniobrable. A més, el fet d'haver eliminat el

mòdul Shield Ethernet i incorporat el mòdul NodeMCU ESP-12, ha dotat d'autonomia al nou prototip (ja no necessita cap cable per connectar-se a qualsevol xarxa).



Degut al contratemps en muntar i redissenyar per complert el nou model de prototip, m'ha impedit desenvolupar la part gràfica d'aquest, per tant, s'ha substituït la part final consistent en una pantalla gràfica que anava avisant a l'usuari del que estava passant per un sistema més funcional com son dos leds. El vermell indica que no s'ha localitzat el bitllet i el verd que sí s'ha localitzat al servidor.

Com ara disposem de dos mòduls de gestió connectats pel port sèrie, les parts més destacables del codi són les següents:

Llibreries necessàries pel mòdul Wifi

S'ha de configurar el mòdul com a client Wifi. Per això el primer que hem de fer és declarar la llibreria següent :

```
#include <ESP8266WiFi.h> //Incluye la libreria ESP8266WiFi
```

Accedim a una xarxa . En el meu cas és la de casa meva :

```
const char* ssid = "Ander_wir"; //Indicamos el nombre de la red WiFi (SSID) a la que  
queremos conectarnos.
```

```
const char* password = "XXXXXXXXX"; //Indicamos la contraseña de la red WiFi
```

Connectem a WIFI :

```
WiFi.begin(ssid, password);
```

Llibreries necessàries pel mòdul lector MC522

La llibreria MFRC522Extended permet llegir i escriure els diferents tipus de targetes per radio freqüència emprant el mòdul RC522

```
#include <MFRC522Extended.h>
```

Es crea la instància i els pins utilitzats :

```
#define RST_PIN 9
#define SS_PIN 10
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
```

S'inicialitza el mòdul RFID :

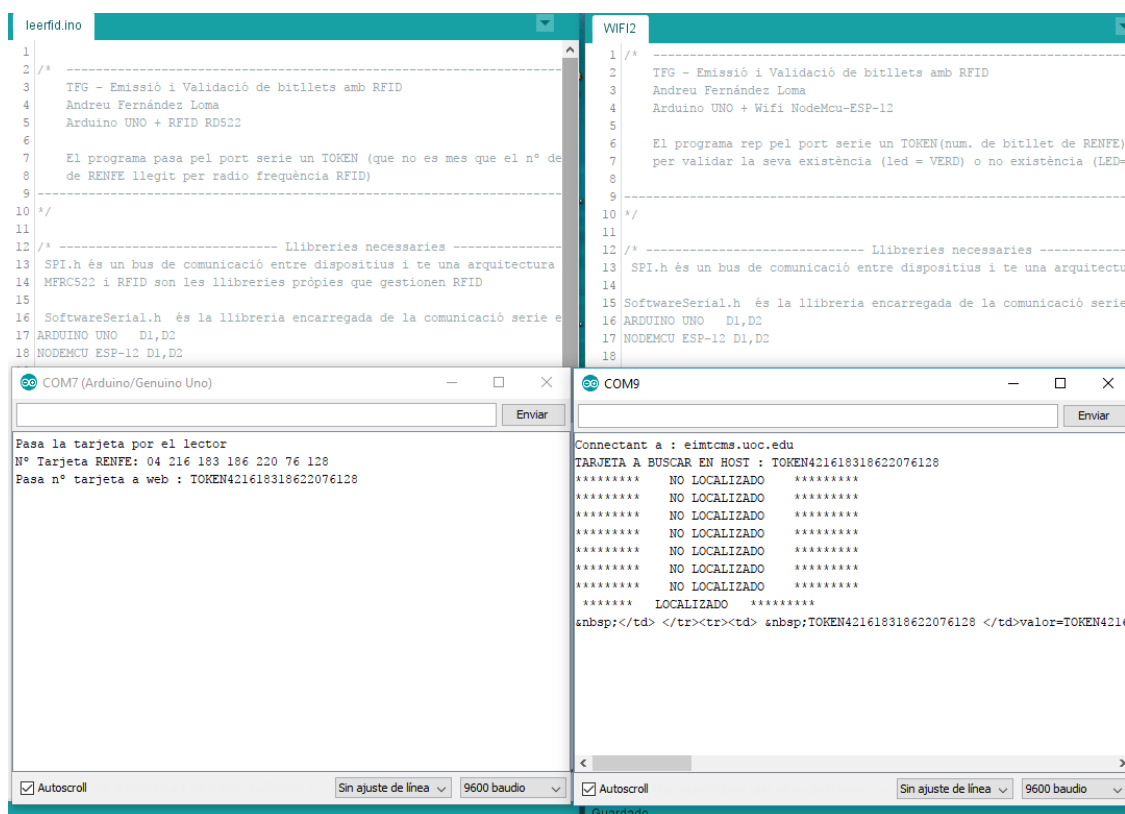
```
mfrc522.PCD_Init();
```

Per últim es llegeix la targeta :

```
if ( mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
{ Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], DEC); }
```

Test i proves

A l'esquerra està el mòdul que llegeix targetes per radiofreqüència. Aquest mòdul formata el nº i el passa al mòdul de la dreta. El mòdul de la dreta rep el nº de targeta i envia la consulta al servidor < eimtcms.uoc.edu> on està la pàgina indexTFG.php que rep el nº de targeta i el consulta a la BBDD.

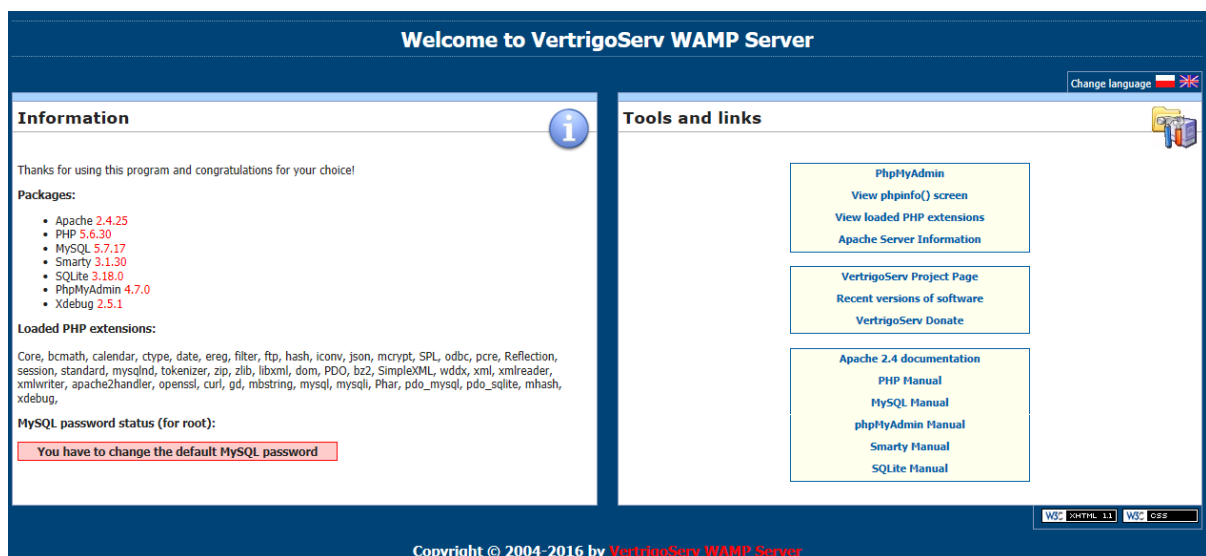


The screenshot displays two serial monitors from the Arduino IDE. The left monitor, labeled 'COM7 (Arduino/Genuino Uno)', shows the source code for 'leerfid.ino'. The code includes comments in Catalan, library declarations for SPI, MFRC522, and SoftwareSerial, and the initialization of the MFRC522 module. The right monitor, labeled 'COM9', shows the program's output. It starts with 'Connectant a : eimtcms.uoc.edu' and 'TARJETA A BUSCAR EN HOST : TOKEN421618318622076128'. It then displays a series of 'NO LOCALIZADO' messages, followed by 'LOCALIZADO' and the final output: 'TOKEN421618318622076128'.

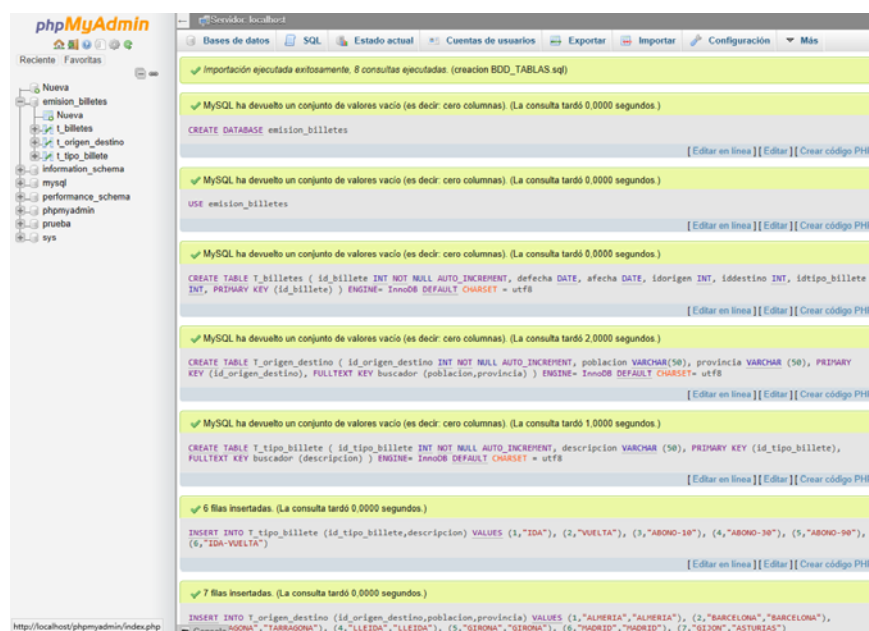
Etapa 4 - Instal·lació BBDD en local

Per tal de desenvolupar la part de servidor/client, m'he instal·lat en local un servidor WAMP Server amb PhpMyAdmin, servidor Apache i PHP per tal de dur a terme totes les proves abans de pujar a un servidor en producció. El software que s'ha fet servir és VertrigoSer 2.47 –PHP 7.1X64 (font: <https://www.vswamp.com/>) amb llicència lliure (freeware compilation of software)

Després de la instal·lació, s'ha creat el fitxer <creacion BDD_TABLAS.sql> amb les *queries* que serviran per crear la base de dades i les diferents taules. La idea d'aquest fitxer és aconseguir importar en qualsevol servidor amb MySql i facilitar la posada en marxa en producció. Aquesta base de dades, taules i informació servirà per posar en pràctica el mòdul d'Arduino.



S'ha fet una prova d'evidències per tal de comprovar que efectivament el fitxer creat conté les queris ben construïdes.



Mostrar ventana de consultas SQL

Mostrando filas 0 - 5 (total de 6, La consulta tardó 0,0000 segundos.)

```
SELECT * FROM `t_tipo_billete` WHERE 1
```

Perfilando [Editar en línea] [Editar] [Explicar SQL] [Crear código PHP] [Actualizar]

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla | Ordenar según la clave: Ninguna

+ Opciones

	id_tipo_billete	descripcion
<input type="checkbox"/>	1	IDA
<input type="checkbox"/>	2	VUELTA
<input type="checkbox"/>	3	ABONO-10
<input type="checkbox"/>	4	ABONO-30
<input type="checkbox"/>	5	ABONO-90
<input type="checkbox"/>	6	IDA-VUELTA

Seleccionar todo Para los elementos que están marcados: Editar Copiar Borrar Exportar

El següent pas ha estat crear les relacions entre taules i la normalització de les BBDD. Per mantenir la coherencia entre taules, s'ha definit amb el tipus de relació que en cas d'esborrar o modificar també es faci sobre la taule forànea.



Per tant, s'ha aplicat la Primera forma Normal (1FN) on tots els atributs són atòmics, simples i indivisibles. Les taules contenen una única clau primària i no contenen nuls. Així mateix, també estan en Segona Forma Normal i Tercera ja que els atributs que no formen ninguna clau depenen de forma completa de la clau principal.

Etapa 5 - Instal·lació BBDD en servidor de producció i PHP()

BBDD → URL: <http://eimtcms.uoc.edu/bbdd>

PHP() → URL: <http://eimtcms.uoc.edu/~afernandezlom/>

S'ha fet servir servidors de la UOC per posar en pràctica la part de php que dona informació de bitllets i permet emetre bitllets.

Aquesta pujada en producció ha significat adaptar part del codi que ja estava testejat per quant han variat les URLs , els usuaris, i els accessos a BBDD.

Crear les bases de dades en el nou servidor ha estat fàcil. Tant sols s'ha importat el fitxer <creacion BDD_TABLAS.sql> i s'ha executat directament una vegada dintre del phpMyAdmin del servidor de la UOC.

```
CREATE TABLE T_billetes (
  id_billete INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  defecha DATE,
  afecha DATE,
  idorigen INT,
  iddestino INT,
  idtipo_billete INT,
  Validado_Revisor BOOLEAN,
  _checksum VARCHAR(50),
  PRIMARY KEY (id_billete,idorigen,iddestino,idtipo_billete)
) ENGINE= InnoDB DEFAULT CHARSET = utf8;

CREATE TABLE T_origen_destino (
  id_origen_destino INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  poblacion VARCHAR(50),
  provincia VARCHAR (50),
  PRIMARY KEY (id_origen_destino),
  FULLTEXT KEY buscador (poblacion,provincia)
) ENGINE= InnoDB DEFAULT CHARSET= utf8;

CREATE TABLE T_tipo_billete (
  id_tipo_billete INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  descripcion VARCHAR (50),
  PRIMARY KEY (id_tipo_billete),
  FULLTEXT KEY buscador (descripcion)
) ENGINE= InnoDB DEFAULT CHARSET = utf8;

INSERT INTO T_tipo_billete (id_tipo_billete,descripcion) VALUES
(1, "IDA"),
(2, "VUELTA"),
(3, "ABONO-10"),
(4, "ABONO-30"),
(5, "ABONO-90"),
(6, "IDA-VUELTA");

INSERT INTO T_origen_destino (id_origen_destino,poblacion,provincia) VALUES
(1, "ALMERIA", "ALMERIA"),
(2, "BARCELONA", "BARCELONA"),
(3, "TARRAGONA", "TARRAGONA"),
(4, "LLEIDA", "LLEIDA"),
(5, "GIRONA", "GIRONA"),
(6, "MADRID", "MADRID");
```

La nova connexió a la BBDD en producció ha obligat a modificar el codi del fitxer conectaRFID.php amb les noves dades d'accés.

```

<?php
function Conectando(){
    $server="localhost";
    $user="tfg";
    $pass="TFGtfg";
    $db="emision_billetes";
}

<?php
function Conectando(){
    $server="";
    $user="afernandezlom";
    $pass="VkJbSdWA";
    $db="afernandezlom";
}
    
```

Evidència que la pàgina del servidor funciona:

Amb URL sense filtrar :

id_billete	defecha	afecha	idorigen	iddestino	idtipo_billete	Validado_Revisor	Checksum
1	0000-00-00	0000-00-00	1	2	6	0	Token1364179183-136
2	0000-00-00	0000-00-00	2	3	5	1	
3	0000-00-00	0000-00-00	6	5	1	0	

Amb URL filtrada :

id_billete	defecha	afecha	idorigen	iddestino	idtipo_billete	Validado_Revisor	Checksum
1	0000-00-00	0000-00-00	1	2	6	0	Token1364179183-136

9. Seguretat

Seguretat en el *ebitllet*. Seguretat RFID

El present projecte no aborda el tema de seguretat donat la seva dimensió i complexitat. No obstant, s'enumeren una sèrie de riscos que caldria afrontar-los si tirés endavant el projecte.

Els riscos per la seguretat de la tecnologia RFID són aquells derivats d'accions encaminades a deteriorar, interrompre o aprofitar-se del servei de forma maliciosa.

La forma més fàcil d'atac al sistema RFID es evitar la comunicació entre el lector i el tag. Aquest fet es pot produir creant un camp electromagnètic o soroll (anomenat atac per RF Jamming) que interfereixi amb el creat amb el lector.

Un altre vulneració de la seguretat és la suplantació que consisteix en enviar informació falsa que pugui semblar vàlida i així substituir/modificar la informació del tag original .

Així mateix, també es pot donar el cas d' inserció de codi/comandaments maliciós en el tag. Aquestes comandes poden inhabilitar lectors i altres elements del sistema.

La denegació de servei (DoS) és un tipus d'atac que satura el sistema enviant-li de forma massiva més dades de les que es capaç de processar.

Per tal de garantir o minimitzar l'impacte i els riscos, es recomanable xifrar la informació que contingui el tag. Així mateix cal autenticar els lectors o etiquetes mitjançant una clau secreta per tal de validar la comunicació lector-etiqueta.

10. Requisits d'instal·lació/implantació/ús

Els requisits mínims per a la instal·lació sobre els servidors actuals de RENFE són:

1. Disposar de MySql 4.5 o superior per gestionar les 3 taules creades:
 - T_bitllets : taula amb el detall dels bitllets emesos
 - T_origen_destino : taula amb els codis de població i províncies
 - T_tipo_billete : taula amb els diferents tipus de bitllets operatius

2. Pàgines web sobre servidor Web amb extensió PHP versió 7.0 o superior:
 - indexTFG.php i addTFG.php que serveix per donar d'alta bitllets i associar un nº de targeta RFID
 - indexTFG_1.php que retorna tota la informació del bitllet un cop reconeguda el nº de targeta
 - estilorenfe.css fulla d'estil que servirà per maquetar el front Office de la pàgina indexTFG.php

Prototip Arduino:

- L'únic requisit per tal que funcioni el prototip és que pugui connectar a una xarxa via wifi. És recomana que sigui una xarxa prèviament identificada per evitar problemes de vulnerabilitat i seguretat. El prototip és totalment portable i funciona amb una pila de 9v.

11. Bugs

He començat el projecte sobre la placa base compatible Arduino Mega 2560. A mida que anava compilant unes vegades em pujava el codi i d'altres – la majoria de vegades-, donava un error de timeout(). Al tractar-se d'una placa nova, vaig demanar reemplaçar-la al proveïdor i em va comentar que aquests nou models venien amb un nou xip, el CH340G , que substituïa al tradicional FT232R fabricat per Future Technology Devices International Limited (FTDI). Segons ell, era una manera d'abaratir el preu de la targeta. Així mateix, va aprofitar per indicar-me que reinstal·lés el driver CH340G donat que, aquest xip és l'encarregat de la comunicació a través de USB per la porta sèrie UART.

Vaig procedir a instal·lar en Windows 10 el driver CH340G però el problema subsistia.

Dit això i investigant bastant, sembla ser que el fabricant del nou xip FT232 – que té la seu a Glasgow, Regne Unit- i en represàlia de la falsificació del seu xip, va incloure en els drivers un troià (1) que impedia el correcte funcionament si els xips no eren els originals. Era una manera de controlar la patent. El funcionament del troià és molt senzill. Una vegada connectes per primera vegada la targeta amb el xip FT falsificat la controladora del sistema operatiu (on te instal·lat el drive) sobreescriu la memòria eeprom interna del xip i la pròxima vegada que la connectis al port usb, Windows no la reconeixerà evitant d'aquesta manera la comunicació pel port USB i d'aquí el error de temps exhaurits de comunicació, el timeout() que he comentat.

Font consultada : <http://www.electrohobby.org/usb-ftdi-no-se-reconoce/>

Donat que és molt difícil continuar el projecte amb targetes clonades d'Arduino i, que portin el xip original FT232R, he pres la decisió de continuar el projecte amb la targeta oficial Arduino Uno.

Un cop solventat el primer problema, he seguit integrant els diferents mòduls del projecte. El primer que he integrat és el shield Ethernet. La instal·lació ha estat molt senzilla donat que es munta a sobre de la placa Arduino Uno fent coincidir els pins. No hi ha lloc a confusió. Un cop muntat he fet un test conforme la placa es comunica amb el router i han estat satisfactòries – veure detall a Etapa 1- . El segon mòdul que s'ha integrat, ha estat el lector de targetes RFID i que s'ha muntat segons l'esquema fent servir els pins de la shield Ethernet – veure detall a Etapa 2-. En aquest punt el projecte ha deixat de funcionar. La Ethernet no es comunicava amb el router i el lector no llegia les targetes .

Després d'això, han calgut moltes hores i fer molts assajos consistents en desmuntar el projecte i veure si muntant cada mòdul per sí sol aquests funcionaven com s'esperava. La conclusió a què vaig arribar és que el primer muntatge de la targeta Arduino Uno amb el lector RFID, funcionava correctament . El segon muntatge de la targeta Arduino Uno amb la shield Ethernet també funcionava correctament però, muntat tot alhora deixava de funcionar. Començo a veure en determinats fòrums que aquesta problemàtica era més recurrent del que em pensava. Finalment, vaig acabant llegint la descripció de la llibreria Ethernet on es feia esment que el shield Ethernet es comunica amb la placa Arduino Uno pel bus SPI però també ho fa el lector RFID i com sigui que comparteixen el mateix bus SPI, només un podrà estar actiu a l'hora.

(1) Troià : Codi maliciós que es presenta a l'usuari com a un programa aparentment legítim i inofensiu

Aquí entra en funcionament el pin 10 que s'utilitza per dir-li a Arduino si treballa en mode SS-SDA (esclau o mestre) però resulta que en la descripció del mòdul RC522 (RFID) el pin 10 també te les mateixes funcionalitats, per tant, és molt possible que no puguin compartir el mateix pin 10.

Font : <https://www.arduino.cc/en/Reference/Ethernet>

Font : <https://cdn.instructables.com/ORIG/.../FF3VM8XJ282W5KG.pdf>

RFID-RC522 Module	Arduino Uno
1 - SDA	Digital 10
2 - SCK	Digital 13
3 - MOSI	Digital 11
4 - MISO	Digital 12
5 - IRQ	--unconnected--
6 - GND	Gnd
7 - RST	Digital 5
8 - 3.3V	3.3v

Per tant la solució passa per re assignar al mòdul RFID, el pin 8 pel mode SS enlloc del 10. Ho faig a través del codi.

```
/*
 * -----
 *          MFRC522    Arduino
 *          Lector/PCD Uno
 * Senyal    Pin      Pin
 * -----
 * RST/Reset RST      D9
 * SPI SS    NSS      D8
 * SPI MOSI  MOSI     D11
 * SPI MISO  MISO     D12
 * SPI SCK   SCK      D13
 */

/* ----- Llibreries necessaries -----
SPI.h és un bus de comunicació entre dispositius i té una arquitectura mestre-esclau

Ethernet.h és la llibreria que implementa la pila de protocols TCP/IP i dintre d'Arduino
implementa els protocols de la capa d'aplicació
-----
*/

#include <UIPEthernet.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h> // Llibreria RFID
#include <RFID.h> // Llibreria RFID

#define RST_PIN    9
#define SS_PIN     8 //Faig servir aquest PIN donat que la ETHERNET utilitza el 10
```

L'últim problema que vaig trobar és que a mesura que el projecte avançava i el codi creixia, començo a tenir problemes d'espai d'emmagatzematge. El compilador m'avisa que ja vaig pel 79 % de la capacitat d'emmagatzematge. Aquest problema em ve donat pel fet de canviar de la targeta Arduino Mega a la targeta Arduino Uno, ja que aquesta última té menys capacitat.

```
Subido
El Sketch usa 24688 bytes (76%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las variables Globales usan 1630 bytes (79%) de la memoria dinámica, dejando 418 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.
Poca memoria disponible, se pueden producir problemas de estabilidad.
```

Adjunto taula comparativa però bàsicament es pot observar que la targeta Arduino Uno gestiona només 32Kb de memòria flash i aquí és on tinc el problema de fons. La solució passa per tornar a la targeta Mega 2560 amb capacitat de memòria flash de 256 Kb.

Característica de Arduino	UNO	Mega 2560	Leonardo	DUE
Tipo de microcontrolador	Atmega 328	Atmega 2560	Atmega 32U4	AT91SAM3X8E
Velocidad de reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz
Pines digitales de E/S	14	54	20	54
Entradas analógicas	6	16	12	12
Salidas analógicas	0	0	0	2 (DAC)
Memoria de programa (Flash)	32 Kb	256 Kb	32 Kb	512 Kb
Memoria de datos (SRAM)	2 Kb	8 Kb	2.5 Kb	96 Kb
Memoria auxiliar (EEPROM)	1 Kb	4 Kb	1 Kb	0 Kb

12. Projectió a futur

Estandardització

Un tema a tractar en un futur seria afrontar el nivell de seguretat i privacitat dels bitllets, ja que actualment els protocols i normes son canvians. Tot apunta a que la implantació definitiva de RFID és gracies a ISO (International Organization for Standardization) on a través de les normes ISO, regulen els estàndards i els protocols.

RFID amb NFC

Caldria integrar RFID amb recent tecnologia NFC (Near Field Communication) que permet que un telèfon mòbil recuperi les dades d'una etiqueta RFID i mitjançant una app específica, enviar les dades a Renfe per tal que validi el viatge.

EPC Global

A més seria necessari tramitar davant de l'organisme mundial EPC Global, la petició del codi EPC (Electronic Product Code) que resolt el problema de estandardització en el referent a la codificació. Consisteix en un codi únic hexadecimal de 24 dígits per identificar de manera unívoca qualsevol producte a nivell mundial.

13. Pressupost

	TASQUES DEL PROJECTE	HORES	€/HORA	TOTAL
DISSENY PROJECTE	Anàlisi de les diferents opcions del TFG	5	40	200
	Proposta consensuada i acceptació	2	40	80
	Desenvolupar la memòria	20	40	800
		Subtotal		1080
DISSENY BITLLET	Disseny i creació bitllet 2D	10	40	400
	Disseny cartereria publicitària 2D	10	40	400
	Disseny Vídeo 3D	8	40	320
		Subtotal		1120
DISSENY PROTOTIP ARDUINO	Muntatge Placa Base Arduino	2	40	80
	Muntatge Ethernet	2	40	80
	Muntatge mòdul RFID	2	40	80
	Muntatge mòdul Wifi	2	40	80
	Muntatge pantalla LCD	2	40	80
	Proves unitàries d'integració i connectivitat	10	40	400
	Disseny interfície gràfica prototip	20	40	800
		Subtotal		1600
DISSENY BBDD	Anàlisi i disseny BBDD	5	40	200
	Instal·lació MySQL i creació BBDD	4	40	160
	Desenvolupament PHP	4	40	160
	Integració Prototip i MySql	10	40	400
		Subtotal		920
MATERIAL	Material Arduino	Subtotal		50
TOTAL				4.770,00 €

14. Anàlisi de mercat

Benchmark de bitllets amb tecnologia RFID

CONSORCIO TRANSPORTES MADRID

<http://www.crtm.es/billetes-y-tarifas/tarjeta-transporte-publico/aspectos-generales.aspx>

Integració en una targeta unipersonal i intransferible la tecnologia sense contacte però no està destinada al us diari sinó per abonaments.



Figura 15. Captura pantalla web Consorcio Transportes Madrid

METRO VALENCIA

http://www.metrovalencia.es/wordpress/?page_id=181

Està un pas per endavant de Madrid i integra també la tecnologia sense contacte per als viatges diaris I disposa d'app per recarregar els bitllets

Tarjetas sin contacto

El 1 de enero de 2009 Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana implantó el sistema de Tarjetas sin Contacto en las que pueden cargarse los títulos de transporte Bonometro, Bono Transbordo, Gent Major y Abono de Transporte. El 1 de mayo de 2010 se incorporaron a este sistema el billete Sencillo y el ida y vuelta.

Las Tarjetas sin Contacto funcionan por proximidad, de forma que, acercando el título al lector, se abren las puertas de acceso.

Su uso comporta numerosas ventajas para la explotación y los usuarios de Metrovalencia: mayor rapidez de paso en las líneas de validación, mayor fiabilidad, menor deterioro de los soportes y menos mantenimiento de las máquinas de peaje al no incorporar éstas elementos mecánicos.

Hay dos tipos de soporte para las Tarjetas sin Contacto: cartón y PVC. Ambas se pueden recargar en las máquinas de venta automática, en las estaciones servidas y a través de la web de Metrovalencia.

Las Tarjetas sin Contacto de cartón tienen una garantía de un año. El soporte de PVC tiene un tiempo de vida útil estimado de cinco años, y podrá ser personalizado (para cargar los Títulos de Abono Temporal) o sin personalizar. El soporte de PVC tiene una garantía de cinco años.

Este proyecto, en el que participa Metrovalencia junto la Empresa Municipal de Transporte de Valencia (EMT) y las empresas integradas en MetroBus, está promovido por la Entidad de Infraestructuras de la Generalitat (EIGE).

Atención al Cliente



- ✦ Centros d'Atenció al Client
- ✦ Envíanos tu opinión
- ✦ Objetos perdidos

[acceso a atención al cliente](#)

Figura 16. Captura pantalla web Metro Valencia

AUTORIDAD METROPOLITANA DE NEW YORK (MTA)

<http://www.mta.info/>

Integra també la tecnologia sense contacte mitjançant una targeta magnètica recarregable. L'app que disposa és de consulta de trajectes i estat de la xarxa. Així mateix, està implantant el eTix® que és el nou tiquet per tecnologia mòbil (NTC) i que l'app permet comprar bitllets.

Subway

- ▶ **2 3** Weekends until 2018
- ▶ **7** Major Service Changes
- ▶ **F** Culver Station Renewal
- ▶ **M** Myrtle Viaduct Phase II
- ▶ **N** Sea Beach Stations
- ▶ **N R** Prospect Av Station
- ▶ **N W** 30 Av & 36 Av Stations
- ▶ **R** Bay Ridge Av Now Open!

My MTA Alerts®

Get FREE email and text alerts with service information for:

- Subways
- Buses
- Trains
- Bridges & Tunnels

- ▶ Log in or sign up now!



Innovation

- ▶ Buses with Free Wi-Fi and USB Ports Now in Service
- ▶ Cashless Tolling
- ▶ Cellular & Wi-Fi Come to Bronx Subway Stations
- ▶ Help Point
- ▶ On the Go Kiosks



- ▶ Get details about the **M** Myrtle Viaduct Reconstruction
- ▶ Submit a comment or question



L Canarsie Tunnel Reconstruction

- ▶ Get details about the **L** recovery and resiliency work
- ▶ View community presentation

Improper Sexual Conduct

- ▶ Report an Incident
- ▶ What you should know

Customer Self Service

- ▶ Things you can do online, anytime
- ▶ Get in touch with us



New Yorkers Keep New York Safe

- ▶ Thousands of New Yorkers have already done their part. And you can too.



Travel Time™

Real-Time arrivals and updates on your computer or smartphone!

- ▶ MTA Bus Time®
- ▶ MTA Drive Time®
- ▶ MTA Bus Time® App
- ▶ Long Island Rail Road Train Time®
- ▶ The Weekender v1.5
- ▶ Metro-North Railroad Train Time®
- ▶ MTA Subway Time® (including the SIR)
- ▶ MTA eTix®



Select Bus Service

- ▶ NEW! Bx6 SBS Effective Sep 3
- ▶ LaGuardia Link Q70 SBS
- ▶ Overview



Cashless Tolling

- ▶ Pay Tolls by Mail Bill
- ▶ Get E-ZPass
- ▶ More Information
- ▶ Avoid Rental Car Fees

Fix&Fortify

Sandy Recovery Work

- ▶ Superstorm Sandy Fix&Fortify Efforts Continue

MTA Pledge to Customers



Your Ride

- ▶ Safety
- ▶ Make Your Commute Faster



Figura 17. Captura pantalla web ATM NY

Taula comparativa de bitllets amb tecnologia RFID

Companyia	Producte	Característiques
ConSORCI Transportes Madrid	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abonament 30 dies 2. Anual 3. Família nombroses 4. Persones discapacitació 	Disposa de app per consultes
Metro Valencia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tarjeta TuiIN 2. Sencillo 3. Ida y vuelta 4. Bonometro 5. Gent Gran 6. Movilitat Mensual 7. Movilitat Anual 	Adaptat a tecnologia NFC. Disposa de app per recarregar els títols. Promociona el servei App Mòbils NFC amb 2 viatges gratis si recarregues
Autoridad Metropolitana New York	<ol style="list-style-type: none"> 1. eTix® (use only Long Island) 2. MetroCard 7Day 3. MetroCard 30Day 4. MetroCard 7Day Express 	La targeta s'ha de comprar en màquines expenedores. Disposa d'app "Travel Time" per conèixer la situació de la xarxa. El producte eTix® és per NTC

Benchmark del dispositiu de lectura/escriptura RFID

El mercat actual ofereix diferents dispositius de lectura/escriptura de tags RFID però falta implementar la part del software concret referit als bitllets. Els preus unitaris són molt elevats en comparació amb el cost d'implementar-ho amb Arduino (aproximadament 50 € preu no majorista).

The screenshot shows the 'Terminales RFID' section of the Logiscenter website. The page features a navigation bar with contact information (902 050 030 - 911 433 048) and a search bar. Below the navigation, there are several product listings for RFID terminals from various manufacturers including Unitech, Motorola, Casio, Nordic ID, and Honeywell. Each listing includes a product image, a brief description, and the price. For example, the Unitech RP901 is priced at 664,90 €, and the Motorola FX9500 is priced at 1.063,34 €. The page also includes a sidebar with additional product categories and a footer with the website URL: https://www.logiscenter.com/.

Figura 18. Captura pantalla web venda . Font <https://www.logiscenter.com/>

15. Màrqueting i Vendes

La marca 'renfe' està plenament posicionada i reconeguda. No cal enfocar les accions de comunicació per posicionar-la però sí convé fer dos accions per tal d'informar del nou sistema implementat als bitllets. Aquestes comunicacions es poden gestionar de manera interna i externa.

Campanya comunicació interna

L'objectiu principal del present projecte versa sobre dotar de tecnologia RFID als bitllets actuals, per tant, s'ha creat un banner i un contingut de comunicació que es publicarà a la intranet de renfe. El banner és de 730 pixels x 92 pixels i el contingut de 640 pixels x 440 pixels. La informació que conté aquesta comunicació és més tècnica i informativa sobre quins avantatges presenta el e-bitllet.

<arxius adjunt : Presentació ebitllet.png
intranet.png>

Campanya de comunicació externa. Clients

Amb el nou model de bitllet no es pretén incrementar la venda però sí informar de les millores que els clients notaran. En aquest sentit, la finalitat de comunicació al client és de caràcter informativa i es disposarà d'una cartellera que es posaran de manera visible als punts de venda.

<arxius adjunt : Cartellera externa.png> 54 cm x 80 cm

16. Conclusions

No puc dir una altre cosa que la motivació és el motor de l'avenç i l'aprenentatge. A banda dels objectius principals i secundaris del present projecte, existeix un objectiu subjacent que és la satisfacció de posar en pràctica coneixements teòrics, aprendre d'errors o bé la recerca d'una resposta a les diferents preguntes i dubtes que se m'han presentat durant la fase de construcció del prototip i/o disseny de la pàgina web. He pogut gaudir i experimentar de forma molt positiva i apassionant aquest viatge que és l'aprenentatge.

Annex 1. Lliurables del projecte

Lliurables PAC 1

Tipus	Nom del fitxer	Descripció
Memòria V.0	PAC1_mem_Fernandez_Andreu.doc	Descripció del projecte

Lliurables PAC 2

Tipus	Nom del fitxer	Descripció
Memòria V.1	PAC2_mem_Fernandez_Andreu.doc	Descripció del projecte
Diagrama de Gantt	TFG Bitllet RFID.gan	Cronograma sobre el temps de dedicació de les diferents tasques del Treball Fi de Carrera
Excel	Pressupost Projecte.xlsx	Detall de les diferents partides del projecte així com del cost de les mateixes
Gràfic 2D	Cartelleria externa.png	Cartell publicitari per exposar a les taquilles de venda
Gràfic 2D	Intranet.png	Banner i contingut per informar al personal intern del nou ebitllet
Gràfic 2D	ebillet.png	Anvers- revers del ebitllet
Gràfic 3D	ebitllet.max RENDER ebitllet.avi	Presentació en 3D del ebitllet

Lliurables PAC 3

Tipus	Nom del fitxer	Descripció
Memòria V.2	PAC3_mem_Fernandez_Andreu.doc	Descripció del projecte
Diagrama de Gantt	TFG Bitllet RFID.gan	Cronograma sobre el temps de dedicació de les diferents tasques del Treball Fi de Carrera
Pàgines al servidor	IndexTFG.php estilorenfe.css addTFG.php conectaRFID.php	Pagina principal Fulla d'estil de la pàgina ppal Nous bitllets Pàgina per connectar BBDD

Codi prototip Arduino	Test Arduino + Shield.ino ETHERNET_RFID.ino	Codis de prova conforme s'anava construint el prototip i es verificava les seves funcionalitats
Codi SQL	creacion BDD_TABLAS.sql	Codi per crear les bases de dades en MySql

Lliurables PAC FINAL

Tipus	Nom del fitxer	Descripció
Memòria V.final	PAC2_mem_Fernandez_Andreu.doc	Descripció del projecte
Diagrama de Gantt	TFG Bitllet RFID.gan	Cronograma sobre el temps de dedicació de les diferents tasques del Treball Fi de Carrera
Pàgines al servidor	IndexTFG.php IndexTFG_1.php estilorenfe.css addTFG.php conectaRFID.php conecta.php	Pagina principal Pàgina que crida el prototip per saber si existeix o no el bitllet Fulla d'estil de la pàgina ppal Nous bitllets Pàgina per connectar BBDD Dades de connexió a la BBDD
Codi prototip Arduino	Lector RFID + Wifi	Codi font del prototip
Codi SQL	creacion BDD_TABLAS.sql	Codi per crear les bases de dades en MySql

Annex 2. Codi font (extractes)

Mòdul Wifi

```
/* -----  
TFG - Emissió i Validació de bitllets amb RFID  
Andreu Fernández Loma  
Arduino UNO + Wifi NodeMcu-ESP-12  
  
El programa rep pel port sèrie un TOKEN(num. de bitllet de RENFE) i connecta via Wifi  
per validar la seva existència (led = VERD) o no existència (LED=ROJO)  
*/  
  
/* ----- Llibreries necessàries -----  
SPI.h és un bus de comunicació entre dispositius i te una arquitectura mestre-esclau  
  

```


Mòdul lector targeta

```
/* -----  
TFG - Emissió i Validació de bitllets amb RFID  
Andreu Fernández Loma  
Arduino UNO + RFID RD522  
  
El programa pasa pel port serie un TOKEN (que no es mes que el nº de targeta  
de RENFE llegit per radio freqüència RFID)  
-----  
*/  
  
/* ----- Llibreries necessaries -----  
SPI.h és un bus de comunicació entre dispositius i te una arquitectura mestre-esclau  
MFRC522 i RFID son les llibreries pròpies que gestionen RFID  

```



```
Pasa la tarjeta por el lector
Nº Tarjeta RENFE: 04 216 183 186 220 76 128
Pasa nº tarjeta a web : TOKEN421618318622076128
Nº Tarjeta RENFE: 04 216 183 186 220 76 128
Pasa nº tarjeta a web : TOKEN421618318622076128
Nº Tarjeta RENFE: 04 216 183 186 220 76 128
Pasa nº tarjeta a web : TOKEN421618318622076128
```

 Autoscroll

Sin ajuste de línea ▾

9600 baudio ▾

PÀGINES WEB

S'ha creat la següent pàgina (<http://eimtcms.uoc.edu/~afernandezlom/indexTFG.php>) que serveix per donar d'alta bitllets i per consultar bitllets. El funcionament és molt bàsic. Únicament hi ha dos botons d'acció (Acceptar compra i Enviar Consulta). La part de venda has d'introduir dues dates, origen i destí , tipus de bitllet i el token (que és el nº de targeta).

Annex 4. Guia de l'usuari

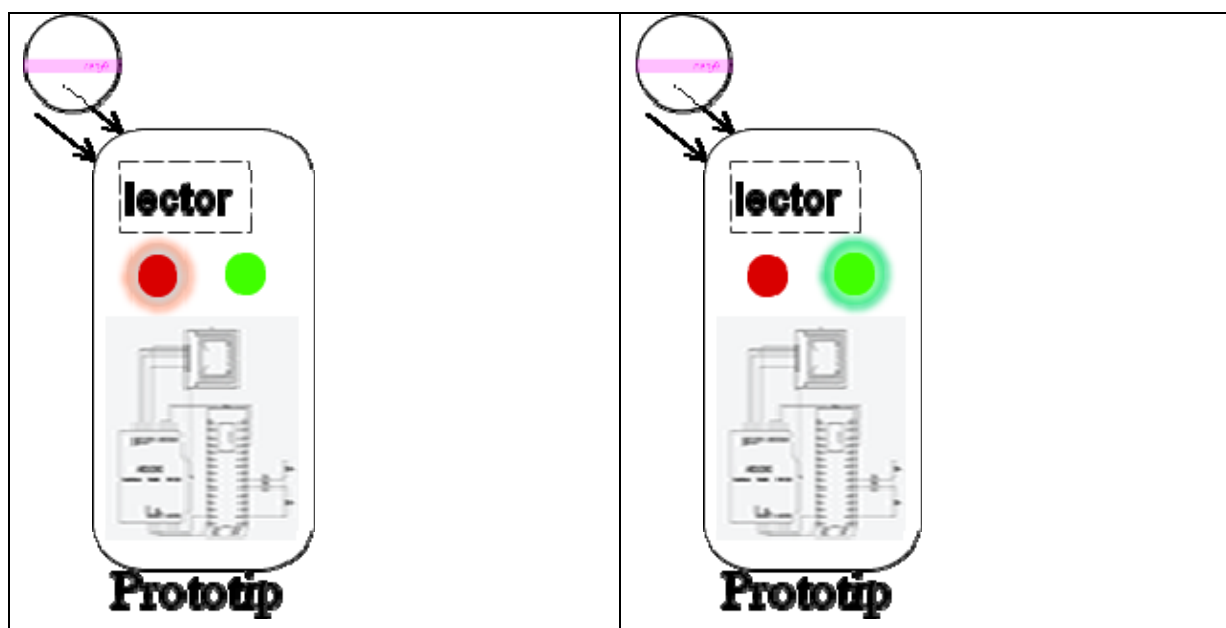
Hi ha dos tipus d'usuari.

Usuari A: L'interventor (que és qui realment està al tren i valida el bitllet)

Usuari B: Venedor de bitllets (que habitualment estan a les estacions)

Guia per l'usuari A

Connectar el prototip a la font d'alimentació de 9v. Apropar el bitllet pel lector. Una llum vermella s'encendrà. Quant s'apagui aquest llum haurà finalitzat la comprovació.



Si el bitllet està localitzat s'encendrà el led verd. Si no el localitza no s'encén cap led.

Guia per l'usuari B

Fa el manteniment dels bitllets, per tant, és l'encarregat de donar d'alta els trajectes i associar el n° de bitllet. Per fer aquesta tasca haurà d'entrar a la pàgina <http://eimtcms.uoc.edu/~afernandezlom/indexTFG.php> i emplenar els camps habilitats. El número de targeta l'obtindrà al passar el bitllet pel prototip (falta afegir al prototip una petita pantalla LCD 16X2).



RENFE- VENTA ACTUAL DE BILLETES

id_billete	Salida	Llegada	Origen	Destino	Tipo_billete	Validado_Revisor	Num Tarjeta RFID
------------	--------	---------	--------	---------	--------------	------------------	------------------

Venta billete

ID_billete :

Fecha Salida :

Fecha Llegada : ¿Está validado por revisor? :

Origen: Destino: Tipo de billete:

Número de billete :

Annex 5. Bibliografía

//Disseny nou bitllet//

Renfe. *Identidad y futuro. Libro de la marca.* [Data consulta : 20/10/2017]

<<http://www.renfe.com/empresa/comunicacion/marca/LibroMarca.html>>

//Tecnologia RFID //

MIFARE. *Familia MIFRA Classic.* [Data consulta : 21/10/2017]

<<https://www.mifare.net/es/productos/ics-de-tarjetas-con-chip/familia-mifare-classic/>>

Agencia Española de protección de Datos. *Guía sobre Seguridad y privacidad de la tecnología RFID.* [Data consulta : 28/10/2017]

<https://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/publicaciones/common/Guias/Guia_RFID.pdf>

Shield NFC de Arduino . <https://giltesa.com/2013/07/29/shield-nfc-de-arduino-para-la-lectura-y-escritura-de-llaveros-y-etiquetas> [Data consulta : 15/11/2017]

// ISO //

Identification cards -- Contactless integrated circuit cards -- Proximity cards -- Part 3: Initialization and anticollision. [Data consulta : 30/10/2017]

<<https://www.iso.org/standard/50942.html>>

//Arduino//

Arduino Mega 2560. [Data consulta : 25/10/2017]

<<http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>>

W5100 Datasheet Version 1.2.6 [Data consulta : 25/10/2017]

<http://www.web-robotica.com/wp-content/uploads/2015/10/Hoja-de-datosW5100_Datasheet.pdf>

// XIP FT232R //

<http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT232R.htm> [Data consulta : 02/12/2017]

Annex 6. Glossari

Arduino – Companyia de hardware lliure

CSS – Fulles d'estil en cascada (Cascading Styles sheets). És un llenguatge per definir i crear la presentació de pàgines web i interfases d'usuari en llenguatge HTML.

HTML – Acrònim de Hyper Text Markup Language. Es un estàndard del llenguatge de marques que s'utilitza per confeccionar pàgines web.

RFID – Acrònim de Radio Frequency IDentification. El propòsit fonamental de la RFID és identificar mitjançant un lector, sense contacte i a distància, una etiqueta o tag.

EPC (Electronic Product Code) - És un codi únic hexadecimal de 24 dígits per identificar de manera unívoca qualsevol producte a nivell mundial.

Driver- Rutina o programa que enllaça un perifèric amb un sistema operatiu

Annex 7. Vita

Em dic Andreu Fernández Loma. Vaig néixer a Vilafranca del Penedès. Allà vaig cursar els estudis fins el batxillerat i ho vaig deixar. Em vaig incorporar als diferents negocis familiars. Primer a un taller de tall i confecció. Després dues botigues de queviures. Després portaven el servei de càtering d'un bingo i finalment vaig abandonar el nucli familiar i començar la meva vida laboral a Caixa Penedès on vaig treballar 20 anys. Amb la reordenació del sector bancari vaig acabar treballant pel Banc Mare Nostrum a Murcia. Vaig estar menys d'un any fins que em vaig incorporar a la multinacional INDRA a Barcelona com a gerent d'un servei bancari externalitzat per CaixaBank. Actualment sóc el gerent del mateix servei bancari però en GDS CUSA, que és una filial de CaixaBank.