



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL DE FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**SISTEMA DE GESTIÓ DOMÒTICA PER A OPTIMITZAR
EL CONSUM ENERGÈTIC D'UN HABITATGE**



Volum I

Memòria Tècnica

Autor: Hernández Fuster, Carles

Director: Manzanares Brotons, Manuel

Convocatòria: Maig 2018

Departament: Electrònica Industrial i Automàtica

Índex

Resum	5
Resumen	6
Abstract	7
Agraïments	8
1. Objectiu del projecte.....	9
2. Motivació i justificació	10
3. Estudi de mercat	11
3.1. Introducció a la domòtica	11
3.2. Arquitectura	12
3.3. Controlador.....	13
3.4. Sensor	14
3.5. Actuator	15
3.6. Bus	16
3.7. Interfície.....	16
3.8. Protocol	17
4. Especificacions bàsiques	19
4.1. Placa Master	19
4.2. Placa Slave	20
4.3. Master - Slave	20
5. Possibles solucions	21
5.1. Comunicació persona - sistema domòtic	21
5.2. Comunicació RS232 - sistema domòtic	21
5.3. Comunicació Bluetooth - sistema domòtic.....	21
5.4. Comunicació Internet - sistema domòtic.....	22
6. Solució escollida.....	23
6.1. Habitatge	23
6.2. Comunicació i distribució del sistema domòtic.....	23

6.3. Funcionalitat del sistema domòtic	25
6.4. Distribució del sistema domòtic.....	25
7. Funcions del sistema domòtic	26
7.1. Funcions del sistema domòtic	26
7.2. Menú light	27
7.3. Menú blind	30
7.4. Menú Temperature	32
7.5. Menú Consume	35
7.6. Menú Saving Plan	37
8. Hardware	40
8.1. Diagrama de blocs del prototip	40
8.2. Diagrama de blocs de la placa Master	41
8.3. Esquema de la placa Master	42
8.4. Components placa Master	42
8.5. Diagrama de blocs de la placa Slave	69
9. Software	81
9.1. Menú Light.....	82
9.2. Menú Blind	83
9.3. Menú Temperature	84
9.4. Menú Consume	85
9.5. Menú Saving Plan	86
10. Simulacions prèvies al prototip.....	87
11. Comunicacions	89
11.1. Protocol I2C.....	89
11.2. Protocol Bluetooth	89
12. Normativa	91
13. Planificació	92
Conclusions	93
Millores de disseny	94
Bibliografia.....	95

Resum

Aquest Projecte de Final de Grau ha permès l'aprofundiment i la posada en pràctica de múltiples aspectes del coneixement adquirit durant el Grau d'Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica. La idea proposada és convertir un habitatge existent, ineficient des d'un punt de vista energètic, en una casa domòtica amb capacitat de gestionar la despesa energètica associada.

El sistema domòtic escollit permet una fàcil comunicació entre persona i màquina. En qualsevol moment l'usuari serà capaç de triar si vol el funcionament automàtic o en mode manual. L'elaboració del conjunt del projecte s'ha tingut en compte de manera que no tingui un cost excessiu i sigui assequible per un ampli mercat.

El projecte és una combinació de software i de hardware i ha suposat tasques d'aquests dos àmbits: des del disseny inicial de funcionalitats i desenvolupament del programa que el microcontrolador processarà, fins la creació del prototip i l'equip i la verificació del correcte funcionament del microcontrolador i dels diferents components.

Resumen

Este Proyecto de Final de Grado ha permitido la profundización y la puesta en práctica de múltiples aspectos del conocimiento adquirido durante el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. La idea propuesta es convertir una vivienda existente, ineficiente desde un punto de vista energético, en una casa domótica con capacidad de gestionar el gasto energético asociado.

El sistema domótico escogido permite una fácil comunicación entre persona y máquina. En cualquier momento el usuario será capaz de elegir si quiere el funcionamiento automático o el modo manual. La elaboración del conjunto del proyecto se ha tenido en cuenta de manera que no tenga un coste excesivo y sea asequible para un amplio mercado.

El proyecto es una combinación de software y de hardware y ha supuesto tareas de estos dos ámbitos: desde el diseño inicial de funcionalidades y desarrollo del programa que el microcontrolador procesará, hasta la creación del prototipo y del equipo y la verificación del correcto funcionamiento del microcontrolador y de los diferentes componentes.

Abstract

This Project of Final Degree has allowed the deepening and the implementation of multiple aspects of the knowledge acquired during the Degree of Electronic Industrial and Automatic Engineering. The proposed idea is to convert an existing house, inefficient from an energy point of view, into an automatic home with the ability to manage the associated energy expenditure.

The chosen home automation system allows easy communication between the user and the machine. At any time, the user will be able to choose whether he wants operate automatically or in manual mode. In the development of the project it has been considered not have an excessive cost and be affordable for a large market.

The project is a combination of software and hardware and has included tasks in these two areas: from the initial design of functionalities and development of the program that the microcontroller will process, until the creation of the prototype and the equipment and the verification of the correct operation of the microcontroller and the different components.

Agraïments

Agraeixo a la meva família i amics que m'han recolzat durant aquest llarg camí no només amb aquest Projecte Final de Grau sinó en tots aquests anys universitaris.

Agraeixo al meu professor Manuel Manzanares Brotons per guiar-me en aquest projecte.

1. Objectiu del projecte

La finalitat principal d'aquest projecte és la creació d'una casa domòtica per tal de poder tenir un consum energètic mínim i màxima eficiència i ajudar així a solucionar dos dels grans problemes de la societat en que vivim: l'encariment del rebut elèctric a les llars que massa sovint comporta pobresa energètica i l'impacte ambiental que suposa el consum energètic d'un habitatge convencional.

Aquest projecte està pensat per ser adequat a qualsevol habitatge i que el prototip final no sigui gaire costós. La idea es que qualsevol persona pugui comunicar-se de manera efectiva amb el prototip domòtic segons decideixi. La casa podrà treballar autònomament o com una casa sense automatismes.

El projecte esta centralitzat amb un microcontrolador PIC. La pantalla LCD reflexa el menú i les possibilitats d'interacció de la casa. Els dos polsadors permeten desplaçar-se pel menú i seleccionar l'acció que es vol realitzar. El dispositiu de comunicació sense cables via Bluetooth, ens permetrà comunicar-nos amb el prototip a distància. El sistema està dotat de sensors que captaran la informació i ens mantindran informats en tot moment del que succeeix a la casa. Per altre banda els actuadors, seran els responsables de realitzar les accions amb les ordres rebudes pel microcontrolador.

La creació d'aquest prototip final ha seguit una sèrie de passos com són:

- Pluja d'idees de què implementar en aquesta casa perquè sigui domòtica.
- Estudi del llenguatge C per realitzar el programa del microcontrolador amb el compilador CCS.
- Elaboració del circuit a simular amb Proteus i fer funcionar amb l'arxiu de CCS.
- Muntatge del circuit a la placa de forats.
- Realització del circuit per la PCB amb Eagle.
- Muntatge del circuit sobre la PCB.

2. Motivació i justificació

Recordo quan estava pensant quina enginyeria volia estudiar, els dubtes eren molts: energia, elèctrica, electrònica, industrial etc. La decisió final va ser, com es pot suposar, el Grau d'Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica.

La decisió va ser pensant que el camp de l'electrònica cada cop està més integrat en la nostra vida quotidiana i a la vegada presenta molts camins per recórrer en un futur pròxim. Una de les coses que per a mi tenia, i segueix tenint, més atractiu, és el repte construir una casa domòtica on tot o quasi tot funcioni de forma automàtica.

Aquest terme de sistema intel·ligent o domòtic (Domus, en llatí casa i automàtic) està definit com el conjunt de sistemes i tecnologia que automatitzen les diferents instal·lacions d'un habitatge i permeten la gestió energètica, confort, seguretat, comunicació i accessibilitat entre l'usuari i el sistema.

Per totes aquestes raons em vaig decidir pel treball proposat pel professor Manuel Manzanares consistent en un sistema de gestió domòtica per a optimitzar el consum energètic d'un habitatge. Com s'ha explicat en el paràgraf anterior, la domòtica abasta molts sectors però el nostre objectiu s'ha centrat en el de la gestió energètica i en el del confort. Un exemple de gestió energètica seria apagar automàtic d'un llum després de no detectar moviment durant un interval de temps i un exemple dins l'àmbit del confort seria regular automàticament el moviment de les persianes segons la quantitat de llum que entri a la casa estalviant feina manual a les persones.

Una de les primeres fases d'aquest treball ha estat decidir els punts d'actuació per convertir un habitatge tradicional, en una casa domòtica. Sorgeixen moltes idees però cal aplicar criteris de cost-benefici, descartar opcions massa complexes i aquelles que el preu final no estaria a l'abast de gran part de la població. Per això que aquest projecte és totalment assequible econòmicament i traslladable a qualsevol habitatge del que disposem.

3. Estudi de mercat

3.1. Introducció a la domòtica

Els sistemes domòtics requereixen d'una gran complexitat per la seva elaboració. Primer s'ha d'establir la finalitat, si és per aportar comoditat a l'usuari, millora de seguretat, per controlar el consum energètic, per fer més sostenible... Tots aquests sistemes són totalment compatibles entre ells i hi ha infinites combinacions.

Un cop escollides quines millores vol l'usuari respecte el seu pis tradicional cal pensar en els diferents dispositius que necessitarem. Això inclou per una banda els sensors i per l'altre els actuadors, tots ells controlats per un microcontrolador. La manera més entenedora de comprendre el funcionament d'un sistema domòtic és estudiant com actua el nostre cos. Imaginem que tenim fred i ho notem a través del nostre sentit que és la pell. Aquesta informació recorre tot el cos fins a arribar al nostre cervell que és l'encarregat de prendre una decisió. Un cop la decisió esta presa la següent acció és actuar i el cervell envia l'ordre d'abrigar-se als músculs. En la domòtica els sensors serien com els sentits humans. El microcontrolador seria el cervell. Els actuadors serien els elements capaços de realitzar l'acció requerida. Un sistema domòtic està format pels dispositius següents:

- Controlador
- Sensor
- Actuador
- Bus
- Interfície
- Protocol



Figura 3.1. Components que formen la xarxa d'un sistema domòtic (Font: [1]. www.casadomo.com)

3.2. Arquitectura

L'arquitectura del sistema domòtic té a veure amb l'estructura en que es disposa la xarxa. Els tipus d'arquitectura depenen d'on es troba el controlador o controladors. Aquests són els tipus d'arquitectura:

- Centralitzada
- Descentralitzada
- Distribuïda
- Híbrida

3.2.1. Estructura centralitzada

El controlador central rep informació de múltiples sensors i un cop processada la informació, genera les ordres que realitzaran els actuadors.

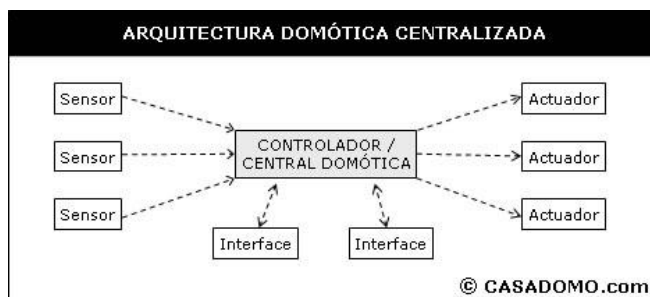


Figura 3.2. Distribució arquitectura domòtica centralitzada (Font: [1]. www.casadomo.com)

3.2.2. Estructura descentralitzada

Hi ha diferents controladors que es reparteixen la informació que reben dels sensors i la que envien als actuadors.

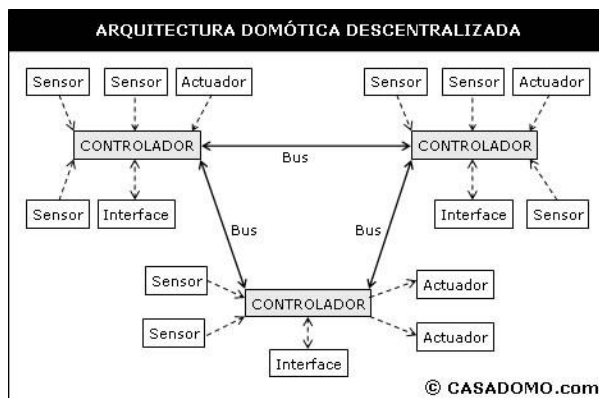


Figura 3.3. Distribució arquitectura domòtica descentralitzada (Font: [1]. www.casadomo.com)

3.2.3. Estructura distribuïda

Els sensors i actuadors funcionen com controladors capaços d'enviar informació al sistema i rebre informació dels altres dispositius del sistema.

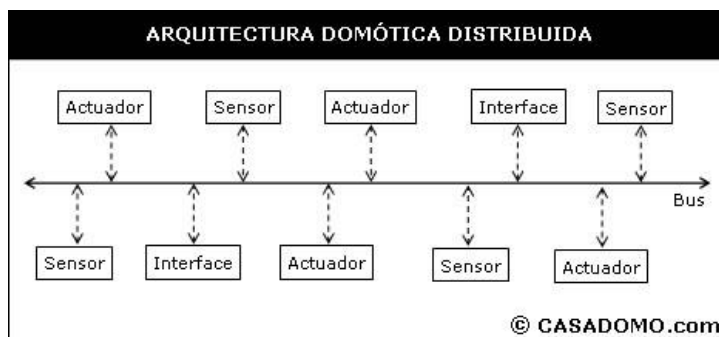


Figura 3.4. Distribució arquitectura distribuïda (Font: [1]. www.casadomo.com)

3.2.4. Estructura híbrida

Aquest sistema combina les estructures centralitzada, descentralitzada i distribuïda. Pot disposar d'un controlador central o diversos descentralitzats, els sensors i actuadors també poden ser controladors i processar la informació.

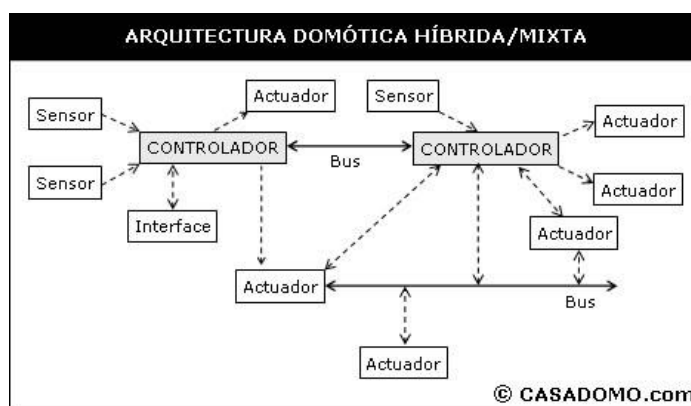


Figura 3.5. Distribució arquitectura domòtica híbrida (Font: [1]. www.casadomo.com)

3.3. Controlador

Els controladors són els dispositius que gestionen el sistema segons la programació que se'ls ha gravat prèviament i la informació que reben. Normalment es tracta de microcontroladors. Un microcontrolador és un circuit integrat que actua com un ordinador simple amb una CPU (Unitat Central de Processament) amb unitats d'entrades i sortides i una ROM per guardar el programa.



Figura 3.6. PIC18F4520 (Font: [2]. www.cl.rsdelivers.com)

3.4. Sensor

Els sensors són els dispositius encarregats de monitoritzar l'entorn, captant informació que transmeten al sistema. Detectant fenòmens físics i químics i ho transformen en senyals comprensibles pel controlador. La senyal que envien pot ser:

- Analògica
- Digital

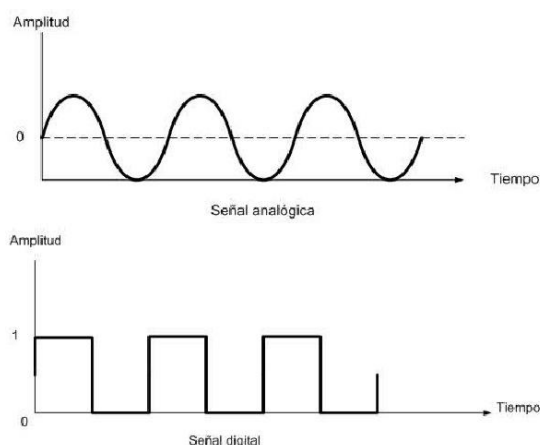


Figura 3.7. Representació dels senyals (Font: [3]. www.ricardoredesetac.blogspot.com.es)

3.4.1. Senyal analògica

La senyal analògica comprenen un conjunt continu infinit de valors. Una manera simplificada de representar un sensor amb sortida analògica és amb un potenciòmetre.

3.4.2. Senyal digital

La senyal digital transmet la informació utilitzant un sistema de codis binaris, comprenent dos valors possibles, alt ("1") o baix ("0"). Una manera simplificada de representar un sensor amb sortida digital és amb un interruptor.

3.4.3. Tipus de sensors

Existeixen una gran varietat de tipus de sensors en el mercat i cada cop en surten de nous amb noves prestacions, alguns exemples:

- Detector de presència
- Detector crepuscular
- Detector de fum
- Detector de gas
- Sensor de temperatura
- Sensor de contacte



Figura 3.8. *Detector de fum (Font: [4]. www.manteneinces.com)*

3.5. Actuador

Els actuadors són dispositius capaços d'executar una acció sobre un dispositiu o un sistema rebent ordres del controlador. Aquest actuadors poden realitzar funcions com pujar o baixar, encendre o apagar, obrir o tancar. Alguns dels actuadors més comuns són:

- Relé
- Electrovàlvula
- Motor
- Cilindre pneumàtic
- Cilindre hidràulic



Figura 3.9. Relé electromagnètic (Font: [5]. www.tme.eu)

3.6. Bus

El bus és el mitjà de transmissió que transporta la informació entre els dispositius. Existeixen aquests mètodes de transmissió de dades:

- Cablejat propi
- Cablejat compartit
- Sense fils

3.6.1. Cablejat propi

La connexió s'efectua mitjançant una xarxa de cables creada específicament pel sistema domòtic. És el mètode més comú. Depenent dels cables utilitzats s'obtidran unes millors prestacions en la robustesa o la velocitat de transmissió.

3.6.2. Cablejat compartit

Utilitzen xarxes existents per transmetre les senyals com la xarxa elèctrica, la xarxa telefònica o xarxa de dades.

3.6.3. Sense fils

Utilitzen transmissions sense cables ja sigui a través de Bluetooth o a través d'internet. Aquestes funcions cada cop estan agafant més importància, perquè el sistema domòtic es controla a distància.

3.7. Interfície

Es tracte de tots els dispositius que permeten la comunicació d'informació entre els humans i el sistema domòtic. A través de pantalles, polsadors, interruptors, dispositiu mòbil, ordinador la persona pot rebre i enviar ordres al controlador.

El controlador per altre banda ens pot informar a través de llums, alarmes sonores, pantalles, dispositiu mòbil, ordinador.

3.8. Protocol

El protocol de comunicacions és la manera en que els diversos dispositius es comuniquen entre ells formant una xarxa. Els tipus de protocols que hi ha son:

- Protocol estàndard o obert
- Protocol propietari o tancat

3.8.1. Protocol estàndard

Es tracta de protocols definits entre diverses companyies o organitzacions -amb criteris unificats. Al ser oberts no hi ha patents de manera que qualsevol fabricant pot desenvolupar una aplicació utilitzant aquest protocol. Qualsevol empresa pot modificar i evolucionar el sistema. Protocols oberts d'us mundial més estesos son:

- KNX
- X10
- LONworks
- ZigBee

Nom	Transmissió	Localització d'aplicació
KNX	Bus de dades	Europa
X10	Cable elèctric	Mundial
LonWorks	Cable elèctric	Mundial
ZigBee	Bandes lliures ISM	Mundial

Taula 3.1. Comparativa entre protocols oberts

3.8.2. Protocol propietari

Es tracta de protocols específics creats i utilitzats per una sola marca. Només el fabricant pot modificar i evolucionar el sistema. Protocols tancats destacables son:

- UPB
- Z-Wave
- Homekit

Nom	Transmissió	Localització d'aplicació
UPB	Cable elèctric	Mundial
Z-Wave	Radio	Mundial
Homekit	Internet	Mundial

Taula 3.2. *Comparativa entre protocols tancats*

4. Especificacions bàsiques

El desenvolupament d'aquest projecte s'ha realitzat a partir d'una idea principal de realitzar un sistema domòtic per la gestió del consum energètic d'un habitatge. La idea inicial va ser partir d'un pis convencional, com podria ser el meu de Barcelona i avaluar millores a implementar-hi. Aquesta, es podria dir, que ha estat la part més enginyosa del projecte per tal de veure quines propostes es podien aplicar, si eren viables, i si existien a l'actualitat o eren completament noves.

El sistema domòtic escollit consta d'una primera placa que envia les ordres (Master) i una segona placa que les rep i actua en conseqüència (Slave). La comunicació entre el prototip i la persona ha de ser comprensible i senzilla, d'aquesta manera l'usuari sempre tindrà el control sobre la casa domòtica.

4.1. Placa Master

Es tracta de la placa amb la que l'usuari es comunica. La placa Master, esta centralitzada amb un microcontrolador PIC que és l'encarregat de comunicar-se amb la persona, de rebre la informació dels diversos sensors de la casa i de comunicar-se amb la placa Slave.

La comunicació usuari - Master es realitza de tres formes diferents:

- La pantalla LCD permet visualitzar el menú principal
- Els 2 polsadors permeten desplaçar-nos pel menú principal
- Els 3 interruptors permeten seleccionar el mode automàtic encès o apagat d'unes accions a realitzar
- La comunicació via Blueetooth permet realitzar accions sobre el sistema domòtic a distància

La placa té diverses entrades de sensors que són:

- Les 6 entrades de sensors digitals
- Les 4 entrades de sensors analògiques

Adicionalment la placa consta de:

- El LED d'encesa per comprovar que està connectat
- Rellotge RTC extern
- Memòria EEPROM externa

La comunicació entre placa Master - Slave es duu a terme mitjançant el bus I2C.

4.2. Placa Slave

La placa Slave, esta centralitzada amb un microcontrolador PIC que és l'encarregat de rebre la informació del PIC Master i actuar amb conseqüència.

Els actuadors de que disposa son:

- Els 4 LEDs que mostren informació segons indica el Master.
- Els 9 relés que actuen segons indica el Master.

Adicionalment la placa consta de:

- El LED d'encesa per comprovar que està connectat.

4.3. Master - Slave

La idea de separar en dos plaques sensors i actuadors, ens permet disposar d'una major organització dels components de manera que puguin estar en diferents parts de la casa i disposar d'una bona comunicació entre els PICs i els sensors i actuadors respectius. Posant en una sola placa de control sensors i actuadors hagués hagut major dificultat de la comunicació ja que a major distància de cable entre placa i sensor o actuator, més facilitat de que la senyal arribi malmesa o amb errors.

5. Possibles solucions

En la realització d'aquest sistema domòtic s'han utilitzat dos plaques, Master i Slave, tal com s'ha descrit en l'apartat 4. Veiem quins tipus de comunicació es podrien haver implementat per aquest projecte.

5.1. Comunicació persona - sistema domòtic

La placa disposa d'una pantalla LCD on es mostra el menú amb les diferents accions aplicables pel sistema domòtic. Els polsadors permeten desplaçar-se pel menú amb llibertat. És el sistema més tradicional però també el que proporciona una comunicació més fiable.

- Comunicació molt segura
- Localització de l'usuari a Placa Master
- Preu econòmic

5.2. Comunicació RS232 - sistema domòtic

La placa disposa d'entrada per el cable RS232 la qual cosa permet que des d'un ordinador ens puguem comunicar i enviar les ordres. Al ser comunicació per cable permet poder estar separat de la localització de la placa Master tot i que amb una distància no massa gran. Això es deu a que poden haver possibles interferències i les ordres poden no arribar com s'espera.

- Comunicació segura quan més pròxima a la placa Master
- Localització a certa distància de la Placa Master
- Preu mig

5.3. Comunicació Bluetooth - sistema domòtic

La placa disposa d'un dispositiu que permet rebre senyal via Bluetooth des d'un dispositiu mòbil. Aquesta opció permet no haver d'estar a la mateixa localització de la placa Master ja que és tracte d'una comunicació sense cables. Depenent del dispositiu receptor de Bluetooth es tindrà un rang de cobertura diferent. Aquest sistema de transmissió sense cables permet una comunicació sense interferències exteriors que destorbin les dades transmeses. El smartphone o tablet es comunicarà mitjançant una App.

- Comunicació segura depenent del rang d'abast
- Localització a certa distància de la Placa Master
- Preu alt

5.4. Comunicació Internet - sistema domòtic

Aquesta opció és la més moderna ja que manera de governar el sistema és utilitzant internet. Això vol dir que podem estar a l'altre punta del planeta i enviar ordres a la casa domòtica. És un avantatge extraordinari però cal valorar que en cas de que el Wi-fi al que estigui connectat el sistema tingui problemes quedarem incomunicats.

- Comunicació molt segura si no falla internet
- Localització qualsevol part de la terra amb connexió a internet
- Preu alt

6. Solució escollida

Finalment la solució escollida a través de la qual es desenvoluparà aquest projecte consta dels següents apartats.

6.1. Habitatge

La casa en la qual s'implementa el desenvolupament del sistema domòtic consta de les següents habitacions:



Figura 6.1. Plànol de l'habitatge (Font: [6]. www.pinterest.com)

1. Dormitori (Bedroom BR)
2. Lavabo (WC)
3. Menjador (Dining Room DR)

S'ha considerat un pis petit però el projecte és dimensionable a qualsevol mida d'habitatge.

6.2. Comunicació i distribució del sistema domòtic

La solució de comunicació adoptada per a l'usuari ha estat:

- Localitzada amb l'ús de polsadors, interruptors i una pantalla LCD
- Deslocalitzada mitjançant Bluetooth

Entre la placa Master i la placa Slave la comunicació s'efectua mitjançant el cable I2C. En el plànol de la casa quedaria representat de la següent manera.

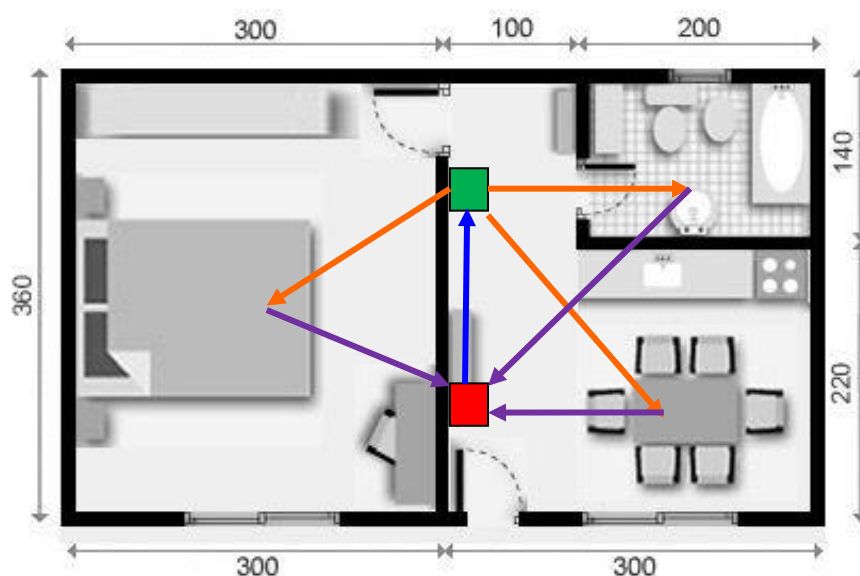


Figura 6.2. Representació de les plaques (Font: [6]. www.pinterest.com)

La placa Master (**vermella**) es situa al costat de l'entrada d'aquesta manera la interacció serà molt còmoda. Serà el primer que trobem quan entrem o l'últim que modifiquem al sortir. El Master rep les senyals dels sensors (**lila**). El bus I2C (**blau**) envia les ordres a la placa Slave. La comunicació entre plaques es possible gràcies a l'expansor del bus. La placa Slave (**verda**) envia les ordres rebudes pel Master als actuadors (**taronges**).

La distribució separada entre sensors i actuadors, permet abastir d'una forma més centralitzada tot els racons de la casa. D'aquesta manera s'evita grans extensions de cables on les interferències perjudiquen la transmissió de la informació. Segons hi hagi un fallo de sensor o actuator, sabrem quina placa hem de revisar. Aquesta ordenació, també permet que quedin lliures pins dels PICs de manera que es poden afegir més sensors o actuadors segons la necessitat del client.

6.3. Funcionalitat del sistema domòtic

El sistema domòtic dissenyat permet interactuar amb les següent funcions de la casa:

- Control de les llums
- Control de persianes
- Control de temperatura
- Control del consum energètic
- Pla d'estalvi energètic.

6.4. Distribució del sistema domòtic

El sistema domòtic està distribuït en dos plaques comunicades pel bus I2C.

La placa Master consta dels següents components:

- 1 microcontrolador
- 1 pantalla LCD per visualitzar el menú
- 2 pulsadors per desplaçar-se pel menú
- 3 interruptors per triar el mode automàtic o manual
- 1 sensor de temperatura
- 1 sensor de lluminositat
- 1 sensor de voltatge
- 1 pinça amperimètrica
- 1 expansor del bus I2C

La placa Slave consta de dels següents components:

- 1 microcontrolador
- 4 LEDs
- 3 interruptors
- 10 actuadors

7. Funcions del sistema domòtic

El sistema domòtic dissenyat en aquest projecte ofereix un ampli ventall de possibilitats a realitzar. Com s'ha comentat l'usuari es pot desplaçar per un menú fàcilment i podrà veure en qualsevol moment l'estat en que es troben els actuadors i sensors gràcies a la pantalla LCD.

7.1. Funcions del sistema domòtic

En el menú principal es pot veure la secció en la qual es vol interactuar (primera línia pantalla LCD) i l'hora actual (segona línia pantalla LCD). El menú està tot en anglès i la intensitat de llum de la pantalla és pot graduar segons convingui.



Figura 7.1. Pantalla menú principal

Les seccions del menú principal son:

1. Light (llum)
2. Blind (persiana)
3. Temperature (temperatura)
4. Consume (consum)
5. Saving Plan (Pla d'estalvi)

Per desplaçar-nos hi ha dos polsadors. El polsador superior (MOV) ens permet moure'ns pel menú principal al llarg de les 5 seccions. El polsador inferior (OK) ens permet accedir a cada submenú amb altres opcions.

7.2. Menú light

Aquest submenú és l'encarregat de gestionar tot el que té a veure amb la il·luminació de la casa. Es consideren les tres habitacions del plànol:

- Bedroom - BR (dormitori)
- WC (lavabo)
- Dining room - DR (Menjador)

Les llums de cada habitació també es poden accionar manualment amb un interruptor. Les seccions del submenú son:

1. Status (Estat)
2. Bedroom
3. WC
4. Dining Room
5. Lights off (llums apagades)
6. Go back (tornar enrere)

7.2.1. Status

La primera opció ens mostra els estats de les llums de cada habitació i si la llum està oberta ("O") o tancada ("X").



Figura 7.2. Pantalla estats dels llums

7.2.2. Bedroom

Aquest menú funciona de la següent manera:

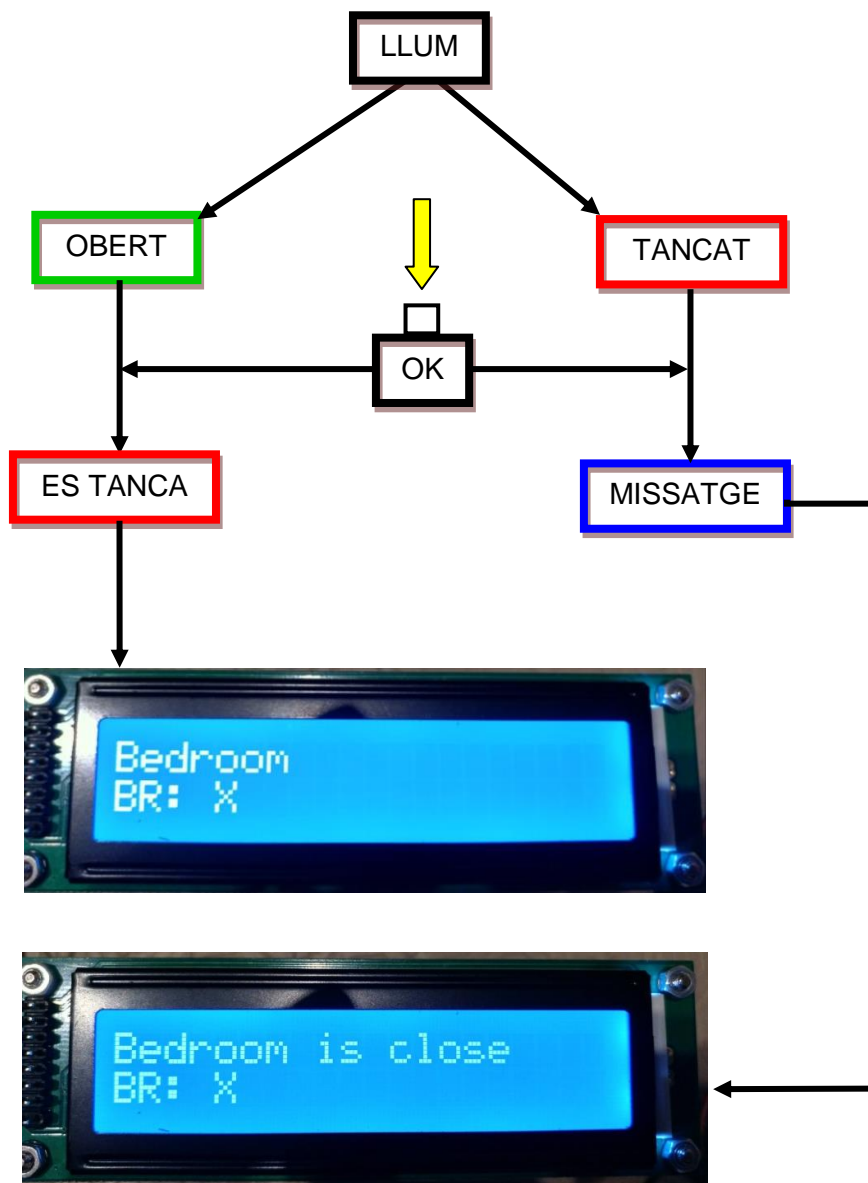


Figura 7.3. Diagrama i pantalla funcionalitat menú llum d'habitació

7.2.3. WC

Funciona igual que l'apartat 7.2.2 però amb l'estança el WC.

7.2.4. Dining Room

Funciona igual que l'apartat 7.2.2 però amb l'estança el DR.

7.2.5. Lights off

L'opció apaga totes les llums que estan enceses quan es prem el polsador OK. La llum està oberta ("O") o tancada ("X").

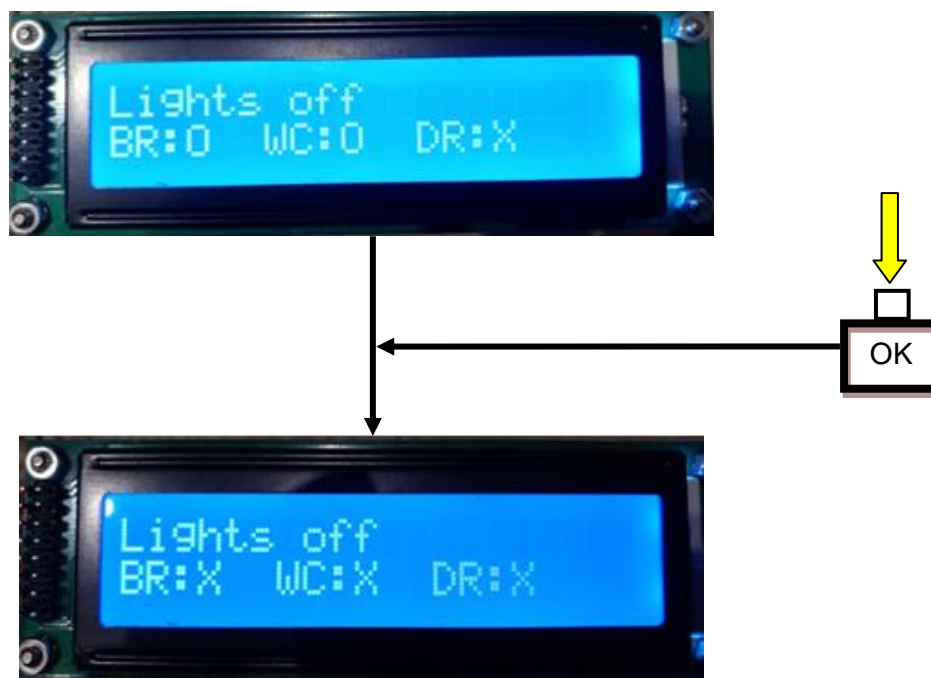


Figura 7.4. Diagrama i pantalla funcionalitat menú apagar llums

7.2.6. Go back

Pulsant OK tornem al menú principal.

7.2.7. Detecció de presència

Aquesta funció ens garanteix que si la llum està oberta i es detecta que no hi ha moviment (sensor de presència) durant un determinat temps X, la llum automàticament s'apagarà. Aquesta funció sempre està activada.

7.3. Menú blind

Aquest submenú és l'encarregat de gestionar tot el que té a veure amb les persianes de la casa. Es considera una sola habitació.

En tot moment es pot controlar si la persiana actua automàticament o manualment accionant un interruptor (SW).

Les seccions del submenú son:

1. Status
2. Blind up (persiana amunt)
3. Blind stop (parar persiana)
4. Blind down (persiana avall)
5. Blind stop
6. Go back

7.3.1. Status

La primera fila ens mostra si està actiu el mode automàtic de la persiana ("O") o desactivat ("X"). La segona fila ens mostra la intensitat de llum que es detecta.



Figura 7.5. Pantalla menú persiana

La quantitat de llum detectada pel sensor depèn de la sala on es troba. Les il·luminacions recomanades són de:

- Cuina: 300 - 500 lx
- Lavabo: 200 - 400 lx
- Dormitori: 100 - 400 lx
- Menjador: 100 - 400 lx

La persiana d'exemple del projecte es situa al menjador per tant la il·luminació adequada s'ha fixat entre 150 - 350 lx.

Quan està en mode automàtic disposa d'unes accions com:

- $Llum \geq 350$ lx persiana baixa
- $350 \text{ lx} > Llum > 150$ lx persiana ni puja ni baixa
- $Llum \leq 150$ lx persiana puja

7.3.2. Blind up

Perquè la persiana pugi ha d'estar desactivat l'interruptor de mode automàtic i pulsar OK.

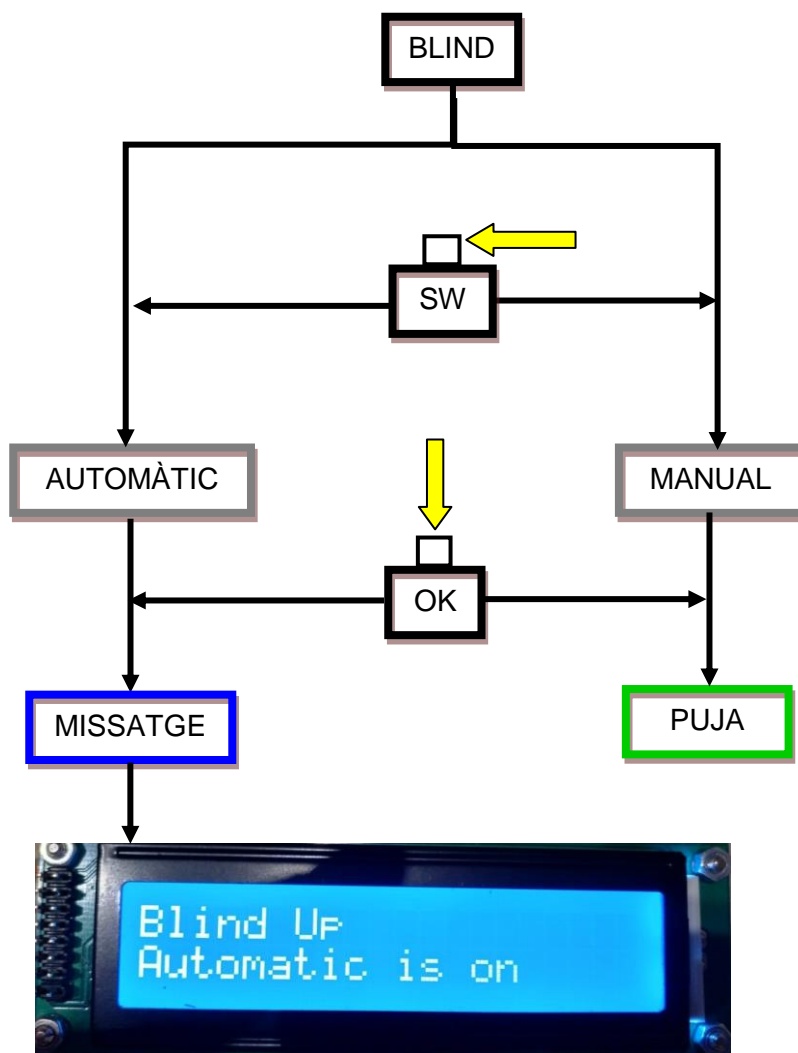


Figura 7.6. Diagrama i pantalla funcionalitat menú pujar persiana

7.3.3. Blind stop

Per que la persiana pari s'ha de polsar OK. Es posa un Blind Stop un després de pujar i un altre després de baixar.

7.3.4. Blind down

Funciona igual que l'apartat 7.3.2. però la persiana baixa.

7.4. Menú Temperature

Aquest submenú és l'encarregat de gestionar tot el que té a veure amb la temperatura de l'habitatge. S'ha considerat que cada habitació disposa d'un climatització independent de la resta.

En tot moment es pot controlar si la temperatura actua automàticament o manualment accionant un interruptor (SW).

Les seccions del submenú son:

1. Status
2. Fan (ventilador)
3. Heater (calefacció)
4. Stop temperatura (para temperatura)
5. Go back

7.4.1. Status

La primera fila ens mostra si està actiu el mode automàtic de la temperatura ("O") o desactivat ("X"). La segona fila mostra la temperatura actual (sensor de temperatura) i també l'estat en que es troba el ventilador i la calefacció.



Figura 7.7. Pantalla menú temperatura

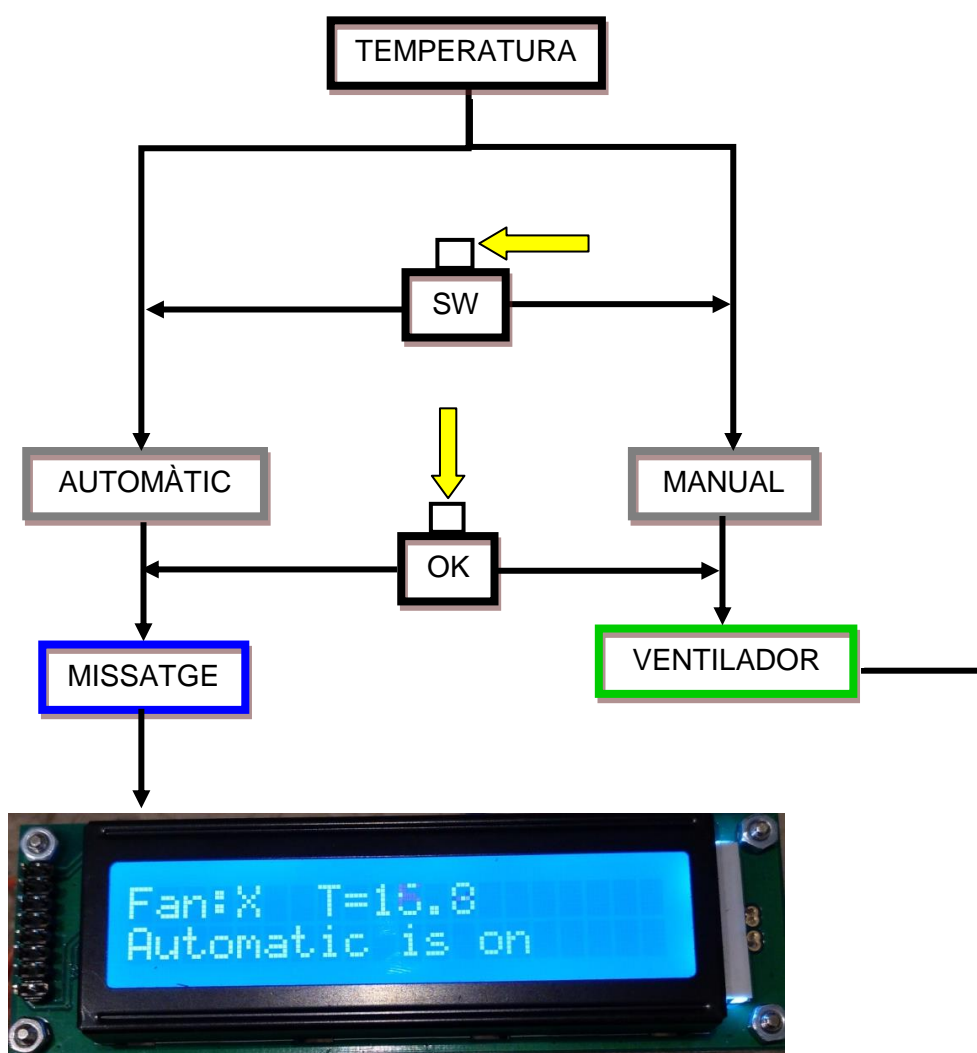
La temperatura detectada pel sensor quan està en mode automàtic disposa d'unes accions com:

- $T \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$ s'encen el ventilador
- $25 \text{ }^\circ\text{C} > T > 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ventilador i calefacció apagat
- $T \leq 17 \text{ }^\circ\text{C}$ s'encen la calefacció

7.4.2. Fan

Perquè el ventilador s'encengui ha d'estar desactivat l'interruptor de mode automàtic i pulsar OK.

Ens poden sorgir dos missatges. Un restrictiu que no ens permet activar el ventilador estant el mode automàtica apagat. L'altre missatges és informatiu i ens indica que s'encén el ventilador estant la finestra oberta.



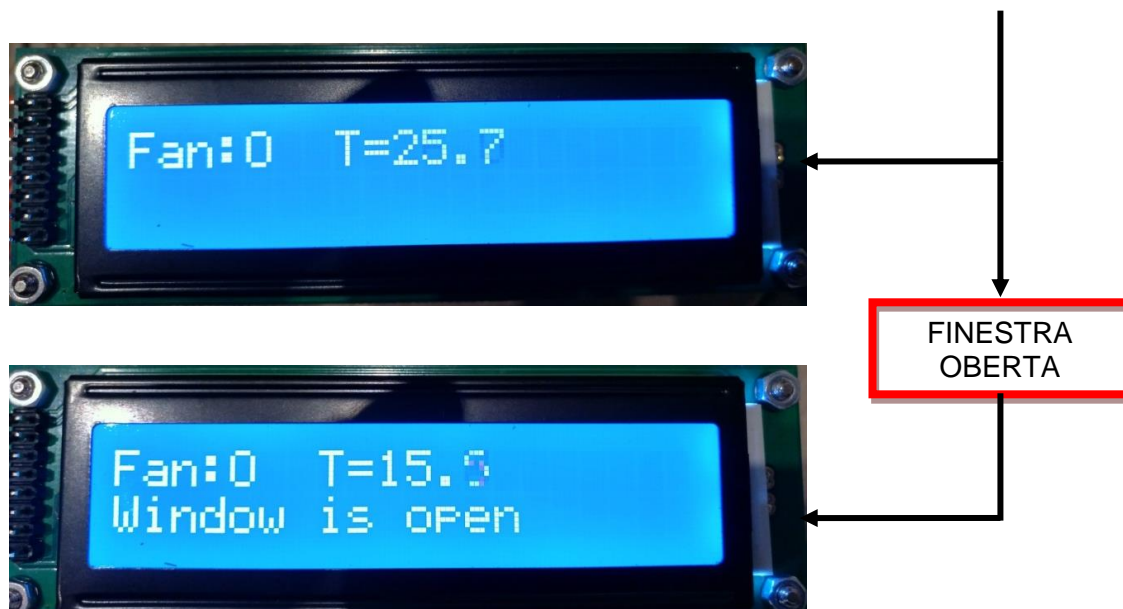


Figura 7.8. Diagrama i pantalla funcionalitat menú temperatura

7.4.3. Heater

Funciona igual que l'apartat 7.4.2. però amb la calefacció.

7.4.4. Stop temperature

Quan es polsa OK s'atura el ventilador o la calefacció, depenent del que hi hagi actiu en aquell moment. Només funciona quan es troba en mode manual l'interruptor.

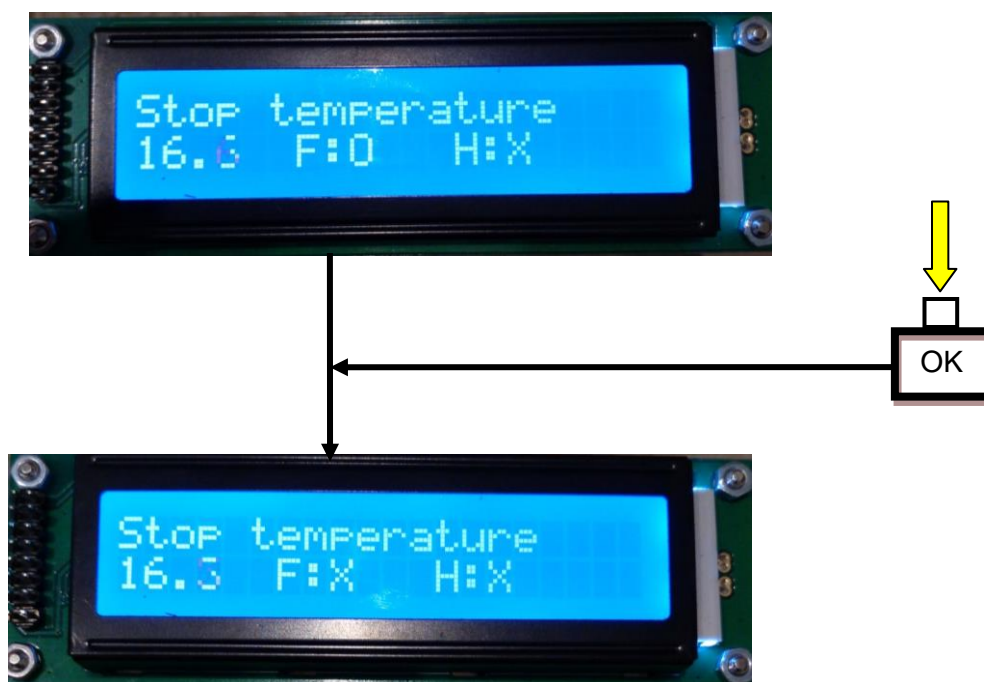


Figura 7.9. Diagrama i pantalla funcionalitat menú temperatura

7.4.5. Detecció finestra oberta

Aquesta funció (interrupció) ens informa en quin moment ha estat oberta la finestra mitjançant un missatge i un LED vermell fent pampallugues. Aquesta funció sempre està activada.



Figura 7.10. Pantalla d'avís obertura de finestra

7.5. Menú Consume

Aquest submenú ens aporta informació del consum d'energia de l'habitatge.

Les seccions del submenú son:

1. Actual consume. (consum actual)
2. Voltage (voltatge)
3. Current (corrent)
4. Status
5. Daily consume (consum diari)
6. Go back

7.5.1. Actual consume

Ens mostra en tot moment quina és la potència consumida pel nostre habitatge en kW.



Figura 7.11. Pantalla del consum actual

Es suposa que l'habitatge té contractat una potència 3,6 kW al mes.

7.5.2. Voltage

Ens mostra en tot moment quina és el voltatge actual que arriba a l'habitatge. El rang varia poc entre 220 - 240 V.



Figura 7.12. Pantalla de la tensió actual

7.5.3. Current

Ens mostra en tot moment quina és el corrent consumit pel nostre habitatge.



Figura 7.13. Pantalla de la corrent consumida actual

7.5.4. Status

Ens mostra el consum que s'ha registrat cada cinc hores. Un total de quatre consums al dia es guarden a les 5h, 10h, 15h i 20h. Els valors mostrats estan truncats.



Figura 7.14. Pantalla del consum segons hores

7.5.3. Daily Consume

Ens mostra la mitja diària del dia agafant els quatre registres d'hores de l'apartat 7.5.4. El resultat està truncat.



Figura 7.15. Pantalla del consum diari

7.5.3. Advertència de consum

Mitjançant tres LEDs en disposició de semàfor i un missatge, ens manté informats en tot moment de l'estat del consum. Si ens trobem molt per sota de la potència contractada està encès el LED verd. A mesura que ens aproximem a la potència contractada, s'encendrà el LED groc. Finalment si ens passem de la potència contractada apareixerà un missatge en pantalla i el LED vermell farà pampallugues.



Figura 7.16. Pantalla missatge sobrepasa la potència contractada

7.6. Menú Saving Plan

Aquest submenú és l'encarregat de gestionar per una banda la programació dels aparells domèstics i per un altre els endolls de l'habitatge.

Es disposa de dos interruptors que permeten activar o desactivar cada una de les opcions anteriors.

Les seccions del submenú son:

1. Plugs state (Estat dels endolls)
2. Saving plan (Pla d'estalvi)
3. Go back

7.6.1. Plug state

Ens mostra en tot moment si els endolls secundaris estan activats o desactivats. Els interruptors primaris serien els que alimenten les plaques Master, Slave, la nevera i el Wi-fi. Aquests primaris sempre estan actius i no és pot interaccionar amb ells a través dels sistema domòtic.



Figura 7.17. Pantalla estat dels endolls

7.6.2. Saving Plan

Ens mostra en tot moment si el pla d'estalvi està actiu o inactiu. Aquest opció consisteix en encendre electrodomèstics com la rentadora o el rentaplats en el moment que el preu del kWh és més barat. Per tant es programa en quina hora del dia s'activen.



Figura 7.18. Pantalla estat del pla d'estalvi

En el gràfic següent es mostra el variació del preu kWh/€ segons l'hora del dia:

Franjas de la discriminación horaria (DH)

DH EN TRES PERÍODOS

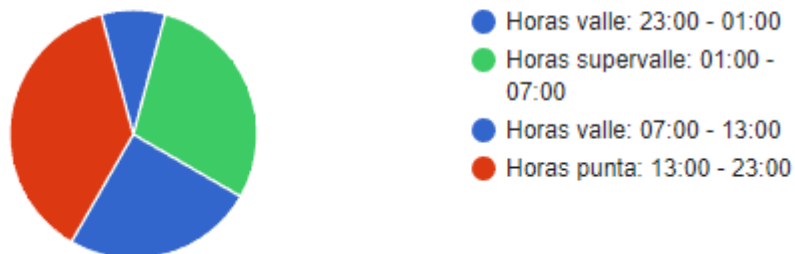


Figura 7.19. Gràfic preu kWh/€ segons franja horària (Font: [7]. www.comparadorluz.com)

Per tant les millors hores per programar els electrodomèstics seria entre la 1:00h i les 7:00h.

8. Hardware

El hardware que he estat escollit pel disseny del prototip de proves és una adaptació a petita escala de com seria el funcionament a la placa real.

8.1. Diagrama de blocs del prototip

El digrama de blocs entre la placa Master i Slave del prototip es mostra a continuació.

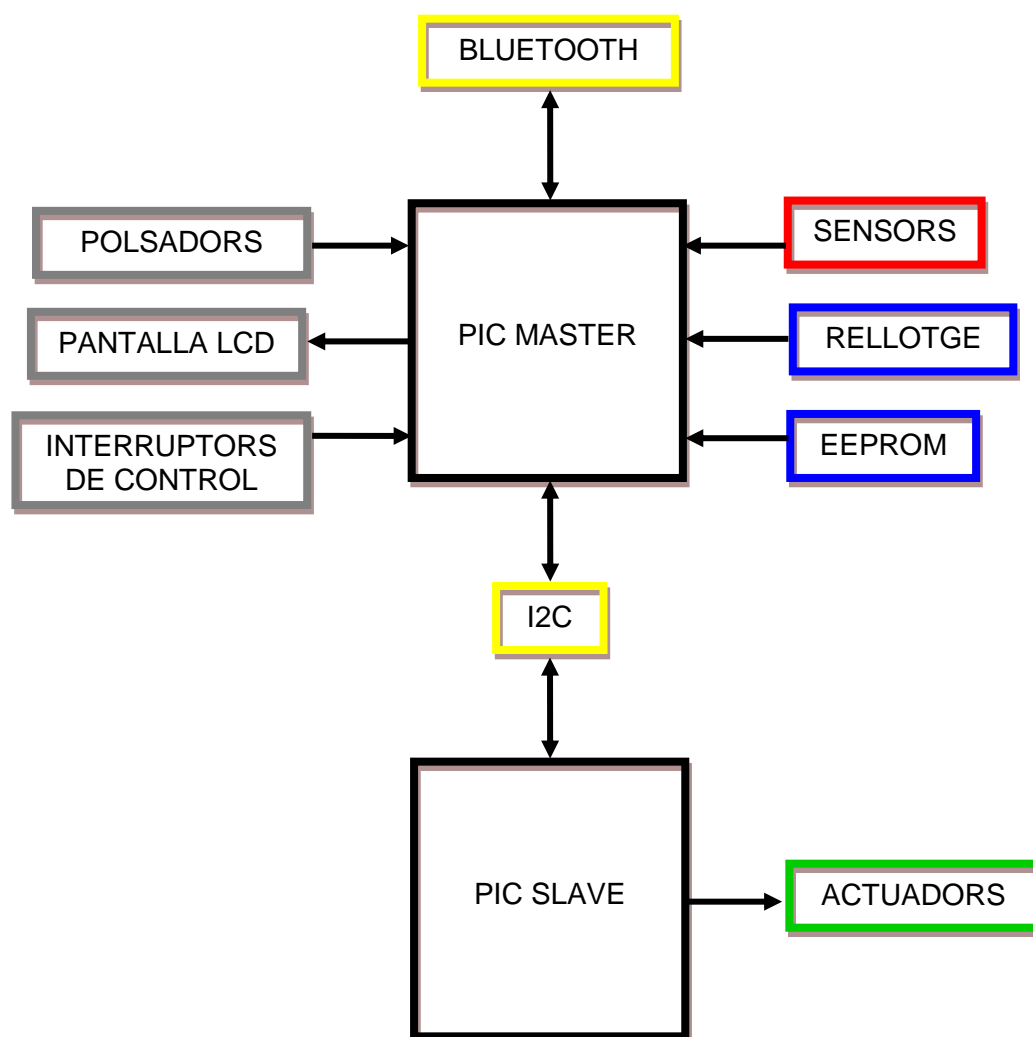


Figura 8.1. Diagrama de blocs del prototip

8.2. Diagrama de blocs de la placa Master

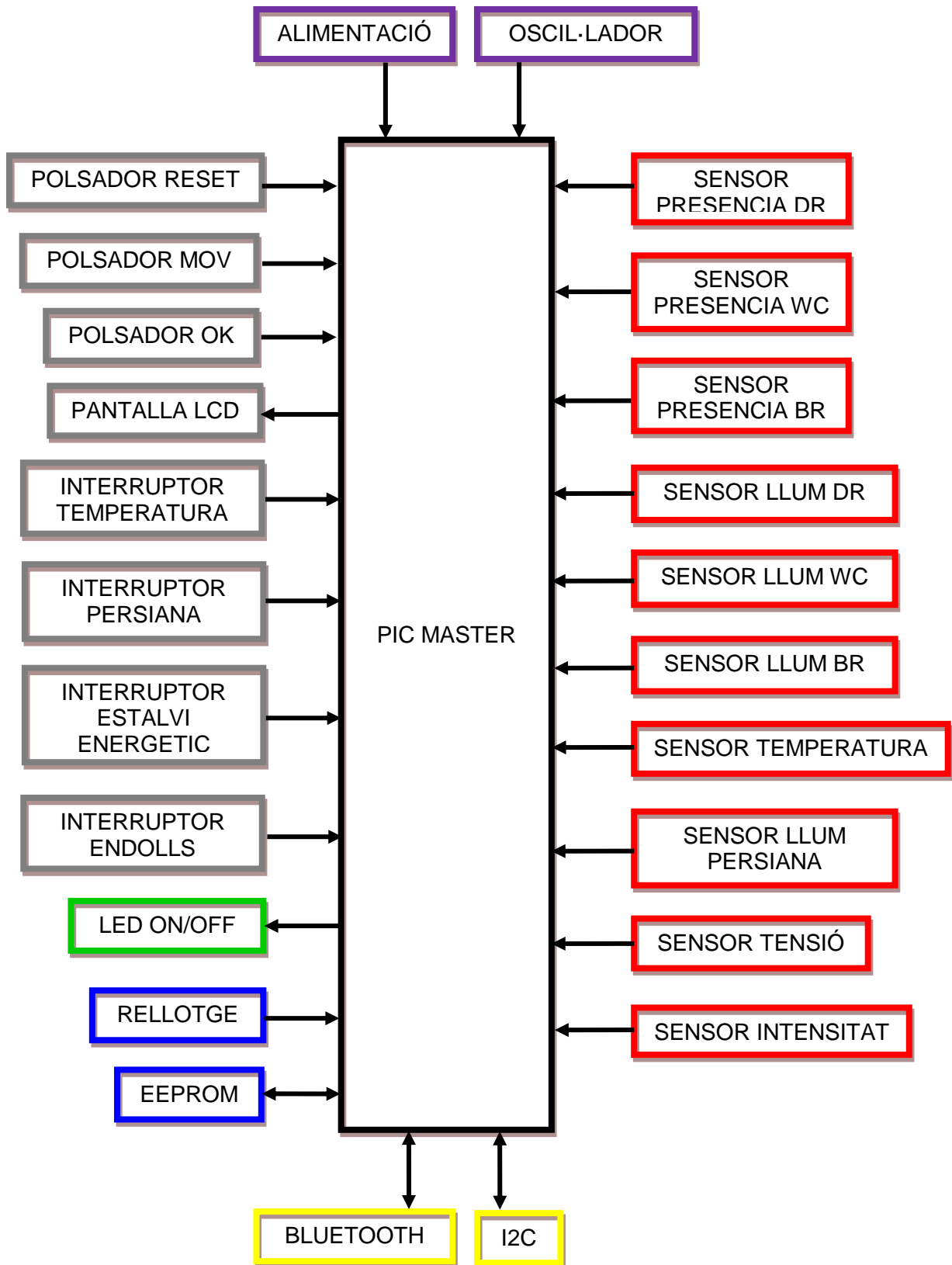


Figura 8.2. Dispositius connectats al Master

8.3. Esquema de la placa Master

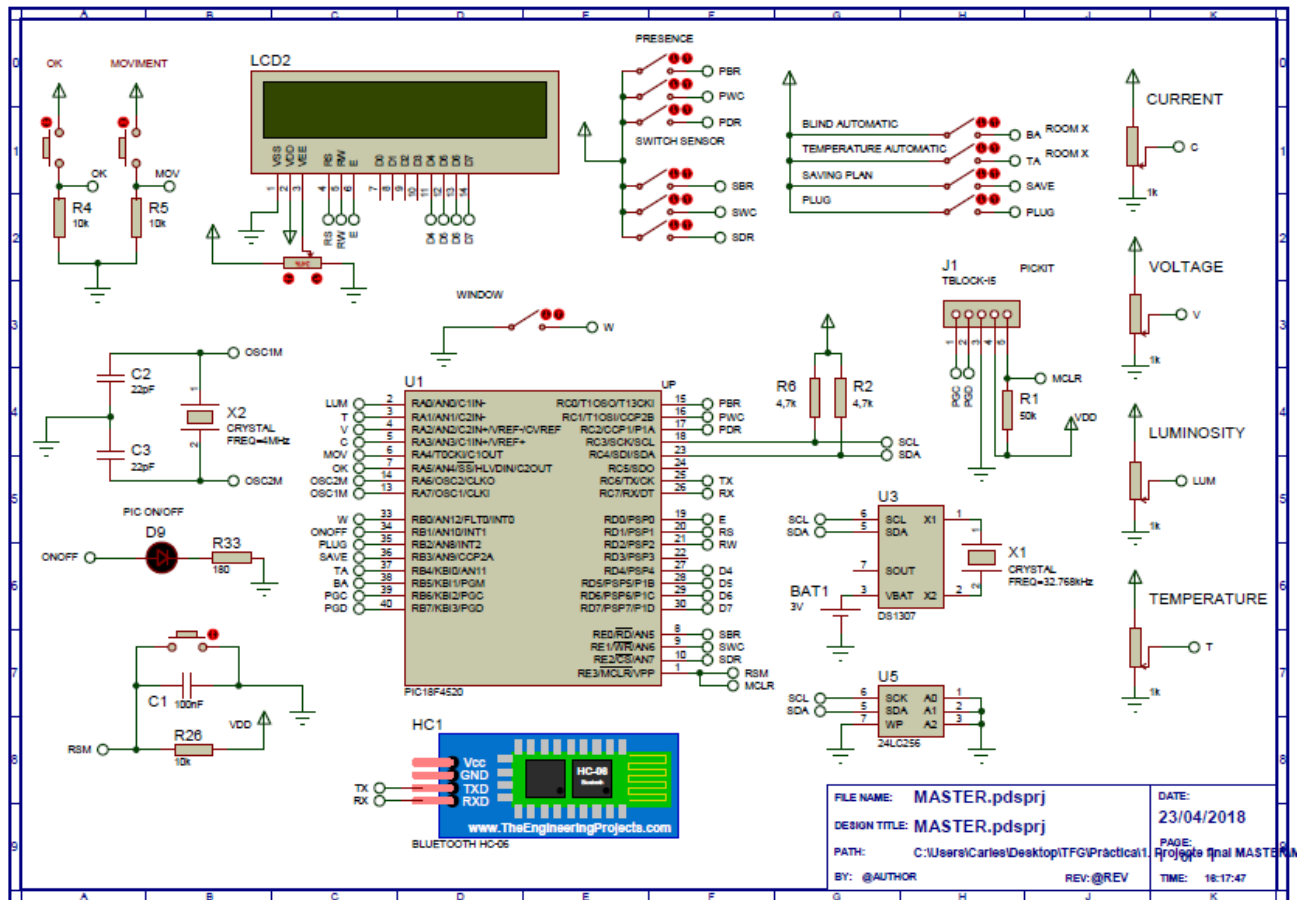


Figura 8.3. Esquema placa Master de Proteus

8.4. Components placa Master

Els components escollits per l'elaboració de la placa Master es mostren a continuació.

8.4.1. Microcontrolador

El microcontrolador escollit per monitoritzar tant la placa Master com la Slave és de la marca Microchip. Concretament de la família PIC on existeix una gran varietat de models i freqüentment s'utilitzen en treballs d'automatització. En el cas d'aquest projecte s'ha triat un PIC18F4520 que correspon a la gama alta de la família i s'adapta perfectament a les necessitats requerides.

El PIC18F4520 es caracteritza per tenir:

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	10-bit A/D (ch)	CCP/ ECCP (PWM)	MSSP		EUSART	Comp.	Timers 8/16-bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)				SPI	Master I ² C			
PIC18F2420	16K	8192	768	256	25	10	2/0	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F2520	32K	16384	1536	256	25	10	2/0	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4420	16K	8192	768	256	36	13	1/1	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4520	32K	16384	1536	256	36	13	1/1	Y	Y	1	2	1/3

Taula 8.1. Dades de la família del PIC18Fxxxx (Font: [8]. www.microchip.com)

Característiques	PIC18F4520
Freqüència de funcionament	DC – 40 MHz
Memòria de programa (Bytes)	32768
Memòria de programa (Instruccions)	16384
Memòria de dades (Bytes)	2048
Memòria de dades EEPROM (Bytes)	256
Fonts d'interrupció	20
Ports E/S	Ports A, B, C, D, E
Temporitzadors	4
Mòduls de captura/comparació/PWM	1
Mòduls de captura/comparació/PWM millorats	1
Comunicacions sèrie	MSSP, USART
Comunicació paral·lel	PSP
Mòdul USB	1
Port paral·lel de transmissió SPP	Si
Mòdul A-D de 10 bits	13 canals d'entrada
Conjunt d'instruccions	75 (83 amb extensió activada)
Programació amb baix voltatge	Si
Detecció de baixa tensió	Si
Encapsulats	40-Pin PDIP 44-Pin QFN 44-Pin TQFP

Taula 8.2. Característiques del PIC18F4520 (Font: [8]. www.microchip.com)

La família PIC18 presenta millors prestacions que la PIC16, però una de les principals avantatges alhora de triar aquesta família PIC18, ha estat el nombre de ports

disponibles: un total de 36 sense comptar els 4 d'alimentació. A questa seria la relació de pins:

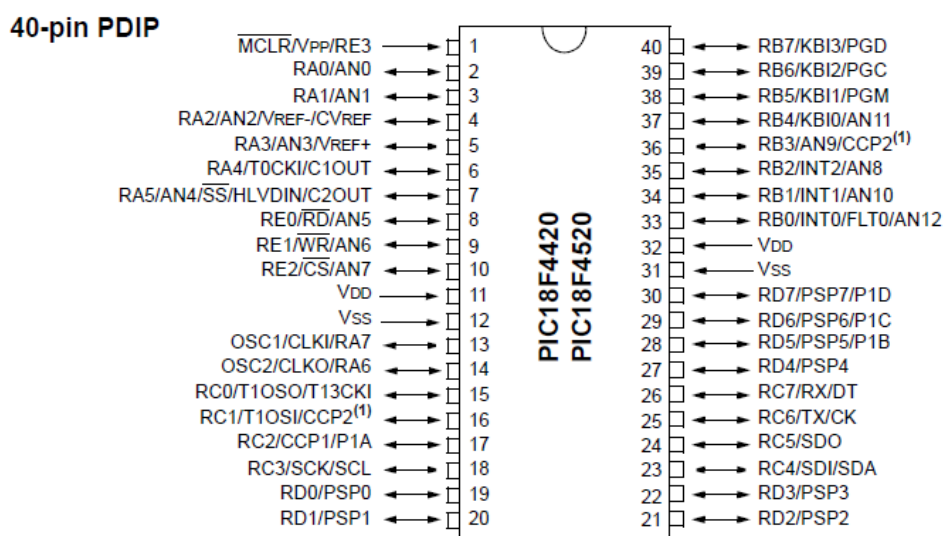


Figura 8.3. Encapsulat del PIC18F4520 (Font: [8]. www.microchip.com)

Les característiques elèctriques més importants a tenir en compte són:

Característiques	PIC18F4520
Alimentació	5 V
Màxim corrent total d'entrada	300 mA
Màxim corrent total de sortida	250 mA
Màxim corrent entrada / sortida	25 mA
Voltatge baix d'entrada	0 - 0,75 V
Voltatge alt d'entrada	2 - 5 V
Voltatge baix d'entrada	0 - 0,6 V
Voltatge alt de sortida	4,3 - 5 V

Taula 8.4. Característiques del PIC18F4520 (Font: [8]. www.microchip.com)

8.4.2. Font d'alimentació

La font d'alimentació ens permet passar del 230 V en corrent alterna (CA) de la xarxa elèctrica als 5 V en corrent continu (CC) que ens servirà per alimentar el PIC i altres circuits.

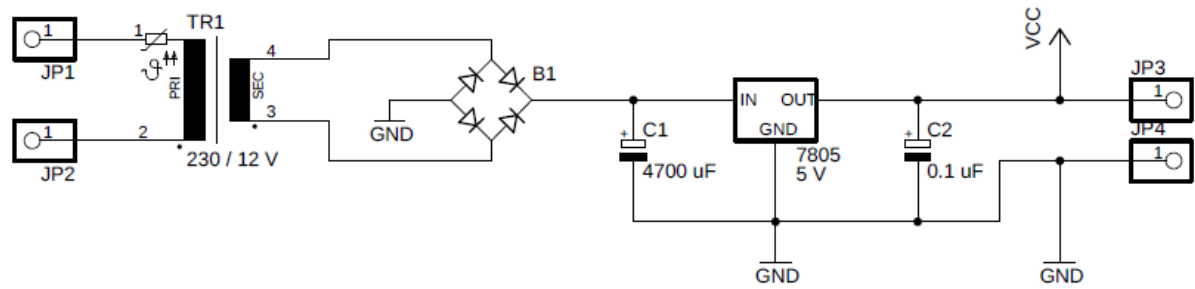


Figura 8.5. Esquema font d'alimentació Eagle

El transformador és de 230 V en el primari i 12 V en el secundari. El pont de Graetz serveix per passar de la senyal alterna a la sortida del secundari del transformador a la senyal continua a la sortida del pont. El circuit consta d'un regulador que estabilitza a 5 V la tensió necessària per alimentar la placa. El regulador pot donar fins a 1,5 A i cada PIC accepta com a màxim 300 mA i els 10 LEDs consumeixen 12 mA. El condensador de l'entrada del regulador serveix per filtrar les arrissades de la tensió i el condensador de la sortida evita oscil·lacions.

Càlculs

El fabricant ens indica quin és el valor mínim dels condensadors a posar a l'entrada i sortida del regulador de tensió.

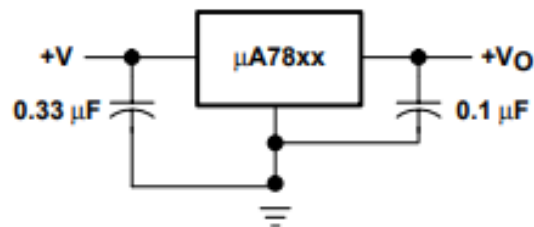


Figura 8.6. Esquema de la possible connexió del regulador de tensió (Font: [9]. www.sparkfun.com)

Pel nostre cas el càlcul del condensador a l'entrada del regulador és el següent:

- $I_C = 720 \text{ mA}$ (2 PICs + 10 LEDs)

Tensió abans del pont rectificador:

$$V_{M\grave{A}X} = V_{RMS} \cdot \sqrt{2} = 12 \text{ V} \cdot \sqrt{2} = 16,97 \text{ V} \quad (\text{Eq. 1})$$

Tensió després del pont rectificador, en cada cicle actuen dos díodes:

$$V_F = V_{M\grave{A}X} - V_D = 16,97 \text{ V} - (0,7 \cdot 2) = 15,57 \text{ V} \quad (\text{Eq. 2})$$

Tensió màxima d'arissada de 10%:

$$V_R = 10\% \cdot V_F = 15,57 \text{ V} \cdot 10\% = 1,557 \text{ V} \quad (\text{Eq. 3})$$

El valor del condensador és:

$$C = \frac{I}{2 \cdot f \cdot V_{PP}} = \frac{720 \text{ mA}}{2 \cdot 50 \cdot 1,557 \text{ V}} = 4.624,27 \mu\text{F} \approx 4.700 \mu\text{F} \quad (\text{Eq. 4})$$

El condensador normalitzat escollit és de 4.700 uF.

La resistència màxima entre el regulador i la temperatura ambient en el pitjor dels casos (consum de 720 mA) és la següent:

- $T_{JMAX} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
- $R_{JC} = 3 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- $R_{CD} = 0,5 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- $R_{JA} = 23 \text{ }^\circ\text{C/W}$

$$\Delta V = V_{sec} - V_{reg} = 12 \text{ V} \cdot \sqrt{2} - 5 \text{ V} = 11,97 \text{ V} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$P_{MAX} = \Delta V \cdot I = 11,97 \text{ V} \cdot 720 \text{ mA} = 8,61 \text{ W} \quad (\text{Eq. 6})$$

Sense dissipador la màxima potència que pot dissipar el regulador és:

$$P_{ND} = \frac{T_{JMAX} - T_A}{R_{JA}} = \frac{150 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C}}{23 \text{ }^\circ\text{C/W}} = 5,43 \text{ W} \quad (\text{Eq. 7})$$

Sense dissipador el regulador no pot treballar en els pitjor dels casos de 7,18 W. Per calcular l'encapsulat dissipador es fa així:

$$R_{DA} \leq \frac{T_{JMAX} - T_A}{P_{MAX}} - R_{JC} - R_{CD} \rightarrow \quad (\text{Eq. 8})$$

$$\rightarrow R_{DA} \leq \frac{150 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C}}{8,61 \text{ W}} - 3 \text{ }^\circ\text{C/W} - 0,5 \text{ }^\circ\text{C/W} \leq 11,01 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

La resistència tèrmica del dissipador ha de ser menor de 11,01 °C/W

Components electrònics

- 1 transformador de 230 V a 12 V
- 1 pont de Graetz (4 díodes)
- 1 regulador de tensió 7805
- 1 condensador de 4.700 uF
- 1 condensador de 0,1 uF

El prototip d'aquest projecte està alimentat per una font de tensió de 5 V capaç d'aportar un corrent màxim de 1,5 A. Com hem dit cada PIC com ha màxim pot acceptar 300 mA + els 10 LEDs per tant serien 720 mA entre els dos PICs, de manera que aquesta font és suficient pels dos microcontroladors. El microcontrolador està alimentat per 2 pins en positiu i 2 pins en negatiu.

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
11	VCC (+ 5 V)
12	GND (0 V)
31	GND
32	VCC

Taula 8.4. Connexions font d'alimentació amb PIC

8.4.3. LED ON/OFF

El LED de color blau s'encen quan el microcontrolador està actiu i apagat quan deixa de rebre corrent. És una manera simple de veure que tot funciona correctament. Les característiques del LED són les següents:

Característiques	LED
Alimentació	2 V
Intensitat	12 mA
Diàmetre	5 mm

Taula 8.5. Característiques del LED (Font: [10]. www.sparkfun.com)

Càlculs

Mesurant la sortida del PIC en estat alt "1" sense cap element connectat el multímetre marca entorn als 4,13 V.

Sabent els paràmetres necessaris per fer funcionar el LED, s'ha de calcular la resistència limitadora:

$$R = \frac{V_{PIN} - V_{LED}}{I_{LED}} = \frac{4,13 - 2}{12 \text{ mA}} = \frac{2,13 \text{ V}}{12 \text{ mA}} = 177,5 \Omega \approx 180 \Omega \quad (\text{Eq. 9})$$

Es pren un valor normalitzat de 180 Ω .

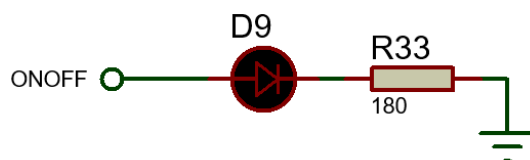


Figura 8.7. Esquema LED de Proteus

Components electrònics

- 1 LED blau
- 1 resistència de 180 Ω

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
34	ONOFF

Taula 8.6. Connexions LED ON/OFF

8.4.4. Reset

El microcontrolador disposa d'un polsador de reset que en qualsevol moment permet reiniciar el dispositiu. Aquest reset s'activa per nivell baix "0".

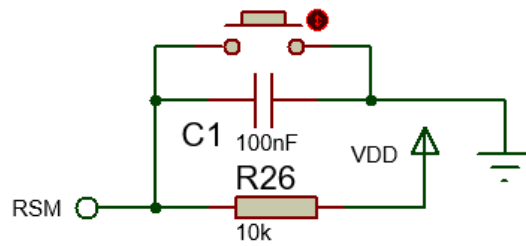


Figura 8.8. Esquema reset de Proteus

Components electrònics

- 1 pulsador
- 1 resistència de 10 kΩ
- 1 condensador de 100 nF

El condensador serveix per evitar rebots quan es polsa.

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
1	RSM

Taula 8.7. Connexions reset

8.4.5. Oscil·lador extern

El microcontrolador al no tenir un oscil·lador intern, requereix d'un extern d'alta velocitat (High Speed) per tal de saber a quina velocitat ha de treballar. Perquè l'oscil·lador funcioni cal que els dos condensadors siguin idèntics i compresos entre 15-33 pF.

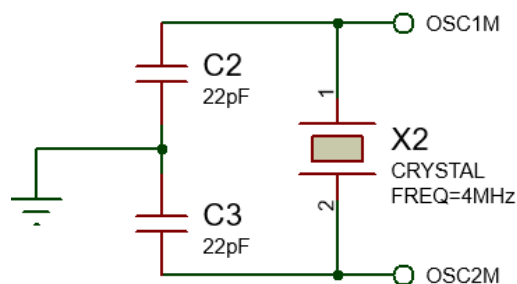


Figura 8.9. Esquema oscil·lador de Proteus

Components electrònics

- 1 Cristall de quars de 4 MHz
- 2 condensador de 22 pF

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
13	OSC1M
14	OSC2M

Taula 8.8. Connexions de l'oscil·lador

8.4.6. Polsadors del menú

Els polsadors del menú son els encarregats de que l'usuari es pugui comunicar i de dirigir les ordres adients al microcontrolador.

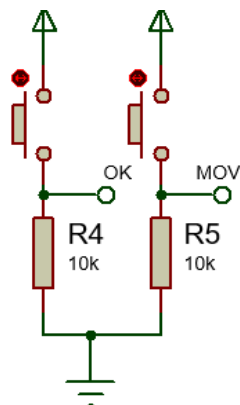


Figura 8.10. Esquema polsadors de Proteus

Components electrònics

- 2 polsador
- 2 resistències de 10 kΩ

Les dos resistències de pull-up eviten, quan el polsador no esta pressionat, que degut a les interferències elèctriques hi hagi un valor a l'entrada del pin indeterminat.

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
6	MOV
7	OK

Taula 8.9. Connexions dels pulsadors

8.4.7. Detector crepuscular

Per detectar la variació de la il·luminació s'utilitza un detector crepuscular amb les següents característiques.

Característiques	Nightmatic 2000
Alimentació	230 V - 50 Hz
Resposta detecció	2 - 30 lux
Consum	< 0,8 W
Sortida analògica	CC

Taula 8.10. Característiques del detector crepuscular (Font: [11]. www.steinel.de)



Figura 8.11. Detector crepuscular Nightmatic 2000 (Font: [11]. www.steinel.de)

En el prototip, el detector analògic es simbolitza amb potenciòmetre de 1 kΩ.

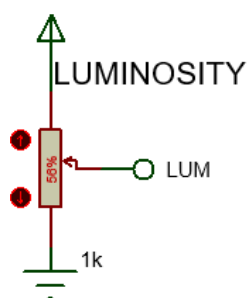


Figura 8.12. Esquema potenciòmetre de Proteus

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
2	LUM

Taula 8.11. Connexions del potenciòmetre

8.4.8. Sensor de temperatura

Per detectar la variació de temperatura s'utilitza un sensor amb les següents característiques.

Característiques	MLX90614ESF
Alimentació	3 - 5 V
Rang	-40 -125 °C
Tecnologia	Infraroig
Sortida analògica	CC

Taula 8.12. Característiques del sensor de temperatura (Font: [12]. www.didacticaselectronicas.com)

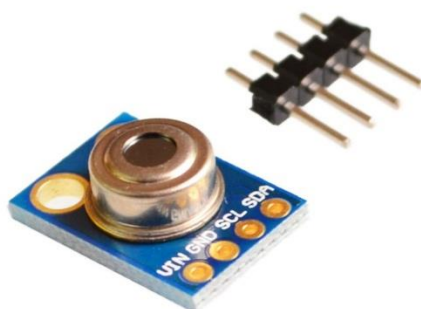


Figura 8.13. Sensor de temperatura MLX90614ESF (Font: [12]. www.didacticaselectronicas.com)

En el prototip, el detector analògic es simbolitza amb potenciòmetre de 1 kΩ.

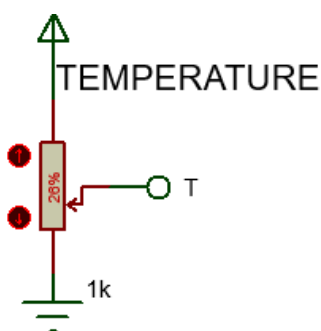


Figura 8.14. Esquema potenciòmetre de Proteus

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
3	T

Taula 8.13. Connexions del potenciòmetre

8.4.9. Indicador finestra oberta

Per controlar quan la finestra esta oberta o tancada es disposa d'un detector d'obertura amb les següents característiques:

Característiques	AGTECH AG102
Alimentació	2 piles AAA (3 V)
Sortida digital	CC

Taula 8.14. Característiques detector d'obertura (Font: [13]. www.leroymerlin.es)



Figura 8.15. Detector d'obertura AGTECH AG102 (Font: [13]. www.leroymerlin.es)

En el prototip, el detector digital es simbolitza amb un interruptor de dos estats.

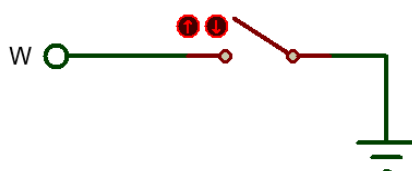


Figura 8.16. Esquema interruptor de Proteus

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
33	W

Taula 8.15. Connexions de l'interruptor

8.4.10. Sensor de tensió

Per detectar la variació de voltatge s'utilitza un sensor amb les següents característiques.

Característiques	Voltagewatch
Alimentació	24 V
Rang	120 - 480 V
Precisió	< 1%
Sortida analògica	CC

Taula 8.16. Característiques del sensor de tensió (Font: [14]. www.eaton.com.co)



Figura 8.17. Sensor de tensió Voltagewatch (Font: [14]. www.eaton.com.co)

En el prototip, el detector analògic es simbolitza amb potenciòmetre de 1 k Ω .

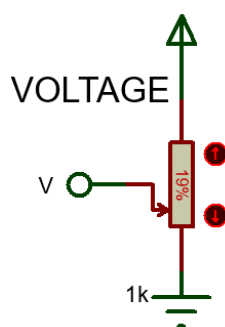


Figura 8.18. Esquema potenciòmetre de Proteus

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
4	V

Taula 8.17. Connexions del potenciòmetre

8.4.11. Sensor de corrent

Per detectar la variació de corrent s'utilitza un sensor semblant a una pinça amperimètrica amb les següents característiques.

Característiques	SCT-013
Alimentació	Circuit
Rang	0 - 30 A
Tensió de sortida	0 - 1 V
Sortida analògica	CC

Taula 8.18. Característiques del sensor de corrent (Font: [15]. www.rogerbit.com)



Figura 8.19. Sensor de corrent SCT-013 [16]

En el prototip, el detector analògic es simbolitza amb potenciòmetre de 1 kΩ.

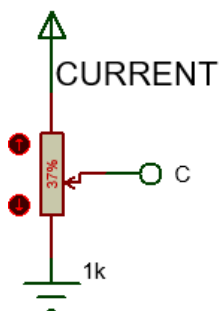


Figura 8.20. Esquema potenciòmetre de Proteus

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
5	C

Taula 8.19. Connexions del potenciòmetre

8.4.12. Sensor de llum

Per detectar si el llum esta encès o apagat s'utilitza el mateix detector crepuscular de l'apartat 8.4.7. Els detectors estaran instal·lats en les 3 habitacions. Tot i que la sortida és analògica per mitjà del software es modifica de manera que es converteixi en 2 estats, on (llum obert) i off (llum apagat). Aquest sensor es situarà al costat del llum elèctric ja que d'aquesta manera encara que entri llum natural per la finestra de l'habitació no serà suficient per fer entendre al sensor que està obert el llum.

En el prototip de prova, el sensor de llum es simbolitza amb un interruptor de dos estats.

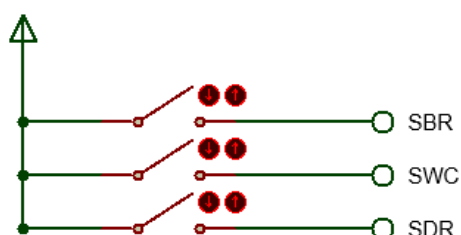


Figura 8.21. Esquema interruptors de Proteus

Components electrònics

- 3 interruptors de 2 estats

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
8	SBR
9	SWC
10	SDR

Taula 8.20. Connexions dels interruptors

8.4.13. Detector de presència

Per detectar presència de persones a l'habitació s'utilitza un sensor amb les següents característiques.

Característiques	PIR 160°
Alimentació	230 V
Velocitat detecció	0,6 - 1,5 m/s
Detecció	9 m
Sortida digital	CC

Taula 8.21. Característiques del detector de presència (Font: [16]. www.efectoled.com)



Figura 8.22. Sensor de presència PIR 160° (Font: [16]. www.efectoled.com)

El prototip de prova el sensor de llum es simbolitza amb un interruptor de dos estats.

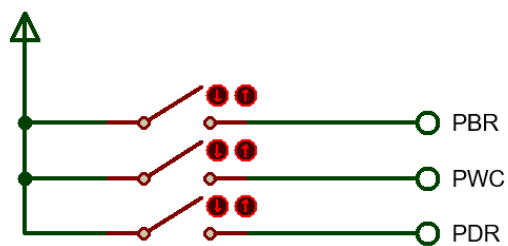


Figura 8.23. Esquema interruptors de Proteus

Components electrònics

- 3 interruptors de 2 estats

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
15	PBR
16	PWC
17	PDR

Taula 8.22. Connexions dels interruptors

8.4.14. Relotge

Per saber en tot moment l'hora i data, es connecta un dispositiu RTC (Real Time Clock) amb les següents característiques.

Característiques	DS1307
Alimentació	5 V
Cristall de Quars	32,768 kHz
Bateria	3 V
Comunicació	I2C

Taula 8.23. Característiques del rellotge (Font: [17]. www.es.rs-online.com)

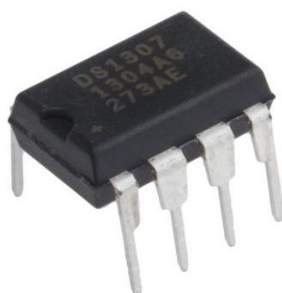


Figura 8.24. Rellotge DS1307 (Font: [17]. www.es.rs-online.com)

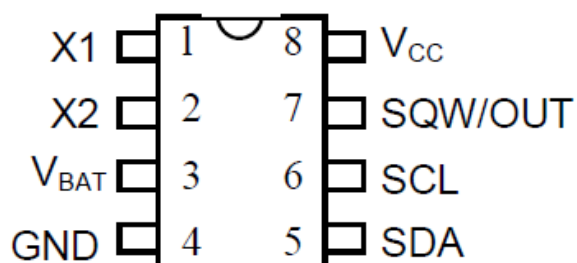


Figura 8.25. Encapsulat rellotge DS1307 (Font: [17]. www.es.rs-online.com)

Components electrònics

- 1 cristall de quars de 32,768 Khz
- 1 bateria de 3 V

Connexió de pins

Pins PIC	Pins DS1307	Connectats
	1	Xtal
	2	Xtal
	3	Vbat
	4	GND
23	5	
18	6	
-	7	-
	8	VCC

Taula 8.24. Connexions del rellotge DS1307

8.4.12. Memòria EEPROM

Aquesta memòria externa EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) ens permet guardar els paràmetres d'interès dissenyats en el programa de software. L'avantatge d'aquesta memòria és que es pot programar, esborrar, reprogramar i l'esborrat és fa elèctricament. La EEPROM a diferència de la EPROM no requereix d'un dispositiu que emeti raigs ultraviolats. La EEPROM escollida té les següents característiques:

Característiques	24LC256
Alimentació	5 V
Capacitat	256 kbits
Transmissió informació	Paquets de 8 bits a 3 velocitats
Comunicació	I2C

Taula 8.25. Característiques memòria EEPROM (Font: [18]. www.tienda.bricogeek.com)

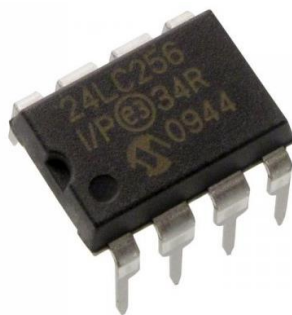


Figura 8.26. Memòria 24LC256 (Font: [18]. www.tienda.bricogeek.com)

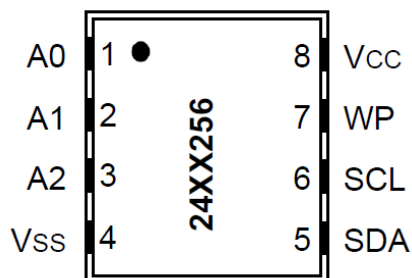


Figura 8.27. Encapsulat memòria 24LC256 (Font: [18]. www.tienda.bricogeek.com)

Connexió de pins

Pins PIC	Pins 24LC256	Connectats
	1	GND
	2	GND
	3	GND
	4	GND
23	5	
18	6	
	7	GND
	8	VCC

Taula 8.26. Connexions memòria 24LC256

8.4.16. Pantalla LCD

La pantalla que ens permet visualitzar el menú té les següents característiques.

Característiques	Display LCD
Alimentació	5 V
Tamany	20x2 caràcters
Color	Blanc sobre blau
Contrast	Ajustable

Taula 8.27. Característiques pantalla LCD (Font: [19]. www.buydisplay.com)



Figura 8.28. Display LCD (Font: [19]. www.buydisplay.com)

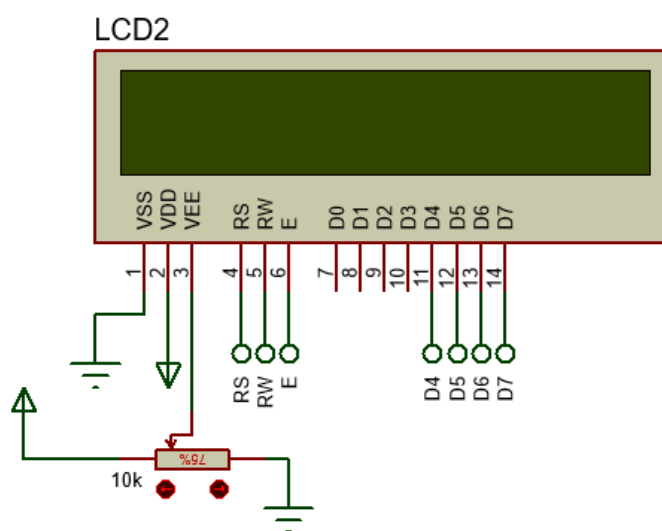


Figura 8.29. Esquema display LCD de Proteus

Components electrònics

- 1 potenciòmetre 10 kΩ

Connexió de pins

Pins PIC	Pins Display LCD	Connectats
	1	GND
	2	VCC
	3	Potenciòmetre
20	4	
21	5	
19	6	
27	11	
28	12	
29	13	
30	14	
	15	VCC
	16	GND

Taula 8.28. Connexions pantalla LCD

8.4.17. Interruptors de control automàtic

Es tracta de tres interruptors amb dos estats que ens permeten triar si volem que actui el sistema de forma automàtica o manual. El tres interruptors són:

- Blind automatic (BA) - Room X
- Temperatura automatic (TA) - Room X
- Saving plan (SAVE)
- Plug

L'interruptor de persiana i el sensor de temperatura es troben a cada habitació, de manera que es adaptin al gust de l'usuari. El pla d'estalvi i el d'endolls afecta globalment.



Figura 8.30. Interruptors de dos estats

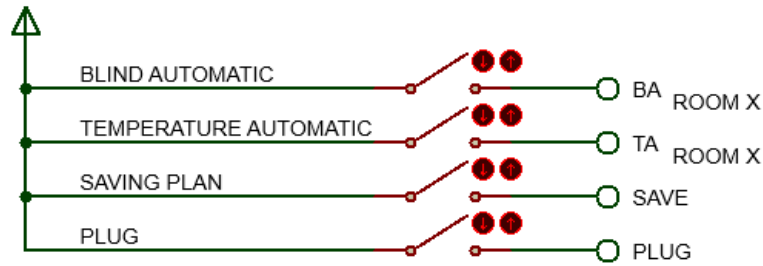


Figura 8.31. Esquema interruptors de Proteus

Components electrònics

- 4 interruptors de 2 estats

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
35	PLUG (endolls)
36	SAVE (estalvi d'energia)
37	TA (temperatura)
38	BA (persiana)

Taula 8.29. Connexions dels interruptors

8.4.18. Comunicació Bus I2C

La comunicació entre la placa Master, la placa Slave el RTC i la EEPROM és un element fonamental per fer funcionar el prototip. Les característiques d'aquesta comunicació són:

Característiques	Inter-Integrated Circuit
Alimentació	5 V
Senyal de rellotge	SCL
Transmissió de dades	SDA

Taula 8.30. Característiques Bus I2C (Font: [20]. www.luisllamas.es)

Per la comunicació I2C es requereix de dos cables amb resistència de pull-up. Aquestes resistències proporcionen una major velocitat de transmissió.

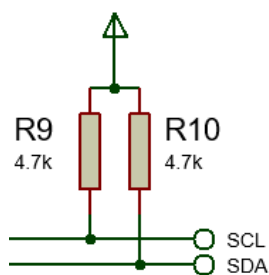


Figura 8.32. Esquema bus I2C de Proteus

Components electrònics

- 2 resistències de 4,7 kΩ

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
18	SCL
23	SDA

Taula 8.31. Connexions Bus I2C

8.4.19. Expansor bus I2C

Per tal de poder comunicar les dos plaques a una distància considerable, s'utilitza un circuit expansor del bus amb les següents característiques:

Característiques	82B715
Alimentació	3-12 V
Distància comunicació	50 m
Senyal de rellotge	SCL
Transmissió de dades	SDA

Taula 8.32. Característiques de l'expansor del bus I2C (Font: [21]. www.electronicoscaldas.com)

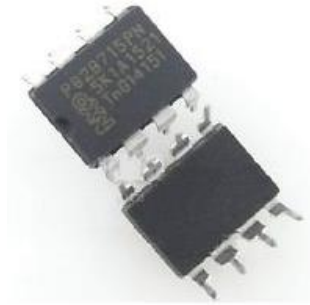


Figura 8.33. Dispositiu 82B715 (Font: [22]. www.ebay.es)

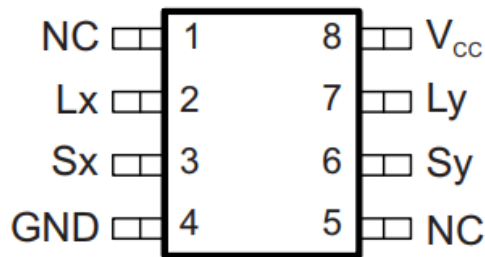


Figura 8.34. Encapsulat del 82B715 (Font: [23]. www.ti.com)

Pins PIC	Pins 82B715	Connectats
-	1	-
	2	
23 Master	3	
23 Slave	4	GND
-	5	-
18 Master	6	
18 Slave	7	
	8	VCC

Taula 8.33. Connexions del 82B715

Tant a l'entrada com a la sortida el cable SDA i SCL van connectats a resistències pull-up de 4,7 kΩ.

8.4.15. Comunicació Bluetooth

Per tal de poder comunicar el mòdul del microcontrolador amb un dispositiu s'utilitzarà la comunicació per Bluetooth. El dispositiu que permet la comunicació per Bluetooth té les següents característiques:

Característiques	HC-06
Alimentació	5 V
Radiofreqüència	2,4 Ghz
Transmissió sèrie	RS-232

Taula 8.34. Característiques dispositiu Bluetooth (Font: [24]. www.olimex.com)

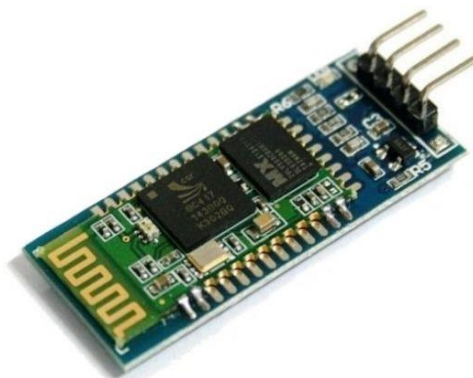


Figura 8.35. Dispositiu HC-06 (Font: [24]. www.olimex.com)

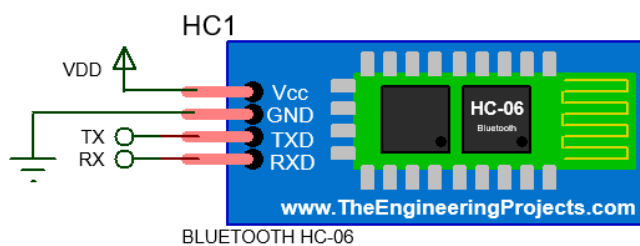


Figura 8.36. Dispositiu HC-06 de Proteus

Connexió de pins

Pins PIC	Pins Display LCD	Connectats
-	1	-
	2	VCC
	3	GND
25	4	
26	5	
-	6	-

Taula 8.35. Connexions bluetooth HC-06

8.4.16. Pickit 3

El pickit 3 és el dispositiu físic que escriu el programa creat amb el compilador CCS i desenvolupat en llenguatge C al microcontrolador, escollit per monitoritzar tant la placa Master com la Slave. En aquest cas s'ha utilitzat un dispositiu de la marca Microchip.



Figura 8.37. Dispositiu Pickit 3 (Font: [25]. ww1.microchip.com)

Components electrònics

- 1 resistència de 50 kΩ.

Connexió de pins

Pins PIC	Pins Pickit 3	Connectats
1	1	
	2	VCC
	3	GND
40	4	
39	5	

Taula 8.36. Connexions Pickit 3

A continuació es mostra la connexió que en facilita el fabricant Microchip:

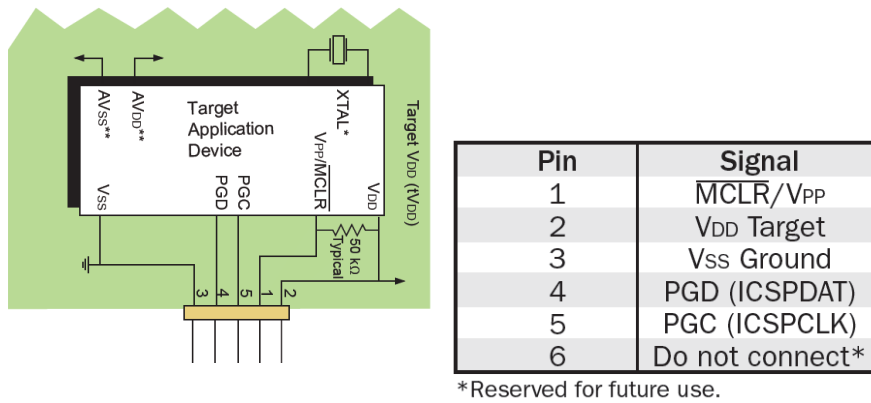


Figura 8.38. Connexions del Pickit 3 (Font: [25]. ww1.microchip.com)

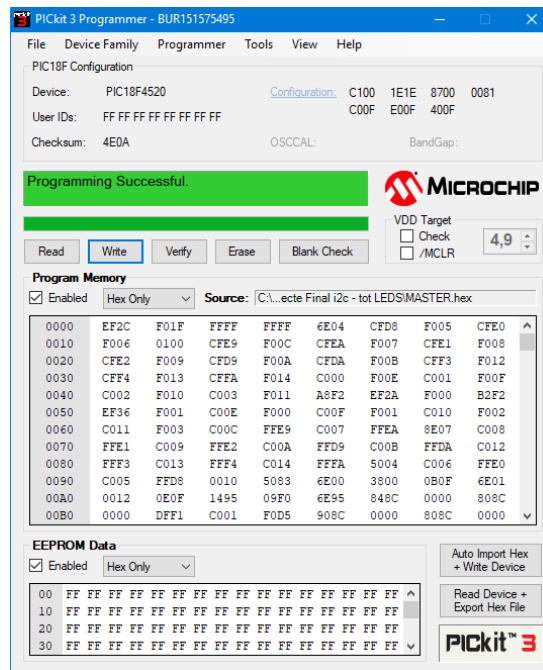


Figura 8.39. Interface programa Pickit 3

8.5. Diagrama de blocs de la placa Slave

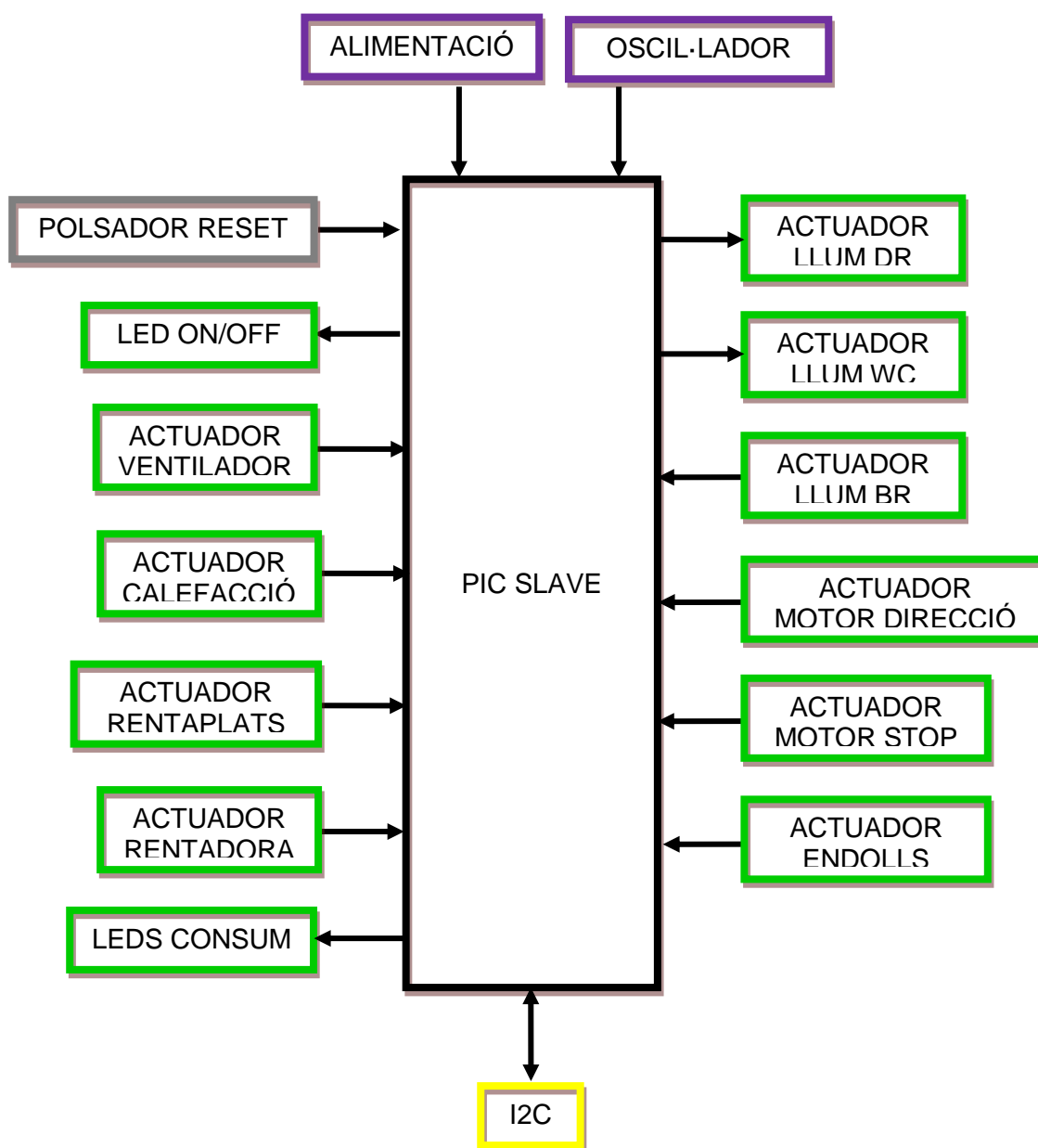


Figura 8.40. Dispositius connectats al Slave

8.5. Esquema de la placa Slave

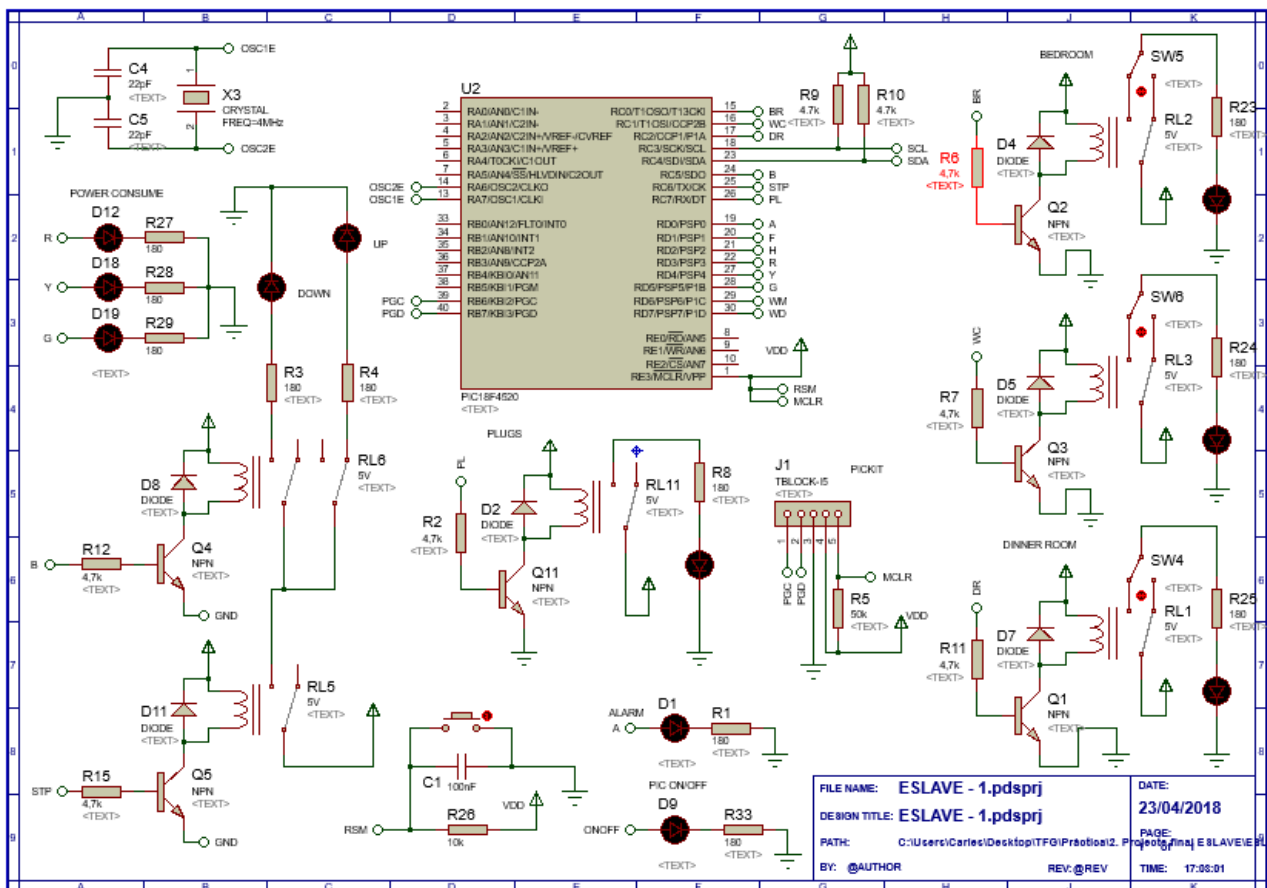


Figura 8.41. Esquema placa Slave part 1

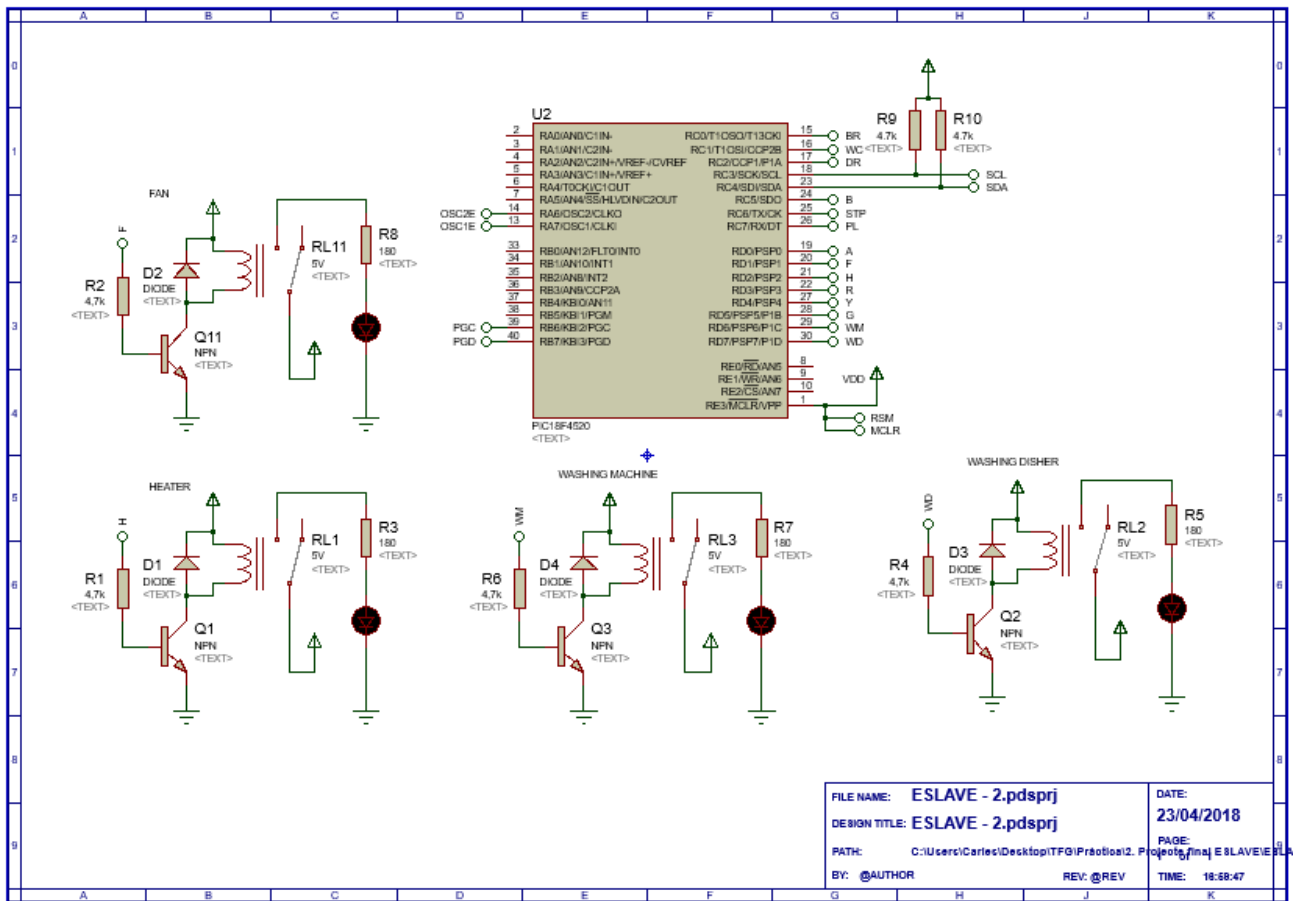


Figura 8.42. Esquema placa Slave part 2

8.6. Components de la placa Slave

Els components escollits per l'elaboració de la placa Master es mostren a continuació.

8.7.1. Microcontrolador

S'utilitza el mateix que el de la placa Master vist en l'apartat 8.4.1.

8.7.2. Font d'alimentació

S'utilitza la mateixa que la de la placa Master vist en l'apartat 8.4.2.

8.7.3. LED ON/OFF

S'utilitza el mateix que el de la placa Master vist en l'apartat 8.4.3.

8.7.4. Reset

S'utilitza el mateix que el de la placa Master vist en l'apartat 8.4.4.

8.7.5. Oscil·lador extern

S'utilitza el mateix que el de la placa Master vist en l'apartat 8.4.5.

8.7.6. Actuator de la llum

Els actuadors ens permeten realitzar les ordres enviades pel microcontrolador. Per tal de tenir separat el circuit de control amb el circuit de potència, s'utilitza el component del relé, que ofereix un aïllament galvànic. Les característiques del relé son les següents:

Característiques	RSMN954N
Alimentació	5 V
Resistència bobina	75 Ω
Activació	5 ms
Circuit	simple

Taula 8.37. Característiques relé (Font: [26]. www.relpol.pl)

El relé està alimentat a 5 V. El transistor serà l'encarregat d'activar o desactivar el relé. Aquest transistor d'unió bipolar disposa d'una resistència col·locada a la base. La funció del díode és descarregar la bobina i evitar pics de tensió que podrien malmetre el transistor.

També tenim l'interruptor de dos estats que està commutat amb el circuit del relé i representa l'interruptor manual d'encendre el llum d'una habitació. Aquest circuit és el mateix utilitzat en les tres estances.

Càlculs

- $R_{BOB} = 75 \Omega$
- $V_{BE} = 0,85 V$
- $V_{CE} = 0,2 V$
- $\beta_{MIN} = 100$

La resistència de base del transistor es calcula així:

$$V_{CC} - V_{CE} = I_C \cdot R_{BOB} \rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_{BOB}} \rightarrow \quad (\text{Eq. 10})$$

$$\rightarrow \frac{5 - 0,2 V}{75 \Omega} \rightarrow I_C = 64 mA$$

$$V_{PIN} = V_{RB} + V_{BE} \rightarrow V_{RB} \rightarrow \quad (\text{Eq. 11})$$

$$\rightarrow V_{PIN} - V_{BE} = 4,2 V - 0,8 V \rightarrow V_{RB} = 3,4 V$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{64 mA}{100} \rightarrow I_B = 0,64 mA \quad (\text{Eq. 12})$$

$$R_B \leq \frac{V_{RB}}{I_B} \rightarrow R_B \leq \frac{3,4 V}{0,64 mA} \rightarrow R_B \leq 5.312,5 \Omega \approx 4,7 k\Omega \quad (\text{Eq. 13})$$

El valor de la resistència normalitzada escollida és de 4,7 k Ω .

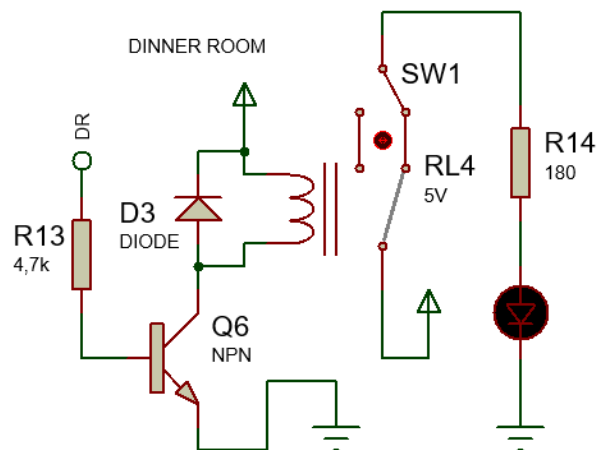


Figura 8.43. Esquema actuator Ilum Proteus

Components electrònics

- 1 resistència de 10kΩ
- 1 díode 1N4007
- 1 transistor 2N3904
- 1 relé simple de 5V
- 1 interruptor de dos estats
- 1 resistència de 180 Ω
- 1 LED

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
15	BR
16	WC
17	DR

Taula 8.38. Connexions actuadors de llum

Ahora d'escollir les llums a posar a l'habitatge és molt important tenir en compte les diferents característiques. A continuació es mostra una imatge de les diferents tecnologies:



Figura 8.44. Comparativa tipus de llums (Font: [27]. www.enriqueiluminacion.com)

Clarament la tecnologia LED és la millor en quan relació qualitat preu, destacant el nivell d'il·luminació i la vida útil d'aquests tipus de llums.

8.7.7. Actuator de la persiana

Pel control de la persiana es te un relé simple i un relé doble. El relé simple és el RSMN954N vist anteriorment. El relé doble té les característiques següents:

Característiques	G5V-2
Alimentació	5 V
Resistència bobina	75 Ω
Activació	5 ms
Circuit	doble

Taula 8.39. Característiques relé doble (Font: [28]. www.es.farnell.com)

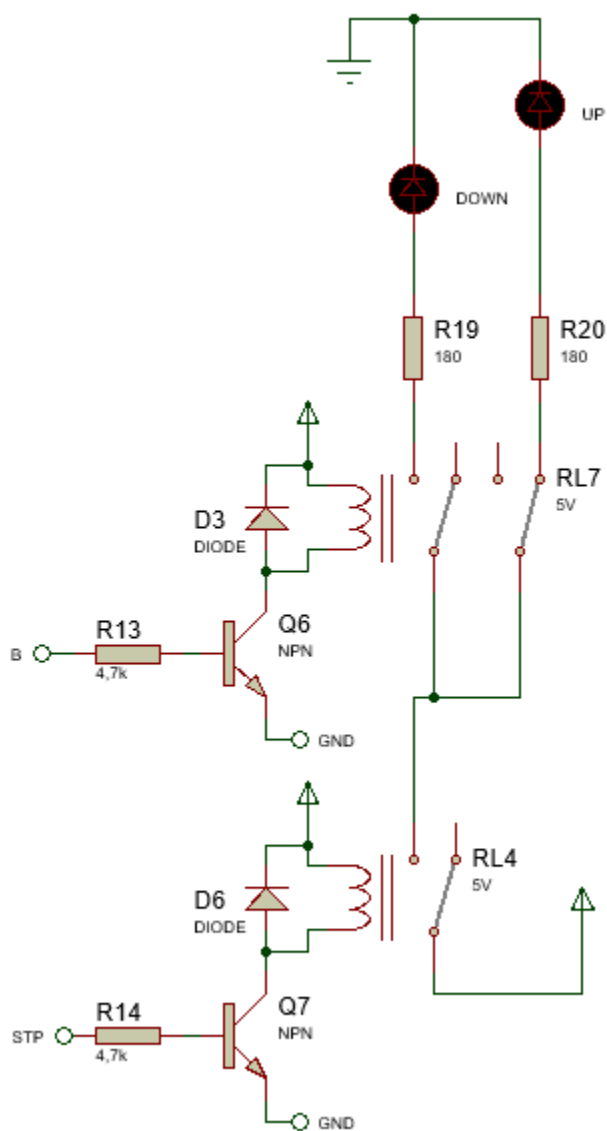


Figura 8.45. Esquema motor persiana Proteus

Components electrònics

- 2 resistència de 10k Ω
- 2 díode 1N4007
- 2 transistor 2N3904
- 1 relé simple de 5 V
- 1 relé doble de 5 V
- 2 resistència de 180 Ω
- 2 LED

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
24	B (persiana)
25	STP (stop persiana)

Taula 8.40. Connexions actuadors persiana

El relé simple és l'encarregat d'aturar o encendre els motors de les persianes. El relé doble és l'encarregat de triar si s'activa el motor que fa pujar la persiana o el que la fa baixar. Els LEDs representen la direcció del motor: el LED de més a la dreta ens indica que el motor puja i el de l'esquerra que baixa. El motor escollit consta de les següents característiques:

Característiques	Motor TUB 50
Alimentació	230 V / 50 Hz
Motor	30 Nm
Pes màxim	50 kg
Velocitat	17 rpm

Taula 8.41. Característiques motor persiana (Font: [29]. www.elinstaladorelectricista.es)



Figura 8.45. Motor persiana TUB50 (Font: [29]. www.elinstaladorelectricista.es)

8.7.8. Actuadors de la temperatura

Pel control de la temperatura es tenen dos dispositius. Un ventilador per quan fa calor i una calefacció per quan fa fred. Aquests dispositius es controlen mitjançant dos relés simples de tipus RSMN954N. Aquest circuit és el mateix utilitzat pel ventilador i per la calefacció.

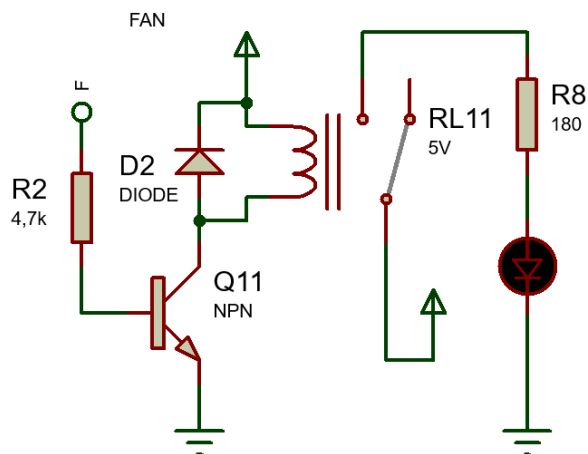


Figura 8.46. Esquema actuator ventilador Proteus

Components electrònics

- 1 resistència de 10k Ω
- 1 díode 1N4007
- 1 transistor 2N3904
- 1 relé simple de 5V
- 1 resistència de 180 Ω
- 1 LED

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
20	F (ventilador)
21	H (calefacció)

Taula 8.42. Connexions actuadors temperatura

El ventilador escollit té les següents característiques:

Característiques	Ventilador Mini Mallorca
Alimentació	230 V / 50 Hz
Velocitat	80-180 rpm

Taula 8.43. Característiques ventilador (Font: [30]. www.ventiladorestecho.com)



Figura 8.47. Ventilador Mini Mallorca (Font: [30]. www.ventiladorestecho.com)

La calefacció escollida te les següents característiques:

Característiques	Radiador elèctric Rointe
Alimentació	230 V / 50 Hz
Consum	550 W

Taula 8.44. Característiques calefacció (Font: [31]. www.masvoltaje.com)



Figura 8.48. Calefacció Rointe (Font: [31]. www.masvoltaje.com)

8.7.9. Indicador finestra oberta

Quan s'obra la finestra, estant el mode automàtic de temperatura engegat, s'encén un LED vermell fent pampallugues.

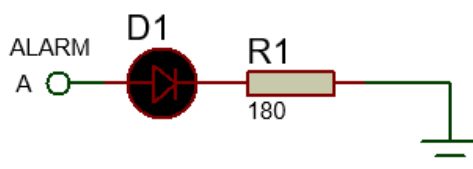


Figura 8.49. Esquema LED alarma Proteus

Components electrònics

- 1 resistència de 180 Ω
- 1 LED

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
19	A

Taula 8.45. Connexions LED alarma

8.7.10. Actuadors d'estalvi d'energia

Està format per tres actuadors, el que controla els endolls, el del rentaplats i l'altre de la rentadora. Aquests tres circuits, governats per un relé simple cadascun, tenen un LED que en indica l'estat en que es troben.

Si el LED dels endolls està encès, vol dir que tot els endolls (primaris i secundaris) estan actius. Quan el LED està apagat indica que només estan actius els endolls primaris (alimentació placa Master i placa Slave, Wi-fi i nevera). En el cas de la rentadora i el rentaplats, el LED encès indica que estan funcionant, en cas contrari el LED es manté apagat.

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
25	PL (endolls)
29	WM (rentadora)
30	WD (rentaplats)

Taula 8.46. Connexions actuadors estalvi d'energia

8.7.11. Indicador consum potència

Per controlar visualment la potència consumida per l'habitatge s'ha disposat de tres LEDs en forma de semàfor. Explica't a l'apartat 7.5.3

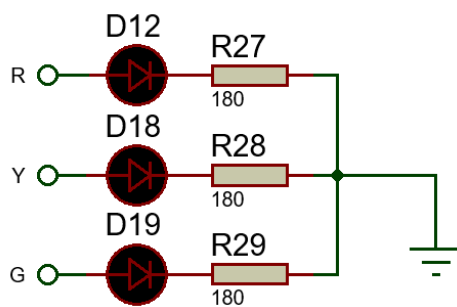


Figura 8.50. Esquema semàfor LEDs Proteus

Components electrònics

- 3 resistència de 180 Ω
- 3 LED

Connexió de pins

Pins PIC	Connectats
22	R (vermell)
27	Y (groc)
28	G (verd)

Taula 8.47. Connexions semàfor LEDs

9. Software

La part de programari corresponent a les accions que duren a terme els dos microcontroladors tant de la placa Master com de la placa Slave es detallen en aquest apartat. La programació s'ha realitzat amb el llenguatge C i utilitzant el programa.

Els dos polsadors MOV (**fletxa vermella**) i OK (**fletxa verda**) ens permeten navegar i accedir als diferents menús. La distribució del menú principal és la següent:

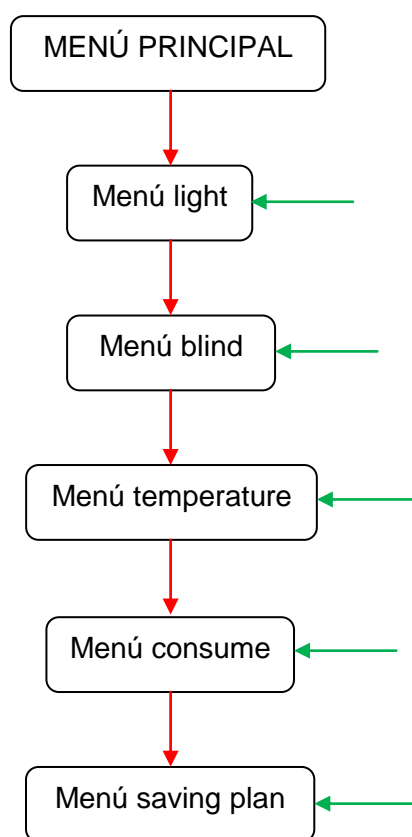


Figura 9.1. Diagrama menú principal

9.1. Menú Light

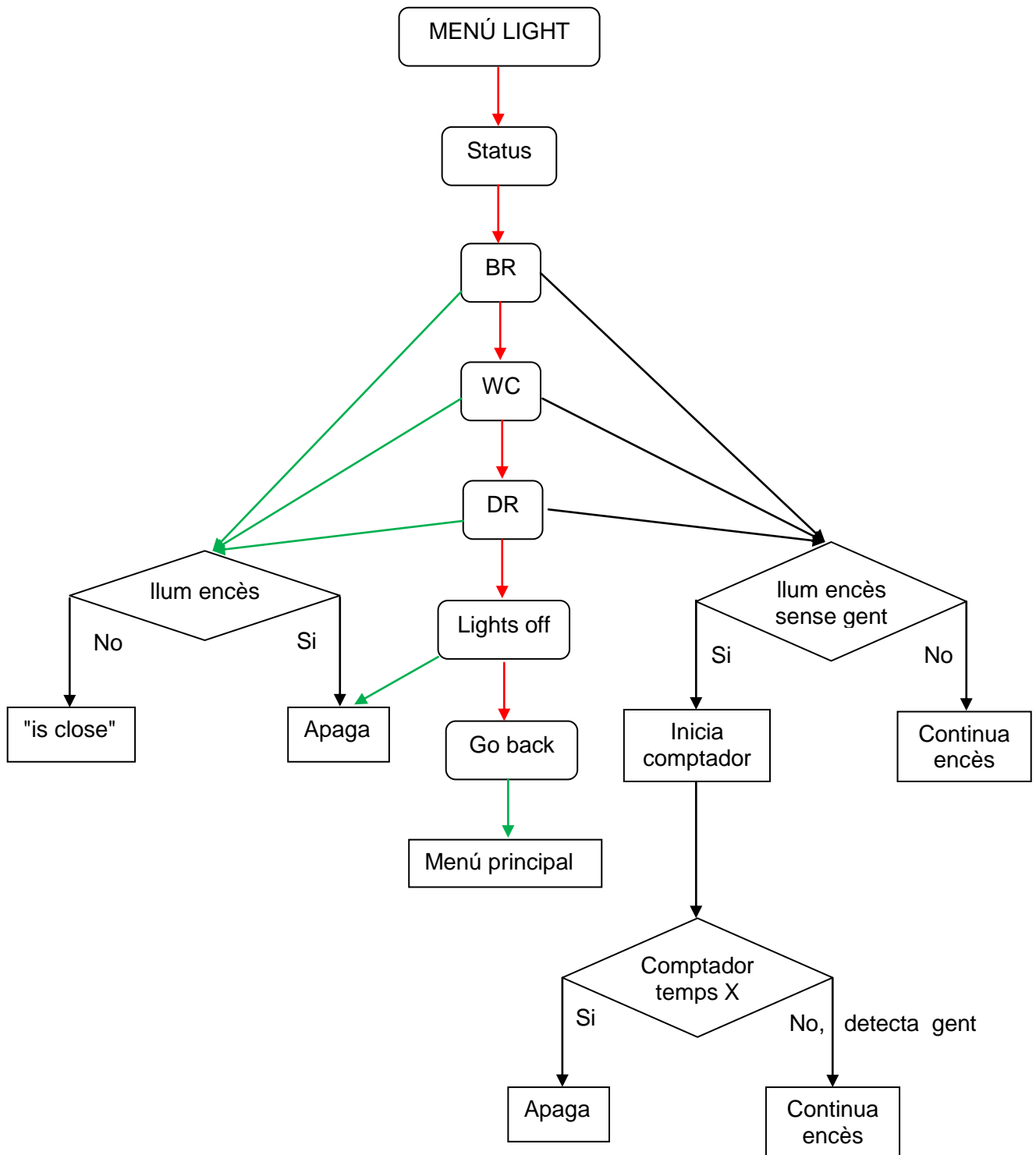


Figura 9.2. Diagrama menú Ilum

9.2. Menú Blind

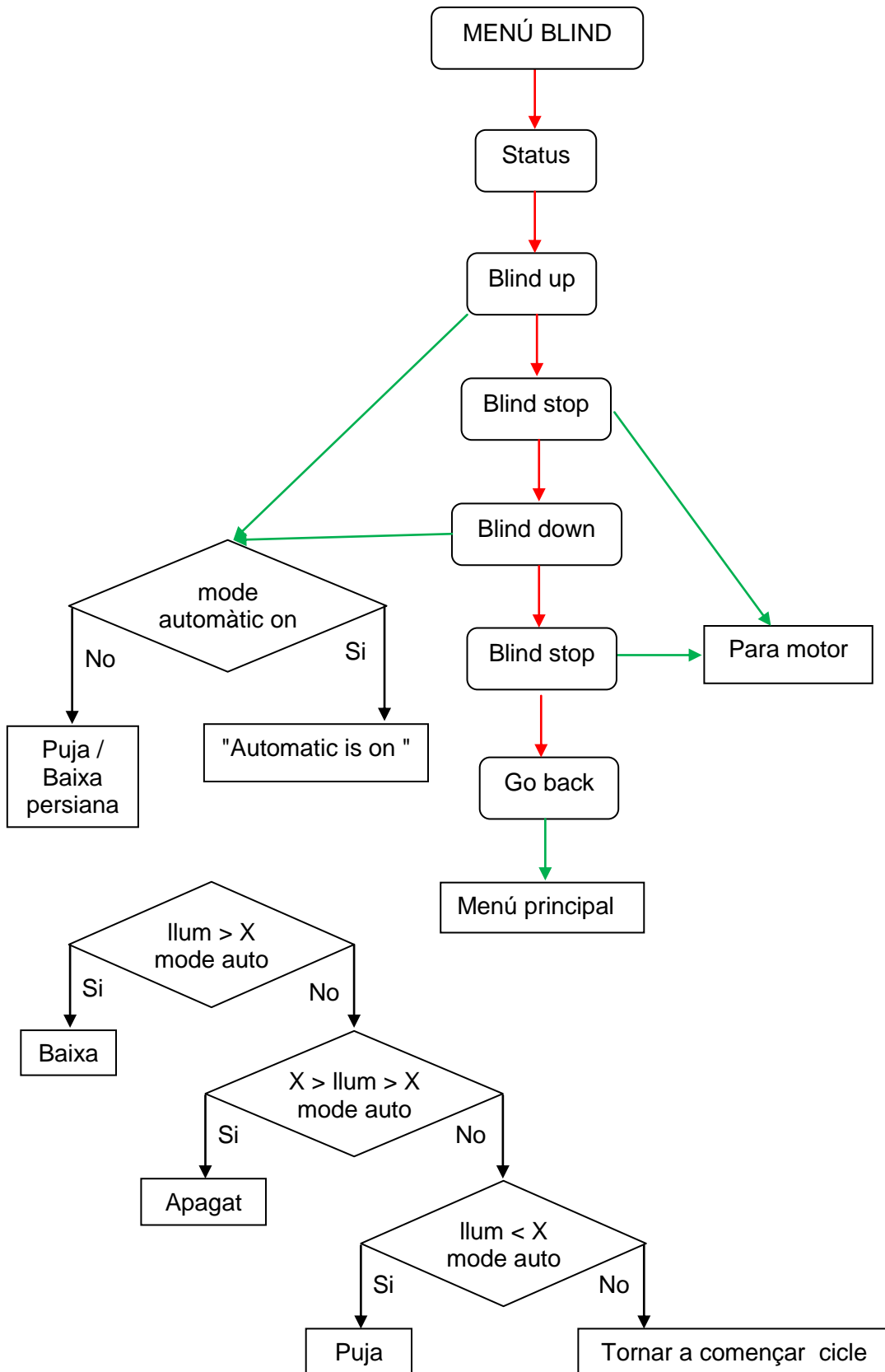


Figura 9.3. Diagrama menú persiana

9.3. Menú Temperature

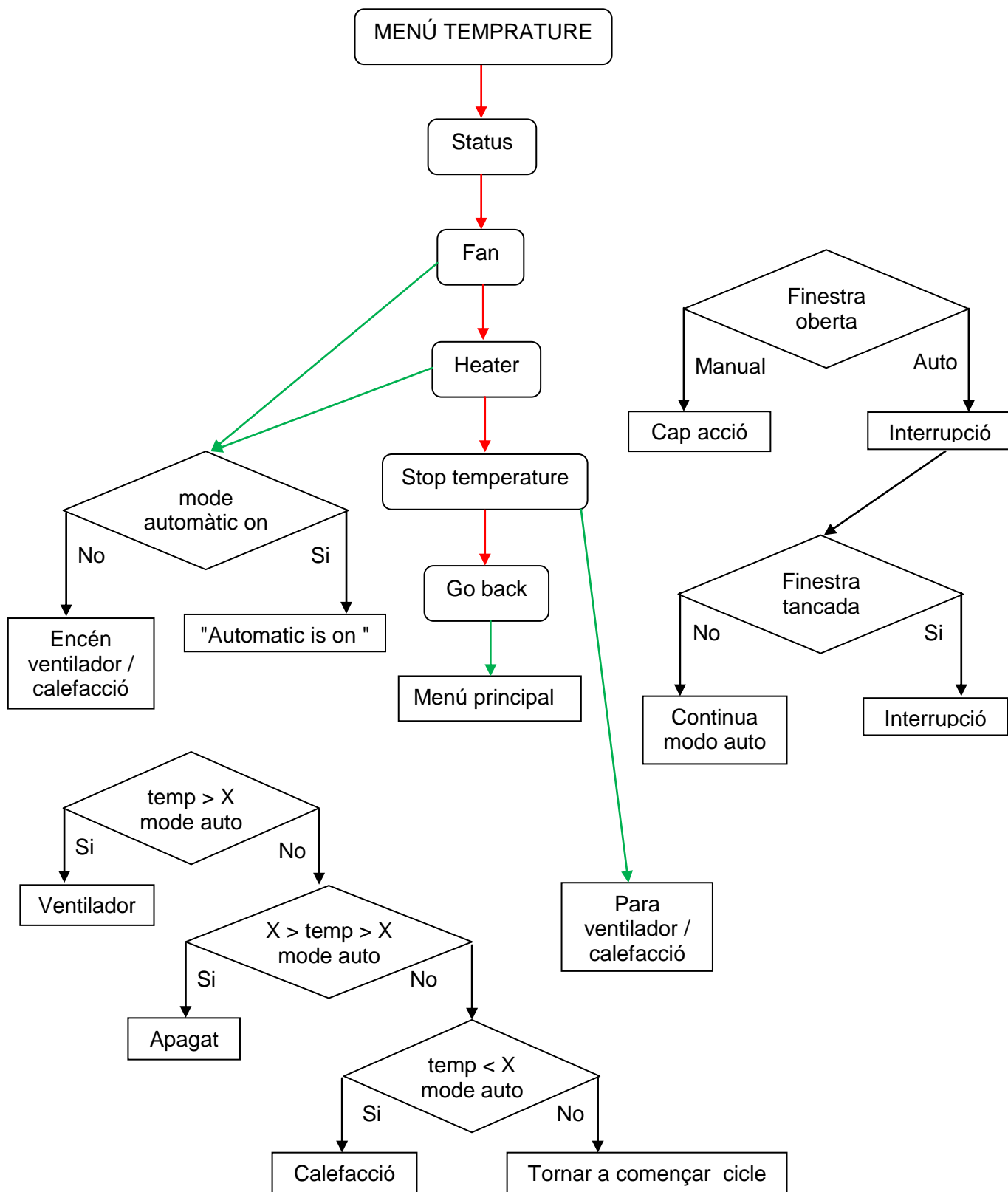


Figura 9.4. Diagrama menú temperatura

9.4. Menú Consume

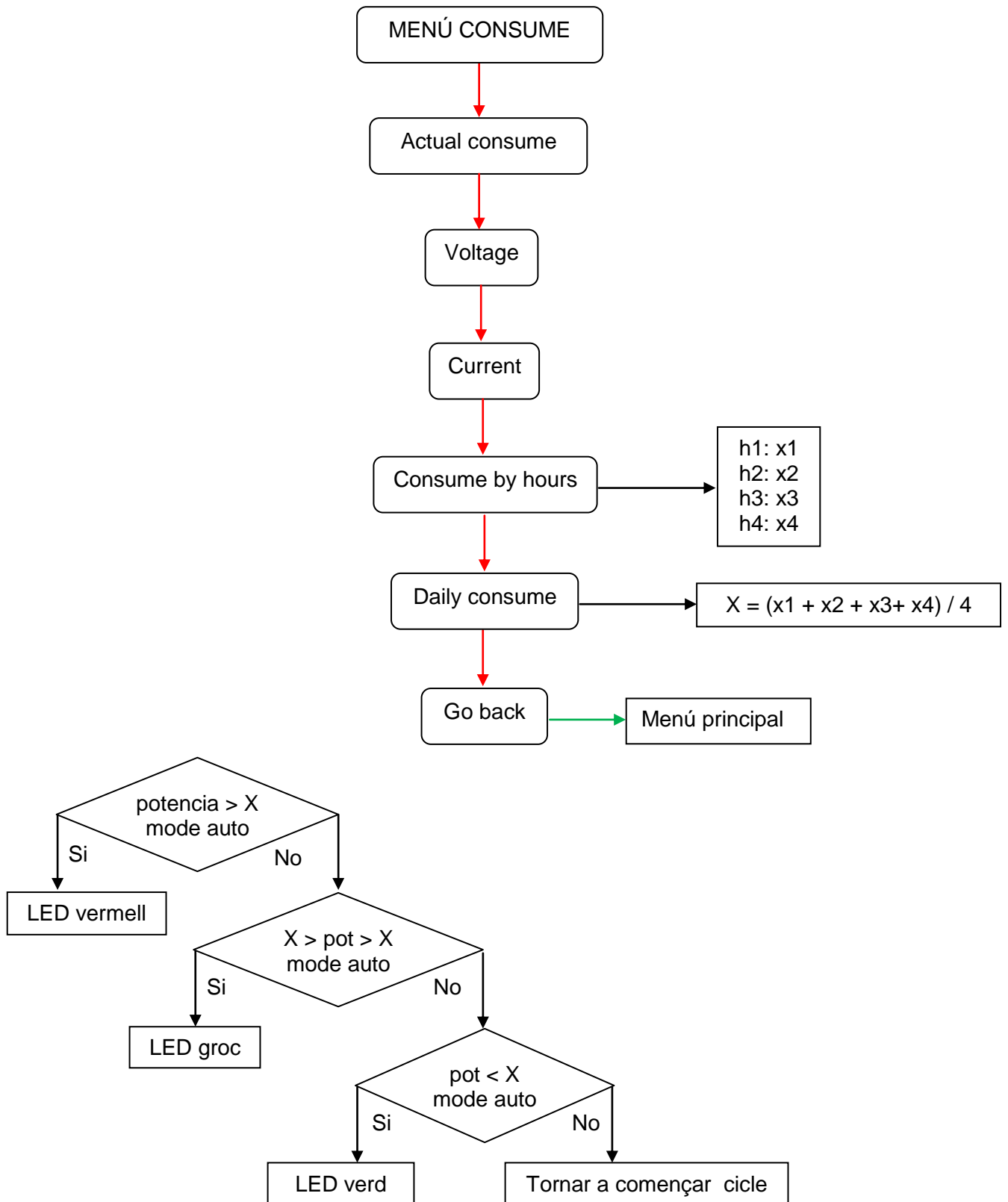


Figura 9.5. Diagrama menú consum

9.5. Menú Saving Plan

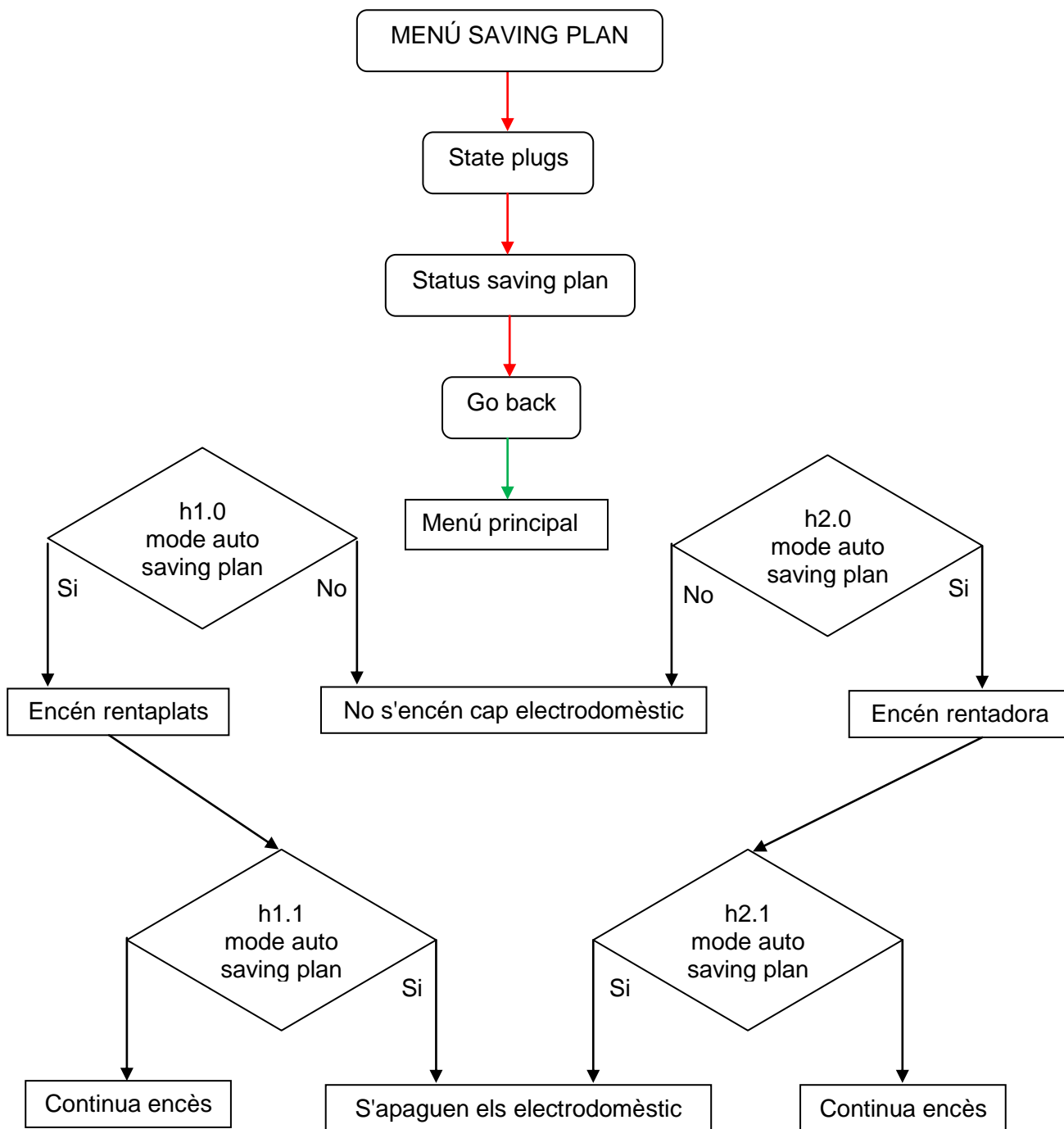


Figura 9.6. Diagrama menú estalvi energètic

10. Simulacions prèvies al prototip

Les simulacions han estat essencials alhora de dissenyar el prototip final. D'aquesta manera es poden provar els components electrònics, si ~~en~~ funcionen correctament i com encaixen amb el programa de software creat. El funcionament simulat s'ha realitzat amb el programa Proteus.

Per obtenir el disseny final, s'han fet simulacions parcials amb les corresponents proves, errors i rectificacions en cada una de les funcions a testejar. Els passos seguit a Proteus es mostren a continuació:

1. Veure que el display LCD mostra símbols
2. Elaboració dels dos polsadors i veure com interaccionen amb el menú
3. Funcionament del LED on/off i el reset
4. Interacció dels interruptors
5. Interacció dels potenciòmetres
6. Afegir comunicació I2C
7. Afegir rellotge
8. Afegir memòria EEPROM
9. Funcionament del Bluetooth no es pot comprovar pel simulador Proteus, només un cop acabat el prototip real final

D'altra banda s'ha realitzat un prototip del projecte amb placa de forats per comprovar el funcionament real del disseny teòricament correcte aportat per Proteus. Un cop vist el 1r prototip en funcionament, s'ha dissenyat la placa impresa (PCB) on anirà el prototip final. Per a la seva realització s'ha utilitzat un programa diferent que és l'Eagle. Aquest programa ha servit tant per realitzar els esquemes com el circuit imprès.

10.1. Placa Master 1r prototip

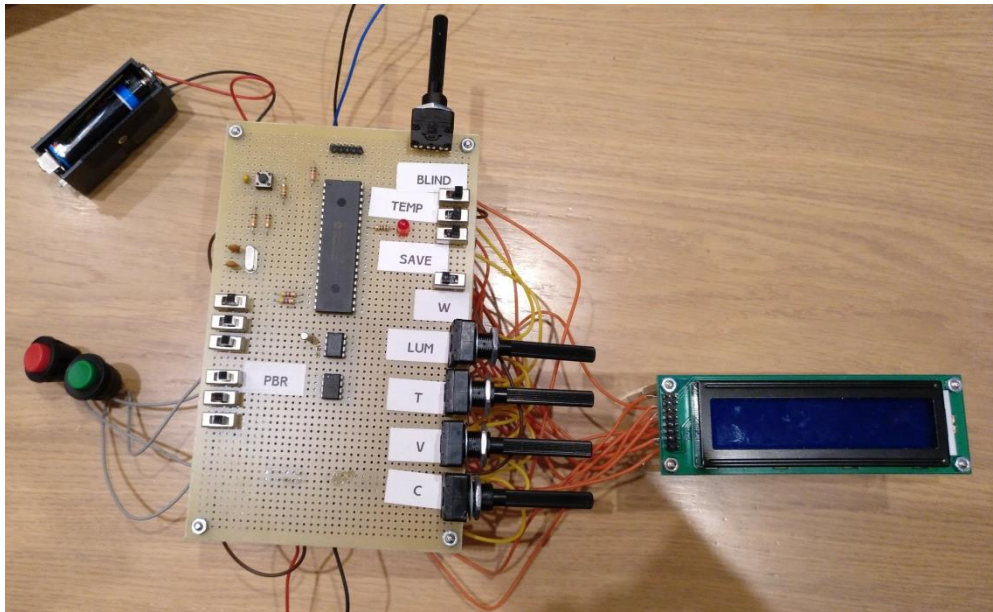


Figura 10.1. Prototip placa Master

10.2. Prototip placa Slave

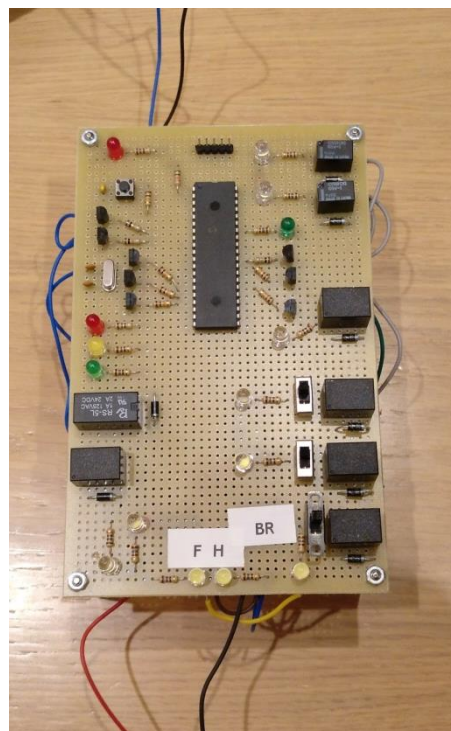


Figura 10.2. Prototip placa Slave

11. Comunicacions

En aquest projecte s'utilitzen dos tipus de comunicacions sense comptar la que pugui tenir l'usuari físicament amb els polsadors i la pantalla LCD. Es tracta de les connexions I2C i Bluetooth. Una altre comunicació que hagués estat molt interessat de desenvolupar hagués estat la connexió Wi-fi però degut a la seva complexitat i per manca de recursos de temps l'he hagut de descartar.

11.1. Protocol I2C

El bus I2C requereix de dues connexions per tal de comunicar-se entre els dispositius. La transferència de dades s'envia en sèrie pel cable SDA mentre que pel SCL s'envia el senyal de rellotge. En tota comunicació entre dispositius consta de:

- 7 bits de la direcció del dispositiu amb el qual es vol establir la comunicació
- 1 bit final indica si es vol enviar o rebre informació a l'altre dispositiu
- 1 bit de validació
- 1 o més bytes d'informació que es vol enviar o rebre
- 1 bit de validació

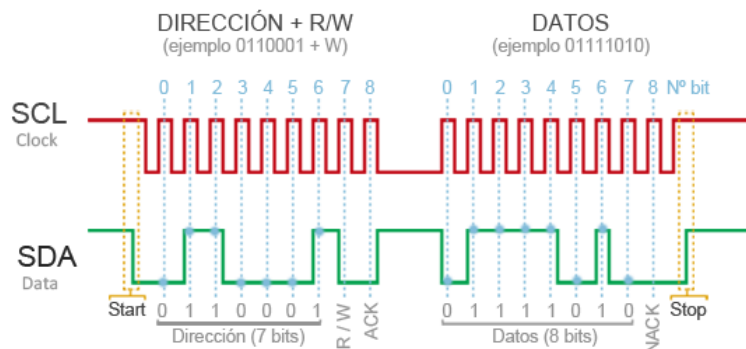


Figura 11.1. Funcionament protocol bus I2C (Font: [31]. www.lluisllamas.com)

11.2. Protocol Bluetooth

L'estàndard Bluetooth permet transmetre dades i arxius de veu mitjançant un enllaç de radiofreqüència de la banda ISM del 2,4 GHz. La tècnica FHSS permet obtenir 79 canals de 1 MHz cadascun i d'aquesta manera es pot transmetre les dades entre els dos dispositius, sempre i quan estiguin en el mateix canal. Les classes de dispositius Bluetooth es classifiquen en:

Classe	Rang (m)	Potència (mW)
1	100	100
2	20	2,5
3	1	1
4	0,5	0,5

Taula 11.1. *Classes de Bluetooth*

12. Normativa

Per la realització d'aquest projecte s'ha hagut de seguir unes normes que estipulen com han de ser els sistemes domòtics. Les principals normes i regulacions seguides són les següents:

- Norma UNE-EN 15232. Per millorar les qualificacions energètiques dels habitatges i edificis que disposin de sistemes d'automatització i control.
- Normes UNE-EN 50401 per Sistemes Electrònics de Habitatges i Edificis (HBES) i Sistemes d'Automatització y Control d'Edificis (BACS). Cobreixen els requisits ambientals, de compatibilitat magnètica (CEM), seguretat elèctrica i seguretat funcional dels dispositius i sistemes HBES i BACS.
- Especificació EA0026 per instal·lacions de sistemes domòtics d'habitatges. La norma estableix els requisits mínims que ha de complir el sistema domòtic de Classe I.
- Especificació CLC/TR 50491-6-3 per instal·lacions de sistemes domòtics d'habitatges. Aquesta especificació inclou una classificació de nivells basada en la EA0026 i una classificació que indica el factor d'estalvi energètic proporcionant pels sistemes de domòtics.
- El Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió aprovat per el Real Decret 842/2002 del 2 d'agost, inclou 51 instruccions tècniques complementaries (ITC). Fa referència a les normes UNE aplicables als sistemes d'automatització i control. La ITC-BT 51 s'aplica als sistemes d'automatització i gestió tècnica de l'energia i seguretat per habitatges i edificis.
- El Real Decret 235/2013 que aprova el procediment bàsic de certificació de la eficiència energètica d'habitatges i edificis.
- El Real Decret 314/2006 del 17 març de Codi Tècnic de l'Edificació. Busca millorar la qualitat de l'edificació i promoure la innovació i la sostenibilitat.
- El Real Decret 1027/2007 del 20 de juliol del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques d'Edificis. Estableix les condicions destinades a atendre la demanda del benestar tèrmic a través d'instal·lacions de calefacció, climatització i aigua calenta, per aconseguir un us racional de l'energia.

Conclusions

La valoració global del projecte és enriquidora des del punt de vista d'aprenentatge personal i positiva en quan a que s'han assolit els objectius inicialment plantejats. El prototip funciona amb tots els components i comunicacions tal com es veia en les simulacions teòriques. El sistema domòtic aporta una millora clara en l'estalvi d'energia i la sostenibilitat de l'habitatge.

Una de les parts a la que he dedicat més temps ha estat l'estudi del llenguatge C per poder programar els PICs i tenir els primers esquemes en funcionament de Proteus. Un cop controlat el llenguatge, la tasca de pensar les aplicacions a implementar ha resultat creativa i alhora pragmàtica, observant mancances dels habitatges tradicionals i cercant idees i novetats. Gairebé he pogut posar en pràctica totes les idees i ha resultat molt enriquidor poder transformar les idees en dissenys reals.

Una de les tasques que més ha alentit el projecte ha estat la programació, degut a la manca de bibliografia sobre el tema. M'ha calgut investigar en fóruns informàtics d'internet on destriar la informació fiable ha resultat una feina feixuga i inacabables simulacions amb prova i error. Així doncs, molt consum de temps en programació, sent el simulador del rellotge RTC un dels principals exemples.

El muntatge del 1r prototip ha estat una feina entretinguda i una bona teràpia de desconexió després de tantes hores davant d'una pantalla programant. El problema va venir alhora de programar el PIC amb el Pickit 3. El programa indicat a l'enllaç de les instruccions del driver del Pickit 3 no funcionava i, contra tot pronòstic i després d'unes quantes investigacions, vaig solucionar el tema descarregant d'internet una versió que funcionava perfectament. Puc dir que aquesta fita va ser un petit èxit pel projecte i una gran dosi d'ànims per la meua moral.

Alhora de dissenyar les PCB amb Eagle també va caldre bastant temps per crear dispositius, degut a que no estaven en les llibreries del programa. Considero que les PCB insolades amb llum ultraviolada realitzades pel Departament de Laboratori Tècnic de l'EEBE aconsegueixen satisfactòriament el seu objectiu.

Per concloure voldria remarcar que el present projecte mostra que instal·lar sistemes domòtics a les llars no es quelcom lligat a minories amb capacitat adquisitiva sinó que es pot fer extensiu i cal fer-ho extensiu a gran part dels habitatges en els que vivim. D'aquesta manera treballem per aconseguir el doble objectiu de augmentar l'estalvi energètic de les famílies i millorar la protecció del medi ambient.

Milliores de disseny

Tot i que el sistema domòtic conté diverses opcions d'automatització de la casa, els següents, entre d'altres, podrien ser punts de millora:

- Adequar el software d'emmagatzematge de dades a la memòria EEPROM per tal de recollir més valors, per exemple: hora del dia on el consum ha estat màxim, etc.
- Afegir un teclat matricial
- Crear una contrasenya per limitar l'accés al control del sistema domòtic
- Entrada de paràmetres ajustables per el propi usuari, per exemple: temperatura etc.
- Afegir un tercer polsador per navegar amb més facilitat pel menú de manera que ens permetés retrocedir
- Afegir alguna opció més d'estalvi energètic com el control de tendalls
- Utilització d'un mòdul Wi-fi per tal de poder comunicar-se amb la placa Master des de qualsevol lloc del planeta
- Elaboració d'un programa de reconeixement de veu per donar ordres

Bibliografia

García Breijo, E. *Compilador C CCS y simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC*. Barcelona: Marcombo, 2008. 2a edició ISBN 9788426714299

IECOR. *Estandares internacionales de domótica*. [en línea]. 2018. [Consulta: 7 abril de 2018]. Disponible a <https://iecor.com/estandares-internacionales-de-domotica>

DOMOTICA SISTEMAS. *Sistemas domóticos existentes, tipos y estándares*. [en línea]. 2018. [Consulta: 1 abril de 2018]. Disponible a http://domoticasistemas.com/tienda/tutoriales/1_sistemas-existentes-tipos-y-estandares.html

ISSUU. *Configurar el módulo bluetooth para*. [en línea]. 2018. [Consulta: 3 abril de 2018]. Disponible a https://issuu.com/susanaoubina/docs/configurar_el_módulo_bluetooth_con

LEDBOX. *Niveles recomendados de iluminación por zonas*. [en línea]. 2018. [Consulta: 4 abril de 2018]. Disponible a <https://blog.ledbox.es/informacion-LED/niveles-recomendados-lux>

[1] CASA DOMO. *Todo sobre edificios inteligentes*. [en línea]. 2018. [Consulta: 1 abril de 2018]. Disponible a <https://casadomo.com>

[2] RS. *Electronics & Automation*. [en línea]. 2018. [Consulta: 3 abril de 2018]. Disponible a <http://cl.rsdelivers.com/product/microchip/pic18f4520-i-p/microchip-pic18f4520-i-p-8bit-pic-microcontroller/6230819>

[3] RICARDO ESPINOZA. *Señales analógicas y digitales*. [en línea]. 2018. [Consulta: 4 abril de 2018]. Disponible a <http://ricardoredesetac.blogspot.com.es/2012/08/senales-analogicas-y-digitales.html>

[4] MANTENENCIAS. *Detectors de fum*. [en línea]. 2018. [Consulta: 5 abril de 2018]. Disponible a <http://www.mantenencias.com/ca/detectores-de-humo/>

[5] TME. *Electronic Components*. [en línea]. 2018. [Consulta: 5 abril de 2018]. Disponible a <https://www.tme.eu/es/details/q2r-1a-e-12dc/reles-electromagn-miniaturizados/omron/q2r-1a-e-12vdc/>

[6] PINTEREST. *Planos casa*. [en línea]. 2018. [Consulta: 1 abril de 2018]. Disponible a <https://www.pinterest.es/pin/76068681186544438/?lp=true>

[7] COMPARADOR LUZ. *Tarifas del luz de día y noche*. [en línea]. 2018. [Consulta: 8 abril de 2018]. Disponible a <https://comparadorluz.com/faq/tarifa-luz-dia-noche>

[8] MICROCHIP. *Datasheet PIC18F4520 3*. [en línea]. 2018. [Consulta: 8 abril de 2018]. Disponible a <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39631e.pdf>

- [9] SPARKFUN. *Datasheet LM7805*. [en línea]. 2018. [Consulta: 9 abril de 2018]. Disponible a <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf>
- [10] SPARKFUN. *Datasheet LED*. [en línea]. 2018. [Consulta: 8 abril de 2018]. Disponible a <https://www.sparkfun.com/products/9590>
- [11] STEINEL. *Datasheet detectpr crepuscular*. [en línea]. 2018. [Consulta: 6 abril de 2018]. Disponible a <https://www.steinell.de/en/sensors/photoelectric-lighting-controller/nightmatic-2000-white.html>
- [12] DIDACTICAS ELECTRONICAS. *Datasheet sensor de temperatura*. [en línea]. 2018. [Consulta: 7 abril de 2018]. Disponible a <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/sensor-de-temperatura-por-ir,-mlx90614esf-gy-906-infrarrojo-detail>
- [13] LEROY MERLIN. *Datasheet detector d'obertura*. [en línea]. 2018. [Consulta: 12 abril de 2018]. Disponible a <http://www.leroymerlin.es/fp/14538545/detector-de-apertura-de-puertas-y-ventanas-agtech-ag102>
- [14] EATON. *Datasheet sensor de voltaje*. [en línea]. 2018. [Consulta: 10 abril de 2018]. Disponible a <http://www.eaton.com.co/Andean/ProductsandSolutions/Energia/ProductosyServicios/AutomationandControl/SensoresyFinalesdeCarrera/SensoresdePotencia/SensoresdeVltaje/index.htm>
- [15] ROGERBIT. *Datasheet pinza amperimétrica*. [en línea]. 2018. [Consulta: 12 abril de 2018]. Disponible a <http://rogerbit.com/wprb/wp-content/uploads/2017/09/SCT013-030V.pdf>
- [16] EFECTOLED. *Datasheet detector de presencia*. [en línea]. 2018. [Consulta: 12 abril de 2018]. Disponible a <https://www.efectoled.com/es/comprar-detectores-presencia-luminicos/497-detector-de-presencia-pir-160-empotrable.html>
- [17] RS. *Datasheet DS1307*. [en línea]. 2018. [Consulta: 13 abril de 2018]. Disponible a https://es.rs-online.com/web/?qclid=EAlaIqobChMlVl3y76jn2gIVQT8bCh3FmgOHEAAYASAAEgLnPD_BwE&cm_mmc=ES-PPC-DS3A-_-google-_-0_ES_ES_Brand_RS_Variations_Phrase-_-RS%7CVariations-_-rs+online+com&matchtype=p&qclsrc=aw.ds
- [18] BRICOGEEK. *Datasheet 24LC256*. [en línea]. 2018. [Consulta: 13 abril de 2018]. Disponible a <http://tienda.bricogeek.com/componentes/209-memoria-eeeprom-i2c-24lc256.html>
- [19] BUYDISPLAY. *Datasheet Display 20x2*. [en línea]. 2018. [Consulta: 13 abril de 2018]. Disponible a <https://www.buydisplay.com/default/blue-display-20x2-character-lcd-module-hd44780-white-led-backlight>
- [20] [31] LUIS LLAMAS. *El bus I2C*. [en línea]. 2018. [Consulta: 14 abril de 2018]. Disponible a <https://www.luisllamas.es/arduino-i2c/>

- [21] ELECTRONICOS CALDAS. *Datasheet HC-06*. [en línea]. 2018. [Consulta: 14 abril de 2018]. Disponible a <http://www.electronicoscaldas.com/modulos-rf/482-modulo-bluetooth-hc-06.html>
- [22] EBAY. *Expansor bus I2C*. [en línea]. 2018. [Consulta: 14 abril de 2018]. Disponible a <https://www.ebay.es/itm/1PCS-P82B715-P82B715P-IC-REDRIVER-I2C-1CH-8DIP-NEW-/400993825142>
- [23] TEXAS INSTRUMENTS. *Datasheet 82B715*. [en línea]. 2018. [Consulta: 15 abril de 2018]. Disponible a <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/p82b715.pdf>
- [24] OLIMEX. *Datasheet HC-06*. [en línea]. 2018. [Consulta: 16 abril de 2018]. Disponible a <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>
- [25] MICROCHIP. *Datasheet Pickit 3*. [en línea]. 2018. [Consulta: 16 abril de 2018]. Disponible a <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51795B.pdf>
- [26] RELPOL. *Datasheet RSMN954N*. [en línea]. 2018. [Consulta: 18 abril de 2018]. Disponible a <https://www.relpol.pl/>
- [27] ENRIQUE ILUMINACION. *Comparativa de luz*. [en línea]. 2018. [Consulta: 18 abril de 2018]. Disponible a <https://enriqueiluminacion.com/comparativa-consumo-luz-convencional-led/>
- [28] FARNELL. *Datasheet G5V-2*. [en línea]. 2018. [Consulta: 18 abril de 2018]. Disponible a http://es.farnell.com/omron-electronic-components/g5v-2-5dc/rel-se-al-dpdt-30vdc-2a/dp/9949488?CMP=KNC-GES-FES-GEN-KWL-OMRON_ELECTRONIC_COMPONENTS&mckv=RJTcultH_dc|pcrid|94974368949|&qclid=EAlaIqobChMI8PuKmJrn2qIVUfIRCh2jXwDbEAAYASAAEqJ7zPD_BwE
- [29] EL INSTALADOR ELECTRICISTA. *Datasheet motor persiana*. [en línea]. 2018. [Consulta: 19 abril de 2018]. Disponible a <https://www.elinstaladorelectricista.es/motores-para-persianas-y-toldos-o45mm/motor-persiana-50-kilos-45mm-30nm-226.html>
- [30] VENTILADORES TECHO. *Datasheet ventilador Mini Mallorca*. [en línea]. 2018. [Consulta: 20 abril de 2018]. Disponible a <https://www.ventiladorestecho.com/mini-mallorca-ventilador-de-techo-33603.html>
- [31] MAS VOLTAJE. *Datasheet radiador Rointe*. [en línea]. 2018. [Consulta: 20 abril de 2018]. Disponible a https://masvoltaje.com/rointe-delta-ultimate/1644-radiador-rointe-delta-ultimate-3-elementos-550w-con-wifi-dnw0550rad-8436045912466.html?utm_campaign=feed-merchant&utm_source=feed-merchant&utm_medium=feed-merchant&qclid=EAlaIqobChMIp5nStZ7O2qIVRLcbCh1tvAPcEAQYAYABEgKC1fD_BwE