

SISTEMA DE CONTROL D'ACCÉS VIA BLUETOOTH PER A TERMINALS ANDROID

José Luis del Aguila García
Grau de Multimèdia
Àrea d'Arduino

Antoni Morell Pérez
Pere Tuset Peiró

10 de Juny del 2018



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/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>Sistema de control d'accés via Bluetooth per a terminals Android</i>
Nom de l'autor:	<i>José Luis del Aguila García</i>
Nom del consultor/a:	<i>Antoni Morell Pérez</i>
Nom del PRA:	<i>Pere Tuset Peiró</i>
Data de lliurament (mm/aaaa):	<i>06/2018</i>
Titulació o programa:	<i>Grau de Multimèdia</i>
Àrea del Treball Final:	<i>Àrea d'Arduino</i>
Idioma del treball:	<i>Català</i>
Paraules clau	<i>Control d'accés, Bluetooth, Arduino</i>
Resum del Treball (màxim 250 paraules):	
<p>La finalitat d'aquest projecte és crear una plataforma de control d'accés a instal·lacions privades o corporatives basada en Arduino i utilitzant el telèfon mòbil amb una interfície simplista per accionar l'obertura, mitjançant connectivitat Bluetooth.</p> <p>El projecte es desenvolupa en un context actual en el que s'utilitzen les aplicacions mòbils per a gestionar gran quantitat d'aspectes de la vida de les persones, des de fer la compra o demanar menjar, controlar l'activitat esportiva o servir de comandament dels electrodomèstics del domicili, on la facilitat d'accés a la domòtica, electrònica de codi obert i la proliferació del "Internet de les coses (IOT)" propicien centralitzar la gestió en els telèfons mòbils, desprendre-se'n d'altres perifèrics innecessaris (comandaments a distància, targetes d'accés, elements de control electrònic encastables...) i crear aplicacions amb interfícies simplistes i intuïtius quan es tracta d'arribar a un sector de la població sector generalista.</p> <p>Així, es desenvolupa el projecte seguint les fases de definició, disseny, implementació i proves, arribant a assolir un producte econòmic i pràctic on impera la seguretat al aplicar doble factor d'autenticació.</p>	

La conclusió a la que s'arriba és que gràcies a les plataformes de codi obert tant de programari com de maquinari, i el fàcil i econòmic accés a les noves tecnologies bàsiques, es pot crear un producte comercial que reporti beneficis econòmics, per una banda, i per l'altre, que amb la filosofia "*Do It Yourself* (DIY)" junt a plataformes *open source*, és senzill i econòmic construir les nostres pròpies plataformes electròniques, amb la possibilitat d'obrir-les a la comunitat oberta per tal de millorar-la de manera conjunta i universalitzar el seu ús.

Abstract:

The purpose of this project is to create an access control platform for private or corporate installations based on Arduino and using the mobile phone with a simplistic interface to activate the opening, through Bluetooth connectivity.

The project is developed in a current context in which mobile applications are used to manage a large number of aspects of people's lives, from shopping or ordering food, controlling sports activity or serving as a command for domestic appliances, where the ease of access to home automation, open source electronics and the proliferation of the Internet of Things (IOT) helps to centralize its management on smartphones, get rid of other unnecessary peripherals (remote controls, access cards, wall-mount electronic control elements...) and to create applications with simple and intuitive interfaces to reach a generalist sector of the population.

Thus, the project is developed following the phases of definition, design, implementation and testing, getting a product that is economic and useful where security prevails by applying a double-factor authentication.

The conclusion reached is, that thanks to the open source platforms of both software and hardware, and the easy and cheap access to the new basic technologies, it's possible to create a commercial product that, on the one hand, reports economic benefits and, on the other, with the Do It Yourself (DIY) philosophy together with open source platforms, it's simple and economic to build our own electronic platforms, with the possibility to liberate them to the open community in order to improve it jointly and universalize its use.

Dedicatòria

A Sonia, per donar-me confiança i ànims, amb paciència.

A Lucía, per saber esperar-me amb il·lusió i donar-me força.

A la meva família, per haver-me fet ser qui soc.

ÍNDEX

1. Introducció	1
2. Descripció	2
3. Objectiu	3
4. Pressupost	4
5. Viabilitat	6
5.1. Viabilitat econòmica.....	7
5.2. Viabilitat legal	8
6. Arquitectura	9
6.1. Algorisme funcional del prototip	9
6.2. Esquema funcional de l'app	10
7. Seguretat	11
8. Plataforma i eines de desenvolupament	12
8.1. Arduino.....	12
8.2. Comunicacions	14
8.3. Actuadors.....	16
8.3.1. Obre-portes	16
8.3.2. Relé	17
8.3.3. Brunzidor	18
8.4. Programació app android.....	19
8.4.1. Mit app inventor	20
9. Planificació del treball	18
10. Procés de treball	19
10.1. Disseny i implementació del connexionat del prototip.....	19
10.2. Programació de l'app i del firmware	22
10.2.1. Comunicacions	22
10.2.2. Validació del dispositiu	24
10.2.3. Validació de l'usuari.....	26
10.3. Desviacions del projecte inicial	32
11. Usabilitat/ux	33
12. Requisits d'instal·lació/implantació	34
13. Instruccions d'instal·lació/implantació	35
14. Bugs	36
15. Projecció a futur	37
16. Conclusions	38
17. Bibliografia	39

1.INTRODUCCIÓ

Amb aquest projecte es pretén crear un sistema de control d'accés econòmic i senzill i que alhora garanteixi un fort control de seguretat de doble factor per evitar accessos no autoritzats. L'accés es realitzarà mitjançant una aplicació de telèfon mòbil que serà la que accioni remotament l'obertura a les instal·lacions. Aquest sistema es pot implementar amb pocs components electrònics i mecànics, reduint així el cost i la complexitat de la seva implementació, garantint la possibilitat d'assolir importants marges de beneficis amb la seva instal·lació professional, o facilitant la tasca i l'accés al material si es decideix obrir com a solució de codi obert, lliure i gratuïta.

2.DESCRIPCIÓ

Aquest sistema es basa en una placa Arduino que controla un mecanisme electrònic d'obertura d'un accés, ja sigui d'una porta, torn d'entrada, barrera, o similars.

El sistema requerirà la validació de l'usuari autoritzat per a accionar l'obertura electrònica. Això es farà de la següent manera:

Arduino detectarà els dispositius Bluetooth en el seu camp d'acció (uns 10 metres per a un Bluetooth de classe 2), validarà si el dispositiu està en la seva llista blanca de dispositius aprovats, i qualsevol d'aquests dispositius, mitjançant una *app* programada per a Android, podrà demanar l'obertura de l'accés prement un botó, petició que s'enviarà via Bluetooth, i com a segon terme de validació, la placa Arduino demanarà el PIN de l'usuari associat a aquell dispositiu. Si s'entra correctament el PIN de seguretat (numèric de 6 dígits), s'activarà durant un minut el botó d'obertura de l'accés a l'aplicació mòbil, que en prémer-la, farà actuar l'Arduino contra el sistema electrònic d'obertura per a donar accés a l'usuari. En el cas de demostració es tractarà el sistema d'accés com a una porta convencional amb tancament electrònic, així que s'activarà l'obertura durant un període de tres segons, i un LED de color verd s'il·luminarà a la placa per a indicar que s'està accionant l'obertura (i valdrà com a depuració d'errors, si en algun cas el tancament electrònic no s'acciona correctament per algun problema intern).

Si un dispositiu validat introdueix tres cops malament el PIN, es donarà per fet que no es emprat pel seu propietari legítim i el dispositiu es considerarà robat o sota coacció, així que enviarà una alerta a la placa, que dispararà una alarma sonora que informi d'un intent d'accés no autoritzat. Per a realitzar l'obertura, en el prototip s'utilitzarà una sortida connectada a un relé, que representarà l'acció d'obrir i tancar l'accés.

3.OBJECTIU

Amb aquest sistema de control d'accés per proximitat i doble factor de seguretat es pretén crear un nou sistema d'interacció amb el que obrir un accés físic a una ubicació a través del mòbil, mitjançant una *app* instal·lada. Amb això, es pretén crear un sistema d'accés segur, còmode i molt econòmic tant per a l'usuari domèstic com per a l'empresa.

La comoditat d'interactuar amb l'accés mitjançant el telèfon mòbil és degut a que en el moment actual, es centralitza la interacció amb molts sistemes quotidians en el mòbil (com controlar la TV, les llums de casa, pagar amb targeta de crèdit, comunicar-se, etc...), així que serà un punt més d'interacció en el dispositiu que més s'està acostumat a controlar i a delegar les accions interactives quotidianes.

A l'entorn corporatiu, serà una manera de tenir un control de seguretat d'accés físic de baix cost i efectiu, en aplicar el doble factor d'autenticació, i còmode i senzill d'utilitzar cara a l'usuari, ja que no haurà de portar objectes addicionals o apropar-se a tocar cap comandament encastrat a cap paret.

4.PRESSUPOST

La inversió realitzada per a aquest prototip, sense comptar les hores de programació, ha estat la següent:

ELEMENT	Preu	URL
Arduino UNO	20€	URL
DSD Tech HC-05 mòdul		
Bluetooth	8,99€	URL
OBO-27225 Brnzidor passiu	3,38€	URL
Obre-portes	12,99€	URL
Relé 5V	3,99€	URL
Transformador 12V	6,45€	URL
TOTAL	55,8€	

Les compres es realitzen totes a Espanya i amb servei d'entrega prioritària o urgent (per requeriments de la planificació del projecte), excepte en els casos que ja es disposava del material. El pressupost amb compra sense urgència, i sense comptar descomptes per volum ni marques alternatives, podria ser el següent:

ELEMENT	Preu	URL
Arduino UNO	20€	URL
DSD Tech HC-05 mòdul		
Bluetooth	2,95€	URL
OBO-27225 Brnzidor Passiu	1,03€	URL
Obre-portes	9,14€	URL
Relé 5V	1€	URL
Transformador 12V	1,99€	URL
TOTAL	36,11€	

Una estimació de les hores de treball pel desenvolupament del prototip:

ELEMENT	Preu hora	Unitats	Preu total
Disseny funcional i documentació	30	15	450 €
Programació	30	15	450 €
Test	30	5	150 €
TOTAL	90	35	1.050 €

Així, es pot estimar que el cost total del desenvolupament del prototip amb compra urgent ha estat de 1105,8€ i només el material ha estat de 55,8€

5.VIABILITAT

Donat que el projecte es realitza sobre una placa Arduino Uno, i components electrònics bàsics com un relé, un mòdul Bluetooth, transformador de corrent entre pocs més a enumerar, es pot parlar d'un sistema molt econòmic d'implantar i a l'abast de particulars, per a controlar l'accés a habitacions, domicilis, tanques de patis, portes de garatges, porters automàtics, entre d'altres, i d'empreses per l'altra banda, que poden utilitzar per a donar accés a l'empresa, a portes de sales interiors, tanques d'accés al pàrquing, torns rotatius de seguretat, sales restringides a diferents nivells de personal, portes motoritzades de magatzems, accés a laboratoris protegits, etc.

Així, hi ha una part del producte que és extremadament econòmica, la del maquinari. El programari per altra banda, és fet a mida i per tant es fixarà el valor en funció de l'oferta, la demana i el marge esperat de beneficis (dins de les possibilitats que doni el mercat) per a multiplicar el valor de benefici del producte. En tenir que programar el *firmware* a mida per a cada client, dona un control veritable sobre el llicenciament del producte, podent així oferir un producte integral (*hardware+software*) més la instal·lació i manteniment.

En visió dels potents i cars sistemes d'accés tant domèstics com empresarials, es pot afirmar que en les primeres etapes d'aquest projecte, les grans corporacions escapen del mercat objectiu, ja que les solucions actuals com les ofertes per *Dorlet*, per exemple, ofereixen un control i personalització molt més potent que en aquesta primera versió del prototip en integrar una plataforma client/servidor, registres detallats contra bases de dades, entre d'altres; però tant l'usuari domèstic, com les petites i mitjanes empreses (PYMEs) i micro-empreses, es té un sector de mercat en el que poder competir i guanyar un gran marge de beneficis per cada producte venut, donat el seu baix preu de cost, que a data de dia 07/03/2018 i consultant preus estàndard a *Ebay Espanya*, el cost total del prototip seria d'aproximadament 29€.

5.1. VIABILITAT ECONÒMICA

Quant a viabilitat econòmica, per a la seva producció comercial, amb compra programada, i comptant una hora de programació per cada unitat de control Arduino, més una hora de programació i configuració per a cada dispositiu desplegat/licenciat, el cost base seria de 66.11€ per unitat de control i 30€ per dispositiu mòbil.

S'estima que es podria vendre cada unitat de control a un preu de 200€ + IVA, una hora de configuració/programació per a cada unitat de control (inclou control electrònic d'obertura d'una porta), sumant 60€ + IVA per a cada porta addicional (inclou relé, tancament electrònic i instal·lació) i cada llicència a 50€ + IVA per dispositiu (inclou programació i desplegament), amb descomptes per volum del 5% entre 3 i 9 dispositius, del 10% entre 10 i 24 dispositius, del 15% entre 25 i 99 dispositius i del 20% a partir de 100 dispositius.

Així, exemple de desplegament de la solució en una PYME de 40 treballadors, amb una sola zona d'accés i dues portes controlades amb tancament electrònic, dotaria dels següents ingressos:

ELEMENT	Preu unitat	Unitats	Preu total
Unitat de control	1	1	200 €
Programació unitat de control	30	1	30 €
Porta addicional	60	1	60 €
Llicència	50	40	2.000 €
Descompte per volum		15	300 €
IVA		21	544 €
TOTAL			3.134 €

Els ingressos serien de 3691€, i el benefici sobre el cost del material, tenint en compte una compra programada sense descompte per volum, i una hora de programació de la unitat de control (3691 – 36,11 – 30) donarà un benefici sobre el producte de 3624,89 €.

En comparació amb la solució de l'empresa JMSYSTEMS, l'adquisició d'un equip equivalent per a una PYME de 40 persones amb tecnologia d'accés RFID mitjançant targeta, seria el següent:

ELEMENT	Preu unitat	Unitats	Preu total
Unitat Control ACTsmart2 CTROLL Ref. 403103505	842,12 €	1	842,12 €
Soft ACTenterprise Lite (<100 portes) (configuració per part del client)	0	1	0,00 €
Lector proximitat ACTsmart2 1070e Ref. 401063570	61,63	4	246,52 €
Targetes RF pack 10 ACTProx HS-B Ref. 403113510	60	40	2.400,00 €
Configuració targetes Encoding Ref.	2,26	40	90,40 €
IVA		21	751,60 €
TOTAL	966,01	86	4.330,64 €

El qual dona una diferència de pressupost de 1196,64 al nostre favor, posant-nos per davant de la competència, amb una tecnologia mòbil mitjançant Bluetooth més avançada i flexible que la de targeta RFID, que a més requerirà major manteniment per pèrdua, recodificació, accessoris per a penjar, etc.

Una possibilitat per a millorar el marge de benefici seria utilitzar plaques clòniques de l'Arduino Nano, plaques de marques alternatives, amb el mateix disseny electrònic, miniaturitzades i amb les connexions per soldar en comptes de la facilitat per a punxar a *protoboard*, però que en un producte final podria ser adient, i molt menys costós (en minorista es pot trobar una placa per uns 3€, i preus menors en majoristes estrangers amb descompte per volum).

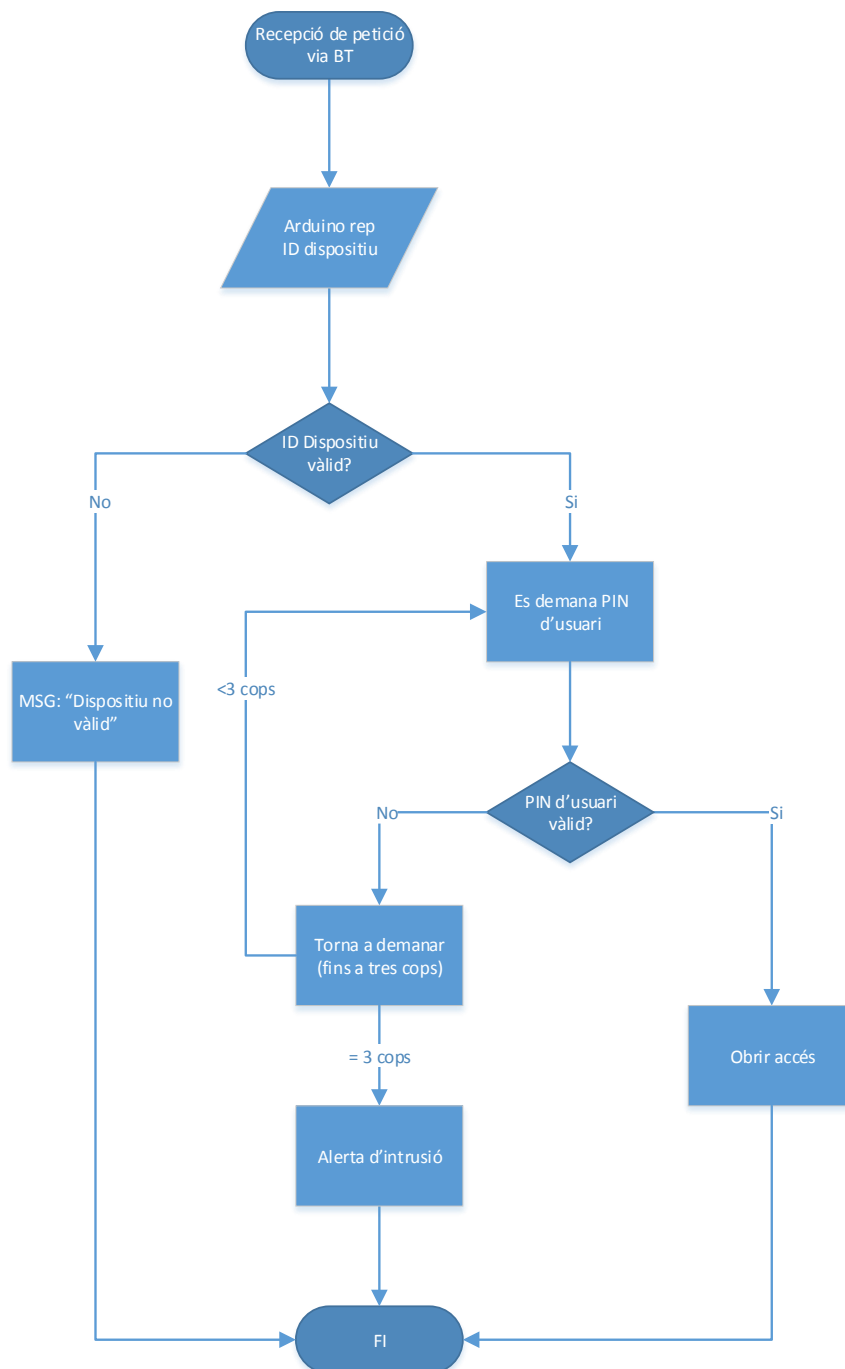
5.2. VIABILITAT LEGAL

Quant a viabilitat legal, no existeix cap problema de llicències en ser una plataforma 100% de codi obert, i el codi és de creació pròpia de l'autor.

6.ARQUITECTURA

En la descripció del projecte es defineix detalladament el funcionament de l'aplicació a nivell funcional. L'explicació gràfica mitjançant el següent algorisme funcional reforça l'explicació anterior.

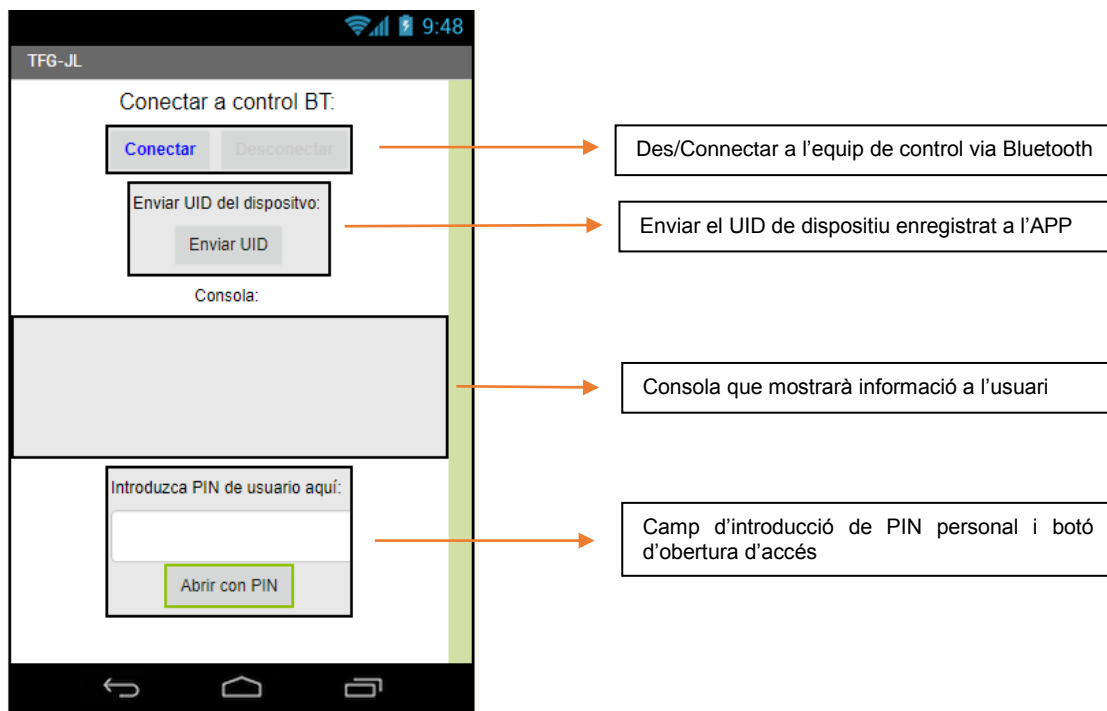
6.1. ALGORISME FUNCIONAL DEL PROTOTIP



6.2. ESQUEMA FUNCIONAL DE L'APP

- Hi haurà un control de connexió i desconnexió a la unitat de control Bluetooth, per tal d'iniciar la comunicació entre dispositius.
- Un botó, enviarà l'UID del dispositiu per a la seva validació.
- Un camp d'introducció de text ens permetrà introduir el PIN d'usuari, i el botó contigu, l'enviarà a la unitat de control per a la seva validació.
- Un quadre de text actuarà a mode de consola per tal d'enviar les notificacions a l'usuari.

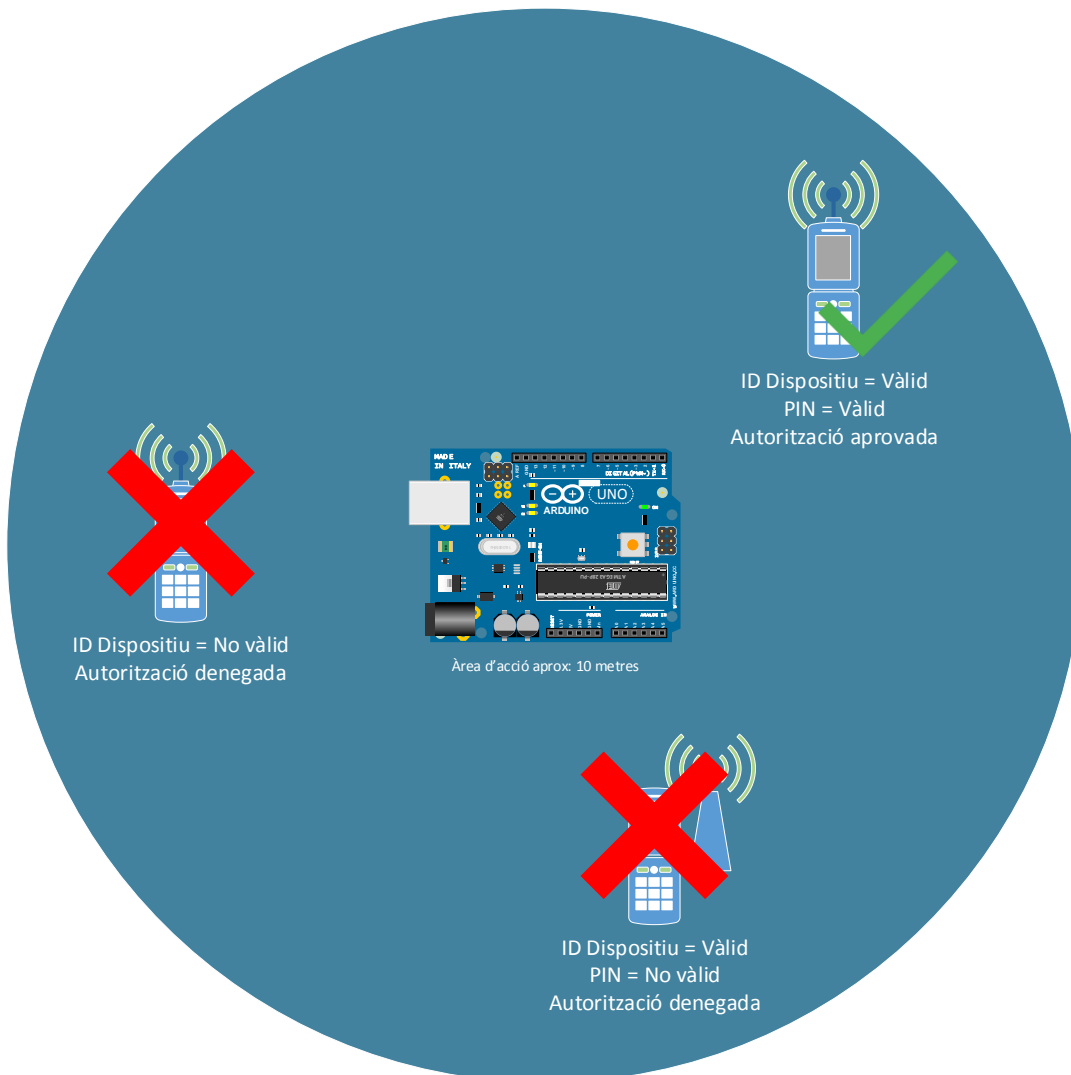
El disseny final de l'aplicació és el següent:



7.SEGURETAT

En l'apartat de seguretat, fonamental per a un sistema de control d'accés, es compta amb una autenticació de doble factor. Per una banda, el dispositiu ha d'haver estat validat amb antelació al sistema, per tal de reconèixer-lo com a autoritzat. Si el dispositiu està a la llista blanca de dispositius permesos, es demanarà el PIN d'usuari, que només ha de conèixer el seu propietari. En cas de PIN validat, s'obrirà l'accés, i en cas contrari, no s'obrirà. Si es detecten tres intents no legítims, s'activarà una alerta.

Diagrama d'autenticació al sistema:

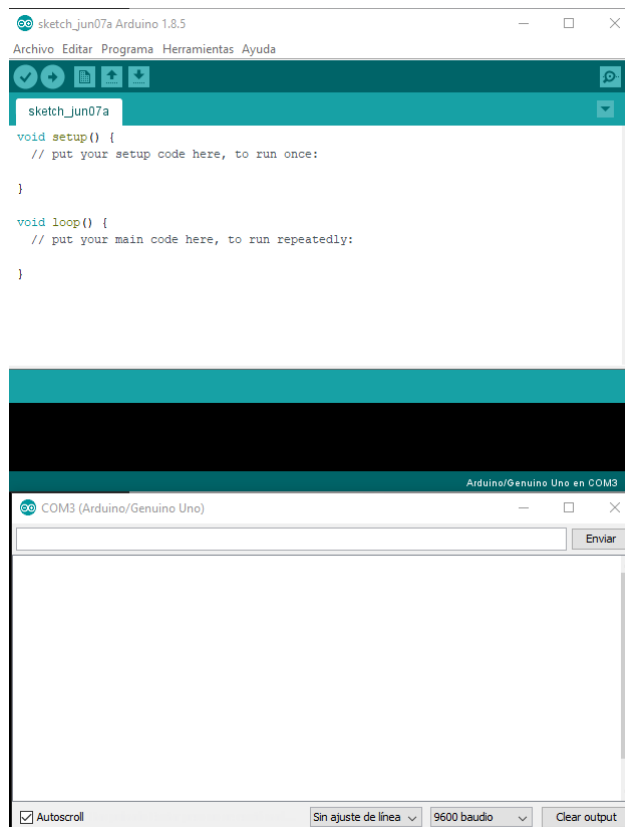


8.PLATAFORMA I EINES DE DESENVOLUPAMENT

8.1. ARDUINO

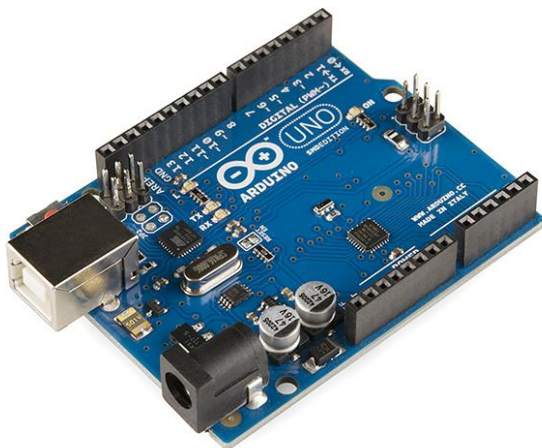
Aquest projecte es basa principalment en la plataforma Arduino. Aquesta, es tracta d'un projecte de codi obert (*open source*) i de maquinari obert (*open hardware*), publicat sota llicències lliures com la Llicència Pública General de GNU (GPL), que pretén apropar l'ús de l'electrònica, inicialment a estudiants, i finalment a arreu del món, mitjançant dissenys oberts del hardware electrònic que es pot construir un mateix assemblant els elements sobre una placa impresa o comprant conjunts pre-assemblats a preus raonablement econòmics.

Acompanyant al hardware, trobem un entorn de desenvolupament (IDE), també *open source*, i està basat en l'entorn de Processing, el qual alhora, és un llenguatge i IDE basat en el popular llenguatge Java, i un carregador d'arrencament (*bootloader*) que s'executa al seu microcontrolador.



Algunes de les característiques més notables i comuns a la majoria de versions de plaques Arduino, son:

- Pot funcionar amb només 5V, fent-lo compatible amb l'estàndard USB.
- Es poden ampliar les seves funcionalitats i connectivitat mitjançant plaques d'expansió (*shields*).
- Es configuren mitjançant comunicació serial.
- Admet diferents llenguatges de programació populars, de forma nativa o mitjançant llibreries, com Java, C/C++, PHP o Python.
- Disposa de diferents pins configurables com a entrades i sortides, tant digitals com analògics (i pseudo-analògics en el cas de les sortides).
- La gama de preus es mou entre i 40€ per a plaques assemblades.



Arduino UNO

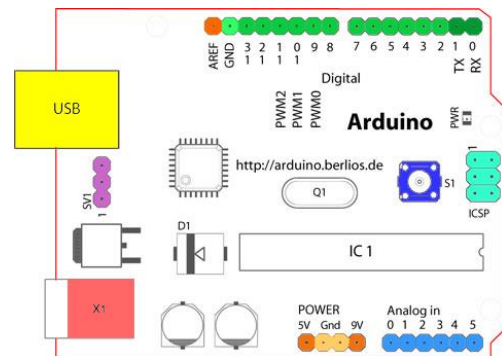


Diagrama de referència de placa Arduino UNO

Concretament s'utilitzarà la placa Arduino Uno R3, la qual s'assembla amb el microcontrolador AVR ATmega328, amb una velocitat de rellotge de 16MHz, 32KB de memòria flash, dels quals 0.5KB son utilitzats pel carregador d'arrencada (*bootloader*), 2KB de SRAM i una EEPROM de 1KB, a més de disposar d'una velocitat de carrega del *bootloader* OptiBoot de 115000 baudis.

8.2. COMUNICACIONS

El control d'accés es pot dur a terme de manera cablejada o sense fils (*wireless*). Una de les solucions comuns seria cablejar lectors de targetes magnètiques o teclats numèrics. El problema d'aquestes solucions és la incomoditat de l'usuari de tenir que apropar-se físicament fins a estar a distància de tocar el control d'accés. Per altra banda, la inversió en cablejat i les seves limitacions en distància de la unitat de processament, la inversió en targetes RFID o magnètiques per als usuaris, el cost dels teclats numèrics, etc. fan que siguin solucions més limitades en quant al desplegament físic i més costoses a nivell econòmic.

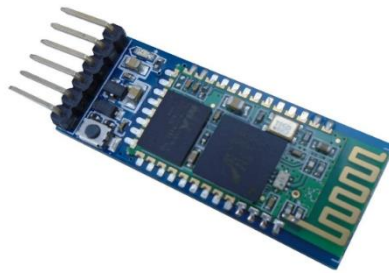
El control sense fils és la opció escollida ja que el cost d'implementar un xip *wireless* al producte Arduino és molt econòmic, no limita l'arquitectura de la solució com les cablejades en quant a distàncies, dona llibertat de distància a l'usuari en tenir una àrea d'acció en comptes de tenir que arribar al punt d'accés, i en ser accionades per una aplicació mòbil estalvia tenir que invertir en material addicional, ja que la implantació de dispositius mòbils al propi entorn és, pràcticament, universal.

Així, es decideix utilitzar el protocol Bluetooth, en ser un estàndard universal i implementat a la pràctica totalitat de dispositius mòbils, de baix cost, suficient en ample de banda per a la comunicació senzilla que requereix aquest producte, i amb un radi d'acció limitat, per tal de donar llibertat de moviment a l'usuari però no massa distància per tal de no poder obrir l'accés des d'una distància massa alta i poc prudential pel cas que es tracta, un control d'accés segur i senzill. En front de l'estàndard Wifi, és més econòmic, limita la cobertura a un rang de distància que interessa més pel prototip que es planteja, i no requereix de les seves elevades capacitats de transferència de dades.

Bluetooth és una tecnologia sense fils que opera en la banda de 2.4GHz, i que ha evolucionat des d'una versió 1.0 fins a la més actual v.5.0 presentada a mitjans de 2016. És un estàndard universal per a terminals mòbils. La versió que s'emprarà, la v.2.0, té un rang òptim de cobertura de 10 metres, un ample

de banda de 3 Mbit/s i tecnologia EDR “Enhanced Data Rate” que permet major velocitat de transmissió de dades i menor consum d’energia. En ser de classe 2, la potència màxima és de 2.5 mW / 4 dBm.

El sensor escollit ha estat el mòdul HC-05, un *shield* de molt baix cost, que dona connectivitat Bluetooth a la placa Arduino, per tal de processar la comunicació serial entre els dispositius mòbils i el control d’accés. S’alimenta a 3.3V, tot i que suporta sense problema l’alimentació de 5V que ofereix Arduino, i té un pes inferior a 10 gr. També permet modificar el mode de funcionament entre mestre i esclau. La principal diferència és troba en que el mestre és el servidor que permet connexions de clients (esclaus), que és el cas que ens interessa, ja que l’Arduino serà el sistema de control servidor i els diferents dispositius mòbils, els seus esclaus.

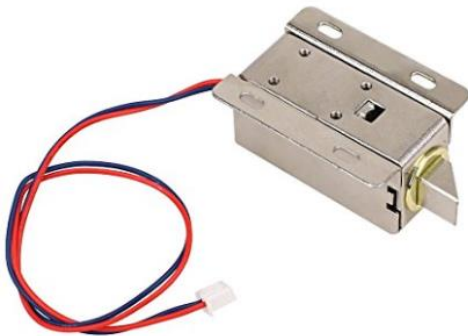


Mòdul Bluetooth HC-05

8.3. ACTUADORS

8.3.1. OBRE-PORTES

Com a element actuator per a representar l'accionament del sistema lògic al món físic, s'ha escollit un actuator representatiu del sistema de control d'accés que s'ha de desenvolupar: una obre-portes elèctric. S'ha escollit un dispositiu que funciona a 12V i de baix cost, que en rebre la corrent elèctrica, obre el tancament per tal d'alliberar la porta. Quan no rep corrent, es manté tancat, i només cedeix al tancament, però no a l'obertura.

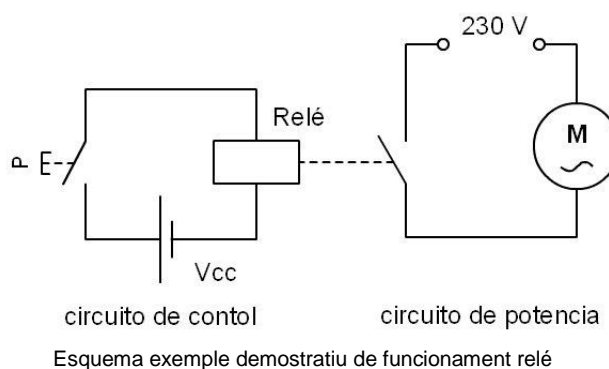


Obre-portes DC 12V

8.3.2. RELÉ

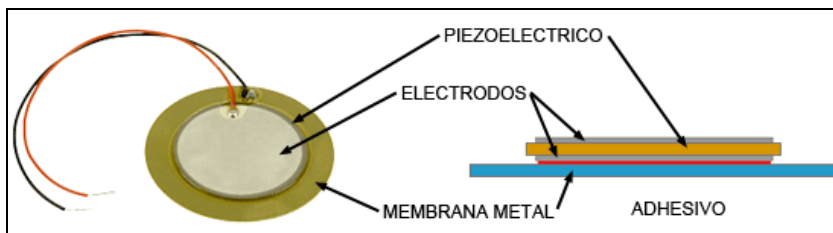
Per tal de controlar el pas de la corrent elèctrica mitjançant Arduino, es necessita un relé que funciona a 5V a l'entrada, que és la tensió a la que treballa Arduino, i que pugui regular tensions AC de 230V, per controlar la corrent de la xarxa elèctrica de baixa tensió. Es decideix controlar la xarxa elèctrica de corrent alterna (CA) de 230 Volts i no la contínua (CC) de 12 Volts que requereix l'obre-portes elèctric, donat que la CC té grans pèrdues per metre de cablejat i la CA gairebé inapreciables, amb el que facilitarà en una instal·lació, distribuir sense problemes diferents dispositius obre-portes tant en una mateixa àrea, com en diferents àrees o plantes. Així, s'ha d'incloure un transformador CA-CC de 230V a 12V per a cada obre-portes que s'hagi de connectar al sistema.

El funcionament d'un relé és el següent: Quan rep senyal en la seva entrada digital, un camp electromagnètic provoca que els contactes interns facin la connexió, tancant o obrint el seu circuit i provocant que deixi passar o no la corrent a través. Així, es pot simplificar indicant que el relé es comporta com un interruptor comú, accionat per una senyal digital.



8.3.3. BRUNZIDOR

S'inclou un bronzidor passiu (*buzzer*), un transductor electroacústic que emet tons audibles a diverses freqüències en funció de la freqüència de senyal analògica que rep a la seva entrada. Està compost per un cristall que en rebre corrent pel seu disc, el fa entrar en ressonància i provoca ultrasons, amplificats per la làmina d'acer que l'acompanya.

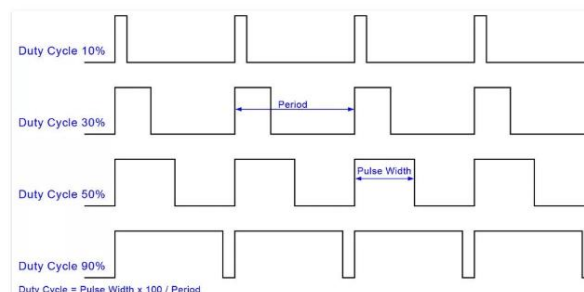


Esquema interior d'un bronzidor

Els bronzidors son dispositius petits, econòmics i amb molt baix consum elèctric, per a la funció bàsica que realitzen.

Arduino, a través d'un pin digital amb modulació PWM, emula l'efecte d'una sortida analògica, de les quals prescindeix. Així, es configura un pin compatible amb PWM per tal de que funcioni com a sortida analògica, amb la funció "analogWrite"; d'aquesta manera modifica el cicle de treball de la ona quadrada per emular una senyal analògica, que es pot amplificar o reduir gradualment.

Diferentes valores de una señal PWM:



Cicle de treball d'una senyal PWM

8.4. PROGRAMACIÓ APP ANDROID

Es decideix desenvolupar el projecte per al sistema operatiu mòbil Android en ser el sistema operatiu més implantat al món amb molta diferència en quant a la seva competència, segons dades de Gartner de l'any 2017.

Operating System	2017 Units	2017 Market Share (%)	2016 Units	2016 Market Share (%)
Android	1,320,118.1	85.9	1,268,562.7	84.8
iOS	214,924.4	14.0	216,064.0	14.4
Other OS	1,493.0	0.1	11,332.2	0.8
Total	1,536,535.5	100.0	1,495,959.0	100.0

Source: Gartner (February 2018)

<https://www.gartner.com/newsroom/id/3859963>

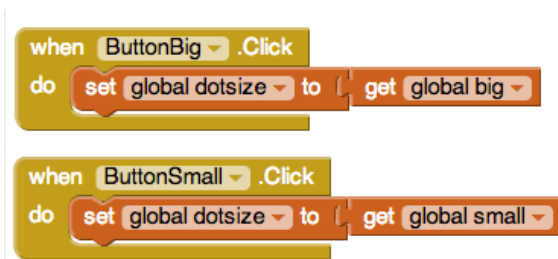
Això no implica que un cop aprovat el prototip, una versió final hauria de comptar amb una aplicació per al sistema operatiu iOS, ja que a la versió en producció es trobaria que usuaris puntuals poden disposar d'aquest sistema operatiu i requeririen del seu ús per a l'accés a les instal·lacions (exceptuant casos empresarials en els que el dispositiu el faciliti l'empresa i només estigui implementat el sistema operatiu Android). De tota manera, en ser un aplicatiu prou simple en la part client, el futur desenvolupament multi-plataforma no seria cap inconvenient tècnic ni econòmic.

8.4.1. MIT APP INVENTOR

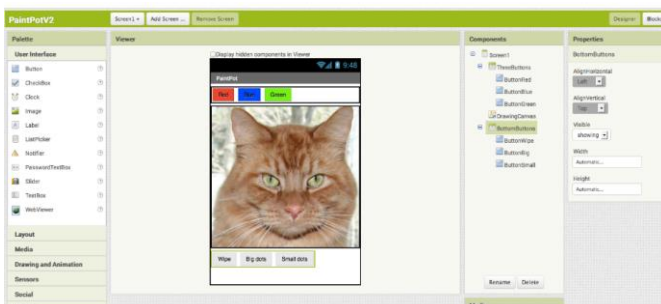
L'aplicació mòbil que s'ha de programar no es un desenvolupament complex, així que es decideix crear l'*app* utilitzant el pràctic, intuïtiu i gratuït entorn de desenvolupament (IDE) en línia d'aplicacions per a Android de la prestigiosa universitat "Massachusetts Institute of Technology (MIT)": el MIT App Inventor.

El projecte "App Inventor" és desenvolupat per Google (Google Education) per ser després mantingut i administrat per un departament conjunt del MIT que inclou el "MIT Computer Science & Artificial Intelligence Lab" i el "MIT Media Lab", i que executa aquest IDE com a servei web, amb el nom de "MIT App Inventor".

La senzillesa d'aquest IDE consisteix en que el desenvolupament és molt visual, i es divideix en dues seccions, una anomenada "Designer" en el que es crea visualment la interfície de l'*app* i on es poden incloure objectes invisibles (com el client Bluetooth, *timers*, etc), i on es parametriza visualment cada element, i un altre anomenat "*Blocks*", on es poden ajuntar, també visualment, blocs al més pur estil puzzle, que conformaran el codi del programa, i on es donen fàcilment valors a cada bloc, o que guiarà visualment com enganxar les parts d'una estructura condicional.



Vista "Blocks" del MIT APP Inventor



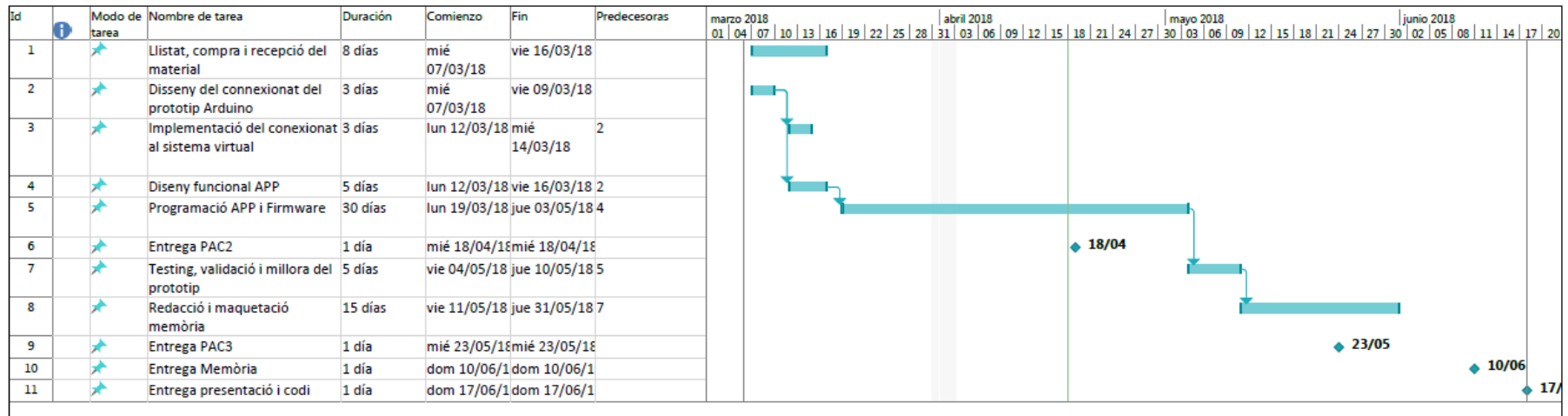
Vista "Designer" del MIT APP Inventor

Una de les funcionalitats més atractives d'aquesta aplicació és que es poden sincronitzar en temps real els canvis realitzats a l'entorn online amb l'*app* corrent al dispositiu mòbil, i la pot mostrar sense necessitat de carregar l'arxiu APK propi de l'aplicació. Descarregant una *app* genèrica del MIT App Inventor, la "MIT AI2 Companion", només es necessita introduir el codi de projecte o capturar el seu codi QR per tal de que es carregui l'*app* al mòbil amb sincronització dels canvis en temps real.

Actualment aquest IDE només és compatible amb Arduino, tot i que es va fer una recollida de fons econòmics dins de la pròpia comunitat, i havent arribat a la xifra objectiu de \$60.000, l'equip indica (segons que durant l'any 2018 es presentarà la plataforma compatible amb iOS, amb el que facilitarà una futura compatibilitat del prototip objecte d'aquest projecte amb el sistema operatiu Apple iOS.

S'utilitza el MIT App Inventor, acomplint amb varis dels objectius de la seva creació: crear una aplicació de manera fàcil, ràpida i intuïtiva, per a gent amb un nivell baix de coneixements de programació per a Android, que requereixin únicament funcions bàsiques, permetent dedicar la majoria dels recursos a la resta del projecte, en aquest cas, al desenvolupament del *sketch* d'Arduino, ja que serà el que porta la càrrega centralitzada del projecte.

9. PLANIFICACIÓ DEL TREBALL

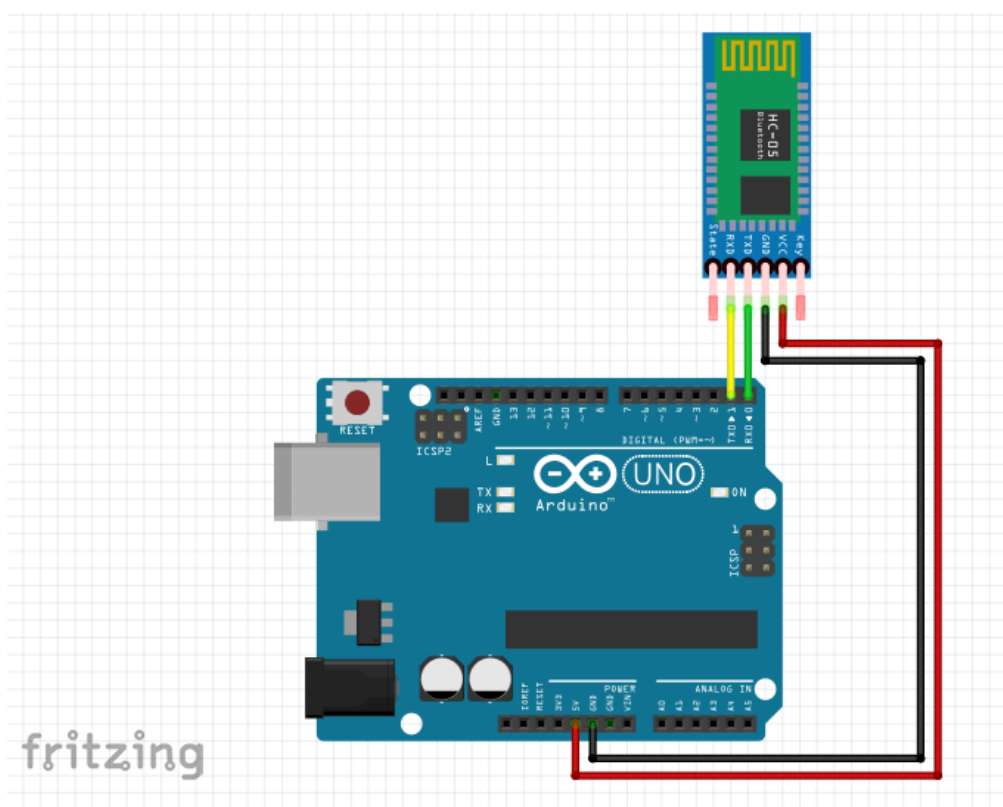


NOTA: El GANTT de projecte va patir diverses desviacions, principalment en la tasca 5 (Programació APP i firmware) que s'assumirà en la tasca 7 (Testing, validació i millora al sistema virtual) i la tasca 8 (Implementació del connexionat al sistema físic), ja que s'ha entès durant l'execució del projecte que no cal desenvolupar el sistema en paral·lel en entorn virtual i físic, ja que s'avança en paral·lel.

10. PROCÉS DE TREBALL

10.1. DISSENY I IMPLEMENTACIÓ DEL CONNEXIONAT DEL PROTOTIP

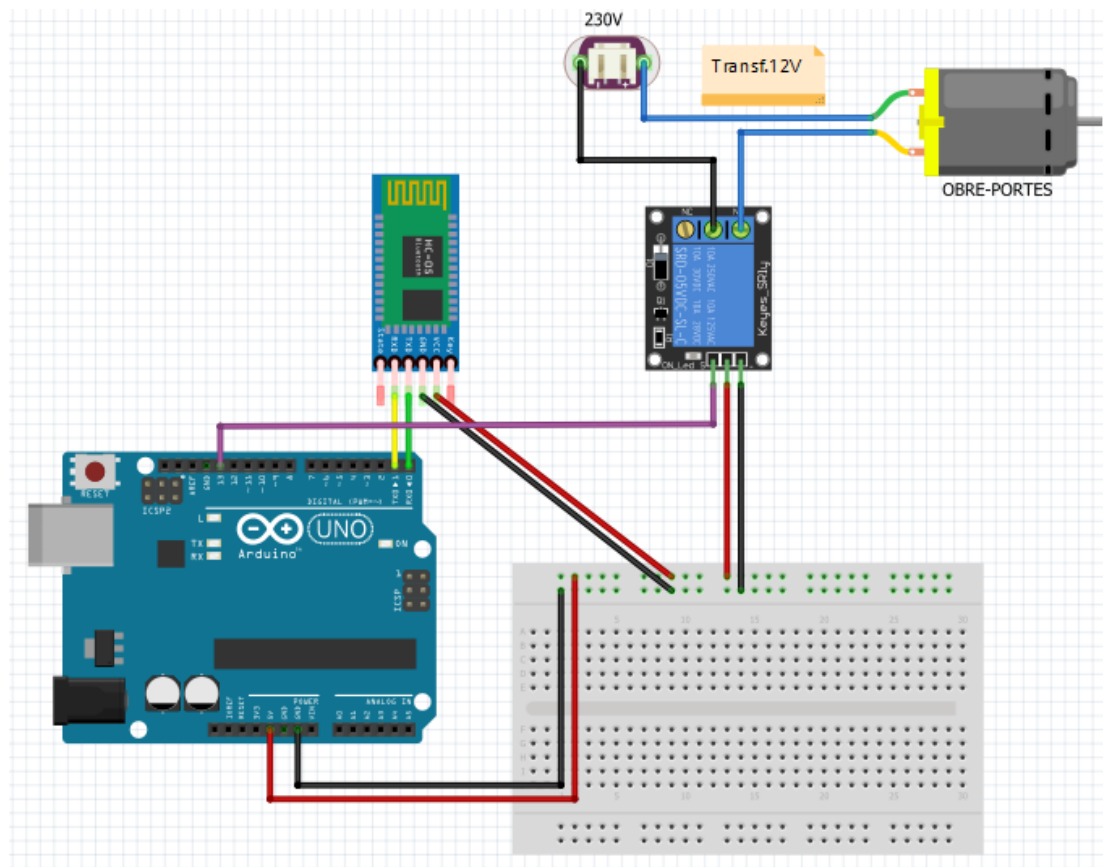
Inicialment es dissenya el circuit en el sistema virtual Fritzing i es munta seguidament al circuit físic, connectant el mòdul Bluetooth HC-05 a la placa Arduino. Els Pins VCC i GND son els que donaran corrent de 5V al mòdul, connectant-los a la línia "Power" d'Arduino. Els Pins TX i RX s'entrecreuen entre els d'Arduino i els del mòdul, connectant Tx a Rx i Rx a Tx, per tal de que la comunicació bidireccional funcioni. Així, el que envia el BT-05 per Tx el rep l'Arduino per Rx, i el que envia Arduino per Tx, ho rep el *shield* pel Rx. A través d'aquests dos pins, es crea una comunicació serial entre els dos elements.



Connexió BT-05 a Arduino

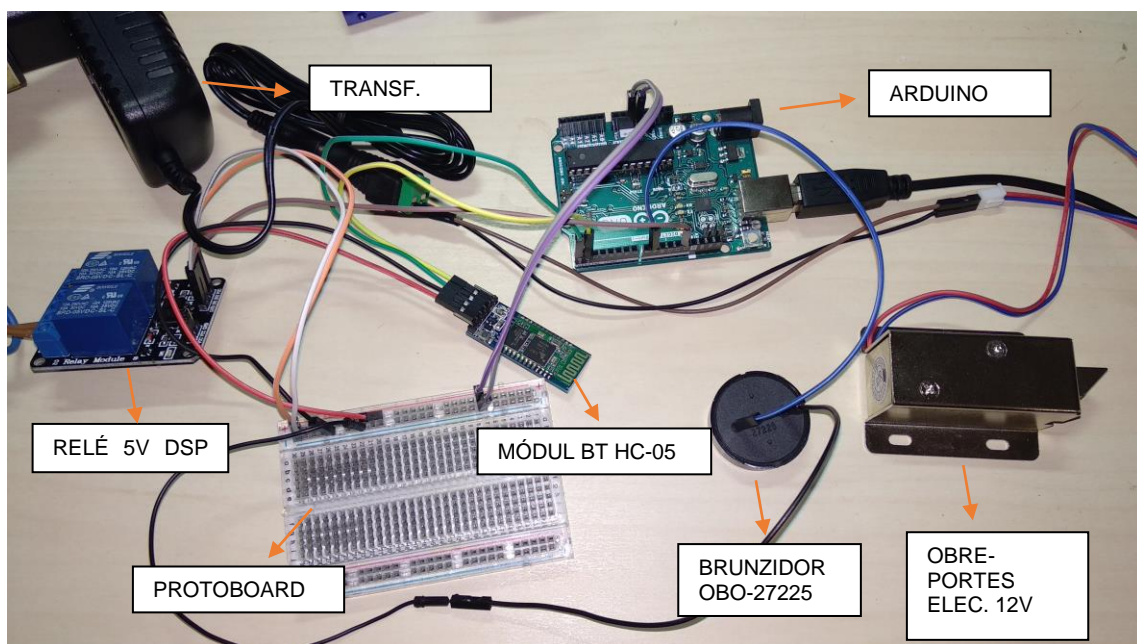
La majoria de les fases de treball pràctic es realitzen amb aquest únic disseny implementat, ja que és suficient per a habilitar la comunicació entre Arduino i mòbil, i poder fer el desenvolupament del *firmware* i de l'*app* mòbil mitjançant el MIT App Inventor, i fent *testing* en temps real gràcies a la seva funcionalitat online que així ho permet. Per a comprovar que es donen les sortides esperades i la seva depuració, s'utilitzen funcions al propi codi com l'enviament de dades al monitor serial per tal de comprovar que una funció està donant el resultat esperat o no. Un cop es finalitzen tots els evolutius del codi i s'aconsegueix assolir l'objectiu a nivell d'aplicacions, es finalitza la implementació del circuit físic per a comprovar que les funcions lògiques provoquen el resultat desitjat al pla físic.

Així, en el següent pas es realitza la connexió del obre-portes, amb les connexions elèctriques i electròniques que es requereixen per al seu funcionament, quedant de la següent manera:



Amb el pin 13 d'Arduino configurat com a sortida digital es controlarà el relé, per tal de donar corrent al transformador de 12V, que ahora, alimenta el obre-portes elèctric. En aquest pas, cal connectar l'alimentació de 5V que proveeix la placa Arduino per a la resta de components, per tal de facilitar les connexions, a una *proto-board*, que ens ajudarà a tenir els cables més ordenats i treballar amb més espai.

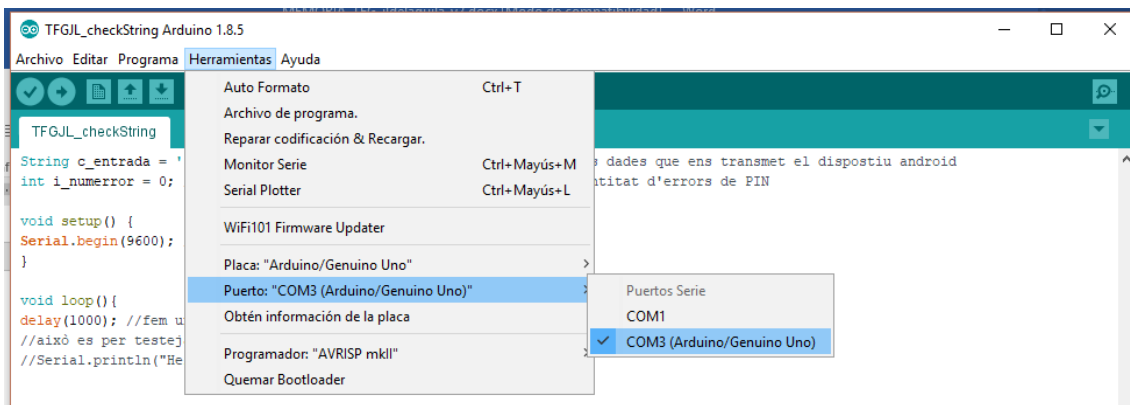
Per últim, només resta incloure el brunzidor a l'esquema. Aquest, es connecta en un extrem a la línia negativa de corrent de la *proto-board*, i l'altre a un pin PWM de l'Arduino (en aquest cas, el PIN 9) per tal de que li serveixi d'entrada de corrent regulada pseudo-analògicament.



10.2. PROGRAMACIÓ DE L'APP I DEL FIRMWARE

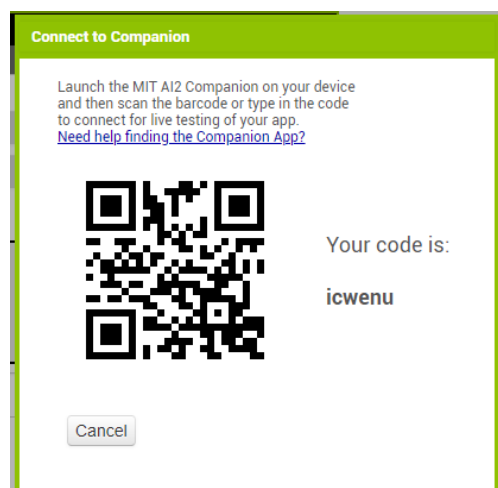
10.2.1. COMUNICACIONS

En primer pas, es connecta la placa Arduino a un PC via USB, per tal de que tingui alimentació per al seu funcionament i poder pujar els *sketchos* d'Arduino que anem realitzant. També es comprova en el primer inici de l'IDE la configuració de la targeta i port COM detectat correctament.



Seguidament, un cop connectat el mòdul Bluetooth a la placa, s'emparella el mòbil de proves al BT-05, ja que abans de poder comunicar-los entre ells, s'ha d'aparellar un primer cop de manera manual. Després, s'inicia el MIT APP Inventor i es connecta en temps real al mòbil Android per a fer proves, seguint el manual oficial del MIT APP Inventor:

<http://appinventor.mit.edu/explore/ai2/setup-device-wifi.html>



Es realitzen diverses proves amb el codi d'Arduino i l'App Inventor fins a aconseguir una comunicació bidireccional a través de Bluetooth. S'aconsegueix que, prement el botó "conectar" de l'app, es trobi un llistat de dispositius BlueTooth disponibles, i es pugui connectar al mòdul Arduino a través del BT-05.

10.2.2. VALIDACIÓ DEL DISPOSITIU

Donada la complexitat de crear un codi UID a l'App Inventor i enviar-lo a Arduino per tal de fer la validació de dispositiu, i moltes proves errades, es prova inicialment d'enviar una única lletra com a validació. Si Arduino rep una lletra "a", retorna el missatge "dispositivo autenticado111"

```
char val; //declarem variable global per emmagatzemar l'UID que ens transmet el dispositiu ar

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

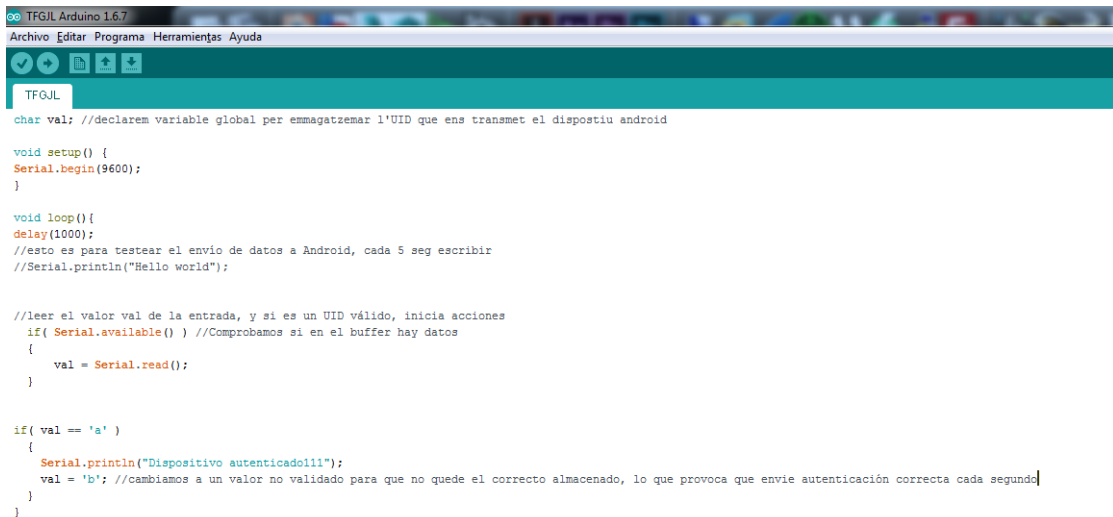
void loop(){
  delay(1000);
  //esto es para testear el envío de datos a Android, cada 5 seg escribir
  //Serial.println("Hello world");

  //leer el valor val de la entrada, y si es un UID válido, inicia acciones
  if( Serial.available() ) //Comprobamos si en el buffer hay datos
  {
    val = Serial.read();
  }

  if( val == 'a' )
  {
    Serial.println("Dispositivo autenticado111");
  }
}
```

En prémer el botó "enviar", que llança l'ordre d'intentar autenticar el dispositiu, s'aconsegueix que es retorni el missatge d'autenticació correcte. Com ho fa de manera infinita, s'ha de canviar el valor de la variable un cop autenticat, així que es canvia a "b".





```
TFGJL Arduino 1.6.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
TFGJL
char val; //declarem variable global per emmagatzemar l'UID que ens transmet el dispositiu android

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  delay(1000);
  //esto es para testear el envío de datos a Android, cada 5 seg escribir
  //Serial.println("Hello world");

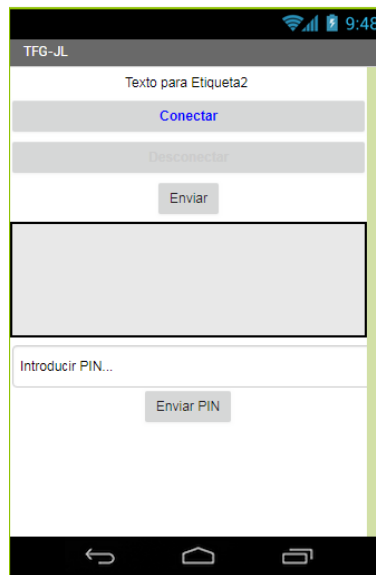
  //leer el valor val de la entrada, y si es un UID válido, inicia acciones
  if( Serial.available() ) //Comprobamos si en el buffer hay datos
  {
    val = Serial.read();
  }

  if( val == 'a' )
  {
    Serial.println("Dispositivo autenticado!!!");
    val = 'b'; //cambiamos a un valor no validado para que no quede el correcto almacenado, lo que provoca que envíe autenticación correcta cada segundo
  }
}
```

En aquest punt s'aconsegueix la comunicació bidireccional via Bluetooth entre l'Arduino i l'App d'Android. S'ha pogut enviar text de l'*app* a una variable dins de l'Arduino, fer la comprovació d'autenticació, i retornar una resposta (que en el proper pas serà la petició de PIN d'usuari) a l'*app*.

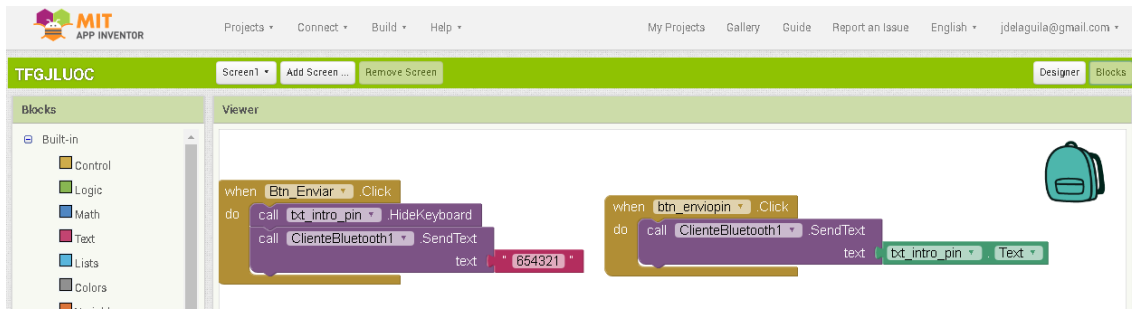
10.2.3. VALIDACIÓ DE L'USUARI

Es continua amb el disseny de l'aplicació mòbil creada amb el MIT App Inventor. S'inclou un botó d'enviar PIN i el quadre de text per a introduir-ho:



Al disseny de blocs del MIT APP Inventor, es configura l'enviament del PIN a través de la comunicació serial oberta via Bluetooth entre l'Arduino i el dispositiu mòbil, al igual que amb el botó de validació del UID del dispositiu. Amb això, s'observa que el PIN és un text modificable al moment de l'enviament, però l'UID no, va "gravat" al codi de l'aplicació. Això presenta un problema a nivell de posada en producció del prototip: no es pot publicar l'*app* i distribuir-la globalment, ja que totes tindrien el mateix UID.

La idea inicial és, amb la mentalitat de prototip al cap, que a petita escala cada instal·lació s'hagi de configurar per part del creador/proveïdor, el qual li garanteix un manteniment i un control sobre el sistema. Pensant en l'escalabilitat d'una versió comercial, s'hauria de desenvolupar una millora de l'*app*, que connecti contra un servidor online que li carregui l'UID a través d'internet, prèvia validació de l'usuari. Així, s'incrementaria notablement el cost de manteniment al requerir una infraestructura permanent i online, i el control podria passar de proveïdor a client, si es crea una interfície i s'eleva, encara més, el cost del producte. Aquesta millora surt de l'abast d'aquest projecte del prototip, i per tant, només és fa una referència en quant a la seva escalabilitat.



S'aconsegueix que quan s'envia el text amb el UID de dispositiu a Arduino, retorni un missatge indicant que s'ha validat i que pot introduir el PIN. En aquest punt, es pot omplir el PIN i prémer el botó "Enviar PIN" per a enviar-ho. En cas de que el UID sigui invàlid, notificarà la situació. Si s'intenta enviar qualsevol valor amb "Enviar PIN" mentre el UID no ha estat validat, retornarà un error indicant-ho d'aquesta manera.

Al codi d'Arduino es substitueix el *if* de validació de dispositiu i després de PIN, per un *switch*, ja que dona un resultat més acurat a cada una de les opcions de test, i no s'han de niar tots els condicionals *if*.

```

switch (c_entrada) {
  case 'a': // 'a' és el UID de dispositiu autenticat
    Serial.println("Dispositivo autenticado, puede introducir el PIN de usuario");
    c_entrada = '0'; // canviem a un valor no validat per que no quedi el correcte emmagatzemat
    break;
  case "ba": // 'b' és el PIN vàlid
    Serial.println("Usuario validado. Abriendo puerta");
    c_entrada = '0';
    break;
  case '0': // 0 és el valor per defecte, quan no hi ha error ni validació. no ha de fer res
    break;
  default: // qualsevol altre valor, es considera error. si l'error de pin arriba a tres, s'envia l'alerta d'intrusió
    if (i_numerror < 3) {
      Serial.println("No válido, vuelva a ingresar PIN");
      i_numerror = i_numerror + 1;
      c_entrada = '0';
    }
    else {
      Serial.println("PIN bloqueado, intento de intrusión detectado");
      c_entrada = '0';
    }
  }
  c_entrada = '0';
  break;
}

```

S'aconsegueix que als tres intents de pin incorrecte, Arduino faci una acció diferent. Aquí s'ha de programar una alerta, que es farà al final, un cop desenvolupat tot l'algorisme.

```
if (i_numerror < 3 ){
  Serial.println("No válido, vuelva a insertar PIN");
  i_numerror = i_numerror +1;
  c_entrada = '0';
}
else {
  Serial.println("PIN bloqueado, intento de intrusión detectado");
  c_entrada = '0';
}
```

Es troba que quan s'envia un pin de varis caràcters, es processa un per un cada caràcter, ja que no processa tota una cadena de cop. S'ha d'implementar una funció que processi cadenes de caràcters (*strings*), el qual ens força a abandonar l'ús del *switch case*, que només pot treballar amb *int* i *char*.

Parameters

var: a variable whose value to compare with various cases. **Allowed data types:** int, char
label1, label2: constants. **Allowed data types:** int, char

Així, es retorna a les instruccions condicionals *If / else*, niant diferents nivells per accomplir l'algorisme de validació:

```
if (finstring) { //si hem arribat al final de l'entrada
//comprovem si l'UID ha estat validat
if (uid_validat){
//si l'UID ja estava validat, entrem al bucle de q

if (strcmp(str_pin, str_entrada) != 0){ //si el p
if (i_numError < 2){ //si el nombre d'errors
Serial.println("No valido. Vuelve a intentarlo");
i_numError = i_numError +1;
str_entrada[0] = '\0';
finstring=false;
}
else { //si el numero d'errors ja ha arribat :
Serial.println("PIN incorrecto. Cierre la puerta");
//si ha d'apagar el pin d'entrada i fer so:
analogWrite(buzzpin, 20); //funció que s
delay(2000);
analogWrite(buzzpin, 0);
str_entrada[0] = '\0'; //resetem els v
uid_validat = false;
finstring = false;
i_numError = 0;
}
}
else { //si el pin es correcte
digitalWrite(relaypin, LOW); //funció que ob
Serial.println("Puerta abierta");
delay(2000);
digitalWrite(relaypin, HIGH);
str_entrada[0] = '\0'; //resetem els valors inic
uid_validat = false;
finstring = false;
i_numError = 0;
}
}
}
else {
//si l'UID no estava validat, entrem al bucle de com
if (strcmp(str_entrada, str_uid) == 0){ //si UID e
Serial.println("Dispositivo autenticado. Vuelve a");
uid_validat = true;
finstring = false;
}
```

Aquí es fa una modificació respecte l'algorisme original: quan s'introduïa el pin d'usuari vàlid, s'habilitava durant un minut el botó d'obertura, però en la versió final es troba més sentit a que s'habiliti l'accés (mitjançant activació del mecanisme d'obertura) durant tres segons en el moment d'enviar el pin correcte.

Un cop tot codificat, es troba un mal funcionament en la funció “serialEvent” que s’ha creat de la manera com està indicada a la documentació oficial d’Arduino (<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/SerialEvent>) per tal de recollir la cadena de caràcters en un *char array*:

```
*/
void serialEvent() {
  while (Serial.available()) {
    // get the new byte:
    char inChar = (char)Serial.read();
    // add it to the inputString:
    inputString += inChar;
    // if the incoming character is a newline, set a flag so the main loop can
    // do something about it:
    if (inChar == '\n') {
      stringComplete = true;
    }
  }
}
```

Així que per solucionar-ho, es re-programa de la següent manera:

```
void serialEvent() {
  int inChar;
  while (Serial.available()) {
    // get the new byte:
    inChar = (char)Serial.readBytesUntil('\n', str_entrada, sizeof(str_entrada) - 1);
    // add it to the inputString:
    str_entrada[inChar] = '\0';
    finstring = true;
  }
}
```

El principal canvi que s’adopta en aquest fragment de codi és tornar a treballar amb *char arrays* en comptes de *strings* creades amb la funció “String”, i la funció `Serial.readBytesUntil()`:

Serial.readBytesUntil()

Description

Serial.readBytesUntil() reads characters from the serial buffer into an array. The function terminates if the terminator character is detected, the determined length has been read, or it times out (see `Serial.setTimeout()`).

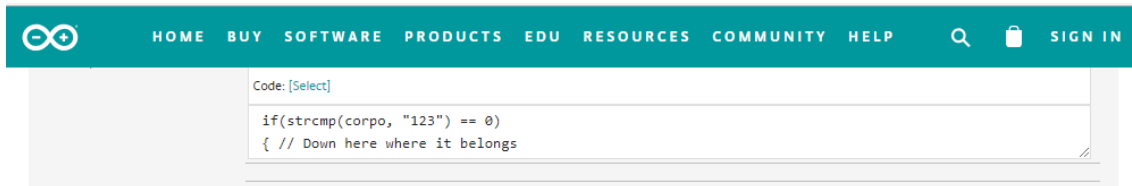
Serial.readBytesUntil() returns the number of characters read into the buffer. A 0 means no valid data was found.

Serial.readBytesUntil() inherits from the `Stream` utility class.

Syntax

Serial.readBytesUntil(*character, buffer, length*)

Aquí es troba el problema en comparar dos *char array* amb una igualtat normal pels bucles condicionals (==), així que la solució apareix als fòrums de la comunitat Arduino, indicant que s'ha d'utilitzar la funció *strcmp()*, la qual fa funcionar correctament al codi.



```
Code: [Select]
if(strcmp(corpo, "123") == 0)
{ // Down here where it belongs
```

10.3. DESVIACIONS DEL PROJECTE INICIAL

1. Al disseny inicial, el UID del dispositiu mòbil es pretén que sigui el Identificador Únic Universal (UUID) del chip Bluetooth, una cadena de 48 bits única per a cada dispositiu assignada pel fabricant, i s'intenta enviar aquest UUID des del MIT App Inventor però no es troba cap manera possible amb els controls que inclou el "Bluetooth client" del MIT App Inventor, així que es prova d'esbrinar com llegir-ho des d'Arduino amb els controls AT del mòdul BT-05. Després de treballar i documentar-se sobre el dispositiu BT-05 es troba que només pot efectuar consultes AT quan no hi ha cap dispositiu associat, amb el que no val per conèixer el UUID del dispositiu ja vinculat, tal i com es pretenia. Abans de la connexió, només es pot treure un llistat de UUIDs de tots el dispositius a l'abast del BT05, amb el que tampoc és útil; per validar un dispositiu acceptat s'ha de saber el UUID d'aquest dispositiu un cop emparellat, quan faci la sol·licitud d'obertura.

Així que la solució que s'empra per solucionar aquest problema és que l'*app* enviarà el identificador únic de dispositiu a l'Arduino, inserint manualment el valor al seu codi per a cada dispositiu abans del seu desplegament (que en una *app* comercial hauria de descarregar el número únic en el moment de *l'enrollment* contra un servidor publicat *online*, però la creació d'aquesta funció està fora de l'abast d'aquest prototip), i s'enviarà a l'Arduino en el moment de sol·licitud d'obertura per tal de que el validi contra la seva llista blanca de dispositius autoritzats (en el prototip, es farà l'exemple contra un únic UID enregistrat).

2. Es decideix no incorporar el LED al prototip, ja que en utilitzar un obre-portes electrònic, es veu i sent clarament quan s'acciona i quan no, amb el que no aporta res la utilització del LED ni en la versió final ni com a depuració d'errors (que sovint s'ha utilitzat una sortida de text per pantalla per representar-ho).

11. USABILITAT/UX

El disseny de l'aplicació mòbil és un disseny simplificat pel prototip ja que la seva fi és la demostració del producte. El que si que es pretén es dotar d'etiquetes clares a cada secció de l'aplicació per tal de que sigui fàcil de comprendre i molt intuïtiva ja que el públic objectiu de l'aplicació és gairebé universal, ja que qualsevol persona a partir de 12 anys és susceptible de poder implementar aquesta solució o tenir que utilitzar-la a edificis amb aquest control de seguretat, així que l'únic requisit (pel que s'estima l'edat inicial als 12 anys) és la d'estar en possessió d'un telèfon mòbil i requerir l'accés en aquesta plataforma (per exemple, d'entrada a un institut als 12 anys, al domicili, a una tanca d'un apartament vocacional, etc).

12. REQUISITS D'INSTAL·LACIÓ/IMPLANTACIÓ

L'únic requisit de la plataforma és disposar de dispositiu/s mòbils amb sistema operatiu Android 2.1 o superior, i tenir accés a la xarxa de corrent elèctrica RTB per a connectar la unitat de control i els obre-portes electrònics.

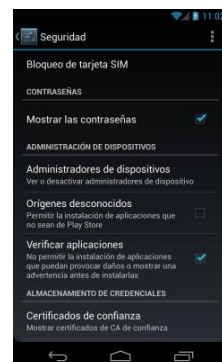
13. INSTRUCCIONS D'INSTAL·LACIÓ/IMPLANTACIÓ

Per a instal·lar aquest producte, s'han de tenir en compte tres factors: 1) la instal·lació física del control d'accés, 2) la instal·lació del *firmware* del mateix i 3) la instal·lació de l'*app* per a l'usuari.

- 1) La instal·lació física s'ha de fer , en el cas de l'obre-portes electrònic, a la part interior de la porta d'accés, deixant espai per a la instal·lació de la unitat de control Arduino.
- 2) El *firmware* s'ha de carregar a través de l'IDE d'Arduino a través del port USB, amb l'arxiu .ino que es facilita al client. Abans, s'haurà carregat el llistat d'UID's únics de dispositiu, i els PIN d'usuari sol·licitats pel client.
- 3) La instal·lació de l'*app* s'ha de fer també a través del proveïdor, el qual assignarà al dispositiu de l'usuari, un UID únic, i li facilitarà un arxiu .APK per a la instal·lació al seu dispositiu mòbil. També requerirà fer un primer aparellament Bluetooth entre el dispositiu mòbil i la unitat de control. Cal tenir present que s'haurà d'autoritzar la instal·lació d'aplicacions d'origen desconegut dins de la configuració del sistema Android.

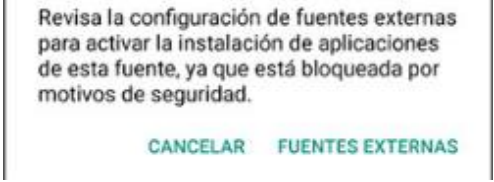
a. Per a instal·lar aplicacions d'origen desconegut a Android, v7 o inferior:

Haurem d'anar, abans de la instal·lació, a: Ajustes – Seguridad i marcar la opció “orígenes desconocidos”



- b. Per a instal·lar aplicacions d'origen desconegut a Android, v8 o superior:

En executar l'arxiu APK el sistema demanarà l'autorització:



Revisa la configuración de fuentes externas para activar la instalación de aplicaciones de esta fuente, ya que está bloqueada por motivos de seguridad.

CANCELAR FUENTES EXTERNAS

S'haurà de contestar "Fuentes Externas", i sota el programa amb el que s'ha executat l'APK, s'haurà d'habilitar la següent opció:



Confiar en las aplicaciones de esta..

El teléfono y tus datos personales son más vulnerables a los ataques de aplicaciones de origen desconocido. Aceptas ser el único responsable de cualquier daño en el teléfono o pérdida de datos que se pueda derivar del uso de estas aplicaciones.

14. BUGS

En la fase de proves no s'ha detectat cap *bug*.

15. PROJECCIÓ A FUTUR

Per a una versió definitiva del producte, s'haurien de tenir en compte diverses millores, indicades en el transcurs d'aquesta memòria, i que aquí es recopilen.

En quant a una versió corporativa comercial:

- Desenvolupar una versió per a Apple iOS per ampliar el públic objectiu i poder plantejar-se la implantació en corporacions que disposin de dispositius amb aquest sistema operatiu.
- Crear una infraestructura client-servidor, publicada a internet, que proporcioni UID's de dispositiu en el moment d'inscripció del dispositiu.
- Un cop creada la infraestructura client-servidor, es podrà crear un programa de control centralitzat, amb diferents parametrizacions de la unitat de control com registre d'entrades i sortides del recinte, horari de funcionament, etc.
- Publicació de l'*app* a les tendes Google Play i Apple Store per tal de facilitar la seva distribució.
- Incloure el logo corporatiu del client a l'*app* mòbil (sota demanda)

En quant a una versió alliberada i d'ús personal, per a instal·lació a domicilis o ubicacions particulars, o per a micro-empreses, no seria necessari cap canvi, ja que per a pocs dispositius és viable crear el *firmware* i l'*app* sota demanda i implementar el UID embegut manualment a l'aplicació.

16. CONCLUSIONS

S'ha assolit l'objectiu principal del TFG. S'ha implementat un prototip de control d'accés de proximitat, gràcies a l'ús de la connectivitat Bluetooth, i de baix cost, ja que el prototip s'ha desenvolupat per un cost aproximat de 50€ i que compta amb un robust sistema de seguretat de doble factor, tant de validació de dispositiu com d'usuari.

L'objectiu acadèmic també s'ha assolit: s'ha treballat en diferents aspectes de les plaques Arduino per tal de conèixer el seu funcionament, la seva programació i l'IDE, el seu disseny físic i el treball especialment amb els seus pins i/o. També les seves limitacions (com el tenir que descartar projectes amb més requisit de potència com la comunicació bidireccional de veu en temps real).

S'ha aprofundit en l'ampliació de les funcionalitats de l'Arduino mitjançant *shields* i en els aspectes de la comunicació serial via Bluetooth, a més de nocions molt generals de programació visual en Android i la interacció amb la placa Arduino, combinació que dota d'una sòlida base per a construir molts prototips útils d'ús quotidià.

17. BIBLIOGRAFIA

1. Colaboradors de Wikipedia. *Bluetooth* [en línia]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2018 [data de consulta: març 2018]. Disponible en <<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Bluetooth&oldid=108537158>>.
2. Colaboradors de Wikipedia. *Piezoelectricidad* [en línia]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2018 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Piezoelectricidad&oldid=107612980>>.
3. Colaboradors de Wikipedia. *Zumbador* [en línia]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2018 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Zumbador&oldid=108152062>>.
4. Colaboradors de Wikipedia. *Relé* [en línia]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2018 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rel%C3%A9&oldid=108488735>>.
5. Colaboradors de Wikipedia. *App Inventor* [en línia]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2018 [data de consulta: març del 2018]. Disponible en <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=App_Inventor&oldid=107619429>.
6. Mayoogh Girish. *Arduino Bluetooth Basic Tutorial* [en línia]. Arduino Create, 2016 [data de consulta: març del 2018]. Disponible en <<https://create.arduino.cc/projecthub/user206876468/arduino-bluetooth-basic-tutorial-d8b737>>
7. Enrique Crespo, *Bluetooth en Arduino* [en línia]. Aprendiendo Arduino, 2016 [data de consulta: març del 2018]. Disponible en <<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/13/bluetooth-en-arduino/>>
8. Enrique Crespo, *Entradas y Salidas Analógicas Arduino. PWM* [en línia]. Aprendiendo Arduino, 2016 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/pwm/>>
9. Arduino, *Language Reference* [en línia]. Arduino, 2018 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <<https://www.arduino.cc/reference/en/>>
10. Arduino, *Introduction to the Arduino Board* [en línia]. Arduino, 2018 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <<https://www.arduino.cc/en/Reference/Board>>
11. Arduino, *SerialEvent* [en línia]. Arduino, 2018 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/SerialEvent>>
12. Arduino, *Serial.readBytesUntil()* [en línia]. Arduino, 2018 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <<https://www.arduino.cc/en/Serial/ReadBytesUntil>>
13. Arduino, *ARDUINO UNO REV3* [en línia]. Arduino, 2018 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>

14. Wunmi Bamiduro i Rob van der Meulen, *Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Recorded First Ever Decline During the Fourth Quarter of 2017* [en línia]. Gartner, 2018 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<https://www.gartner.com/newsroom/id/3859963>>
15. Luis Llamas, *Reproducir sonidos con Arduino y un buzzer pasivo o altavoz* [en línia]. www.luisllamas.es, 2018 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <<https://www.luisllamas.es/reproducir-sonidos-arduino-buzzer-pasivo-altavoz/>>
16. JMSYSTEMS, *Lista de precios control de accesos* [en línia]. JMSYSTEMS, 2017 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<https://jmsystems.es/files/Lista%20de%20Precios%20Control%20de%20Acceso.pdf>>
17. App Inventor, *Connect your Phone or Tablet over WiFi* [en línia]. MIT App Inventor, 2017 [data de consulta: març del 2018]. Disponible en <<http://appinventor.mit.edu/explore/ai2/setup-device-wifi.html>>
18. App Inventor, *iOS Launch Campaign Donors* [en línia]. MIT App Inventor, 2017 [data de consulta: maig del 2018]. Disponible en <<http://appinventor.mit.edu/explore/node/955/index.html>>
19. MIT Center for Mobile Learning, *App MIT AI2 Companion* [en línia]. Google, 2018 [data de consulta: març del 2018]. Disponible en <<https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.mit.appinventor.aicompanion3>>
20. Naylamp Mechatronics, *Configuración del módulo bluetooth HC-05 usando comandos AT* [en línia]. Naylamp Mechatronics, 2016 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <https://naylampmechatronics.com/blog/24_configuracion-del-modulo-bluetooth-hc-05-usa.html>
21. Cplusplus, *function strcmp* [en línia]. Cplusplus, 2016 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <<http://www.cplusplus.com/reference/cstring/strcmp/>>
22. Teknolanak, *Relé* [en línia]. Teknolanak, 2018 [data de consulta: abril del 2018]. Disponible en <<https://teknolanak.wikispaces.com/RELE>>

ÍNDEX D'ANNEXOS

Annex 1. Lliurables del projecte

Annex 2. Codi font App

Annex 3. Codi font Firmware

Annex 4. Fitxa tècnica del materials emprats

ANNEX 1: LLIURABLES DEL PROJECTE

- MEMORIA_TFG_jldelaguila.pdf: memòria del treball final de grau.
- TFGJL.ino: firmware per a placa Arduino
- TFGJLUOC.apk: aplicació mòbil per a Android
- <https://vimeo.com/271141742>: Vídeo de demostració del prototip final
(Password: uoctfg#1)

ANNEX 2: CODI FONT APP

```
when SelectorDeLista1 .BeforePicking
do set SelectorDeLista1 . Elements to ClienteBluetooth1 . AddressesAndNames

when SelectorDeLista1 .AfterPicking
do if call ClienteBluetooth1 . Connect
    address SelectorDeLista1 . Selection
then set SelectorDeLista1 . Enabled to false
set Btn_Desconectar . Enabled to true
set txt_intro_pin . Enabled to true
set Btn_Enviar . Enabled to true
set lbl_monitor . Visible to true
set Reloj1 . TimerEnabled to true
set SelectorDeLista1 . TextColor to #ccc
set Btn_Desconectar . TextColor to #f00
call Notificador1 . ShowMessageDialog
    message "Conectado"
    title "Conexión"
    buttonText "Validar"

when Reloj1 .Timer
do while test call ClienteBluetooth1 . BytesAvailableToReceive > 0
do set lbl_monitor . Text to join lbl_monitor . Text
    call ClienteBluetooth1 . ReceiveText
        numberOfBytes call ClienteBluetooth1 . BytesAvailableToReceive

when Btn_Enviar .Click
do call txt_intro_pin . HideKeyboard
call ClienteBluetooth1 . SendText
    text "654321"

when btn_enviopin .Click
do call ClienteBluetooth1 . SendText
    text txt_intro_pin . Text

when Btn_Desconectar .Click
do set SelectorDeLista1 . Enabled to true
set Btn_Desconectar . Enabled to false
set txt_intro_pin . Enabled to false
set Btn_Enviar . Enabled to false
set lbl_monitor . Visible to false
set lbl_monitor . Text to ""
set Reloj1 . TimerEnabled to false
set SelectorDeLista1 . TextColor to #000
set Btn_Desconectar . TextColor to #ccc
call ClienteBluetooth1 . Disconnect
call Notificador1 . ShowMessageDialog
    message "Desconectado"
    title "Desconexión"
    buttonText "Aceptar"
```

ANNEX 3: CODI FONT FIRMWARE

```

1 //José Luis del Aguila, TFG Grau Multimèdia, Àrea Arduino, 2018
2
3 //String str_entrada = "0"; //declarem variable global per emmagatzemar les dades
  que ens transmet el dispositiu android
4 char str_entrada[200] = "";
5 char str_pin[200] = "123456"; //declarem el pin personal que obrirà la porta
6 char str_uid[200] = "654321"; //l'UID del dispositiu
7 int i_numerror = 0; //declarem variable global per emmagatzemar la quantitat
  d'errors de PIN
8 int relaypin = 13; //pin digital on connectem el relé
9 int buzzpin = 9; // pin PWM on connectem el buzzer
10
11 boolean finstring = false; //booleà per saber quan ha acabat l'enviament de dades
12 boolean uid_validat = false; //booleà per saber si s'ha comprovat el UID
13
14 void setup() {
15     Serial.begin(9600); //iniciem port serie
16     pinMode(relaypin, OUTPUT); //fem que els pins emprats siguin sortides
17     pinMode(buzzpin, OUTPUT);
18     digitalWrite(relaypin, HIGH);
19     //str_entrada.reserve(200);
20 }
21
22 void loop(){
23
24     if (finstring) { //si hem arribat al final de l'enviament de dades, llavors...
25         //comprovem si l'UID ha estat validat
26         if (uid_validat){
27             //si l'UID ja estava validat, entrem al bucle de comprovació de PIN
28
29             if(strcmp(str_pin, str_entrada) != 0){ //si el pin és diferent de la string
  d'entrada
30                 if (i_numerror < 2 ){ //si el numero d'error es menor al tercer intent,
  aviseu que no es vàlid i es dona un altre intent
31                     Serial.println("No válido, vuelva a insertar PIN");
32                     i_numerror = i_numerror +1;
33                     str_entrada[0] = '\0';
34                     finstring=false;
35                 }
36                 else { //si el numero d'error ja ha arribat a 3
37                     Serial.println("PIN bloqueado, intento de intrusión detectado");
38                     //al tercer intent, s'avisava de bloqueig de pin
39                     //s'ha d'anular el pin d'usuari i fer sonar el buzzer d'intent
  d'intrusió
40                     analogWrite(buzzpin, 20); //funció que activa el buzzer d'alarma
  durant 2 segons (suficient per a demos del prototip)
41                     delay(2000);
42                     analogWrite(buzzpin, 0);
43                     str_entrada[0] = '\0'; //resetejem els valors inicials
44                     uid_validat = false;
45                     finstring = false;
46                     i_numerror = 0;
47                 }
48             }
49             else{ //si el pin és correcte
50                 digitalWrite(relaypin, LOW); //funció que obre la porta activant el relé
  durant 2 segons
51                 Serial.println("Puerta abierta");

```

```

51         delay(2000);
52         digitalWrite(relaypin, HIGH);
53     str_entrada[0] = '\0'; //resetejem els valors inicials
54     uid_validat = false;
55     finstring = false;
56     i_numerror = 0;
57     }
58 }
59
60 else {
61     //si l'UID no estava validat, entrem al bucle de comprovació de UID
62     if (strcmp(str_entrada, str_uid) == 0){ //Si UID és correcte, informem
63         l'usuari, validem UID i resetejem els valors inicials
64         Serial.println("Dispositivo autenticado, puede introducir el PIN de usuario"
65             ); //informem l'usuari
66         uid_validat = true;
67         finstring = false;
68         str_entrada[0] = '\0';
69     }
70     else { //Si UID no és correcte, informem l'usuari sense cap acció
71         Serial.println("Dispositivo no reconocido en la base de datos"); //informem
72         l'usuari
73         finstring = false;
74         str_entrada[0] = '\0';
75     }
76 }
77
78 void serialEvent() {
79     int inChar;
80     while (Serial.available()) {
81         // get the new byte:
82         inChar = (char)Serial.readBytesUntil('\n', str_entrada, sizeof(str_entrada) - 1);
83         // añadir a cadena de entrada:
84         str_entrada[inChar] = '\0';
85         finstring = true;
86     }
87 }
88

```


ANNEX 4: FITXA TÈCNICA DEL
MATERIALS EMPRATS

HC-05 Data Sheet

Bluetooth to Serial Port Module

1、 Overview	2
2、 Feature	2
3、 Product's picture	2
4、 Application fields	4
5、 Block diagram	4
6、 PINs description	5
7、 AT Command	9

HC-05 Data Sheet

1、 Overview

HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup.

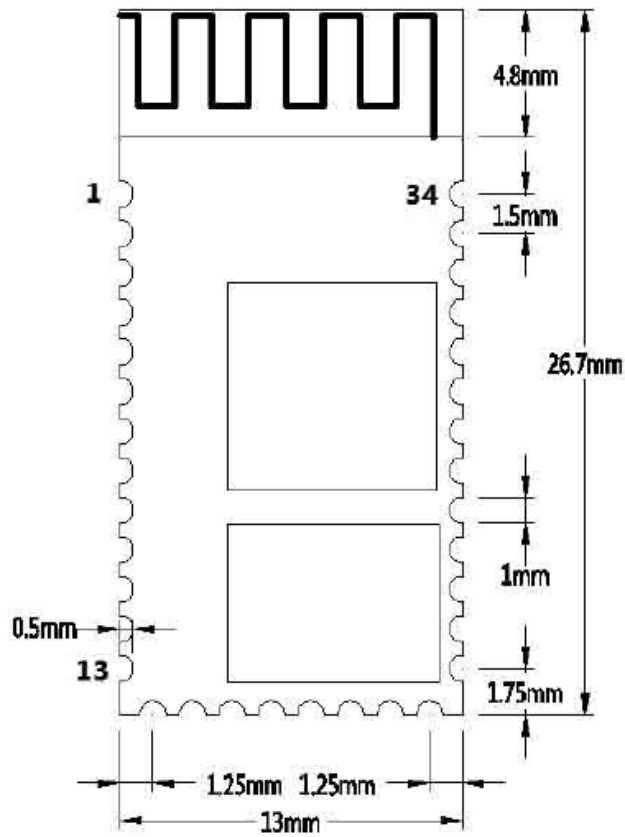
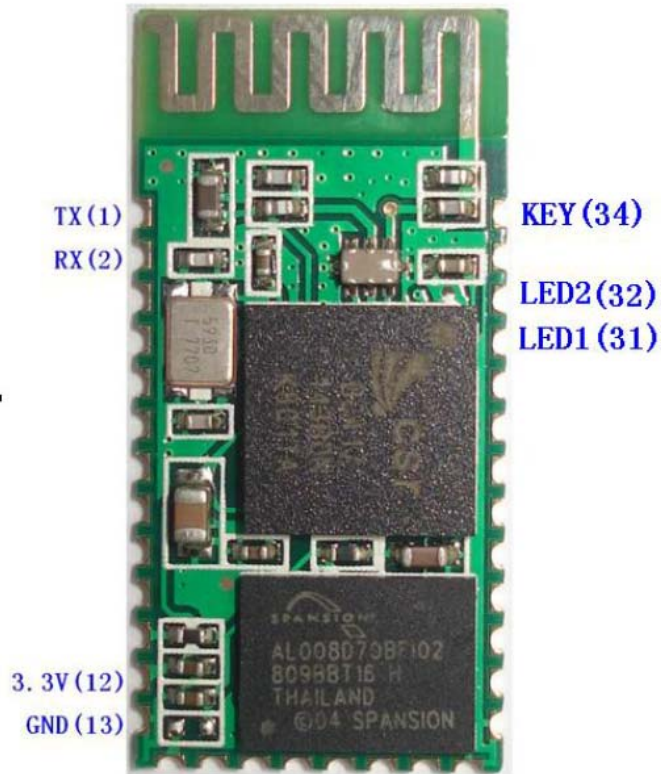
Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore BC417143 chip. It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

2、 Feature

- Sensitivity (Bit error rate) can reach -80dBm, The change range of output's power: -4 - +6dBm.
- Has an EDR module; and the change range of modulation depth: 2Mbps - 3Mbps.
- Has a build-in 2.4GHz antenna; user needn't test antenna.
- Has the external 8Mbit FLASH
- Can work at the low voltage (3.1V~4.2V). The current in pairing is in the range of 30~40mA.
- PIO control can be switched.
- This module can be used in the SMD.
- It's made through RoHS process.
- The board PIN is half hole size.
- Has a 2.4GHz digital wireless transceiver.
- Bases at CSR BC04 Bluetooth technology.
- Has the function of adaptive frequency hopping.
- Small (27mm×13mm×2mm)
- Peripherals circuit is simple.
- It's at the Bluetooth class 2 power level.
- Storage temperature range: -40 °C - 85°C , work temperature range: -25 °C - +75°C
- Any wave inter Interference: 2.4MHz, the power of emitting: 3 dBm.
- Bit error rate: 0. Only the signal decays at the transmission link, bit error may be produced. For example, when RS232 or TTL is being processed, some signals may decay.

3、 Product's picture

HC-05 Data Sheet



HC-05 Data Sheet

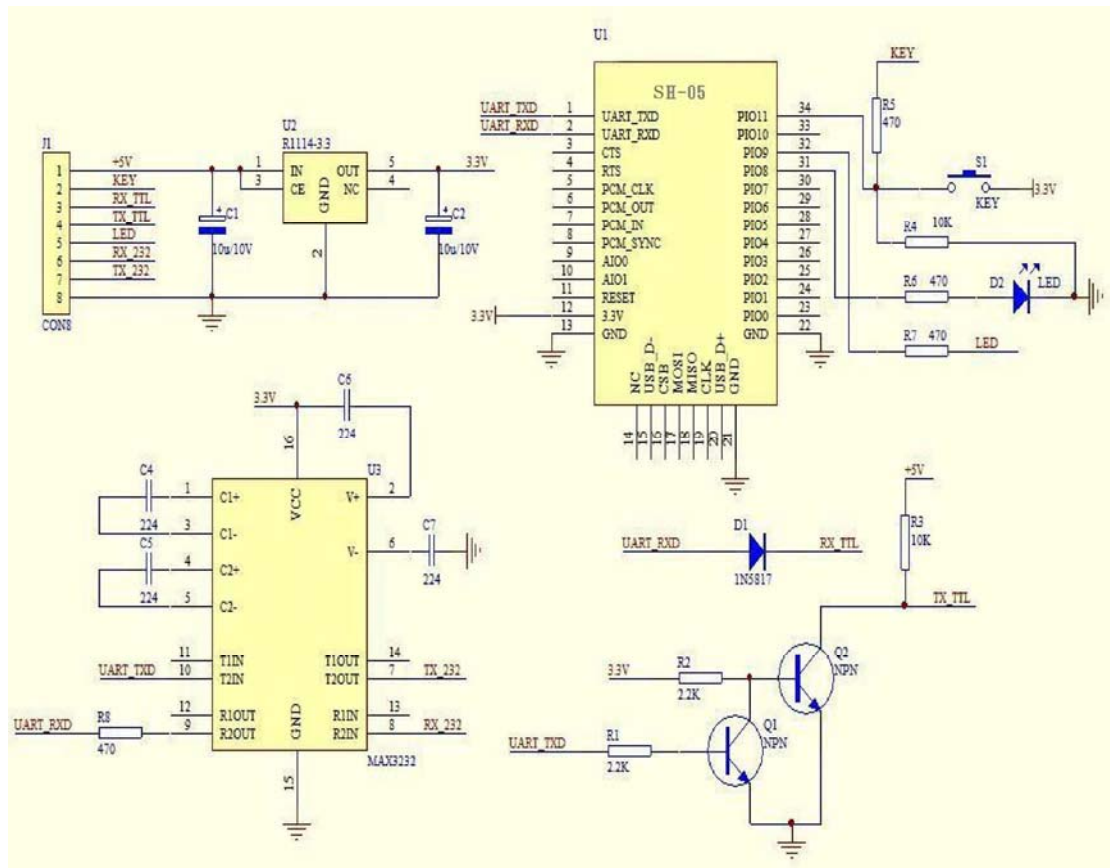


4、 Application fields

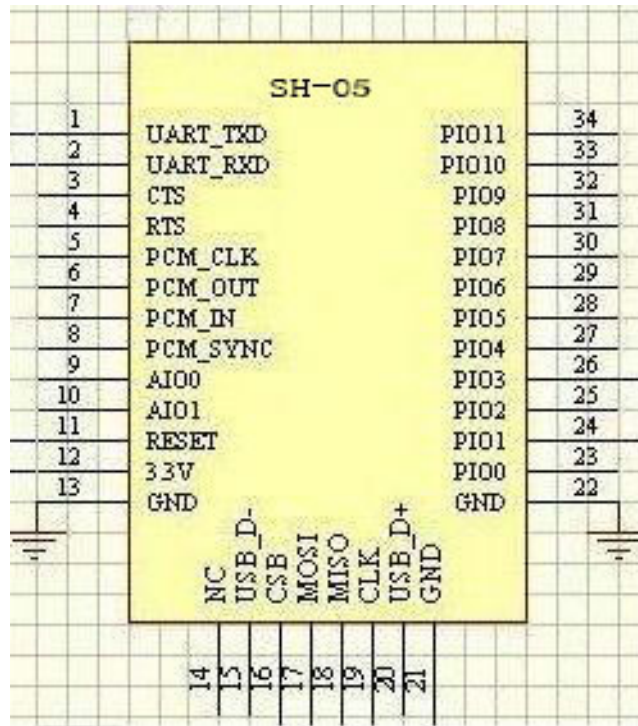
- Bluetooth Car Handsfree Device
- Bluetooth GPS
- Bluetooth PCMCIA , USB Dongle
- Bluetooth Data Transfer
- Bluetooth Arduino module

5、 Block diagram

HC-05 Data Sheet



6、 PINs description



HC-05 Data Sheet

PIN Name	PIN	Pad type	Description	Note
UART_TX	1	CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output	
UART_RX	2	CMOS input with weak internal pull-down	UART Data input	
UART_CTS	3	CMOS input with weak internal pull-down	UART clear to send, active low	
UART_RTS	4	CMOS output, tri- stable with weak internal pull-up	UART r qu st to send, active low	
PCM_CLK	5	Bi-Directional		
PCM_OUT	6	CMOS output		
PCM_IN	7	CMOS Input		
PCM_SYNC	8	Bi-Directional		
AI00	9	Bi-Directional		
AI01	10	Bi-Directional		
RESETB	11	CMOS Input with RESETB 11 weak intemal pull-down		

HC-05 Data Sheet

VCC	12	3.3V		
GND	13	VSS	Ground pot	
1V8	14	VDD	Integrated 1.8V (+) supply with On-chip linear regulator output within 1.7-1.9V	
USB_-	15	Bi-Directional		
SPI_CSB	16	CMOS input with weak internal pull-up	Chip select for serial peripheral interface, active low	
SPI_MOSI	17	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data input	
SPI_MISO	18	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data Output	
SPI_CLK	19	CMOS input with weak internal	Serial peripheral interface clock	
USB_+	20	Bi-Directional		
GND	21	VSS	Ground pot	
GND	22	VSS	Ground pot	
PI00	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	

HC-05 Data Sheet

PI01	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	
PI02	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PI03	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PI04	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PI05	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PI06	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PI07	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PI08	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	LED
PI09	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	LED
PI010	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PI011	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	KEY

7、 AT Command

More information about command set is provided at [hc-05-at-command.pdf](#).

SONGLE RELAY

	<p>RELAY ISO9002</p>	<p>SRD</p>
---	----------------------	-------------------



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

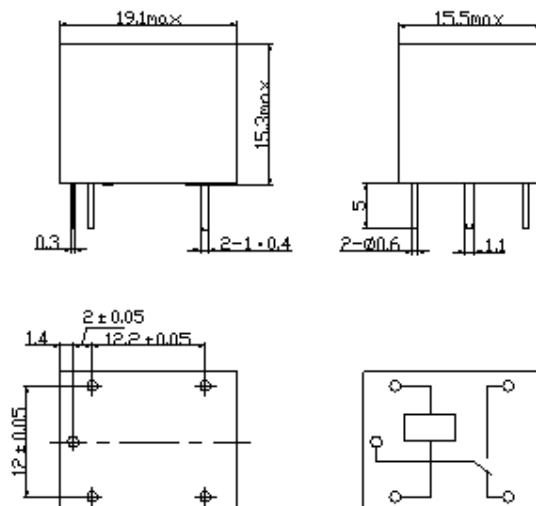
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

5. DIMENSION (unit:mm) DRILLING (unit:mm) WIRING DIAGRAM



6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) $\pm 10\%$	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

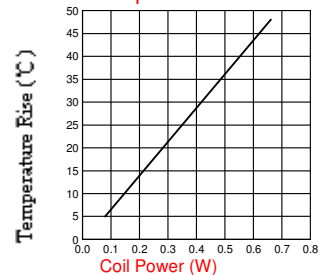
Item	Type	SRD	
		FORM C	FORM A
Contact Capacity Resistive Load ($\cos\Phi=1$)		7A 28VDC 10A 125VAC 7A 240VAC	10A 28VDC 10A 240VAC
Inductive Load ($\cos\Phi=0.4$ L/R=7msec)		3A 120VAC 3A 28VDC	5A 120VAC 5A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material		AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

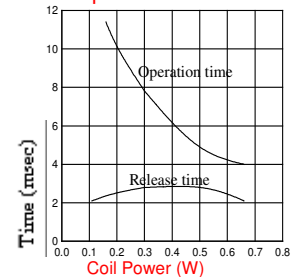
Item	Type	SRD
Contact Resistance		100m Ω Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength		
Between coil & contact		1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts		1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 M Ω Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration		
Endurance		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 ⁷ operations. Min. (no load)
Electrically		10 ⁵ operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

9. REFERENCE DATA

Coil Temperature Rise

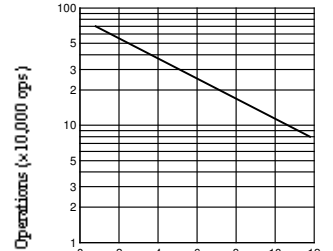


Operation Time



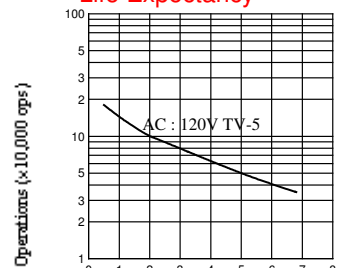
Life Expectancy

AC120V/DC24V $\cos\Phi=1$



Current of Load (A)

Life Expectancy



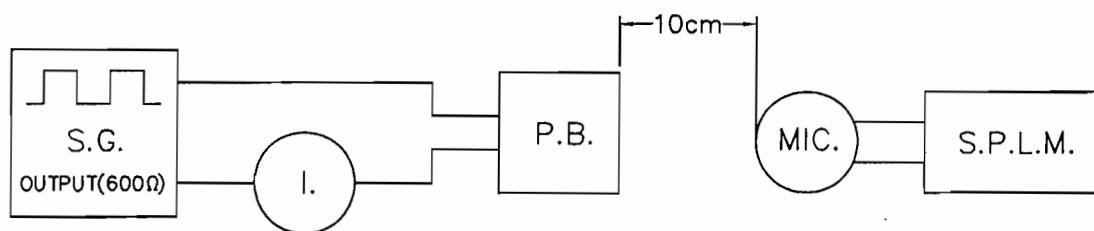
Current of Load (A)

MODEL NO : OBO-27225**Features : External drive & Lead Pin Type.****Conformity RoHS Directive (2002/95/EC) Requests. ※1****1. General Specifications :**

Items	Spec
Sound Pressure Level.	85dB min. at 2.5KHz/9Vp-p Square Wave/10cm
	75dB min. at 2.5KHz/1Vrms Sine Wave/10cm
Capacitance	20,000pF ± 30% at 120Hz
Current Consumption	3mA max. at 2.5KHz/9Vp-p Square Wave
Allowable Input Voltage	30Vp-p max.
Case Material	Top Case:PC(UL 94V-2),Bottom Case:PBT(UL 94-0)
Operating Temp. Range	-20°C to +70°C
Storage Temp. Range	-40°C to +85°C
Weight	5.5 gms
Lead Pin Material	Phosphor Bronze (Sn Plated)

2. Measuring Method

2.1 S.P.L Measuring Circuit



- S.G. :GAG-808G Audio Ggenerator or Equivalent
 S.P.L.M. :Sound Pressure Level Meter IEC651 TYPE2
 I. :GDM-8145 Multimeter or Equivalent
 P.B. :Piezoelectric Buzzer

Note: Please pay attention never to be applied DC voltage to piezo sounder-

OBO Pro.2

SPECIFICATIONS

MODEL NO.
OBO-27225

PART NAME
Piezoelectric Buzzer

SHEET

OBO PRO.2 INC.

2008 NOV 10

文件发行章

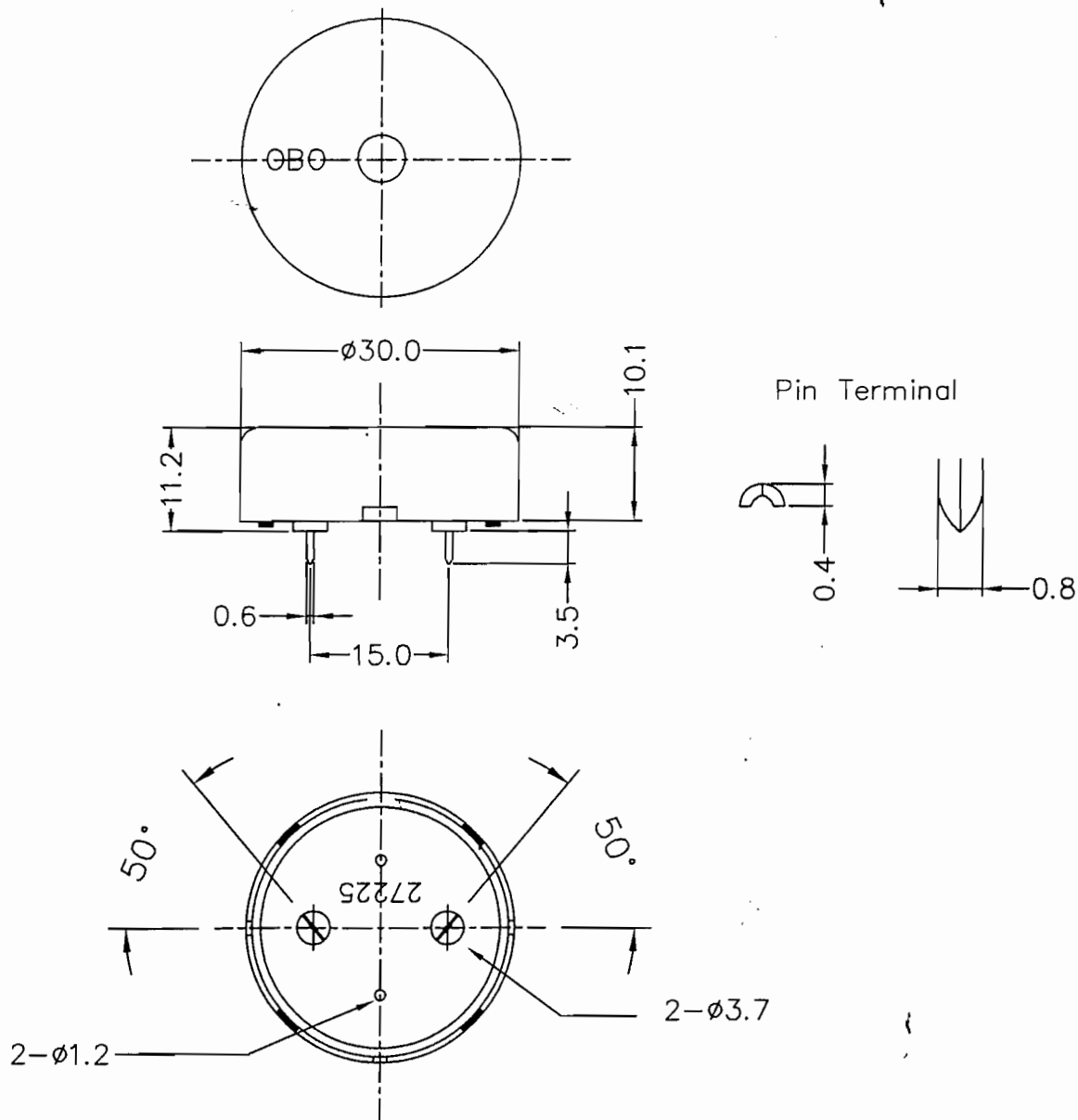
2.2 Measuring condition

Part shall be measured under a condition (Temperature: +5 to +35°C, Humidity: 45% to 85%R.H.) unless the standard condition (Temperature: +25±3°C, Humidity: 60±10%R.H.) is regulated to measure.

3. Mechanical Layout & Dimensions :

3.1 Dimensions

Unit : mm Tolerance : ±0.5



3.2 Environment-related substances to be controlled

◎ Piezoelectric Ceramic Disc.

RoHs Annex :

Application of lead, mercury, cadmium and hexavalent chromium, which are exempted from the requirement of article 4(1).

* Lead in electronic ceramic parts.(e.g. piezoelectronic devices).

4. Soldering Condition : ※1**4.1 Hand Soldering**

Iron Tip Temperature	Soldering time
+ 380°C Max.	Duration 3 seconds Max.

4.2 Wave Soldering

Peak temperature	Dipping time	Soldering
+ 260°C	5 seconds	1 time

OBO Pro.2®

SPECIFICATIONS

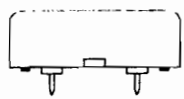
MODEL NO.
OBO-27225

PART NAME
Piezoelectric Buzzer

SHEET
5 OF 5

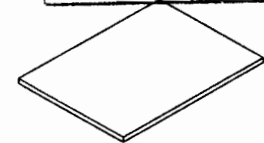
OBO PRO.2 INC.
2008 NOV 10
文件发行章

5. Packing :

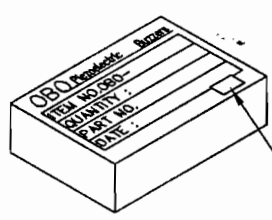
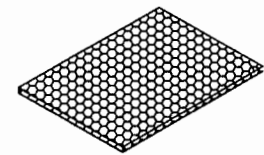


Buzzer

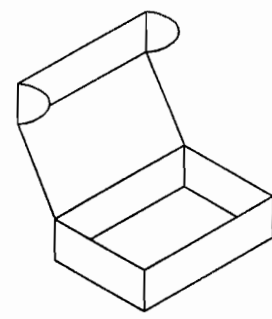
Paper Cut
(19.5*14.5*3.2cm)



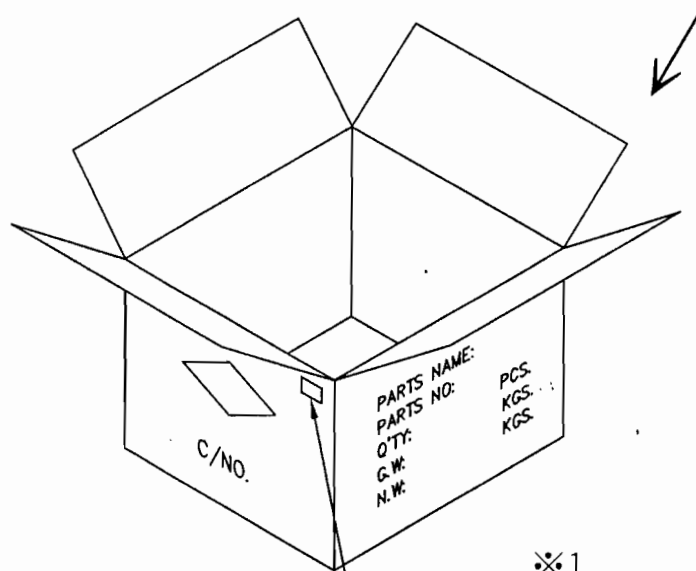
Foam Pad
(20.0*14.5*0.5cm)



※1
RoHS Tape



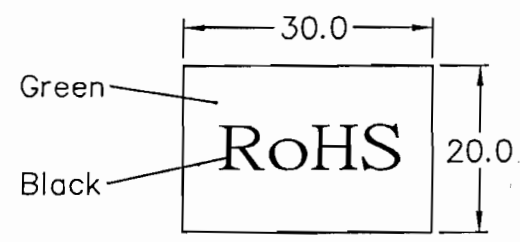
90pcs(3 Layer)/Inside Box
218*152*61m/m



※1
RoHS Tape

2,700pcs(30 Box)/Carton

2.52才 (488*452*352m/m)



RoHS Tape
(30*20mm)

