



Manresa

**SISTEMA DOMÒTIC PER A CASA 100%
SOSTENIBLE**

Autor: David Burrieza Montserrat

Director: Victor Barcons Xixons

Data: 26 de maig de 2021

Localitat: Manresa



AGRAÏMENTS

En primer lloc al meu tutor, Victor Barcons Xixons, per la seva ajuda en la planificació i seguiment d'aquest treball.

En segon lloc a la meva família i amics que han estat ajudant en tot moment amb tots els recursos possibles.

Moltes gràcies a tots ells.

RESUM DEL PROJECTE

Es vol desenvolupar en aquest projecte el disseny d'una casa domòtica sostenible.

Primerament hem de tenir en compte l'automatització domòtica que hem d'implementar per aconseguir la comoditat que ens ha d'oferir aquesta. Això ho farem mitjançant diversos microcontroladors i relés si hi son necessaris, que controlaran algunes càrregues controlables de l'habitatge com la il·luminació o la seguretat, aconseguint així un estalvi energètic que aprofitarem alhora que una comoditat millorada per als habitants d'aquest. Farem diferents aplicacions reals per a la comprovació física d'aquestes idees com l'automatització de persianes, el control de la il·luminació, l'alarma i un sistema de connexió i desconnexió de càrregues depenent de la seva prioritat en l'habitatge tenint en compte la nostra generació d'energia en vers al consum. Tot això amb un sistema modular i inalàmbric de forma que es podria aconseguir una implementació immediata a un habitatge real.

Es necessita també fer un disseny d'un sistema fotovoltaic realitzant l'estudi necessari per a comprovar quantes plaques necessitarem per a abastir el consum realitzat tenint en compte tots els aparells de la casa i les diferents èpoques de l'any on generarem i consumirem més o menys energia. Alhora s'ha de tenir en compte la connexió a xarxa perquè es possible que l'energia generada no sigui suficient per al consum demanat, farem doncs el disseny de la nostra instal·lació elèctrica amb tots els components necessaris per a la correcta automatització i control de la casa amb l'objectiu de reduir al mínim el consum i alhora l'estalvi tant energètic com econòmic. Parlarem alhora dels components necessaris per a aquesta instal·lació elèctrica explicant cada part al detall com per exemple els interruptors de cada tipus i la seva funció dins del quadre elèctric, els elements necessaris per a convertir l'energia generada per les plaques fins arribar a la nostra xarxa de consum tenint en compte el consum a partir d'un sensor de corrent que connectarem a un arduino que controlarà aquestes càrregues depenent la seva prioritat.

RESUM DEL PROJECTE (ANGLÈS)

This project aims to develop the design of a sustainable automated house.

We must first consider the automation part that we need to implement to achieve the comfort that it has to offer us. We will do this by using various microcontrollers and relays, if necessary, which will control some controllable loads in the house such as lighting or security, thus achieving energy savings that we will take advantage of while improving comfort for its inhabitants. We will make different real applications for the physical verification of these ideas like the automation of blinds, the control of the lighting, the alarm, and a system of connection and disconnection of loads depending on his priority in the house, taking at the same time into account our energy generation towards consumption. All this with a modular and wireless system so that an immediate implementation could be done in a real home.

It is also necessary to make a design of a photovoltaic system doing a previous study to check how many plates we will need to use to supply the consumption made, taking into account all the appliances in the house and the different times of the year where we will generate and consume more or less energy. At the same time, the network connection must be taken into account because it is possible that the energy generated is not enough for the requested consumption, so we will design our electrical installation with all the necessary components for the correct automation and control of the house to minimize consumption and at the same time saving both energy and money. We will talk at the same time about the components needed for this electrical installation explaining each part in detail such as the switches of each type and their function within the electrical panel, the elements needed to convert the energy generated by the plates to reach our consumption network taking into account the consumption from a current sensor that we will connect to an Arduino that will control these loads depending on its priority.

INDEX

INTRODUCCIÓ	7
OBJECTIU	7
FINALITAT	7
ABAST	7
HISTÒRIA, INFORMACIÓ I COMPONENTS	8
RASPBERRY PI	8
ARDUINO	10
DOMÒTICA	12
IOT (Internet Of Things)	14
MQTT	14
PROGRAMA DEMOSTRACIÓ	17
DISSENY PART DEMOSTRATIVA	20
COMPONENTS	20
ALARMA.....	26
PERSIANES	39
LLUMS EXTERIOR.....	48
CÀRREGUES CONTROLADES I NO CONTROLADES.....	53
DISSENY SISTEMA FOTOVOLTAIC	59
HISTÒRIA I INFORMACIÓ.....	59
DISSENY SISTEMA FOTOVOLTAIC	62
ESTUDI TARIFA.....	66
INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA UNIFILAR	68
COMPONENTS	70
PLACA SOLAR.....	70
INVERSOR	73
ESCOMESA.....	75
INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTÈNCIA (ICP)	76
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC (IGA)	79
PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONS (PCS)	81
INTERRUPTOR DIFERENCIAL (ID).....	82
PETITS INTERRUPTORS AUTOMÀTICS (PIA)	83
SENSOR DE CORRENT	84
ARDUINO	84



RELÉS	85
ESTUDI ECONÒMIC	86
INVERSIONS INICIALS	86
DESPESES ANUALS.....	86
IMPLICACIONS AMBIENTALS	89
CONCLUSIONS	90
BIBLIOGRAFIA	91
IMATGES I TAULES	98



INTRODUCCIÓ

OBJECTIU

L'objectiu d'aquest projecte és fer el disseny d'una casa domòtica sostenible tenint en compte els electrodomèstics i consums, la possible automatització de diferents càrregues per a l'estalvi òptim i l'estudi del sistema fotovoltaic necessari per a abastir aquest habitatge fixant-nos sempre en el Reial Decret 244/2019 que regularà les instal·lacions de menys de 15kW de potència com la nostra.

FINALITAT

La finalitat d'aquest projecte és poder dur a terme els nostres objectius creats, és a dir, poder fer un estudi de com es faria actualment un habitatge amb les condicions preestablertes i que sigui de immediata aplicació. Per tant, crear el disseny d'una casa domòtica amb els seus components de comoditat i estalvi, alhora que sostenible amb el sistema fotovoltaic.

ABAST

L'abast d'aquest projecte és estudiar els diferents tipus de càrregues que es poden automatitzar per a crear una casa domòtica amb el màxim de comoditat i seguretat possible, ajudant al habitant al màxim. Per exemple la automatització de les llums poden ser programades per l'usuari o simplement funcionant a partir d'un sensor de llum que ens detectarà l'energia que podem rebre del carrer i actuant en conseqüència amb la il·luminació alhora que baixant o pujant les persianes. També amb el tema de seguretat amb una alarma i el control de càrregues controlades i no controlades mitjançant un microcontrolador i un sensor de corrent per a poder centrar-nos en l'autoconsum. Aquest el fem mitjançant un sistema fotovoltaic que estudiarem per a saber quines plaques seran les idònies alhora que les necessàries per a abastir el nostre consum màxim. Dissenyant així una instal·lació amb tots els seus components necessaris per a fer això possible com els inversors, caixa de connexions o interruptors necessaris al quadre elèctric entre d'altres.

HISTÒRIA, INFORMACIÓ I COMPONENTS

RASPBERRY PI

La Raspberry Pi es un ordinador de baix cost amb la mida d'una targeta de crèdit. Aquesta compta amb els ports necessaris per a poder-li connectar un monitor (HDMI), un teclat (USB) i un ratolí (USB), com qualsevol altre ordinador. Es una placa que permet a gent de diferents edats explorar el mon de la computació i aprendre a programar amb llenguatges com Scratch o Python. Aquesta placa es capaç de fer qualsevol cosa que esperis d'un ordinador de sobretaula qualsevol, navegar per internet, reproduir vídeos d'alta qualitat, jugar a videojocs, utilitzar editors de text, fulles de càlcul...

Aquesta placa sorgeix d'una organització caritativa del Regne Unit, Fundación Raspberry Pi. L'objectiu d'aquesta era animar tant a joves com a adults a aprendre informàtica. Avui en dia ens trobem amb ordinadors i tablets a les aules, però aquests no son recursos assequibles als que poden accedir totes les escoles ni tots els països. En canvi, amb la Raspberry Pi això s'ha aconseguit.

La Raspberry Pi consta d'una placa simple d'ordinador composta per:

SoC (System on a Chip):

CPU (Central Processing Unit):

RAM (Random Acces Memory):

Ports d'entrada i sortida d'àudio i vídeo.

Connectivitat a xarxa.

Capacitat de memòria SD.

Rellotge.

Port per alimentació.

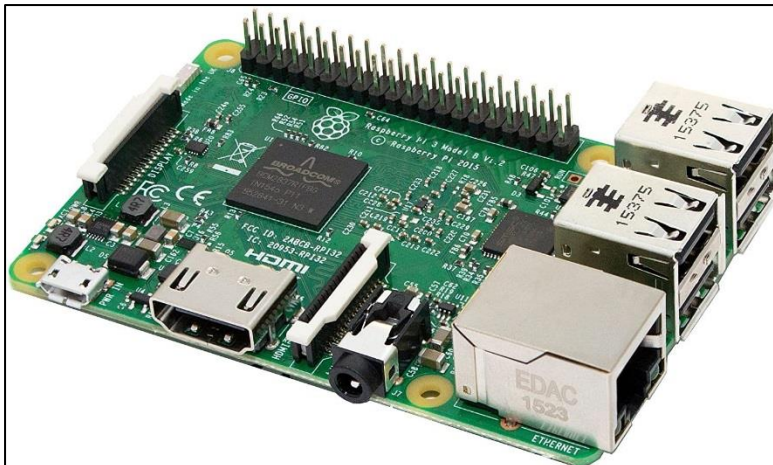
Connexions per a perifèrics de baix nivell.

Bàsicament, gairebé el mateix que un ordinador de sobretaula del dia a dia i amb capacitats pròpies d'un microcontrolador: 26 línies digitals programables d'entrada/sortida, 4PWM, UART, I2C i SPI.

Hi ha diferents models de Raspberry Pi que han anat sortint des del seu llançament.

En el nostre cas hem optat pel model Raspberry Pi 3 Model B que consta de les següents característiques:

Dimensions: 12,19 x 7,59 x 3,4 cm	Tecnologia de la memòria: DDR3
Pes: 45 grams	Interfície del disc dur: ATA-4
Resolució pantalla: 1920 x 1080	Coprocessador gràfic: Dual Core VideoCore IV
Resolució màxima: 1080p Full HD	Tipus de connectivitat: WiFi
Processador: Core 2 Quad	Voltatge: 5 V
Velocitat processador: 1,2 GHz	Nombre de ports USB 2.0: 4
Nombre de processadors: 4	
Capacitat de la memòria RAM: 1 GB	

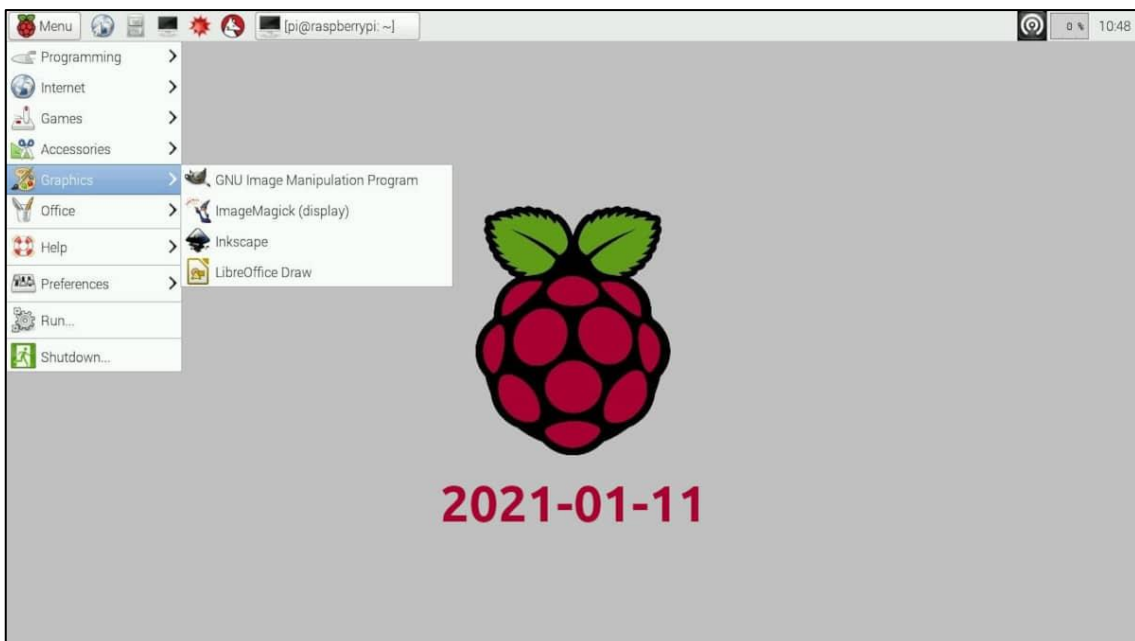


Imatge 1. Raspberry Pi 3 Model B v1.2

Com fer-la funcionar?

Per a fer funcionar la Raspberry Pi necessitem introduir un sistema operatiu a la targeta SD que posteriorment introduïrem a la placa.

En el nostre cas hem utilitzat el Raspberry Pi OS, que es el propi sistema que Raspberry ens ofereix, basant-se aquest en un Linux.



Imatge 2. Raspberry PI Sistema Operatiu

En el nostre cas la utilitzem com a **broker** del protocol MQTT que explicarem posteriorment.

Això vol dir que la connectarem via WiFi a la nostra xarxa d'internet i actuarà de forma que rebrà els missatges del Publisher i els enviarà per a que els Subscribers puguin llegir la informació.

ARDUINO

Arduino es una placa de circuit imprès basada en un microcontrolador ATMEL amb una plataforma de creació d'electrònica de codi obert. Aquesta està basada en hardware i software lliure. Els microcontroladors són circuits integrants en els que es poden gravar instruccions, que són escrites amb el llenguatge de programació, en aquest cas Arduino IDE. Consten de varies entrades digitals configurables d'entrada i/o sortida que operen a 5V. Cada pin pot proporcionar o rebre com a màxim 40 mA. Alhora també tenen diferents pins analògics que funcionen a una resolució de 10 bits.

S'han fabricat diferents models d'arduino per a triar que s'adapten a diferents projectes amb propòsits diferents i característiques variades. Tots ells proveïts de sensors amb els que es poden crear aplicacions tant per la docència, la indústria o l'oci.

Nosaltres tenint en compte que necessitarem WIFI, hem optat per el MKR WIFI 1010. Aquest microcontrolador té com a objectiu accelerar i simplificar la creació de prototips d'aplicacions d'IoT basades en WIFI gràcies a la flexibilitat del seu mòdul ESP32 i el seu baix consum d'energia.

El nostre MKR WiFi1010 consta de les característiques bàsiques d'un ARDUINO:

Port alimentació de 5V

Voltatge d'operació de 3,3V

Rellotge 48MHz

8 Pins digitals d'entrada/sortida

7 Pins analògics d'entrada

1 Pin analògic de sortida

Sistema per a energitzar amb bateria de 3,7V

UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)

SPI (Serial Peripheral Interface)

Però a més d'això consta de 3 blocs principals que diferencien aquesta placa de les demés d'arduino.

El MKR WiFi 1010 consta de tres blocs principals:

SAMD21 Cortex-M0 + MCU de baix consum de 32 bits.

SAMD21 és una sèrie de microcontroladors de baix consum que utilitzen el processador ARM Cortex -M0+ de 32 bits. Conté de 32 a 64 pins amb una memòria Flash de 32 KB de SRAM. Tenen un màxim de 48Mhz de freqüència i poden arribar a assolir 2,46 CoreMarc/Mhz. Són dissenyats per a una migració simple i intuïtiva amb mòduls perifèrics, codi hexadecimal compatible, compatibilitat amb pins de rutes de migració entre tots els dispositius de la seva sèrie. Tots els dispositius inclouen perifèrics intel·ligents i flexibles, Atmel Event System per a senyalització entre perifèrics i suport per a interfícies d'usuari de botó tàctil, lliscants i rodes.

Wi-Fi IEEE® 802.11 b / g / n U-BLOX serie NINA-W10 de baja potencia de 2,4 GHz.

La NINA-W10 és una sèrie de mòduls MCU multi-radio independents que integren un potent microcontrolador i una ràdio per a comunicació inalàmbrica. La ràdio proporciona suport per a Wi-Fi 802.11b / g / n (Aquesta és una modificació de la norma UNE IEEE 802.11 que amplia la taxa de transferència fins als 11 Mbit/s fent servir la mateixa banda de 2.4 GHz) Bluetooth BR / EDR (Dispositius Bluetooth amb una taxa de transmissió més alta que els V1 i que permeten detectar altres equips propers amb capacitat Bluetooth) i comunicacions Bluetooth de baixa energia. NINA-W10 inclou MCU inalàmbric, memòria flash, cristall, i components per a emparellar i filtrar. A més conté un hardware criptogràfic integrat permetent així ser utilitzat per a dissenyar solucions amb un grau de seguretat molt elevat. El petit tamany i la seguretat incorporada fan que NINA-W10 sigui ideal per a aplicacions crítiques d'IoT on la seguretat és molt important.

ECC508 Crypto Authentication.

El dispositiu ATECC508A és un membre de la família de motors de xifrat MicrochipCryptoAuthentication. Aquests són dispositius d'autenticació amb emmagatzematge de claus basat en hardware d'alta seguretat. Inclouen una matriu EEPROM que es pot utilitzar per a emmagatzemar fins a 16 claus, certificats, dades secretes, registre de consum i configuracions de seguretat.

El ATECC508A té un conjunt de comandes flexibles que permet el seu ús en moltes aplicacions com protecció del node de xarxa / IoT, antifalsificació, protecció de firmware, emmagatzematge de dades segures i verificació de contrasenyes d'usuaris.

DOMÒTICA

El terme domòtica ve de la unió de les paraules domus (casa en llatí) i autònom (del grec: αὐτόνομος).

S'anomena domòtica al conjunt de tecnologies aplicades al control i l'automatització intel·ligent d'un habitatge. Aquesta permet una gestió eficient de l'ús de l'energia que a la vegada ofereix seguretat i confort. A més, la domòtica permet la comunicació entre l'usuari i un sistema d'objectes connectats entre sí que conformen un habitatge. Aquests objectes connectats són qualsevol tipus de dispositiu amb connexió a internet.

Un sistema domòtic es capaç de recollir informació provinent d'uns sensors o entrades, processar-la i actuar en conseqüència fent activar uns actuadors o sortides. El sistema pot també accedir a xarxes exteriors de comunicació o informació.

Que aporta la domòtica?

La domòtica està present en molts àmbits de l'habitatge:

Estalvi energètic:

Gestió intel·ligent de la il·luminació, climatització, consum... Això s'aconsegueix aprofitant al màxim els recursos naturals com el sol, contractant tarifes horàries de menor cost, monitorització de consums per al possible canvi d'hàbits per a la millora del estalvi...

Accessibilitat:

La domòtica busca fer possible que qualsevol persona, independentment del seu grau de capacitat, pugui utilitzar els elements de l'habitatge.

Seguretat:

Supervisió a distància de tots els elements de l'habitatge gràcies als sensors dels diferents objectes connectats al sistema domòtic. A la vegada que càmeres de vigilància, alarmes personals i tècniques que permeten la detecció d'incendis, fugues de gas, inundacions d'aigua...

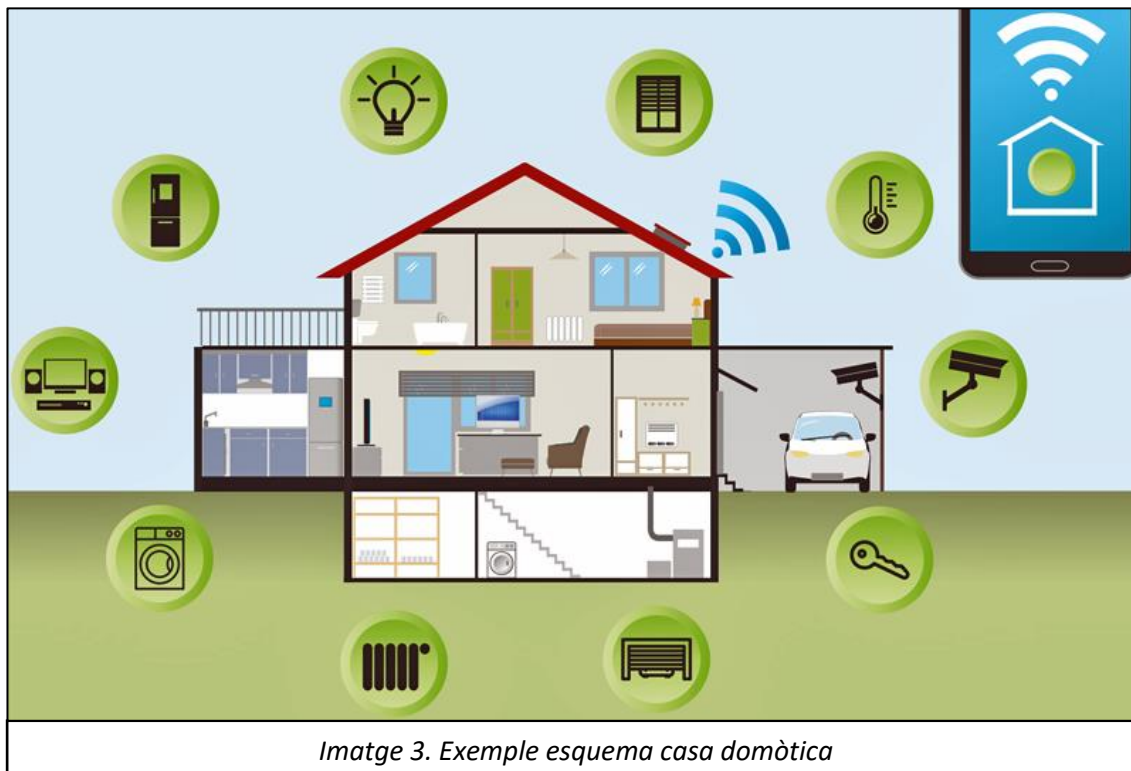
Confort:

Converteix l'habitatge en un lloc més còmode mitjançant la gestió autònoma de dispositius. Per exemple la il·luminació, control total manual o autònom alhora que possible regulació d'aquesta depenent del nivell de lluminositat de l'ambient. Aquí s'hi afegixen l'automatització de diferents sistemes de la casa, integració de control via internet, gestió multimèdia...



Comunicacions:

Garantia de la comunicació mitjançant el control remot a través del telèfon mòbil, ordinador, portàtil... Aconseguint així la monitorització dels elements de l'habitatge. Ens permet també la comunicació amb el sistema via veu, textos, imatges... Alhora que la connexió a internet rebent informació per a actuar en conseqüència o simplement per a informar.





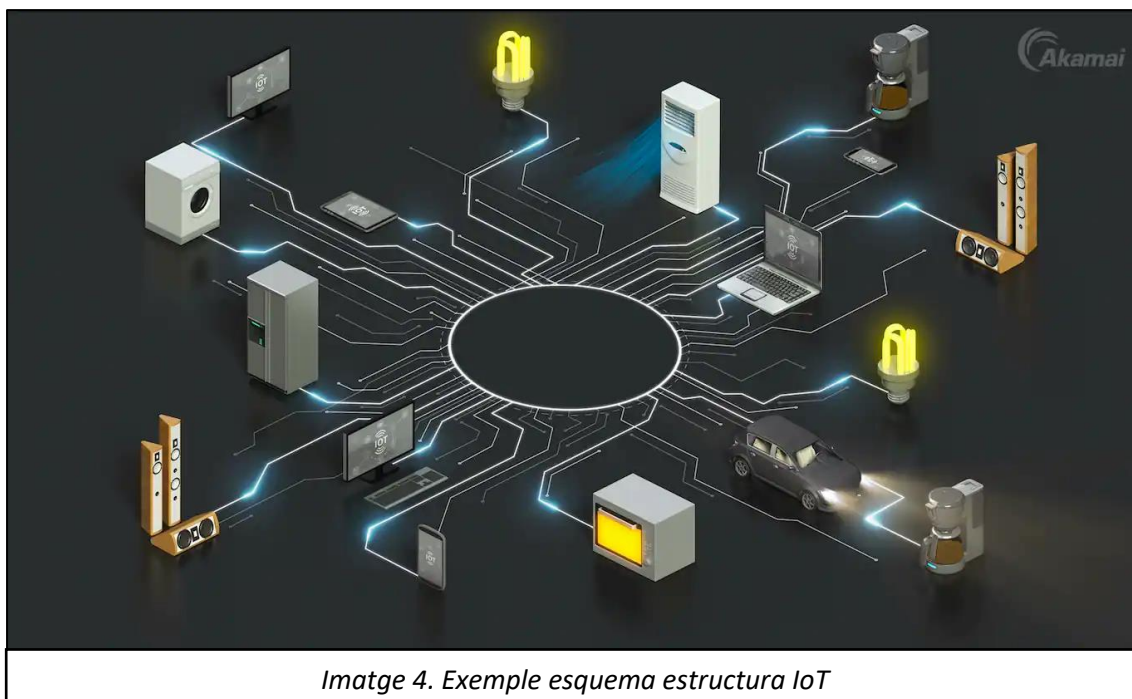
IOT (Internet Of Things)

L'IoT (Internet of Things) és una de les tecnologies més importants del segle XXI i es descriu com l'agrupació i interconnexió de dispositius i objectes mitjançant una xarxa, on tots són comunicats entre si i poden interaccionar.

Qualsevol objecte que ens puguem imaginar pot estar connectat a internet, des de sensors, dispositius mecànics, fins a objectes del dia a dia com la nevera, el rentaplats...

Aquesta nova tecnologia ens ofereix un gran ventall d'aplicacions noves i molt útils. Un exemple clar és en el que es basa el nostre projecte, la domòtica. Una sèrie de dispositius es connecten a internet i es comuniquen entre si per a facilitar la vida dels habitants. Per exemple utilitzant captadors de veu des d'on l'usuari pot demanar qualsevol cosa, la reproducció d'una cançó, que s'encenguin les llums d'una habitació en concret, que es posi en marxa el rentaplats, etc. També ens ofereix el control total des d'un aparell mòbil.

Però l'IoT pot funcionar en molts ambients, no només en llars domèstiques. S'utilitza molt en aplicacions industrials, on tots els sensors i dispositius en connecten entre sí aconseguint així l'anàlisi de dades, generació d'alarmes, control de les diferents estacions... Tenint en tot moment en qualsevol dispositiu l'execució dels processos a temps real.





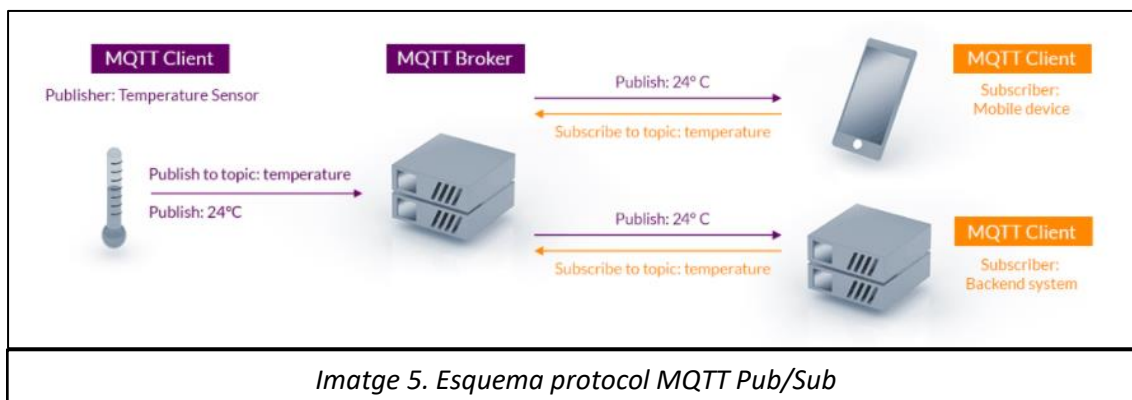
MQTT

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) és un protocol de transport de missatges Client/Servidor basat en publicacions i subscripcions als denominats "tòpics". Cada cop que un "Publisher" emeti un missatge, tots els dispositius connectats a aquell tòpic rebran aquest i actuaran en conseqüència.

El MQTT és un dels més utilitzats per diferents motius:

- És lleuger i eficient
Els clients MQTT són molt petits, requereixen molt pocs recursos per lo que ens permet utilitzar-lo en microcontroladors petits. A més, les capçaleres dels missatges MQTT són molt petits per a poder optimitzar l'ample de banda de la xarxa.
- Disposa de comunicacions bidireccionals
MQTT permet la missatgeria entre dispositiu i núvol i de núvol a dispositiu.
- Capacitat de connectar-se a milions de dispositius IoT.
- Suport per a xarxes no confiables
- Seguretat
- Encriptació de missatges mitjançant TLS i autenticació de clients amb OAuth.

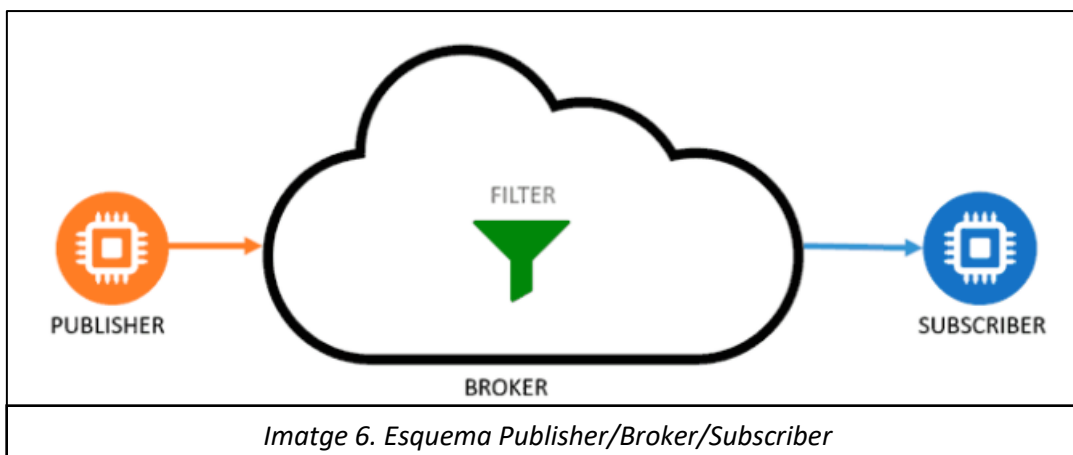
Esquema Pub/Sub MQTT





Com funciona?

Hi ha una sèrie de dispositius que actuaran com a clients que es connectaran a un servidor central anomenat broker. Alguns d'aquests clients actuaran com a "Publishers" i uns altres com a "Subscribers".



Enmig ens trobarem amb el broker, encarregat de filtrar els missatges organitzats jeràrquicament i enviar-los als "Subscribers".

Els clients inicien una connexió TCP/IP amb el broker, el qual manté un registre dels clients connectats. Aquesta connexió es manté oberta fins que el client la finalitza. MQTT acostuma a fer servir el port 1883 i 8883, els quals s'obren per a poder funcionar i es tanquen quan acaben per seguretat.

Un exemple seria el següent, el nostre "Publisher" enviarà al tòpic "/casa/habitació1" el missatge o payload* "encendre". El broker s'encarregarà de fer arribar als "subscribers" aquest missatge i els que estiguin subscrits a aquest tòpic el rebran. En el cas de que estiguin programats per a fer-ho, quan rebin el missatge realitzaran una acció com podria ser en aquest cas, encendre les llums d'una habitació.

*Payload: Informació extra enviada al tòpic com per exemple un missatge de descripció.



PROGRAMA DEMOSTRACIÓ

Primerament definim la IP del broker, en el nostre cas la Raspberry Pi, i el seu nom.

Definim també el nom i contrasenya del dispositiu MQTT que connectarem. Això ho fem perquè si hi ha varis dispositius connectats, puguem diferenciar-los per comunicar-nos amb un o un altre.

Afegim també les credencials del nostre WiFi.

Per últim incloem les llibreries que necessitem per a poder connectar-nos i fer servir el protocol MQTT.

```
#define BROKER_IP      "192.168.1.160"  
#define DEV_NAME      "mqttdevice"  
#define MQTT_USER     "mqtt_user"  
#define MQTT_PW      "mqtt_password"  
const char ssid[] = "Iguana.cat-97DD60";  
const char pass[] = "263ec09a2c";  
#include <MQTT.h>  
#include <WiFiNINA.h>
```

Imatge 7.1. Programa demostració MQTT

Seguim connectant el client del MQTT al nostre WiFi per a que hi hagi comunicació.

Definim la variable lastMillis com a unsigned long, les quals son variables sense signe de gran llargària per a l'emmagatzemament de nombres fins a 32 bits. No inclouen nombres negatius.

void connect(): Encarregat de fer la connexió amb el WiFi gràcies a les credencials que havíem posat prèviament al programa.

```
WiFiClient net;  
MQTTClient client;  
unsigned long lastMillis = 0;  
void connect() {  
  Serial.print("checking wifi...");  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    Serial.print(".");  
    delay(1000);  
  }  
  Serial.print("\nconnecting...");  
  while (!client.connect(DEV_NAME, MQTT_USER, MQTT_PW)) {  
    Serial.print(".");  
    delay(1000);  
  }  
  Serial.println("\nconnected!");  
  client.subscribe("/hello");  
}
```

Imatge 7.2. Programa demostració MQTT



void messageReceived(): En aquesta funció es rep el missatge emès pel broker format per un tòpic i un payload.

En aquest cas, hem de rebre un tòpic “/hello” amb el payload “open” per a que el nostre LED canviï el seu estat a HIGH, i payload “closed” amb el mateix tòpic, per a que s’apagui.

```
void messageReceived(String &topic, String &payload) {  
  Serial.println("incoming: " + topic + " - " + payload);  
  if (topic == "/hello") {  
    if (payload == "open") {  
      Serial.println("open");  
      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);  
    } else if (payload == "closed") {  
      Serial.println("closed");  
      digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  
    }  
  }  
}
```

Imatge 7.3. Programa demostració MQTT

void setup(): Funció on es defineix l’inicialització dels diferents dispositius que utilitzarem i quina serà la seva funció.

En aquest cas iniciem el Serial, la connexió via WiFi, el client del broker al seu port de connexió i posem a escoltar el void messageReceived.

```
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  WiFi.begin(ssid, pass);  
  client.begin(BROKER_IP, 1883, net);  
  client.onMessage(messageReceived);  
  connect();  
}
```

Imatge 7.4. Programa demostració MQTT

void loop(): Funció bucle principal que es va repetint durant tot el programa.

En aquest cas fem que el client es posi el loop per a poder anar llegint qualsevol missatge rebut.

Fem un petit condicional per a aconseguir que cada segon el Publisher publiqui un “/hello” “world” per a comprovar que segueix llegint.

```
void loop() {  
  client.loop();  
  if (!client.connected()) {  
    connect();  
  }  
  if (millis() - lastMillis > 1000) {  
    lastMillis = millis();  
    client.publish("/hello", "world");  
  }  
}
```

Imatge 7.5. Programa demostració MQTT

RESUM PROGRAMA

Aquest programa es bàsicament per a comprovar la funcionalitat de la connexió MQTT, Publisher → Broker → Subscriber.

Cada segon el Publisher anirà publicant “world” al nostre subscriber, però no serà fins que publiqui “open” o “closed” que veurem un canvi en el nostre led ja que és així com ho hem programat.

DISSENY PART DEMOSTRATIVA

COMPONENTS

HC-SR04

Sensor d'ultrasons, dispositiu que ens serveix per a mesurar distàncies.

El seu funcionament es basa en l'emissió d'una pulsació d'alta freqüència inaudible, aquesta pulsació rebota en l'objecte més proper i es capturat pel micròfon específic integrat al sensor. Mesurant el temps entre pulsacions i coneixent la velocitat del so, podem saber la distància de l'objecte al que està rebotant la pulsació.

Aquest sensor té un rang de mesura de 2cm a 400cm, amb una resolució de 0,3cm. És un sensor de de baixa precisió. La orientació de la superfície a mesurar pot provocar que la ona es reflexi, tenint així una mesura errònia.

Com funciona?

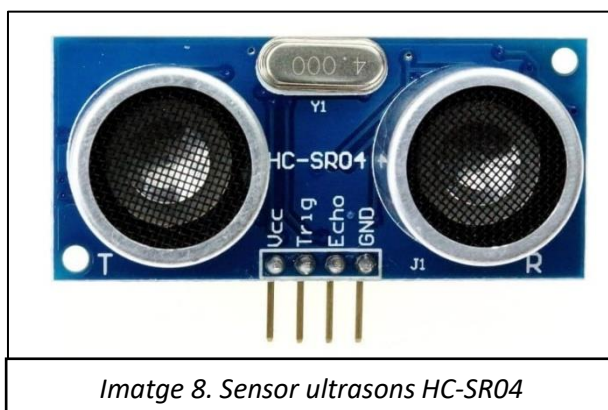
El sensor tal i com hem dit es basa en la mesura del temps entre l'emissió i la recepció del pols sonor. Sabent les dades essencials com la velocitat de l'aire (343 m/s) i treballant en unes condicions específiques de temperatura ambient (20 °C), humitat (50%) i pressió atmosfèrica al nivell del mar, podem realitzar els següents càlculs:

$$343 \frac{m}{s} \cdot \frac{100cm}{m} \cdot \frac{1}{1000000} \frac{s}{\mu s} = \frac{1}{29,2} \frac{cm}{\mu s}$$

Per tant, podem concloure que el so només tarda 29,2 microsegons en recórrer un centímetre.

Així podem obtenir la distància:

$$Distància (cm) = \frac{Temps (\mu s)}{29,2 \cdot 2}$$

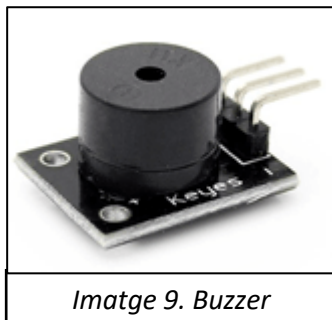




Buzzer

Un buzzer és un dispositiu que ens permet obtenir una ona de so a partir d'una senyal elèctrica. Aquests dispositius no presenten cap electrònica interna, per tant hem de proporcionar una senyal elèctrica per a aconseguir el so.

Aquests buzzers són transductors piezoelèctrics que tenen la propietat de variar el seu volum al ser travessats per corrents elèctrics. El buzzer aprofita aquest fenomen per a fer vibrar una membrana.



Imatge 9. Buzzer

Teclat matricial

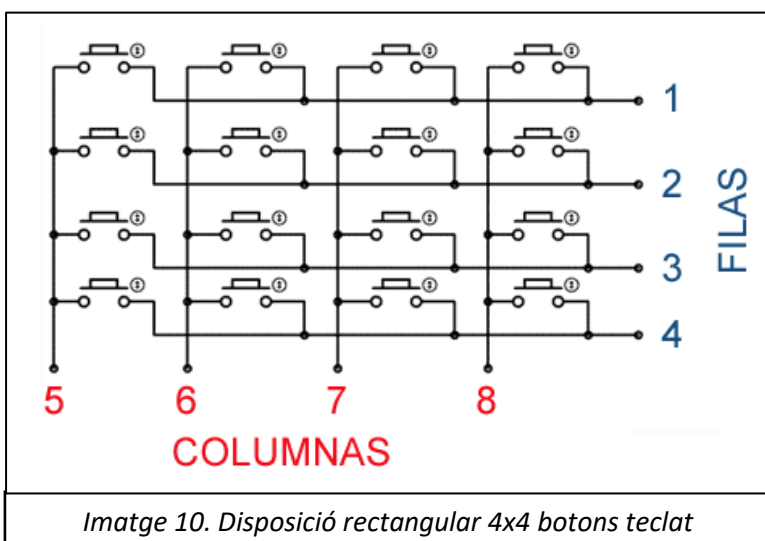
Un teclat matricial és un dispositiu que agrupa diferents polsadors i permet controlar-los mitjançant un nombre de conductors inferior al que es necessitaria de forma individual.

Són dispositius que agrupen els polsadors en files i columnes formant així una matriu. Aquests són bastant freqüents en electrònica i informàtica, els teclats d'ordinador són un clar exemple.

L'avantatge que tenen els teclats matricials es que poden funcionar amb un menor nombre de conductors per a determinar la pulsació de les tecles.

Com funcionen?

Per a funcionar es connecta un extrem del polsador a terra i l'altra a una entrada digital amb resistència de PULL-UP. Per a llegir totes tecles es realitza un escombrat per files, definint totes les files a 5V i totes les columnes com a entrades. Procedim posant cada fila a 0V i llegint les entrades de les columnes, un cop això fet, posem la fila a 5V un altre cop i passem a la següent. Així successivament fins haver recorregut totes les files fins a trobar la tecla pitjada.

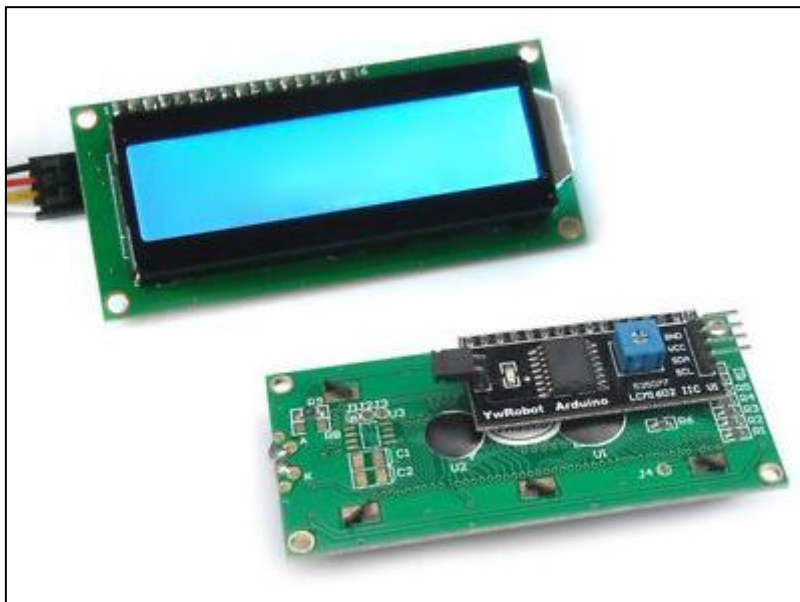


Imatge 10. Disposició rectangular 4x4 botons teclat

Pantalla LCD + I2C

Una pantalla LCD (Liquid Crystal Display) és un dispositiu dissenyat per a mostrar informació en forma gràfica. Es fan servir per a dotar d'un display a un autòmata.

El controlador I2C és un dispositiu que ens permet controlar una pantalla a través d'un bus I2C. Això disminueix significativament la quantitat de cables a utilitzar. El bus I2C ens permet només utilitzar 2 cables, el CLK i el SDA per a enviar dades.



Imatge 11. Pantalla LCD + I2C

Polsador

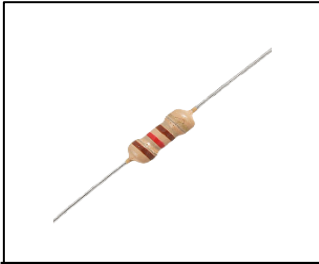
Un polsador és un dispositiu electrònic que ens serveix per a canviar l'estat d'una entrada digital de LOW a HIGH o al revés.



Imatge 12. Polsador

Resistències

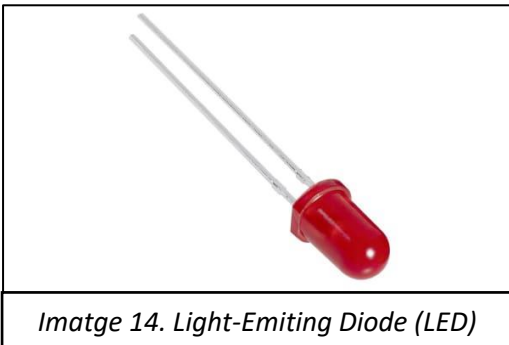
Una resistència és un dispositiu electrònic que s'utilitza per a l'oposició al flux del corrent elèctric a través d'un conductor.



Imatge 13. Resistència

Led

Un led (Light-emiting díode) és una font de llum constituïda per un material semiconductor dotat de dos terminals. Es tracta d'una unió p-n, que emet llum quan està activat.

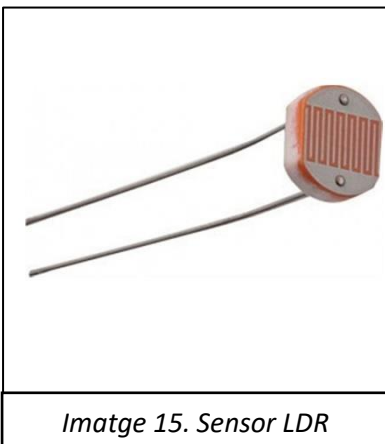


Imatge 14. Light-Emitting Diode (LED)

Sensor LDR

Un sensor LDR (Light Dependent Resistor) es caracteritza per ser un component passiu resistència del qual varia en funció de la llum que rep.

Com més llum rep, més disminueix la resistència.



Imatge 15. Sensor LDR

Relé

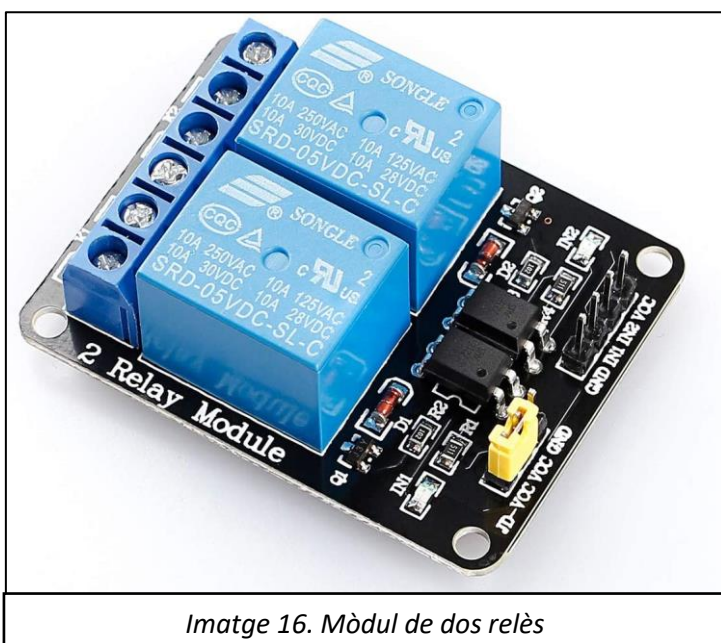
Un relé és un dispositiu electromecànic que permet a un processador com Arduino controlar càrregues a un nivell de tensió o intensitat molt superior a les que la seva electrònica pot suportar.

Amb un relé podem controlar càrregues a 230V de corrent alterna i intensitats de 10A que són amb els paràmetres que funcionen normalment els nostres dispositius domèstics.

Com funciona?

Un relé es semblant a un interruptor convencional, però que en comptes d'accionar-se manualment, es realitza mitjançant l'electrònica. Aquest consta de 2 circuits, el primari, on es connecta tota l'electrònica de baixa tensió, és a dir, la del arduino, i el secundari que és l'encarregat de connectar o desconnectar la càrrega.

En el nostre cas fem servir un mòdul que integra dos relés per a poder controlar quan el motor funciona en un sentit (pujada) i quan funciona en l'altre (baixada).



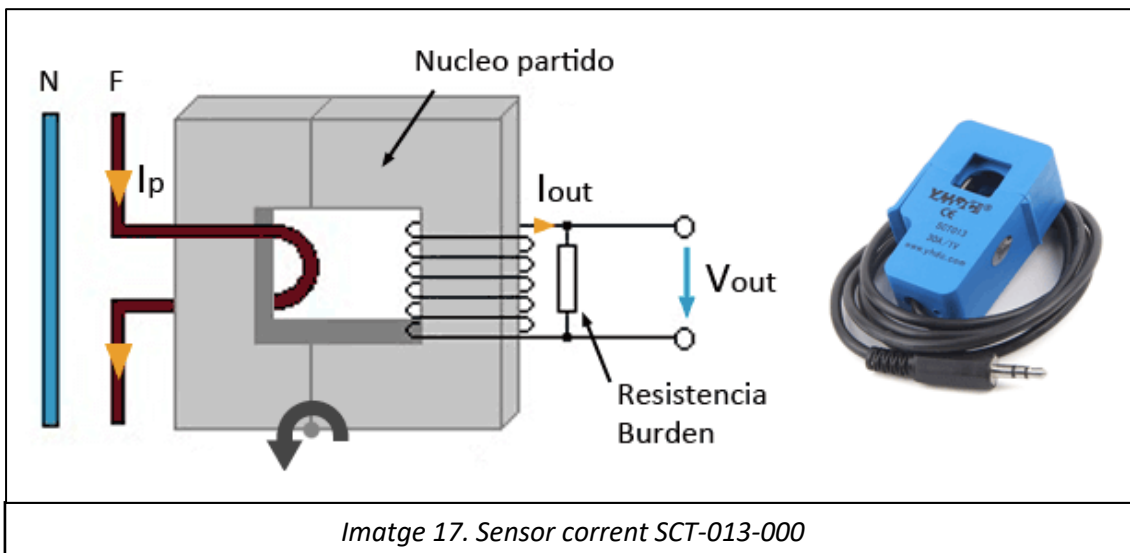
Imatge 16. Mòdul de dos relès

Sensor corrent SCT-013-000

El sensor SCT-013 és un sensor de corrent no invasiu que permet mesurar la intensitat que travessa un conductor sense necessitat de tallar o modificar el conductor.

La mesura es fa per inducció magnètica.

Aquests sensors disposen d'un nucli ferromagnètic partit que permet obrir-lo per a envoltar un conductor d'una instal·lació elèctrica sense necessitat de tallar-lo.



Placa solar

Panell solar mini portàtil. (5V, 60 mA, 0,3W)

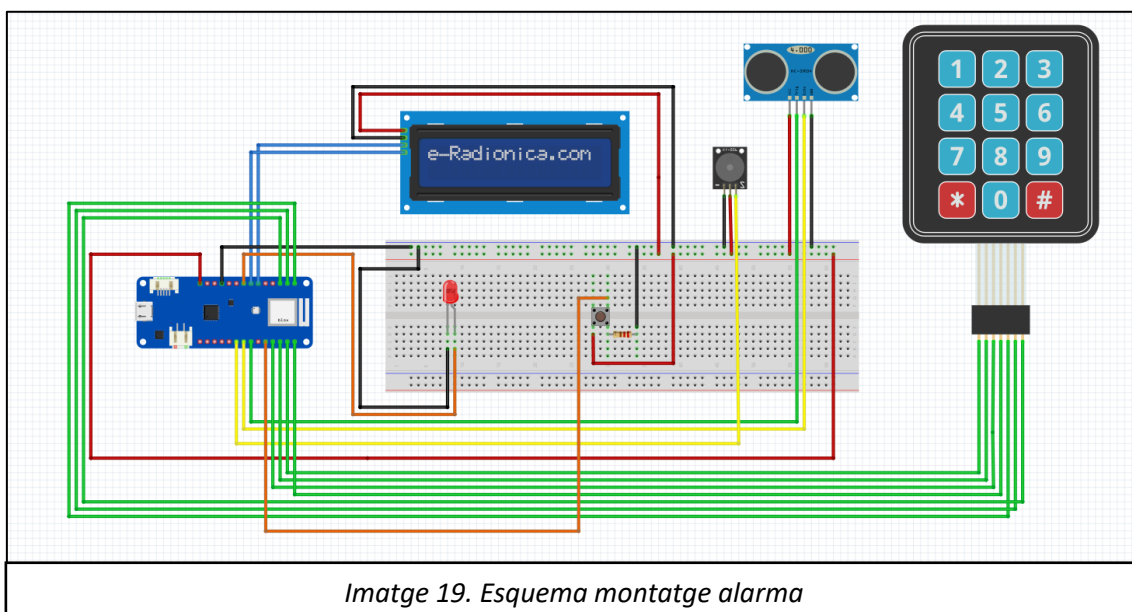


ALARMA

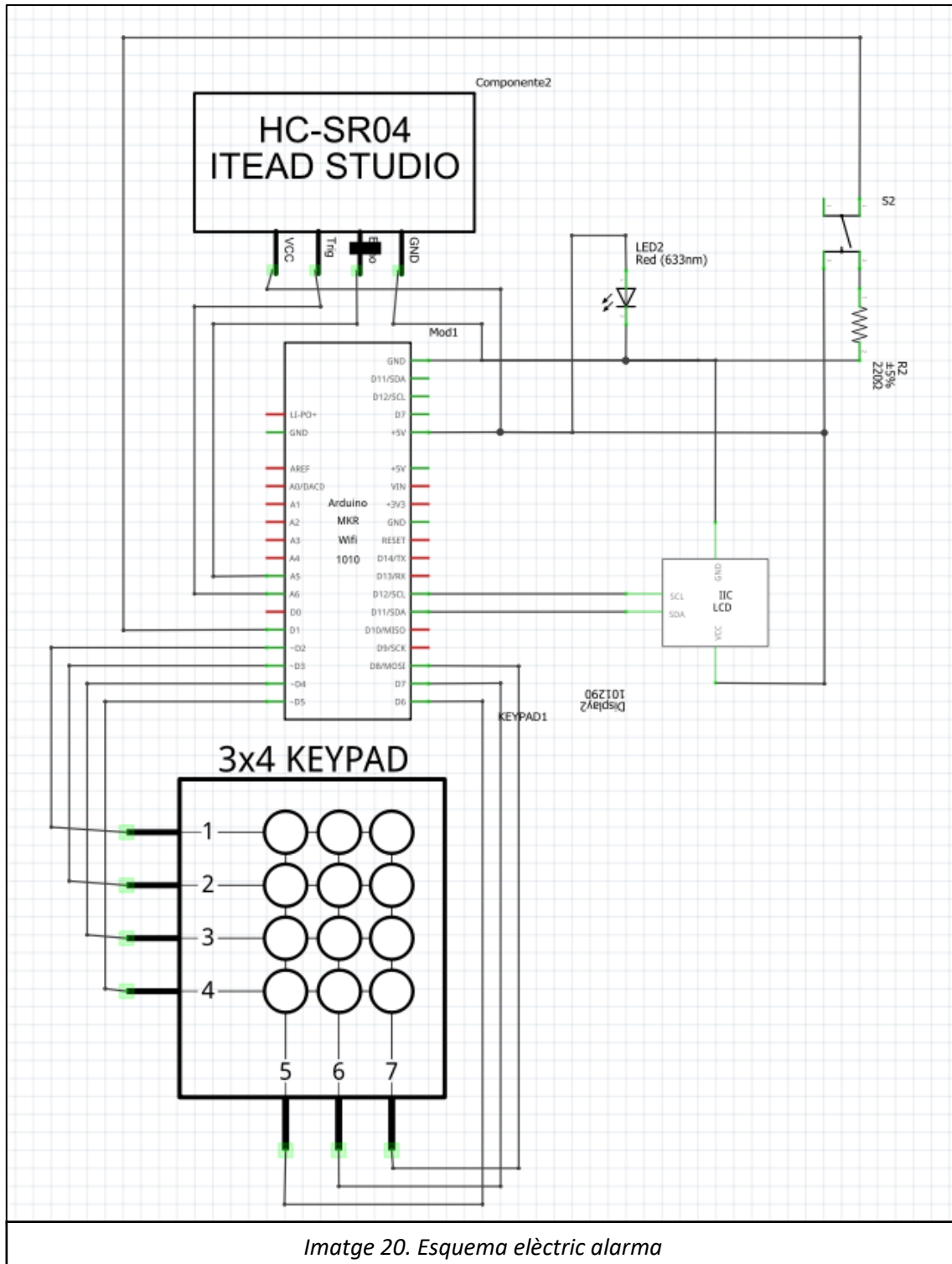
COMPONENTS:

- HC-SR04
- Buzzer
- Teclat matricial
- Pantalla LCD + I2C
- Polsador
- Resistències
 - o 1 x 330 Ω
- Led

Esquema muntatge



Esquema elèctric





PROGRAMA

Primerament definim tal i com hem comentat abans la IP del Broker, el nom que tindrà el nostre dispositiu dins del broker, el nom d'usuari i la seva contrasenya.

Posteriorment incloem les llibreries necessàries per a poder executar aquest programa:

- MQTT → Llibreria per a la comunicació MQTT amb el broker.
- WiFiNINA → Llibreria per a la comunicació via WiFi.
- KeyPad → Llibreria per a la utilització del teclat.
- Password → Llibreria que ens permet facilitar el procés de creació i comprovació de contrasenya.
- Wire → Llibreria que ens permet la comunicació amb I2C.
- LiquidCrystal_I2C → Llibreria que ens permet connectar-nos amb la pantalla.

```
#define BROKER_IP      "192.168.1.161"  
#define DEV_NAME      "mqttdevice1"  
#define MQTT_USER     "mqtt_user1"  
#define MQTT_PW       "mqtt_password"  
const char ssid[] = "Iguana.cat-97DD60";  
const char pass[] = "263ec09a2c";  
#include <MQTT.h>  
#include <WiFiNINA.h>  
#include <Keypad.h>  
#include <Password.h>  
#include <Wire.h> //  
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

Imatge 21.1. Programa Alarma

Iniciem també el teclat. Gràcies a la llibreria, simplement donant el nombre de files i columnes, junt a la distribució de les tecles ja tenim el teclat preparat per a funcionar.

Amb la llibreria de password definim la nostra contrasenya, que en aquest cas serà "1234"

```
//INICIEM PANTALLA
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2); |
//INICIEM TECLAT
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {2, 3, 4, 5};
byte colPins[COLS] = {6, 7, 8, 9};
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
//INICIEM PINS
int D0 = 0;
int D7 = 10;
Password password = Password( "1234" ); //Definim la contrasenya
const int EchoPin = 20;
const int TriggerPin = 21;
```

Imatge 21.2. Programa Alarma

A continuació definim 2 variables que necessitarem més endavant com són el cm i el comp.
A més, afegim el pin que utilitzarà el buzzer.

void connect (): Encarregat de fer la connexió amb el WiFi gràcies a les credencials que havíem posat prèviament al programa.

Ahora ens subscriuim als tòpics pels quals posteriorment rebrem alguna informació.

void messageReceived(): En aquesta funció es rep el missatge emès pel broker format per un tòpic i un payload. Es comprova en una condició IF si aquest missatge rebut té el tòpic "/house/out" i en cas afirmatiu es modifica el valor de la variable comp per 1.

En el cas d'aquest programa només s'actua quan rebem el tòpic "/house/out" independentment del seu payload, ja que aquí simplement volem que s'activi l'alarma quan algú premi el botó que indica que aquest es fora de casa.

```
int cm;
int comp=0;
int buzzer = 19 ;

WiFiClient net;
MQTTClient client;

void connect() {
  Serial.print("checking wifi...");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.print("\nconnecting...");
  while (!client.connect(DEV_NAME, MQTT_USER, MQTT_PW)) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.println("\nconnected!");
  client.subscribe("/house/out");
  client.subscribe("/house/in");
  client.subscribe("/house/hab");
}

void messageReceived(String &topic, String &payload) {
  Serial.println("incoming: " + topic + " - " + payload);
  if (topic == "/house/out"){
    comp=1;
    loop();
  }
}}
```

Imatge 21.3. Programa Alarma



void setup(): Funció on es defineix l'inicialització dels diferents dispositius que utilitzarem i quina serà la seva funció.

Iniciem la pantalla LCD amb el `lcd.init()` i el `lcd.backlight()`.

Definim la funció d'alguns pins, és a dir, si faran d'entrada (INPUT) o sortida (OUTPUT)

Definim també el `keypad.addEventListener`, bloc molt important que serà el que estarà al cas de quan qualsevol event succeeixi al teclat, llavors intervindrà.

Inicialitzem el WiFi, amb el SSID i la contrasenya PASS que hem definit abans. Fem el mateix amb el broker, amb la seva IP, el port que utilitzarà i la net. El `client.onMessage` que també estarà atent per quan qualsevol missatge sigui enviat.

```
void setup() {  
  lcd.init();  
  lcd.backlight();  
  Serial.begin(115200);  
  pinMode(buzzer, OUTPUT);  
  pinMode(TriggerPin, OUTPUT);  
  pinMode(EchoPin, INPUT);  
  keypad.addEventListener(keypadEvent);  
  pinMode(D7, OUTPUT);  
  pinMode(D0, INPUT);  
  pinMode(0, OUTPUT);  
  WiFi.begin(ssid, pass);  
  client.begin(BROKER_IP, 1883, net);  
  client.onMessage(messageReceived);  
  connect();  
}
```

Imatge 21.4. Programa Alarma

void loop(): Funció bucle principal que es va repetint durant tot el programa.

Com podem veure, en aquest cas, primerament omple la variable cm que després veurem on la utilitza. Després apart d'estar llegint sempre el client per si algú enviés un missatge via MQTT entra en una condició (IF). Aquesta condició farà que si la lectura del pin1 és HIGH, és a dir que algú ha premut el botó de activar l'alarma, la nostra variable comptador és posi a 1. Detall que farà que al següent condicional, quan detecti que aquest comptador és 1, enviï el programa al void encesa(), que més endavant veurem que fa.

En el cas de que aquesta variable comptador sigui 0, el programa va al void apagada(), que després també comentarem amb més detall.

```
void loop() {  
  cm = ping(TriggerPin, EchoPin);  
  client.loop();  
  if (digitalRead(1) == HIGH) {  
    comp=1;  
  }  
  
  if (comp==1) {  
    encesa();  
  }  
  
  if (comp==0) {  
    apagada();  
  }  
}
```

Imatge 21.5. Programa Alarma

void keypadEvent(): Funció que està sempre atenta a qualsevol event que pugui passar sobre les tecles del teclat, actuant en conseqüència.

Així que quan la alarma està encesa, quan introduïm la contrasenya i premem '*', directament passem al case '*' on netejem pantalla i avancem al checkPassword() que veurem més endavant. En aquest cas, el '*' el fem servir com a botó per a enviar la contrasenya a comprovar si és correcta.

En el cas que premem '#' passem al case '#' on apart de netejar la pantalla fem reset de la contrasenya que havíem escrit per pantalla i podem tornar-la a escriure.

En aquest cas el '#' el fem servir per si t'equivoques ficant la contrasenya, que puguis reiniciar l'intent i tornar a introduir la contrasenya.

```
void keypadEvent (KeypadEvent Key) {  
  switch (keypad.getState ()) {  
    case PRESSED:  
      switch (Key) {  
        case '*':  
          lcd.clear ();  
          checkPassword ();  
          break;  
        case '#':  
          lcd.clear ();  
          password.reset ();  
          lcd.begin (16, 2);  
          lcd.print ("PASSWORD");  
          lcd.setCursor (0, 1);  
          break;  
        default: password.append (Key);  
      }  
    }  
  }  
}
```

Imatge 21.6. Programa Alarma



void SORTIRALARMA(): Funció en forma de bucle del que no es pot sortir si no es prem el botó '*' per a comprovar contrasenya o el '#' que ens deixa tornar escriure la contrasenya si ens hem equivocat escrivint. Mentrestant la seva funció es fer sonar l'alarma.

```
void SORTIRALARMA() {  
  analogWrite (A4, 20);  
  char key = keypad.getKey();  
  Serial.println(key);  
  Serial.println(cm);  
  if (key != NO_KEY and key != '*' and key != '#'){  
    lcd.print(key);}  
  SORTIRALARMA();  
}
```

Imatge 21.7. Programa Alarma

void TEMP(): Funció amb la funció de mostrar per la pantalla LCD "ALARMA ON" quan s'hi entra i comprovar en tot moment si es detecta algú amb el sensor d'ultrasons. En cas positiu s'avançaria al void ALARMA() on aquesta s'activaria. En cas contrari estaria aquí dins en bucle comprovant en tot moment el sensor d'ultrasons.

```
void TEMP() {  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("ALARMA ON");  
  Serial.print("TEMP");  
  cm = ping(TriggerPin, EchoPin);  
  if (cm < 70){  
    lcd.clear();  
    ALARMA();  
  }else{  
    digitalWrite(0,LOW);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("ALARMA ON");  
    delay(1000);  
    TEMP();  
  }  
}
```

Imatge 21.8. Programa Alarma

void encesa(): Funció que actua quan l'alarma s'ha d'activar, escrivint per pantalla un compte enrere de 5 segons fins a 0 abans de posar-se en marxa.

Posteriorment avança al void TEMP() on l'alarma ja estarà activa.

```
void encesa() {  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("ALARMA ON IN:");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("5 SEC");  
  delay(1000);  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("ALARMA ON IN:");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("4 SEC");  
  delay(1000);  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("ALARMA ON IN:");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("3 SEC");  
  delay(1000);  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("ALARMA ON IN:");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("2 SEC");  
  delay(1000);  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("ALARMA ON IN:");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("1 SEC");  
  delay(1000);  
  TEMP();  
}
```

Imatge 21.9. Programa Alarma

void apagada(): Funció que actua quan l'alarma està apagada mostrant per pantalla el text "ALARMA OFF" i mantenint el LED, que mostra l'estat de l'alarma, apagat.

```
void apagada() {  
  client.loop();  
  lcd.clear();  
  lcd.print("ALARMA OFF");  
  digitalWrite(0, LOW);  
  lcd.setCursor(0, 1);  
  delay(100);  
  loop();  
}
```

Imatge 21.10. Programa Alarma

void checkPassword(): Funció que s'encarrega de avaluar si la contrasenya introduïda és correcta o no. En cas afirmatiu printa per pantalla "CORRECTE" i torna al loop. En cas negatiu printa "INCORRECTE" i torna al void ALARMA.

```
void checkPassword() {  
  if (password.evaluate()) {  
    lcd.print("CORRECTE");  
    delay(1500);  
    password.reset();  
    lcd.clear();  
    comp=0;  
    loop();  
  }  
  else {  
    lcd.print("INCORRECTE");  
    delay(1500);  
    password.reset();  
    lcd.clear();  
    lcd.begin(16, 2);  
    lcd.print("PASSWORD ");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    ALARMA();  
  }  
}
```

Imatge 21.11. Programa Alarma

void ALARMA(): Funció que engega l'alarma i posa "PASSWORD" a la pantalla esperant una contrasenya a introduir per a poder ser apagada. Avança al void SORTIRALARMA().

```
void ALARMA () {  
    analogWrite (A4, 20);  
    lcd.setCursor (0, 0);  
    lcd.print ("PASSWORD:");  
    lcd.setCursor (0, 1);  
    digitalWrite (0, HIGH);  
    SORTIRALARMA ();  
}
```

Imatge 21.12. Programa Alarma

Part del programa que s'encarrega de generar un pols pel TriggerPin i processar-lo quan el torna a rebre per EchoPin. Aconseguint així saber el temps entre pulsos en microsegons, i per tant saber la distància en cm a la que hi ha l'objecte més proper al sensor de ultrasons.

```
int ping(int TriggerPin, int EchoPin) {  
    long duration, distanceCm;  
  
    digitalWrite(TriggerPin, LOW);  
    delayMicroseconds(4);  
    digitalWrite(TriggerPin, HIGH);  
    delayMicroseconds(10);  
    digitalWrite(TriggerPin, LOW);  
  
    duration = pulseIn(EchoPin, HIGH);  
  
    distanceCm = duration * 10 / 292 / 2;  
    return distanceCm;  
}
```

Imatge 21.13. Programa Alarma



RESUM PROGRAMA

Aquest programa és l'alarma d'una casa domòtica.

El seu funcionament és el següent:

L'alarma està parada mostrant per pantalla "ALARMA OFF".

Quan algú prem el botó d'activar alarma, ja sigui des del mòbil o des del botó físic del panell de l'alarma, aquesta posa un compte enrere de 5 segons i es posa en marxa.

Un cop en marxa el sensor d'ultrasons s'encén enviant i rebent polsos fins que un d'aquests està per sota de la distància determinada.

Llavors en posa en marxa la botzina i et demana la contrasenya per pantalla.

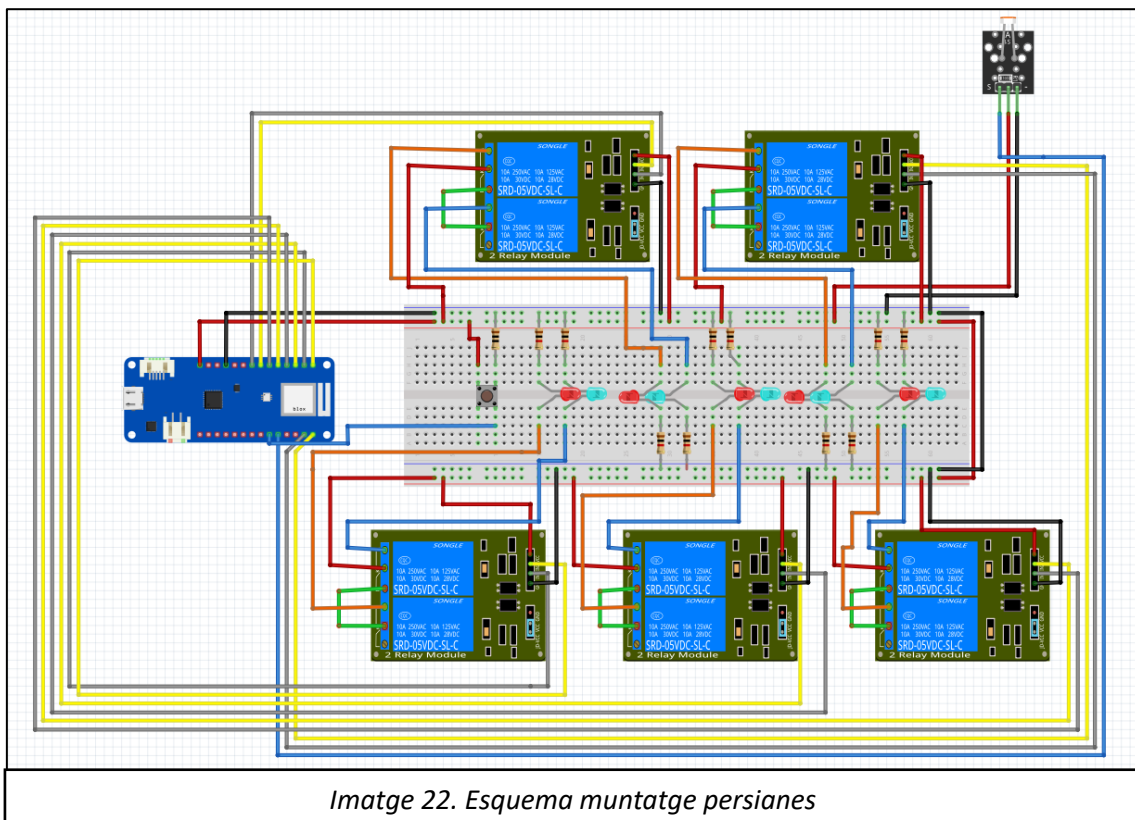
Fins que no s'introdueix la contrasenya ben ficada l'alarma no deixa de sonar. Quan ja és ben introduïda, l'alarma torna al "ALARMA OFF" fins que algú torni a encendre-la.

PERSIANES

COMPONENTS:

- Relé
- Resistències
 - o 1 x 330 Ω
 - o 10 x 1k Ω
- Polsador
- Led
- Sensor LDR

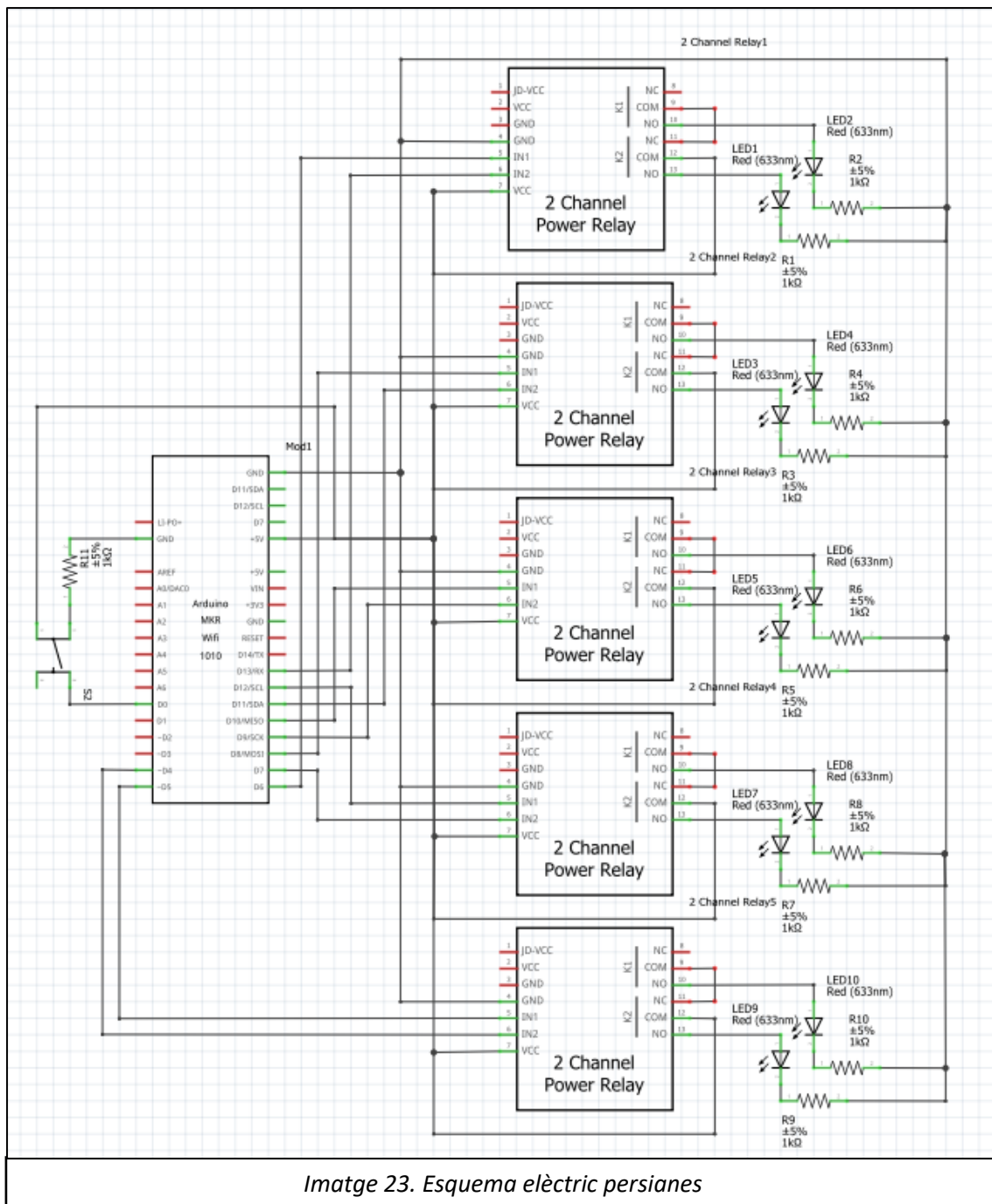
Esquema muntatge



Imatge 22. Esquema muntatge persianes



Esquema elèctric



Imatge 23. Esquema elèctric persianes



PROGRAMA

Primerament definim tots els pins que farem servir.

En el nostre cas:

Relé 1 (12,13)

Relé 2 (6,7)

Relé 3 (8,9)

Relé 4 (10,11)

Relé 5 (1,3)

També creem les variables comp, compt2, compt3 i compt4.

Definim ON = 0 , OFF = 1.

Posem els paràmetres de la nostra xarxa WiFi i del broker, el nom del nostre dispositiu junt amb el nom i contrasenya MQTT.

Incloem també les llibreries MQTT i WiFİNINA.

```
int IN1 = 12;
int IN2 = 13;
int IN3 = 6;
int IN4 = 7;
int IN5 = 8;
int IN6 = 9;
int IN7 = 10;
int IN8 = 11;
int IN9 = 1;
int IN10 = 3;
int comp=0;
int compt2=0;
int compt3=0;
int compt4=0;
#define ON 0
#define OFF 1
#define BROKER_IP "192.168.1.161"
#define DEV_NAME "mqttdevice"
#define MQTT_USER "mqtt_user"
#define MQTT_PW "mqtt_password"
const char ssid[] = "Iguana.cat-97DD60";
const char pass[] = "263ec09a2c";
#include <MQTT.h>
#include <WiFİNINA.h>
```

Imatge 24.1. Programa persianes



void connect (): Encarregat de fer la connexió amb el WiFi gràcies a les credencials que havíem posat prèviament al programa.

Ens subscriuim també als tòpics que necessitarem estar atents en aquest programa per a rebre informació ("/house/hab", "house/out", "/house/AutoPersianas").

```
WiFiClient net;
MQTTClient client;
void connect() {
  Serial.print("checking wifi...");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.print("\nconnecting...");
  while (!client.connect(DEV_NAME, MQTT_USER, MQTT_PW)) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.println("\nconnected!");
  client.subscribe("/house/hab");
  client.subscribe("/house/out");
  client.subscribe("/house/AutoPersianas");
}
```

Imatge 24.2. Programa persianes

void messageReceived(): En aquesta funció es rep el missatge emès pel broker format per un tòpic i un payload.

En aquest cas tenim una estructura més complicada que en l'anterior, ja que hem d'estar atents a rebre de 3 tòpics i 10 payloads diferents.

Com es pot veure, inicialment si s'envia un missatge per "/house/hab" tenim la variable comp que es posa a valor 0 i depenent del payload rebut, activa un relé o un altre, fent així pujar o baixar la persiana.

```
void messageReceived(String &topic, String &payload) {
    Serial.println("incoming: " + topic + " - " + payload);

    if (topic == "/house/hab"){
        comp=0;
        while (comp=1) {
            if (compt3==1){
                relay_SetStatus(OFF, OFF);
                relay_SetStatus2(OFF, OFF);
                relay_SetStatus3(OFF, OFF);
                relay_SetStatus4(OFF, OFF);
                relay_SetStatus5(OFF, OFF);
                compt3=0;
                nosurt();
            }
            if ((payload == "open1")){
                relay_SetStatus(ON, OFF);}
            else if ((payload == "closed1")){
                relay_SetStatus(OFF, ON);}
            else if ((payload == "open")){
                relay_SetStatus2(ON, OFF);}
            else if ((payload == "closed")){
                relay_SetStatus2(OFF, ON);}
            else if ((payload == "open2")){
                relay_SetStatus3(ON, OFF);}
            else if ((payload == "closed2")){
                relay_SetStatus3(OFF, ON);}
            else if ((payload == "open3")){
                relay_SetStatus4(ON, OFF);}
            else if ((payload == "closed3")){
                relay_SetStatus4(OFF, ON);}
            else if ((payload == "open4")){
                relay_SetStatus5(ON, OFF);}
            else if ((payload == "closed4")){
                relay_SetStatus5(OFF, ON);}
        }loop();}
}
```

Imatge 24.3. Programa persianes



Seguim en la mateixa funció, en aquest cas amb el tòpic `"/house/out"` o `"/house/AutoPersianas"`. Si un d'aquests dos es prem, entrem en un while funció del qual és estar comprovant en tot moment l'estat de l'entrada del pin 2, ja que aquesta és el sensor de llum que ens dirà si és de dia o de nit. Això ho fem per a quan no hi ha ningú a casa que les persianes es baixin o es pugin soles depenent de l'hora del dia.

```

if ((topic == "/house/out") or (topic == "/house/AutoPersianas")){
  comp=1;
  while (comp=1){
    if ((digitalRead(2) == 1) and (compt2==0)){
      compt2=1;
      relay_SetStatus(ON, OFF);
      relay_SetStatus2(ON, OFF);
      relay_SetStatus3(ON, OFF);
      relay_SetStatus4(ON, OFF);
      relay_SetStatus5(ON, OFF);
      if (digitalRead(0)==HIGH){
        relay_SetStatus(OFF, OFF);
        relay_SetStatus2(OFF, OFF);
        relay_SetStatus3(OFF, OFF);
        relay_SetStatus4(OFF, OFF);
        relay_SetStatus5(OFF, OFF);
      }
    }

    if ((digitalRead(2) == 0) and (compt2==1)){
      compt2=0;
      relay_SetStatus(OFF, ON);
      relay_SetStatus2(OFF, ON);
      relay_SetStatus3(OFF, ON);
      relay_SetStatus4(OFF, ON);
      relay_SetStatus5(OFF, ON);
      if (digitalRead(0)==HIGH){
        relay_SetStatus(OFF, OFF);
        relay_SetStatus2(OFF, OFF);
        relay_SetStatus3(OFF, OFF);
        relay_SetStatus4(OFF, OFF);
        relay_SetStatus5(OFF, OFF);
      }
    }
  }
  loop();}}}

```

Imatge 24.4. Programa persianes



void setup(): Funció on es defineix l'inicialització dels diferents dispositius que utilitzarem i quina serà la seva funció.

En aquest cas iniciem el WiFi amb el SSID i la contrasenya introduïdes abans, el serial, el client del broker i el client per a llegir en tot moment un missatge que vingui del broker.

També inicialitzem els relés al void relay_init() amb unes premisses especials que després veurem.

```
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  client.begin(BROKER_IP, 1883, net);
  client.onMessage(messageReceived);
  connect();
  relay_init();
}
```

Imatge 24.5. Programa persianes

void loop(): Funció bucle principal que es va repetint durant tot el programa.

Cridem al client per a que estigui atent tota l'estona.

Ahora estem atents en tot moment en una condició IF per si el pin 0 és premut, passaríem tots els relés al estat 0, és a dir, sense electricitat. Això està fet per a simular un final de carrera que ja tenen incorporat els motors de persiana, però que nosaltres no disposem en la simulació.

```
void loop() {
  client.loop();
  if (digitalRead(0)==HIGH) {
    compt3=1;
    relay_SetStatus(OFF, OFF);
    relay_SetStatus2(OFF, OFF);
    relay_SetStatus3(OFF, OFF);
    relay_SetStatus4(OFF, OFF);
    relay_SetStatus5(OFF, OFF);
  }
}
```

Imatge 24.6. Programa persianes



void relay_init(): Funció que s'encarrega d'inicialitzar tots els relés en mode (OFF,OFF) és a dir, tots apagats.

Aquesta funció està cridada a l'inici del programa per a que tots comencin apagats.

```
void relay_init(void)
{
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
  pinMode(IN5, OUTPUT);
  pinMode(IN6, OUTPUT);
  pinMode(IN7, OUTPUT);
  pinMode(IN8, OUTPUT);
  pinMode(IN9, OUTPUT);
  pinMode(IN10, OUTPUT);
  relay_SetStatus(OFF, OFF);
  relay_SetStatus2(OFF, OFF);
  relay_SetStatus3(OFF, OFF);
  relay_SetStatus4(OFF, OFF);
  relay_SetStatus5(OFF, OFF);
}
```

Imatge 24.7. Programa persianes

void nosurt(): Funció que funciona com a bucle fins que el comptador 4 no torna a ser de valor 0.

```
void nosurt () {
  relay_SetStatus(OFF, OFF);
  relay_SetStatus2(OFF, OFF);
  relay_SetStatus3(OFF, OFF);
  relay_SetStatus4(OFF, OFF);
  relay_SetStatus5(OFF, OFF);
  if (compt4==0) {
    loop();
  }
  nosurt();
}
```

Imatge 24.8. Programa persianes



void relay_SetStatus(): Aquesta funció es crida als diferents condicionals modificant l'estat de cada relé depenent del caràcter que li enviem.

Per exemple, quan enviem “/house/hab” amb payload “open”, enviarem relay_SetStatus(ON,OFF), posant així en marxa el IN1 en ON i el IN2 en OFF.

```

void relay_SetStatus( unsigned char status_1, unsigned char status_2)
{
    digitalWrite(IN1, status_1);
    digitalWrite(IN2, status_2);
}

void relay_SetStatus2( unsigned char status_1, unsigned char status_2)
{
    digitalWrite(IN3, status_1);
    digitalWrite(IN4, status_2);
}

void relay_SetStatus3( unsigned char status_1, unsigned char status_2)
{
    digitalWrite(IN5, status_1);
    digitalWrite(IN6, status_2);
}

void relay_SetStatus4( unsigned char status_1, unsigned char status_2)
{
    digitalWrite(IN7, status_1);
    digitalWrite(IN8, status_2);
}

void relay_SetStatus5( unsigned char status_1, unsigned char status_2)
{
    digitalWrite(IN9, status_1);
    digitalWrite(IN10, status_2);
}
  
```

Imatge 24.9. Programa persianes

RESUM PROGRAMA

Aquest programa té la funció de obrir i tancar persianes mitjançant l'aplicació del mòbil.

Es podrà controlar persiana per persiana mitjançant els payloads ja que en tenim 10 de diferents, 2 per a cada persiana (un de baixada i un de pujada).

Ahora ens trobem amb l'opció d'automàtic, on si premem el botó aquest passarà a estar atent al sensor de llum i depenent de si és de dia o de nit pujarà o baixarà les persianes. Aconseguint així que cada dia pel matí s'obrin soles quan surti el sol i baixi quan aquest es pongui.

Tenim també el botó d'OUT, que farà la mateixa funció que el d'automàtic, en cas de que estiguem fora de casa pujarà i baixarà les persianes depenent del sol que hi hagi.

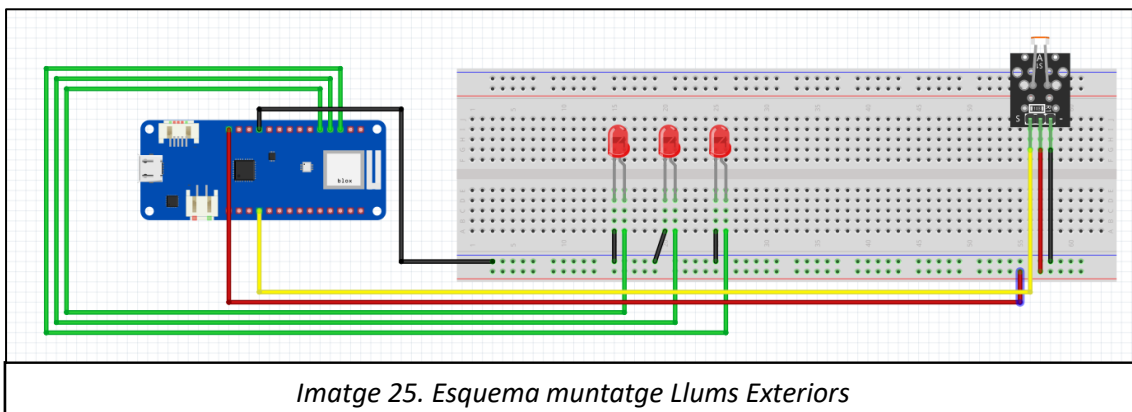


LLUMS EXTERIOR

COMPONENTS

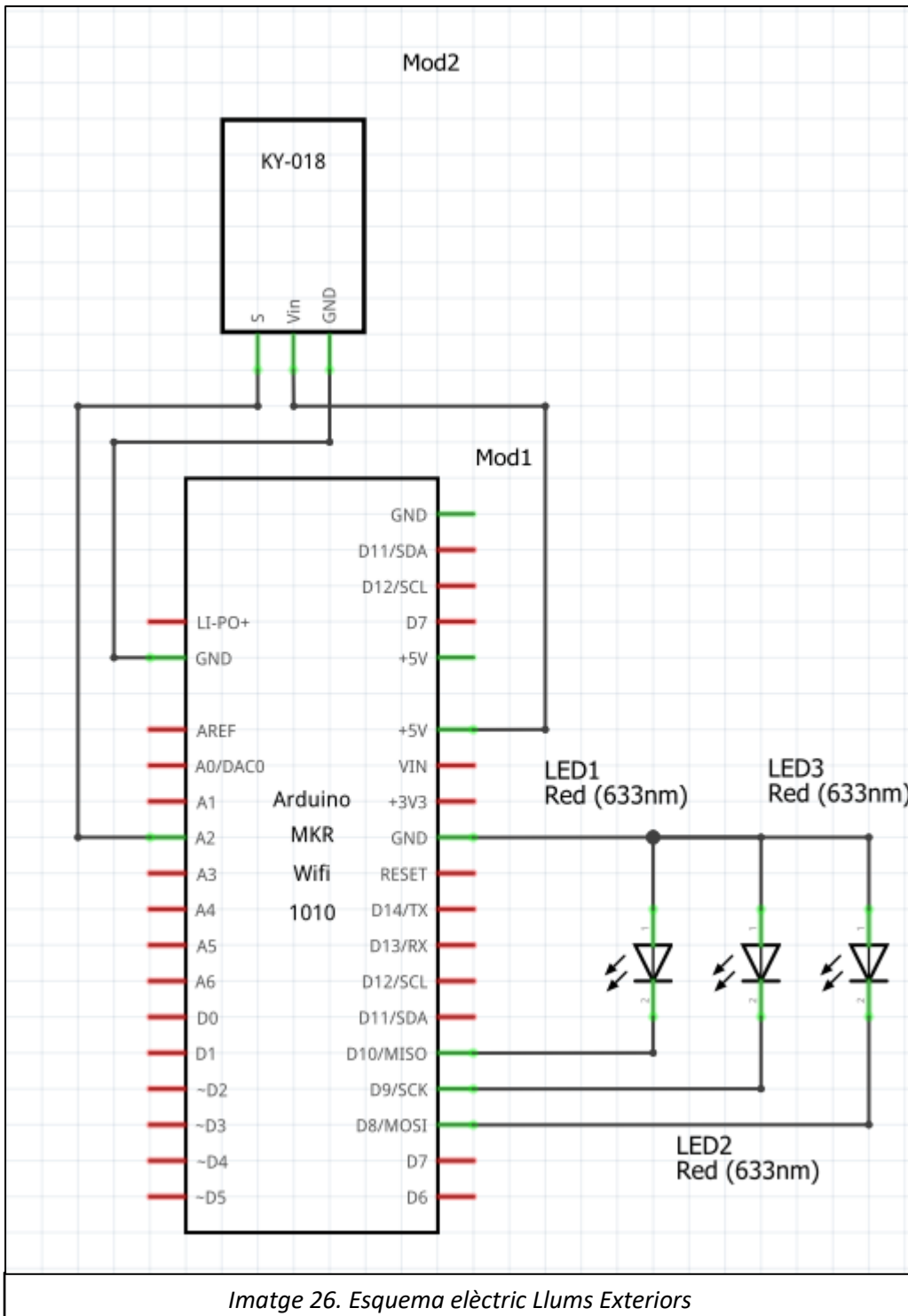
- Led
- Sensor LDR

Esquema muntatge



Imatge 25. Esquema muntatge Llums Exteriors

Esquema elèctric



Imatge 26. Esquema elèctric Llums Exteriors



PROGRAMA

Primerament com a tots els programes definim el BROKER, nom del dispositiu, nom d'usuari i contrasenya. Junt amb el SSID i contrasenya de la nostra xarxa WiFi.

Incloem també les llibreries MQTT i el WiFinINA.

```
#define BROKER_IP      "192.168.1.161"  
#define DEV_NAME      "mqttdevice1"  
#define MQTT_USER     "mqtt_user1"  
#define MQTT_PW       "mqtt_password"  
const char ssid[] = "Iguana.cat-97DD60";  
const char pass[] = "263ec09a2c";  
#include <MQTT.h>  
#include <WiFinINA.h>
```

Imatge 27.1. Programa Llums Exteriors

Definim després la variable comp amb valor inicial zero que ens servirà més endavant.

void connect (): Encarregat de fer la connexió amb el WiFi gràcies a les credencials que havíem posat prèviament al programa.

Ahora ens subscrim als tòpics que necessitem escoltar.

```
int comp=0;  
WiFiClient net;  
MQTTClient client;  
  
void connect() {  
  Serial.print("checking wifi...");  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    Serial.print(".");  
    delay(1000);  
  }  
  Serial.print("\nconnecting...");  
  while (!client.connect(DEV_NAME, MQTT_USER, MQTT_PW)) {  
    Serial.print(".");  
    delay(1000);  
  }  
  Serial.println("\nconnected!");  
  client.subscribe("/house/out");  
  client.subscribe("/house/in");  
}
```

Imatge 27.2. Programa Llums Exteriors

void messageReceived(): En aquesta funció es rep el missatge emès pel broker format per un tòpic i un payload.

En aquest cas escoltem dels tòpics “/house/in” quan l’usuari està dins de casa apagant o encenent a voluntat les llums de l’exterior. Prement els botons des del mòbil que enviaran el payload encès o apagat.

En cas de que l’usuari marxi de casa, aquest indica des del mòbil que ho fa i passem al “/house/out”, on el programa entra en un while que depenent del valor que reben del sensor de llum connectat al pin 2 s’encenen les llums o s’apaguen.

L’usuari també disposarà d’un botó de mode automàtic on entrarà al mateix lloc que si estigués fora de casa, tenint en compte el sensor de llum per a obrir o apagar les llums exteriors.

```
void messageReceived(String &topic, String &payload) {
  Serial.println("incoming: " + topic + " - " + payload);
  if (topic == "/house/in"){
    comp=0;
    while(comp=1){
      if ((payload == "ences")){
        digitalWrite(8, HIGH);
        digitalWrite(9, HIGH);
        digitalWrite(10, HIGH);}
      else if ((payload == "apagat")){
        digitalWrite(8, LOW);
        digitalWrite(9, LOW);
        digitalWrite(10, LOW);

      }loop();}
  }
  if ((topic == "/house/out") or (topic == "/house/AutoLlums")){
    comp=1;
    while (comp=1){
      if (digitalRead(2) == 1){
        digitalWrite(8,HIGH);
        digitalWrite(10,HIGH);
        digitalWrite(9,HIGH);
      }
      if (digitalRead(2) ==0){
        digitalWrite(8,LOW);
        digitalWrite(10,LOW);
        digitalWrite(9,LOW);
      }
    }loop();}}}
```

Imatge 27.3. Programa persianes



void setup(): Funció on es defineix l'inicialització dels diferents dispositius que utilitzarem i quina serà la seva funció.

En aquest cas iniciem el Serial, el WiFi amb els seus credencials prèviament introduïts al programa, indiquem que els leds que utilitzarem seran OUTPUT i per últim posem en marxa el client del broker.

void loop(): Funció bucle principal que es va repetint durant tot el programa.

En aquest loop simplement executem el loop del client del broker per a que estigui escoltant tota l'estona per si rep qualsevol missatge actuar en conseqüència.

```
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  WiFi.begin(ssid, pass);  
  pinMode(8, OUTPUT);  
  pinMode(9, OUTPUT);  
  pinMode(10, OUTPUT);  
  client.begin(BROKER_IP, 1883, net);  
  client.onMessage(messageReceived);  
  connect();  
}  
  
void loop() {  
  client.loop();  
}
```

Imatge 27.4. Programa persianes

RESUM PROGRAMA

Aquest programa té la funció de controlar les llums de l'exterior de la casa de forma manual si l'usuari així o desitja mitjançant l'aplicació del mòbil o de forma automàtica tenint en compte el sol incident en aquell moment.

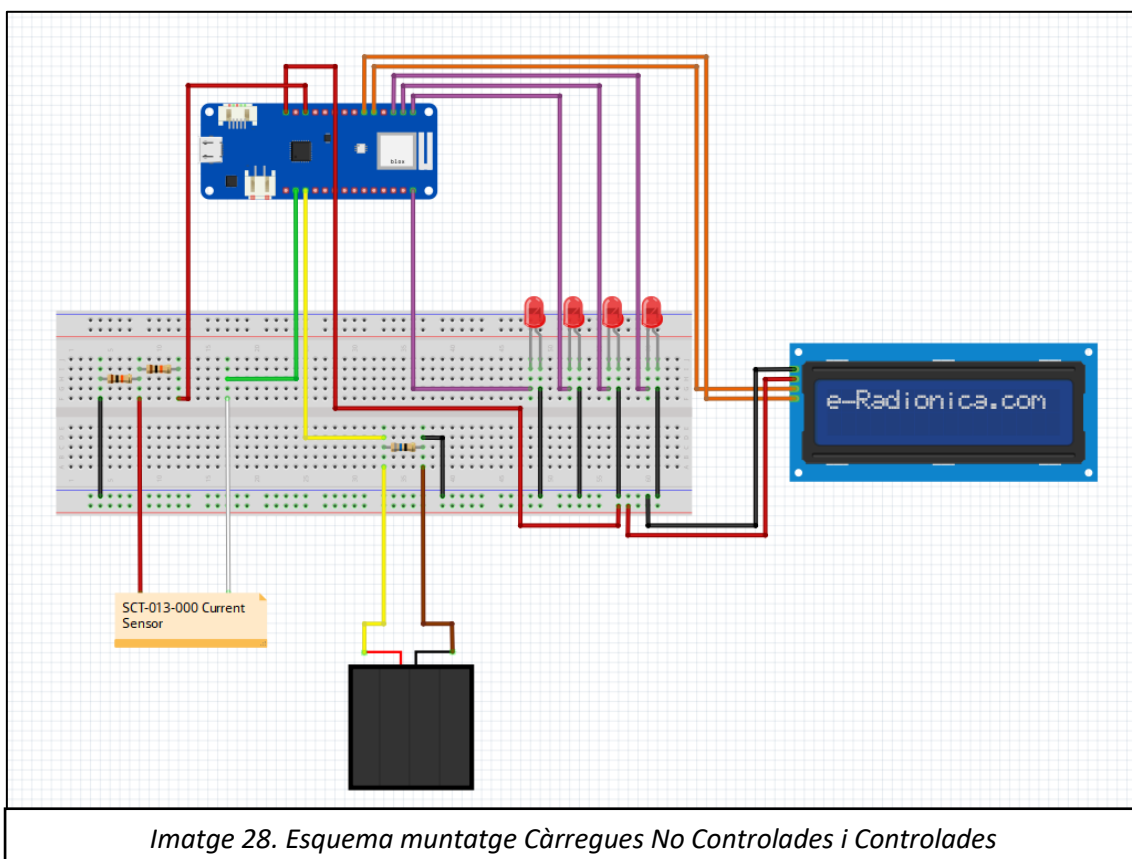
L'usuari disposarà de 3 botons on en un podrà encendre o apagar les llums manualment i després tindrà el d'automàtic i OUT que faran la mateixa funció, és a dir, mantindran les llums enceses quan no hi hagi sol al carrer i les apagaran quan aquest surti.

CÀRREGUES CONTROLADES I NO CONTROLADES

COMPONENTS

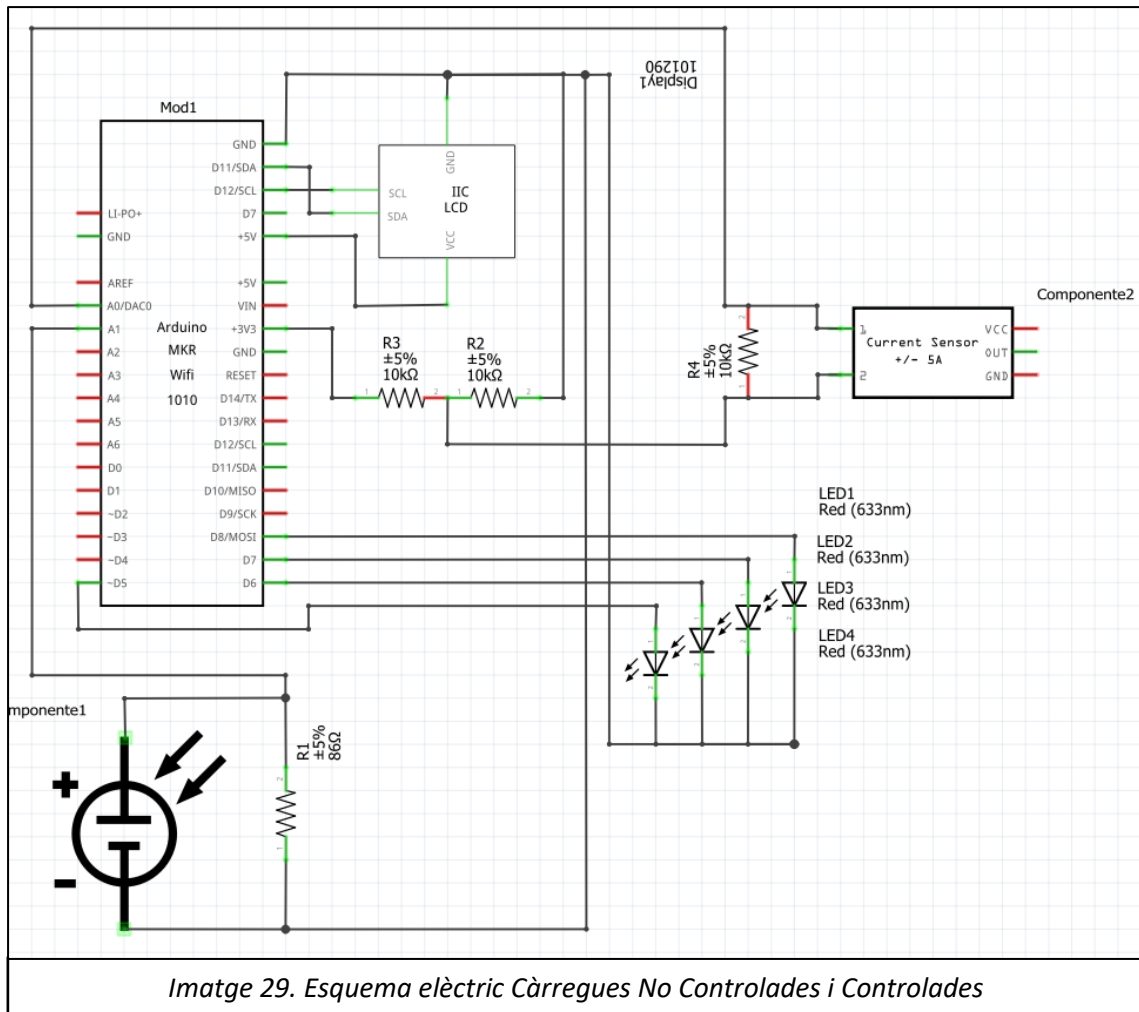
- Led
- Resistències
 - o 1 x 86 Ω
 - o 2 x 1k Ω
- Pantalla LCD + I2C
- Sensor corrent SCT-013-000
- Placa solar

Esquema muntatge



Imatge 28. Esquema muntatge Càrregues No Controlades i Controlades

Esquema elèctric



Imatge 29. Esquema elèctric Càrregues No Controlades i Controlades



PROGRAMA

Primerament incloem la llibreria EmonLib, llibreria específicament dissenyada per a la monitorització d'energia en arduino.

Incloem també <Wire.h> i <LiquidCrystal_I2C.h> per a controlar la pantalla LCD.

Definim el pin A1 com a VOLT i creem la variable integer "V" que resultarà ser els volts.

Creem també la variable voltajeRed que serà la quantitat de volts que tenim a la xarxa domèstica.

```
#include "EmonLib.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2);
#define VOLT A1
int V;
float voltajeRed = 230.0;
EnergyMonitor energyMonitor;
```

Imatge 30.1. Programa Càrregues No Controlades i Controlades

void setup(): Funció on es defineix l'inicialització dels diferents dispositius que utilitzarem i quina serà la seva funció.

En aquest cas definim els 4 pins (5,6,7,8) que faran de sortides.

Inicialitzem la pantalla LCD i el energyMonitor per a que monitoritzi el corrent que rep pel pin A0.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  energyMonitor.current(A0, 2.6);
}
```

Imatge 30.2. Programa Càrregues No Controlades i Controlades



Void loop(): Funció bucle principal que es va repetint durant tot el programa.

En aquest cas fem que la nostre llibreria EmonLib calculi el Irms i la potència.

Un cop tenim això fem una sèrie de passos per a que ens sigui mostrat per pantalla LCD els valors que nosaltres volem, en aquest cas la potència que genera el panell solar.

Just després comença el codi que controlarà les càrregues controlades i no controlades fent que s'encenguin o s'apaguin a partir dels valors tant de generació del panell com l'energia consumida que rebem del nostre sensor de corrent.

Els valors de V signifiquen els que ens dona la pròpia placa que nosaltres després adaptem per a mostrar per pantalla el valor real que seria, per a fer-se una idea, un valor aproximat de 800 equivaldria a 0,3W que es el màxim que pot generar aquest panell solar.

Per tant, si el que generem amb el panell solar es superior a 100, seria un punt on no hi ha suficient energia per encendre cap càrrega, per tant tenim tot apagat. En canvi, si el valor està entre 100 i 200, ens trobem en un punt on ja ens podríem permetre encendre un càrrega, i així ho fem com es pot veure. (Imatge 30.3)

```
void loop() {
  double Irms = energyMonitor.calcIrms(1484);
  double potencia = Irms * voltajeRed;
  Serial.println(potencia);
  V=analogRead(VOLT);|
  delay(10);
  Serial.println(V);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PRODUCCIO SOLAR");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print((V*0.3)/1023);
  lcd.print(" W");
  Serial.println((V*0.3)/1023);
  delay(2000);

  if (V<100) {
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
  }

  if ((V>100)and(V<200)) {
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(5, HIGH);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);}
}
```

Imatge 30.3. Programa Càrregues No Controlades i Controlades



Seguim explicant el mateix que dèiem a la imatge anterior (Imatge 30.4). En aquest cas veiem que si el valor de V està entre 200 i 400 ja podem engegar dues càrregues.

Però aquí entra en acció el valor de la variable potència, és a dir, el consum que generem nosaltres a la nostra casa amb càrregues no controlades i que intervindrà alhora de utilitzar aquesta energia que generem amb el nostre panell solar. Com podem veure, quan estem en el rang on $V > 200$ i $V < 400$, afegim la variable potència, on si aquesta es superior a 100, passem de tenir 2 leds encesos a tenir-ne només 1, això es degut a que aquesta energia que tenim es requereix a una altra zona de la casa més important, és a dir, en càrregues no controlades, per lo que hem de apagar les controlades.

Succeeix el mateix en el següent rang on la V està entre 400 i 700, però en aquest cas en comptes de tenir 2 leds encesos, en podem tenir 3 perquè estem generant més. I passa el mateix en quant actua la potència, apagant més leds.

```
if ((V>200) and (V<400)){
  digitalWrite(8, HIGH);
  digitalWrite(5, HIGH);
  digitalWrite(6, LOW);|
  digitalWrite(7, LOW); }

if ((V>200) and (V<400)and (potencia>100)){
  digitalWrite(8, LOW);
  digitalWrite(5, HIGH);
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(7, LOW); }

if ((V>400) and (V<700)){
  digitalWrite(8, HIGH);
  digitalWrite(5, HIGH);
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(7, HIGH);}

if ((V>400) and (V<700)and (potencia>150)){
  digitalWrite(8, HIGH);
  digitalWrite(5, HIGH);
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(7, LOW);}

if ((V>400) and (V<700)and (potencia>200)){
  digitalWrite(8, LOW);
  digitalWrite(5, HIGH);
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(7, LOW);}
```

Imatge 30.4. Programa Càrregues No Controlades i Controlades



En aquest part de programa entrem en l'últim tram de valors de generació del panell solar, on genera el màxim, un valor superior a 700 i que per tant pot encendre totes les càrregues controlades, és a dir, els 4 leds.

També podem veure com depenent del consum que rebem per part del sensor de corrent, podem desconnectar les càrregues que siguin necessàries.

```
if ((V>700)){  
    digitalWrite(8, HIGH);  
    digitalWrite(5, HIGH);  
    digitalWrite(6, HIGH);  
    digitalWrite(7, HIGH);  
}  
  
if ((V>700)and (potencia>100)){  
    digitalWrite(8, HIGH);  
    digitalWrite(5, HIGH);  
    digitalWrite(6, LOW);  
    digitalWrite(7, HIGH);  
}  
  
if ((V>700)and (potencia>200)){  
    digitalWrite(8, HIGH);  
    digitalWrite(5, HIGH);  
    digitalWrite(6, LOW);  
    digitalWrite(7, LOW);  
}  
}
```

Imatge 30.5. Programa Càrregues No Controlades i Controlades

DISSENY SISTEMA FOTOVOLTAIC

HISTÒRIA I INFORMACIÓ

ENERGIA FOTOVOLTAICA

L'energia fotovoltaica es aquella que s'obté al convertir la llum solar en electricitat, mitjançant una tecnologia basada en l'efecte fotoelèctric. Es tracta d'un tipus d'energia renovable, inesgotable i no contaminant que pot produir-se en les instal·lacions que van de dels més petits generador per l'autoconsum fins a les grans plantes fotovoltaïques.

L'energia solar fotovoltaica es una font d'energia renovable que utilitza la radiació solar per a produir electricitat. Es basa en l'efecte fotoelèctric, que es la capacitat que tenen alguns materials d'absorbir fotons i alliberar electrons, generant així un corrent elèctric. Per a produir aquest efecte es fa servir un dispositiu semiconductor anomenat cèl·lula fotovoltaica, que pot ser de silici monocristal·lí, policristal·lí o amorf. També existeixen altres semiconductors de capa fina que es poden utilitzar.

Existeixen diferents tipus de plantes fotovoltaïques:

Instal·lacions connectades a la xarxa: Tot i que hi ha diferents tipus que ara comentarem, aquestes conviuen amb les instal·lacions elèctriques tradicionals, per tant, la seva utilització pot alternar-se amb la xarxa elèctrica en cas de disponibilitat de la font solar, amb el fi de satisfer al client.

Instal·lacions aïllades de la xarxa: Aquestes es caracteritzen per necessitar un sistema de bateries per a la garantia de tenir la continuïtat del servei, ja que pot ser que la generació d'energia sigui insuficient un dia o època en concret.

Dins de les primeres existeixen dos tipus, les centrals fotovoltaïques, on tota l'energia produïda pels panells es enviada a la xarxa elèctrica i els generadors d'autoconsum, que aquí és on ens centrarem nosaltres ja que és el nostre cas. Aquests utilitzen part de l'energia generada per al propi consum, és a dir, en una habitatge per exemple, el restant s'envia a la xarxa elèctrica. També es possible que el productor agafi energia de la xarxa elèctrica per a cobrir la demanda necessària si el que s'ha generat no és suficient per a cobrir-la.

Les instal·lacions amb connexió a la xarxa necessiten tres elements bàsics:

- Panells fotovoltaïcs: Grups de cel·les fotovoltaïques muntades entre capes de silici que capten la radiació solar i la transformen la llum (fotons) en energia elèctrica (electrons).
- Estructures de suport dels panells: Són estructures que suporten els panells fixant-los al sostre i ajudant a la òptima orientació inclinant-los a la dels rajos del sol incidents.
- Inversors: Converteixen el corrent elèctric DC que produeixen els panells, en AC per a poder ser consumits.
- Transformadors: S'encarreguen d'eleva la baixa tensió generada pels inversors (380-800V) en una tensió mitja (fins a 36kV).

Per a les instal·lacions aïllades de la xarxa s'han d'afegir dos elements més:

- Bateria: Lloc on s'emmagatzema l'energia produïda pels panells.
- Reguladors: Actuen com a protectors de la bateria contra sobrecàrregues i fan un ús eficient d'aquesta.

Instal·lació d'autoconsum fotovoltaic aïllada

En una instal·lació d'autoconsum fotovoltaic aïllada no hi ha capacitat física de connexió a la xarxa elèctrica, això implica ser completament autosuficient.

El principal avantatge d'això és que al no estar vinculat a cap de les empreses elèctriques, eliminem el 100% de la factura, però s'ha de tenir en compte una sèrie de desavantatges:

- Instal·lació obligatòria de bateries per a garantir la sustentació de l'electricitat a l'habitatge. Al no poder disposar d'energia exterior, hem de guardar l'electricitat en bateries per a quan no hi hagi sol o aquest no produeixi el suficient comparat amb la nostra demanda. Aquestes bateries resulten ser una inversió realment gran, tenint en compte que el preu ronda els 1000€ per kWh instal·lat.
- Per a poder ser totalment autosuficients hem d'augmentar significativament el nombre de panells al nostre sostre i aquí també hi entra un tema d'espai tenint en compte la necessitat d'orientació d'aquests.
- La vida útil d'aquestes bateries acostuma a rondar els 10 anys, sumant així pressupost a aquesta instal·lació cada un cert temps.

Avui en dia es poc recomanable aquesta instal·lació si el que es busca és l'estalvi i rentabilitat.

Instal·lació d'autoconsum fotovoltaic connectada a la xarxa

Una instal·lació d'autoconsum fotovoltaic connectada a la xarxa es caracteritza per compartir el consum amb la xarxa elèctrica.

L'objectiu principal d'aquesta instal·lació es l'estalvi màxim possible en la factura de la llum i alhora ser sostenible, així que encaixa a la perfecció amb el nostre projecte.

Normalment s'acostuma a consumir l'energia que es genera amb el sistema fotovoltaic durant el dia i durant la nit s'agafa de la xarxa elèctrica. Així es pot aprofitar per a contractar una tarifa discriminatòria per hores per a poder disminuir el cost de l'energia consumida.

Ahora disposem de la seguretat que mai ens quedarem sense subministrament elèctric ja que estem connectats a la vegada amb la xarxa elèctrica. Estalviant-nos també la gran inversió de bateries en una aïllada.

Existeixen dos tipus d'autoconsum fotovoltaic connectat a la xarxa:

Autoconsum sense excedents: Es dona en aquelles instal·lacions fotovoltaïques on es impossible la injecció d'energia a la xarxa degut a un dispositiu que ho impedeix. Sent així el consumidor l'únic titular de la instal·lació.

Autoconsum amb excedents:

Aquí dins en trobem 2 tipus:

- Amb excedents i sense compensació:

Aquesta opció és obligatòria per a instal·lacions superiors a 100kW.

En aquesta opció es ven l'excedent d'energia directament al mercat elèctric sense cap compensació a la factura.

No està dissenyada per a instal·lacions residencials ja que no genera suficients excedents per a ser rentable aquesta venda.

- Amb excedents i amb compensació:

En aquest cas la empresa a la que tenim contractada la llum ens compensa pel nostre excedent. El preu acostuma a ser d'uns 0,05€/kWh + IVA.

Aquest descompte es realitza aplicant un descompte a la factura per l'import equivalent al abocament realitzat, mai superior.

La compensació es fa en funció del consum facturat, és a dir, si acumules un consum mensual de 500kWh, seràs compensat pel abocament, com a màxim aquella quantitat d'energia facturada.

Per instal·lacions inferiors a 15kW es poden fer aquestes instal·lacions sense la necessitat de demanar permisos d'accés i connexió.

DISSENY SISTEMA FOTOVOLTAIC

Per a la realització del disseny de el nostre sistema fotovoltaic haurem de tenir en compte una sèrie de dades. Primerament hem d'identificar els aparells que hi ha a casa nostra i saber tant el seu consum d'electricitat diari com el pic de consum de potència que pot arribar a generar la nostra casa.

CÀLCUL POTÈNCIA CONSUMIDA

Aquí calcularem tant el consum diari com el màxim de consum que podríem arribar a necessitar per a controlar quina potència hauríem de generar amb les nostres plaques solars.

APARELLS	Unitats	Potència (W)	Hores (h)	Potència per temps (W/h)
Microones	1	900	0,5	450
Rentadora	1	1500	2	3000
Assecadora	1	270	1	270
Televisor	3	600	3	1800
Ordinador	2	400	3	1200
Forn	1	1500	2	3000
Nevera	1	250	24	6000
Rentavaixelles	1	1500	1	1500
Aire condicionat	1	1000	4	6000
Motor persiana	5	725	0.5	363
Motor porta	2	400	0,1	40
Endolls + extres	25	100	5	500
Il·luminació	15	90	6	540
Vitroceràmica	1	1200	2	2400
Escalfador d'aigua elèctric	1	1500	2	3000

Taula 31. Taula càlculs potència consumida

Farem una estimació dels consums hora per hora tenint en compte les dues estacions de l'any on més consum hi ha, l'hivern i l'estiu.

	HIVERN/ESTIU
HORES	CONSUM (W)
00h a 01h	250
01h a 02h	250
02h a 03h	3520
03h a 04h	3520
04h a 05h	250
05h a 06h	250
06h a 07h	1250
07h a 08h	1250
08h a 09h	250
09h a 10h	250
10h a 11h	250
11h a 12h	250
12h a 13h	2165
13h a 14h	6740
14h a 15h	2165
15h a 16h	250
16h a 17h	700
17h a 18h	700
18h a 19h	3955
19h a 20h	3955
20h a 21h	2165
21h a 22h	6740
22h a 23h	2165
23h a 24h	250

Taula 32. Taula consums horaris

Tenint en compte els horaris de consum a menor preu, posarem en marxa electrodomèstics com la rentadora, assecadora i rentavaixelles. (02h a 04h).

Sabent doncs que tenim un consum màxim de 6740 W, posant un marge podem dir que consumirem com a màxim 8kW/h.

Hem fet un estudi gràcies a la pàgina de solar.otovo.com que ens permet saber quantes plaques solars es podrien col·locar sobre la teulada seleccionada mitjançant el google maps.



Seleccionant així la teulada desitjada (Imatge 33.1), trobem que el màxim de panells que es poden col·locar és de 24. (Imatge 33.2)

Tenint en compte aquesta dada hem de veure ara quina quantitat de potència podem arribar a generar per veure si realment podem fer front a tot el nostre consum.

Elige el tipo de panel solar

Estándar	340W
Premium	380W
Performance	400W

Amplias garantías (hasta 25 años)

Todos nuestros paneles tienen doble garantía: una garantía sobre el producto (al menos 10 años) y otra sobre su producción (25 años).





Paneles estándar

 340 vatios por panel

Los paneles Estándar de Otovo son paneles de alta calidad a precios razonables, fabricados por los mejores fabricantes del mercado. Para los que prefieren la opción más económica, sin buscar el último modelo.

Imatge 33.3. Estudi capacitat plaques solars

Com podem comprovar (Imatge 33.3), tenim 3 opcions de panells a escollir. En totes tres podem abastir el nostre consum màxim així que agafarem la opció de les estàndard ja que ens resultaran més econòmiques.



ESTUDI TARIFA

Per a aquesta casa farem un estudi de quina seria la millor tarifa que podem contractar per a aprofitar al màxim el nostre sistema i estalviar diners.

Hi ha dos tipus de tarifes diferents:

- Tarifa normal
- Tarifa discriminatòria horària

Sabent els nostres consums (*Taula 32*) i els preus horaris del kWh en les diferents tarifes podem calcular quina seria la millor.

Preus tarifa normal

PRECIO DEL KWH DE LUZ POR HORAS			
00h - 01h: 0.08676 €/kWh	01h - 02h: 0.0836 €/kWh	02h - 03h: 0.08283 €/kWh	03h - 04h: 0.08254 €/kWh
04h - 05h: 0.08253 €/kWh	05h - 06h: 0.08293 €/kWh	06h - 07h: 0.08214 €/kWh	07h - 08h: 0.08169 €/kWh
08h - 09h: 0.0794 €/kWh	09h - 10h: 0.07869 €/kWh	10h - 11h: 0.07583 €/kWh	11h - 12h: 0.07195 €/kWh
12h - 13h: 0.0713 €/kWh	13h - 14h: 0.07523 €/kWh	14h - 15h: 0.07621 €/kWh	15h - 16h: 0.07608 €/kWh
16h - 17h: 0.07516 €/kWh	17h - 18h: 0.07841 €/kWh	18h - 19h: 0.08068 €/kWh	19h - 20h: 0.0915 €/kWh
20h - 21h: 0.11031 €/kWh	21h - 22h: 0.10968 €/kWh	22h - 23h: 0.09932 €/kWh	23h - 24h: 0.09292 €/kWh

Imatge 34. Preus horaris tarifa normal

Preus tarifa discriminatòria horària

PRECIO DEL KWH DE LUZ POR HORAS			
00h - 01h: 0.03831 €/kWh	01h - 02h: 0.03515 €/kWh	02h - 03h: 0.03438 €/kWh	03h - 04h: 0.03407 €/kWh
04h - 05h: 0.03405 €/kWh	05h - 06h: 0.03444 €/kWh	06h - 07h: 0.03373 €/kWh	07h - 08h: 0.03344 €/kWh
08h - 09h: 0.0315 €/kWh	09h - 10h: 0.03101 €/kWh	10h - 11h: 0.02837 €/kWh	11h - 12h: 0.02464 €/kWh
12h - 13h: 0.08969 €/kWh	13h - 14h: 0.09365 €/kWh	14h - 15h: 0.09464 €/kWh	15h - 16h: 0.09451 €/kWh
16h - 17h: 0.09358 €/kWh	17h - 18h: 0.09686 €/kWh	18h - 19h: 0.09918 €/kWh	19h - 20h: 0.11009 €/kWh
20h - 21h: 0.12908 €/kWh	21h - 22h: 0.12844 €/kWh	22h - 23h: 0.05047 €/kWh	23h - 24h: 0.04426 €/kWh

Imatge 35. Preus horaris tarifa discriminatòria horària

Per tant fem els càlculs:

CONSUMS (kWh)	DISCRIMINATORIA (€/kWh)	NORMAL (€/kWh)	DISCRIMINATORIA (€)	NORMAL (€)
0,250	0,03831	0,08676	0,00957750	0,02169000
0,250	0,03515	0,08360	0,00878750	0,02090000
3,520	0,03438	0,08283	0,12101760	0,29156160
3,520	0,03407	0,08254	0,11992640	0,29054080
0,250	0,03405	0,08253	0,00851250	0,02063250
0,250	0,03444	0,08293	0,00861000	0,02073250
1,250	0,03373	0,08214	0,04216250	0,10267500
1,250	0,03344	0,08169	0,04180000	0,10211250
0,250	0,03150	0,07940	0,00787500	0,01985000
0,250	0,03101	0,07869	0,00775250	0,01967250
0,250	0,02837	0,07583	0,00709250	0,01895750
0,250	0,02464	0,07195	0,00616000	0,01798750
2,165	0,08969	0,07130	0,19417885	0,15436450
6,740	0,09365	0,07523	0,63120100	0,50705020
2,165	0,09464	0,07621	0,20489560	0,16499465
0,250	0,09451	0,07608	0,02362750	0,01902000
0,700	0,09358	0,07516	0,06550600	0,05261200
0,700	0,09686	0,07841	0,06780200	0,05488700
3,955	0,09918	0,08068	0,39225690	0,31908940
3,955	0,11009	0,09150	0,43540595	0,36188250
2,165	0,12908	0,11031	0,27945820	0,23882115
6,740	0,12844	0,10968	0,86568560	0,73924320
2,165	0,05047	0,09932	0,10926755	0,21502780
0,250	0,04426	0,09292	0,01106500	0,02323000
TOTAL			3,66962415	3,7975348

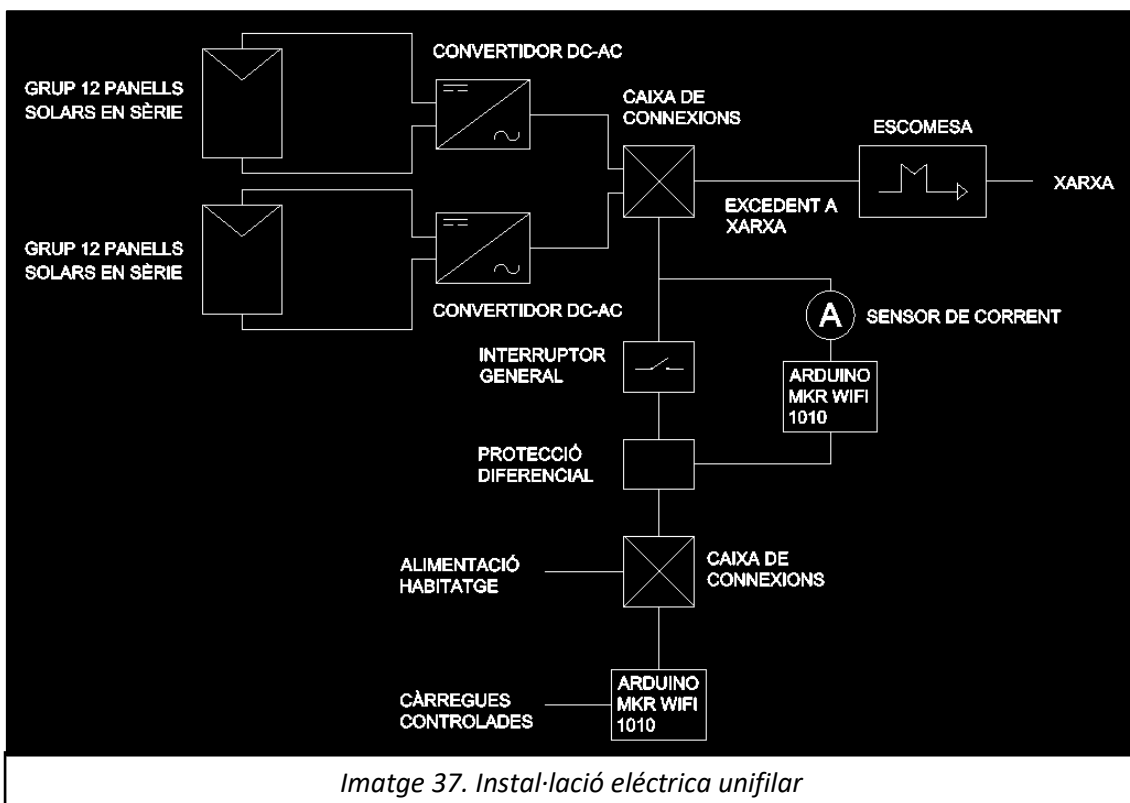
Taula 36. Comparació preus tarifes

Com podem comprovar, la tarifa discriminatòria horària ens surt més barata amb els nostres consums, així que escollirem aquesta.

Les tarifa de discriminació horària que hem triat té dos períodes diaris, un de 12:00h a 22:00h a l'hivern o de 13:00h a 23:00h a l'hivern on l'electricitat serà més cara i l'altre de 22:00h a 12:00h o de 23:00h a 13:00h a l'estiu on l'electricitat serà més barata.

INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA UNIFILAR

Per a poder fer la nostra instal·lació elèctrica necessitarem certs components per a poder recollir l'energia generada per les plaques i distribuir-la per la resta d'aparells de la casa.



Imatge 37. Instal·lació elèctrica unifilar

Per al disseny de la instal·lació hem de tenir en compte les normes de seguretat recollides en la normativa d'instal·lacions fotovoltaïques. Per a això, ens fixarem en el Reial Decret 842/2002, on s'aprova el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)". Segons el REBT, per a la legislació dels sistemes connectats a la xarxa (SFCR), aquests es classifiquen en les instal·lacions d'autoconsum i les centrals fotovoltaïques.

Nosaltres òbviament estem parlant d'un habitatge i no d'una central fotovoltaïca, per tant ens haurem de fixar en el "Reial Decret Legislatiu 15/2018", document famós pel conegut "impost al sol", que posteriorment es actualitza pel "Reial Decret 244/2019". Aquest també divideix les instal·lacions en dues parts, les d'autoconsum sense excedents i les d'autoconsum amb excedents.

Dins de les d'autoconsum amb excedents que es de la que parlem nosaltres, es torna a dividir en dues branques, les de sense dret a compensació i les de dret a la compensació. Aquestes últimes ens inclouen a nosaltres i per lo que hem de complir unes condicions com les de proximitat i que la instal·lació no superi els 100kW de potència nominal.

Ara amb el nou decret RD 244/2019, la legislació de les instal·lacions de menys de 15kW de potència nominal amb excedent i compensació es tramita per un procediment molt abreujat i senzill, similar al de les instal·lacions d'autoconsum sense excedents.



En el nostre cas connectarem com es pot veure en la imatge (Imatge XX) dos grups de panells solars de 12 en sèrie cadascun. Posteriorment això passarà pel nostre inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE, necessitarem per tant 2 inversors que seran connectats en paral·lel. Un cop això fet, passem l'energia generada pels panells, DC, convertida en AC pels convertidors a la caixa de connexions, on farem la distribució de l'energia cap a la casa i cap a la xarxa en cas d'excedents. Afegirem també un comptador elèctric que ens mesurarà la quantitat d'energia que aboquem o agafem de la xarxa depenent de les nostres necessitats. La zona de la casa serà governada per un quadre elèctric amb els seus respectius elements que explicarem més endavant, amb un interruptor de control de potència (ICP) de 35 A per a poder protegir tota la instal·lació si es donés el cas de que hi passes més potència de la deguda. Un interruptor general automàtic (IGA) per a la protecció contra sobrecàrregues o curtcircuits, protectors contra sobretensions, interruptors diferencials i els petits interruptors de potència.

Sortint de la caixa de connexions i connectarem també un arduino que junt a un sensor de corrent ens controlarà el consum de l'habitatge que ajudarà a controlar tant el que no ens passem de la potència màxima contractada, que seran 8kW, com les càrregues no essencials que podem encendre i apagar depenent de l'energia que generem i la prioritat que tinguin aquestes. Aquest arduino controlarà aquestes càrregues mitjançant relés que suportaran com a màxim circuits de 2300W de potència, ja que estan dissenyats per a controlar càrregues de 230 V i 10 A.



COMPONENTS

PLACA SOLAR

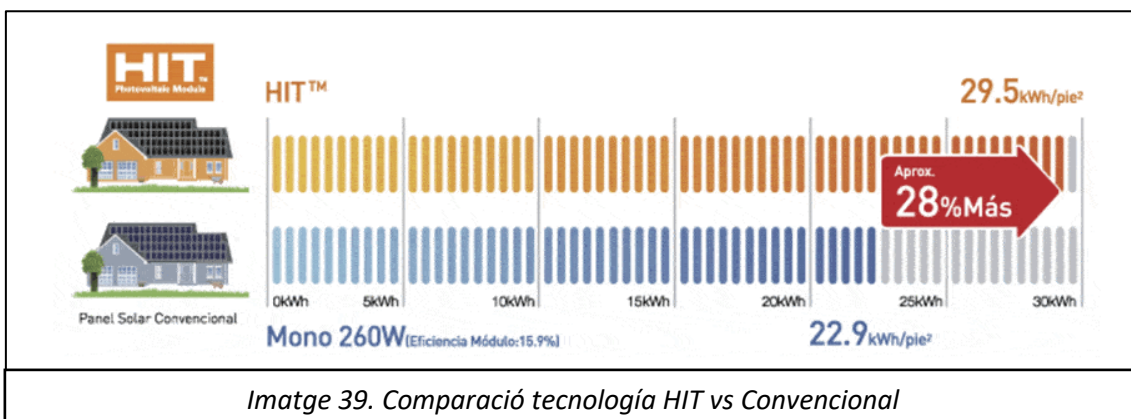
Primerament disposarem d'una placa solar.

Els panells amb major eficiència i rendiment son els que utilitzen tecnologia monocristal·lina. Amb es tradueix en més potència amb el mateix espai ocupat.

En el nostre cas triarem el panell PANASONIC HIT N330, un panell de 96 cèl·lules solars amb la tecnologia exclusiva HIT que combina silici monocristal·lí amb silici amorf. Tal i com indica el seu nom ens ofereix 330W de potència. Aquest té una eficiència del 19,7%, això vol dir que estem parlant d'un panell d'alta eficiència, ja aquesta es denomina a partir del 19% actualment. A més, incorpora un sistema de drenatge per a evitar la acumulació de brutícia, aigua o neu.



Imatge 38. Panell Solar PANASONIC HIT N330



Imatge 39. Comparació tecnologia HIT vs Convencional

Principals avantatges de la placa:

- **Alt rendiment a altes temperatures:** Aquesta placa es caracteritza per presentar un magnífic comportament a altes temperatures gràcies al seu coeficient de temperatura líder en la indústria de $-0,258\% / ^\circ\text{C}$.
- **Qualitat i fiabilitat:** Empresa líder en la fabricació de panells fotovoltaics amb la tecnologia HIT per més de 20 anys. A més Panasonic realitza 20 tests interns de fiabilitat en les dures condicions dels estàndards japonesos.
- **Potència i eficiència.**
- **Baixa degradació:** La tecnologia HIT redueix la degradació anual, garantint més producció a llarga durada. Aproximadament producció de 24 anys uniforme.
- **Sistema de drenatge.**

Característiques elèctriques:

Potència màxima (Pmax)	330 W
Tensió per a màxima potència (Vmp)	58 V
Corrent per a màxima potència (Imp)	5,70 A
Tensió en circuit obert (Voc)	69,7 V
Corrent de curtcircuit (Isc)	6,07 A
Protecció contra sobrecorrent	15 A
Tolerància de potència de sortida	+10/-0 %
Voltatge màxim del sistema	1000 W

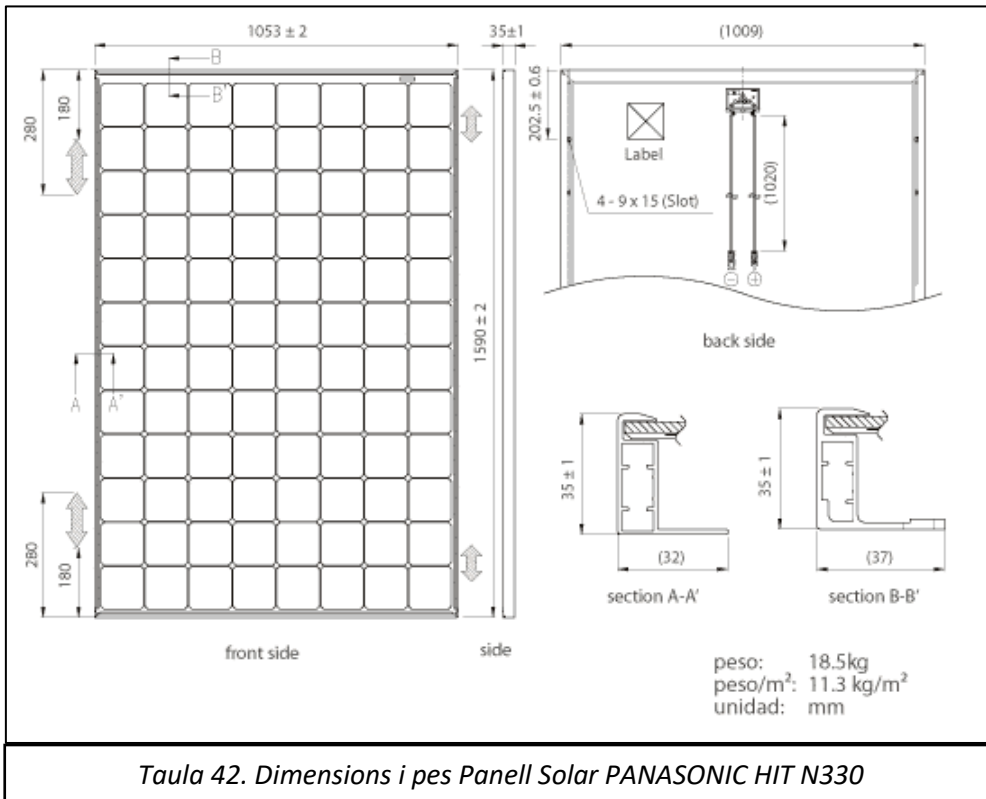
Taula 40. Característiques elèctriques Panell Solar PANASONIC HIT N330

Característiques de temperatura:

Temperatura (NOCT)	44,0 $^\circ\text{C}$
Coefficient de temperatura de Pmax	-0,258 $\%/^\circ\text{C}$
Coefficient de temperatura de Voc	-0,164 $\text{V}/^\circ\text{C}$
Coefficient de temperatura de Isc	3,34 $\text{mA}/^\circ\text{C}$

Taula 41. Característiques de temperatura Panell Solar PANASONIC HIT N330

Dimensions i pes:



INVERSOR

Seguidament necessitarem un convertidor DC-AC també coneguts com a inversors per a poder passar l'energia generada en DC a AC per a que aquesta pugui ser bolcada a la xarxa.

En el nostre cas hem escollit l'inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE. Aquest és un inversor monofàsic d'autoconsum també anomenat com a inversor de connexió a xarxa que pot oferir fins a 3000W de potència de sortida.



Imatge 43. Inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE

Aquest nou model de Growatt, un dels majors fabricants d'inversors a nivell mundial es un producte de gran qualitat i amb un disseny molt compacte i modern.

Consta de les següents característiques:

Pic de potència: 3000 W

Potència de sortida continuada: 3000 W

Eficiència de l'inversor: Ona Sinusoidal Pura

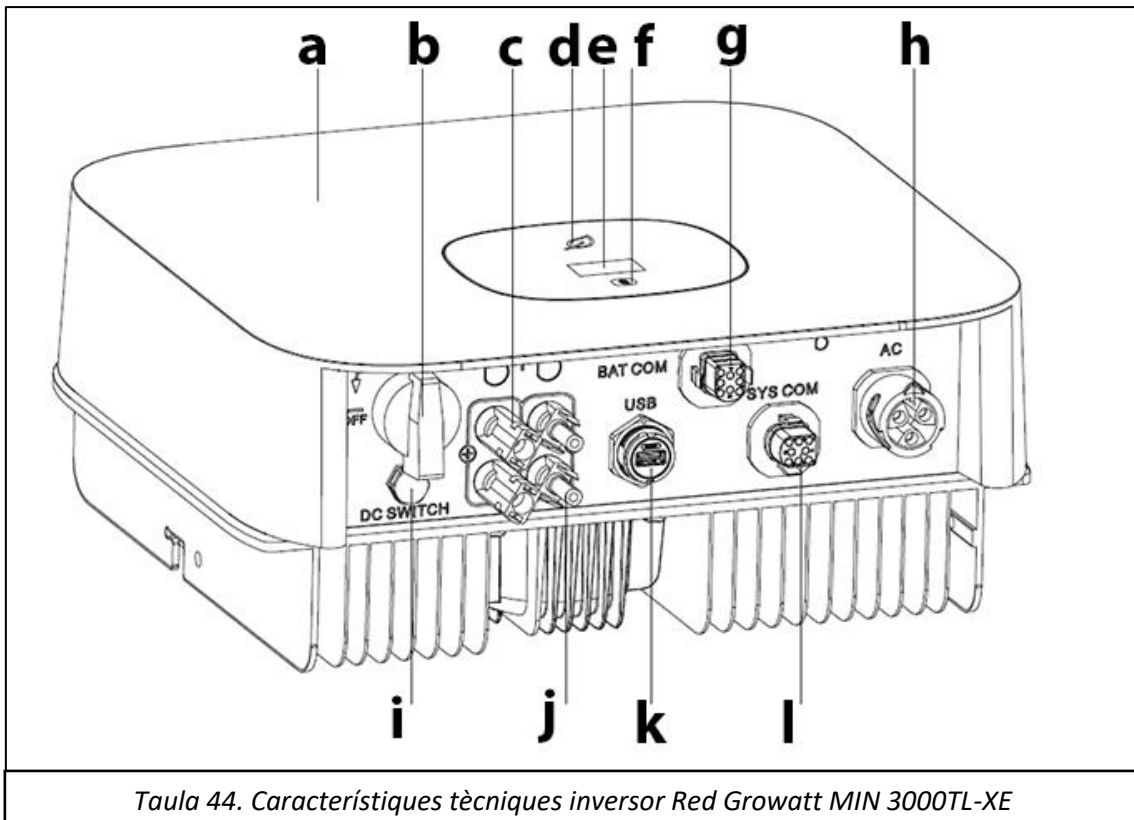
Pes de l'inversor: 10,8 Kg

Dimensions de l'inversor: 375 x 350 x 160 mm

En quant a connectivitat, aquest producte incorpora un port USB per a poder connectar el transmissor Wi-Fi i dotar així a la nostra instal·lació de connectivitat inalàmbrica. Està a disposició del client un portal web ,on s'haurà de registrar la nostra placa fotovoltaica, tota la informació sobre producció, autoconsum i aprofitament de la nostra instal·lació solar.

Aquest inversor ens proporciona una eficiència d'un 98,2%.

Característiques tècniques inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE:



Taula 44. Característiques tècniques inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE

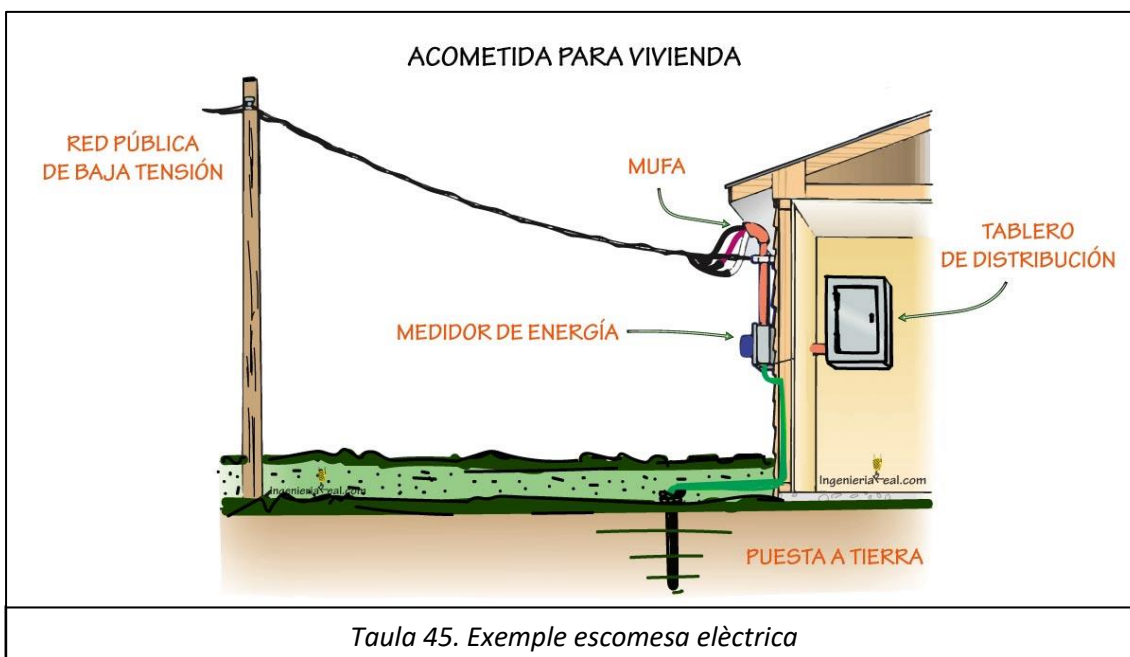
- A – Coberta Exterior
- B – Interruptor corrent continua
- C – Entrada fotovoltaica PV+
- D – Led
- E – Pantalla Oled
- F – Botó tàtil
- G – Port DRM
- H – Sortida corrent alterna AC
- I – Vàlvula de ventilació
- J – Entrada fotovoltaica PV-
- K – Port USB
- L – Port de comunicacions

ESCOMESA

L'escomesa elèctrica és la instal·lació aèria o subterrània que connecta l'energia elèctrica provinent de la xarxa fins al quadre general de protecció d'un habitatge.

Aquesta consta de varis components com:

- Comptador elèctric
- Caixa de proteccions
- Interruptors magnetotèrmics
- Conductors
- Elements de suport o pretecció.



INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTÈNCIA (ICP)

L'interruptor de Control de Potència (ICP) és un dispositiu magnetotèrmic instal·lat al quadre de llums o comptador digital. Aquest té la funció de tallar el subministrament elèctric quan es supera la potència contractada. Alhora fa una funció de seguretat com és interrompre el corrent en cas de curtcircuit o sobrecàrrega, evitant que es produeixin danys a la instal·lació elèctrica.

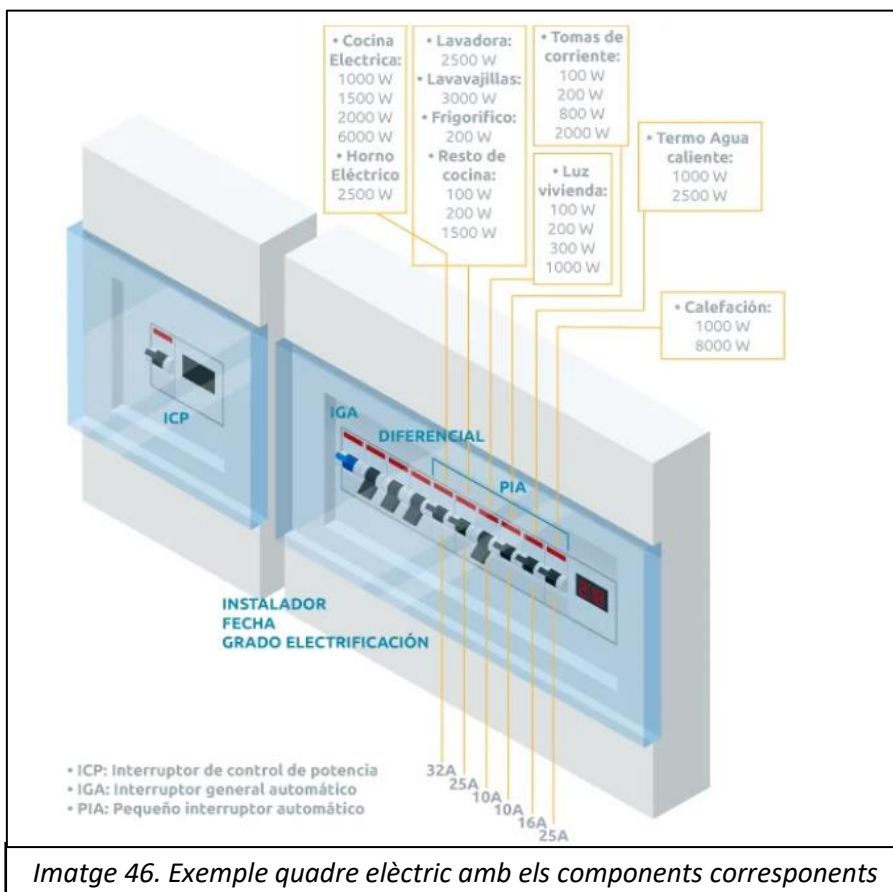
El ICP és obligatori a totes les instal·lacions elèctriques.

Podem trobar el ICP a dos llocs diferents, depenent del tipus de comptador que disposem.

Si tenim un comptador analògic trobarem el nostre ICP al quadre de llums, però si el que tenim és un comptador intel·ligent o telegestionat, l'ICP es trobarà integrat a dins d'aquest. Lloc on no es pot accedir sense desmuntar el comptador.

Actualment el comptador analògic està caient en desús degut al procés de transició energètica que estem duent a terme, així que tal i com indica la llei IET/290/2012, a partir del 31 de desembre del 2018 tots els comptadors seran digitals i tindran capacitat de telegestió.

Hi ha instal·lacions on trobem l'ICP al quadre elèctric, ocupant si és així la primera posició, normalment separat dels demés interruptors.



Imatge 46. Exemple quadre elèctric amb els components corresponents

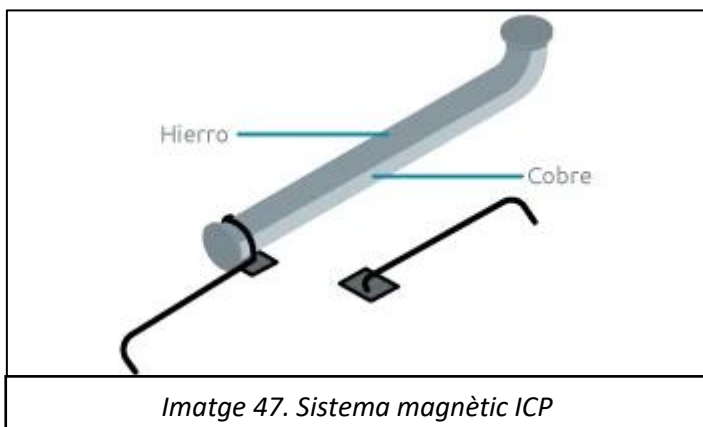


Com funciona?

L'ICP utilitza l'efecte magnètic i tèrmic per a tallar el subministrament elèctric.

Aquest està compost per dos sistemes d'interrupció de la llum:

La làmina bimetal·lica que interromp el subministrament quan els metalls d'aquesta es sobreescalfen al patir una pujada de potència. Això és detectat perquè al tenir diferent coeficient de dilatació, aquests es corben i toquen una pestanya que activa un mecanisme de tall del corrent.



Per altra banda ens trobem amb el segon mecanisme de interrupció del corrent, l'electroimant.

Aquest es compon d'una bobina de coure i un cargol que el travessa.

Quan el corrent passa per aquest electroimant es genera un camp magnètic. Aquest camp electromagnètic realitza força al seu nucli quan el corrent que el travessa és lo suficientment elevat, com per exemple un corrent de curtcircuit, aconseguint així que la placa metàl·lica situada a sobre sigui atreta fins a tocar, fent que s'acciioni el mecanisme de dispar.





Per al nostre cas sabent que volem una potència contractada de 8kW, haurem d'utilitzar un ICP de 35 A.

CALIBRE DEL ICP Intensidad (A)	POTENCIA NORMALIZADA (W)	
	Suministro 230 V	Suministro 400V
5	1.150	3.464
7,5	1.725	5.196
10	2.300	6.928
15	3.450	10.392
20	4.600	13.856
25	5.750	17.321
30	6.900	20.785
35	8.050	24.249
40	9.200	27.713
45	10.350	31.177
50	11.500	34.641
63	14.490	43.648

Taula 49. Valors intensitat ICP corresponents a la potència

També ho podem calcular:

$$P = V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{8000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 34,78 \approx 35 \text{ A}$$



Imatge 50. ICP

INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC (IGA)

L'interruptor general automàtic (IGA) és un element de seguretat del quadre elèctric de l'habitatge. La seva funció és la de protegir la instal·lació elèctrica davant de diversos esdeveniments que puguin danyar-la. Aquest talla l'electricitat de tot l'habitatge en cas de curtcircuit o excés de potència.

Aquest element ens serveix alhora per a poder interrompre el subministrament d'electricitat a la casa quan volem fer la reparació o canvi de qualsevol element elèctric de la casa com per exemple canviar una bombeta o manipular un endoll. Evitant així qualsevol tipus d'accident.

També es pot utilitzar per a disminuir el consum elèctric de l'habitatge si els habitants d'aquesta no hi seran durant un període de temps. Podent desconnectar-lo a voluntat.

No s'ha de confondre el IGA amb l'ICP anteriorment explicat. L'interruptor general automàtic talla la llum si s'excedeix la potència que pot suportar la instal·lació elèctrica, mentre que l'interruptor de control de potència talla el subministrament quan aquest detecta que el client està consumint més de la potència contractada amb la companyia, i per tant, no està pagant per ella. És a dir, si jo tinc contractada una potència de 10kW, però la meua instal·lació no està preparada per a suportar més de 6kW, l'IGA intervindrà tallant quan aquest superi els 6kW, però si jo tinc contractat només 6kW i n'estic consumint 10kW, l'ICP actuarà.

L'IGA es pot trobar al quadre elèctric on actualment són obligatoris, però fins fa uns anys no ho eren, així que si parlem d'una instal·lació elèctrica vella, pot ser que no es disposi d'aquest aparell. Normalment s'acostuma a trobar al costat de l'ICP si aquest està al quadre, sinó és el primer del quadre.



Imatge 51. Interruptor general automàtic



Com funciona?

Aquests es componen per dos mecanismes de protecció, un de tèrmic, d'acció retardada, que protegeix contra sobrecàrregues, i un de magnètic, que reacciona sense retard davant un curtcircuit.

El mecanisme tèrmic consisteix en una làmina formada per dos metalls de diferent coeficient de dilatació que es deformen per calor degut al pas del corrent. Quan hi ha un corrent suficientment elevat, la deformació es produeix accionant el mecanisme de l'interruptor activant així la protecció i interrompent la circulació de corrent.

El mecanisme magnètic el trobem en sèrie amb el tèrmic, sent ambdós travessats per el mateix corrent. Aquest consisteix en una bobina enrotllada sobre el nucli del material magnètic, formant un electroimant. El corrent passant per aquest produeix un camp magnètic que desplaça el nucli de l'electroimant com si es tractes de la balda d'un porter elèctric. Si el corrent és suficientment forta, el nucli acciona el mecanisme i l'interruptor s'obre. Aconseguint així evitar curtcircuits.

En el nostre cas agafarem un IGA de 35 A pels càlculs que hem realitzat abans:

$$P = V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{V}$$
$$I = \frac{8000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 34,78 \approx 35 \text{ A}$$



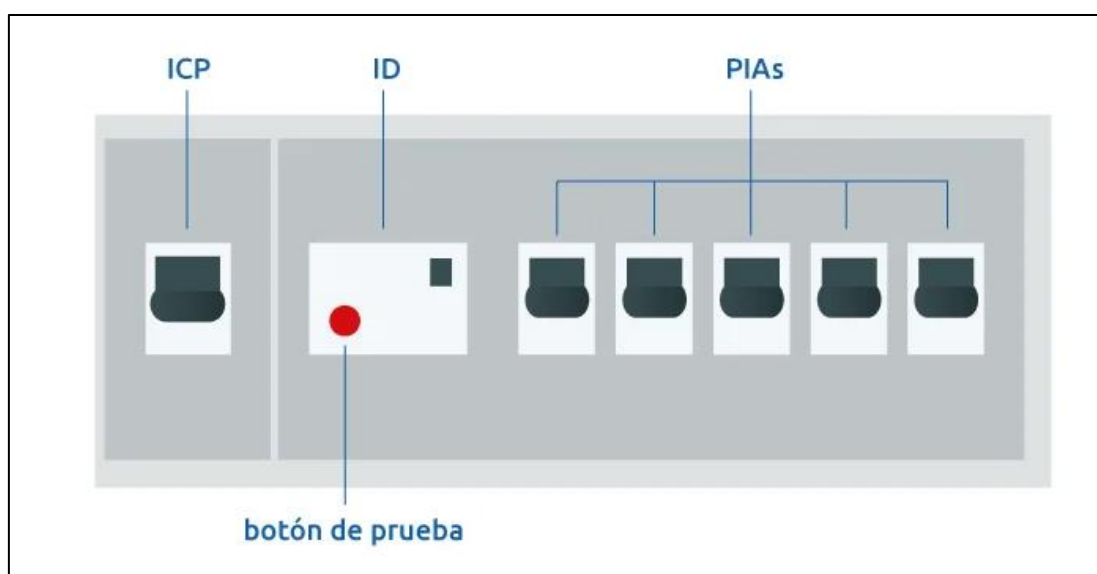
INTERRUPTOR DIFERENCIAL (ID)

L'interruptor diferencial és un altre dispositiu obligatori en totes les instal·lacions, que té com a funció protegir la mateixa de possibles fugites de corrent o descàrregues elèctriques.

Podem tenir descàrregues elèctriques per diferents motius com per exemple components defectuosos, electrodomèstics poc eficients, contacte directe o indirecte amb endolls...

Si l'interruptor diferencial salta es perquè s'ha produït una fuga de corrent a terra a causa d'alguna anomalia. Per norma general, cada instal·lació elèctrica acostuma a tenir un sol diferencial, però en funció de les dimensions de l'habitatge pot arribar a tenir-ne fins a tres per a poder controlar les diferents zones.

Aquests interruptors, a més, disposen d'un botó de prova que simula una fuga de corrent elèctric i suspentent el subministrament elèctric.



Imatge 53. Exemple components quadre elèctric

Com funciona?

L'interruptor diferencial funciona mesurant la intensitat del corrent que entra i surt del circuit en cada moment. Quan aquest interruptor salta, vol dir que la intensitat que entra al circuit es diferent de la que surt, per tant, està perdent intensitat per algun lloc.

Això voldrà dir que estarem parlant de fuga elèctrica ja que s'està perdent intensitat en algun punt del circuit, i per tant el diferencial actua enviant el corrent a terra.



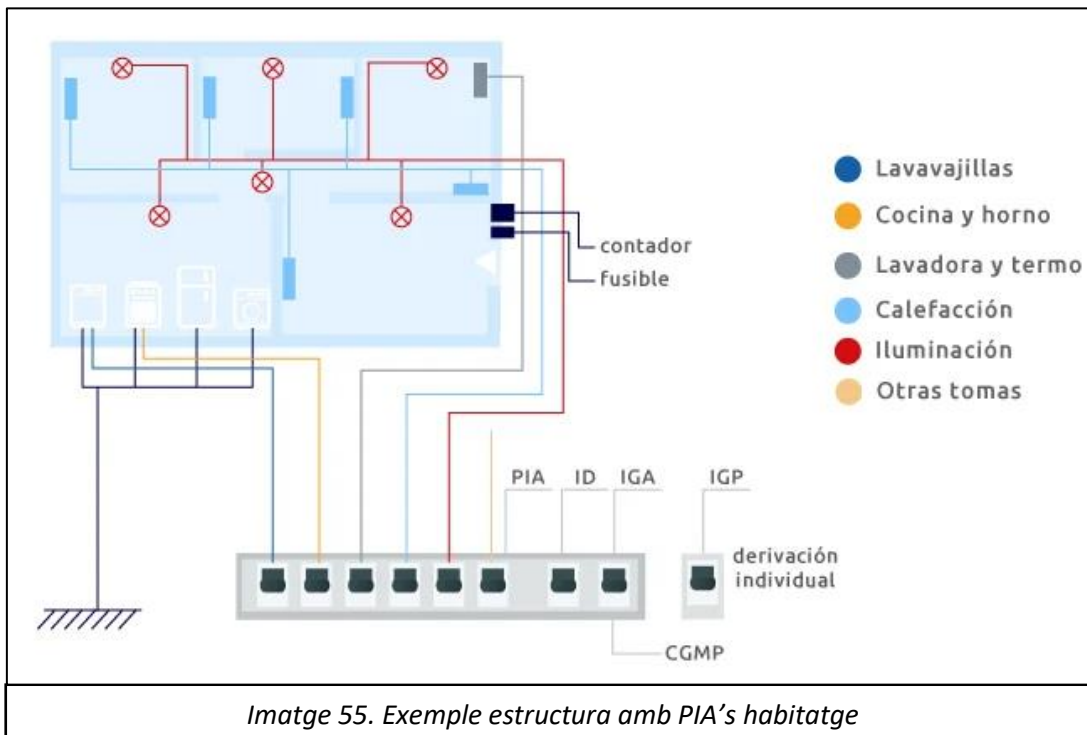
Imatge 54. Interruptor Diferencial

PETITS INTERRUPTORS AUTOMÀTICS (PIA)

Els petits interruptors automàtics són magnetotèrmics que compleixen la funció de protegir circuits individuals de l'habitatge.

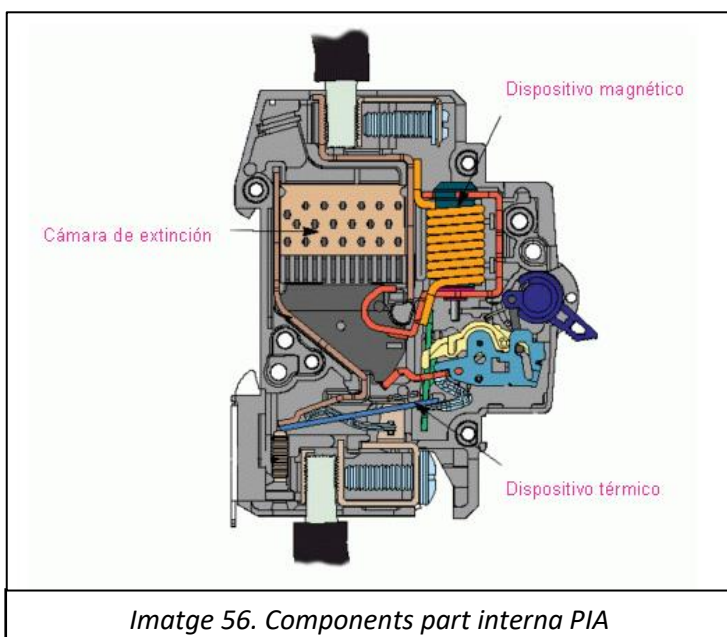
És obligatori tenir mínim 5 PIA i un màxim de 12.

Aquests es troben al costat de l'interruptor diferencial i actuen quan hi ha sobretensió o curtcircuit interrompent el subministrament elèctric.



Com funciona?

Aquests funcionen tal i com el interruptor general automàtic. Combinant un sistema tèrmic amb un de magnètic per a evitar accidents en l'habitatge.

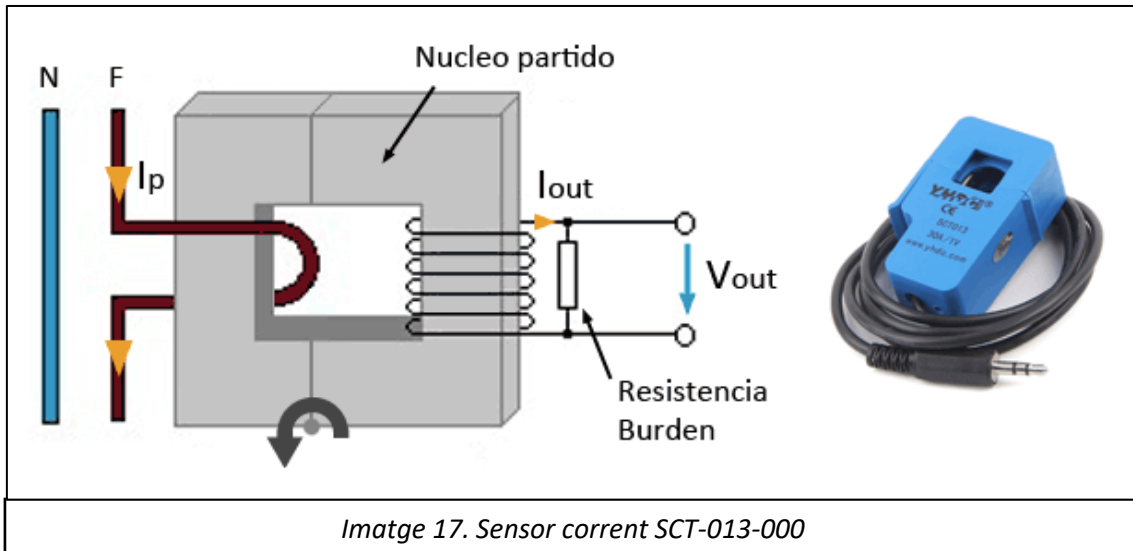


SENSOR DE CORRENT

El sensor SCT-013 és un sensor de corrent no invasiu que permet mesurar la intensitat que travessa un conductor sense necessitat de tallar o modificar el conductor.

La mesura es fa per inducció magnètica.

Aquests sensors disposen d'un nucli ferromagnètic partit que permet obrir-lo per a envoltar un conductor d'una instal·lació elèctrica sense necessitat de tallar-lo.



Utilitzarem aquest sensor per a mesurar el consum de l'habitatge i passar aquesta informació al arduino per a que pugui controlar les càrregues en un ordre de prioritat establert. Quan aquest enviï la informació a l'arduino, aquest tindrà la funció de encendre o parar les càrregues que tenim en vers a la potència que tenim contractada.

ARDUINO

(Component explicat a la pàgina 10)

En el cas de la nostra instal·lació farem servir diversos arduinos per a controlar les diferents càrregues que tenim al llarg de la casa. Tots ells aniran connectats entre si mitjançant protocol MQTT.

Primerament tindrem un arduino que controlarà el consum que tenim i actuarà en conseqüència encenent i parant les diferents càrregues controlables.

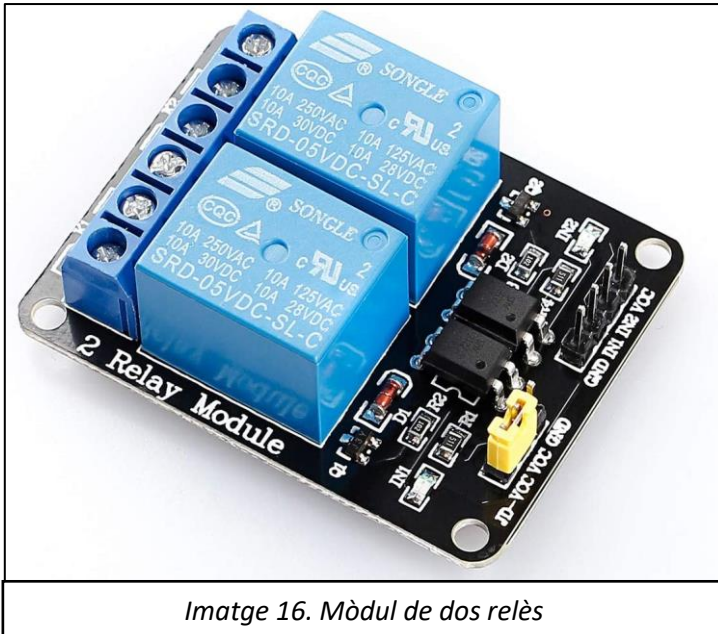
Els altres arduinos estaran distribuïts per la casa en una distribució modular i connectats tots entre si amb una Raspberry Pi que controlarà en tot moment la part domòtica que podrà controlar l'usuari a través d'un dispositiu remot com una tablet o un mòbil. Aquests arduinos controlaran les llums, les persianes, l'alarma...

Per a connectar aquests arduinos a la nostra xarxa ho farem mitjançant un transformador que ens passarà els 230V a 5V que alimentaran a aquest.

RELÉS

(Component explicat a la pàgina 24)

Un relé és un dispositiu electromagnètic que funciona com un interruptor, però aquest es controlat per un circuit elèctric que mitjançant una bobina i un electroimant, s'accionen un conjunt de contactes que permeten obrir o tancar altres circuits independents.



Imatge 16. Mòdul de dos relès

Nosaltres ho farem servir perquè al treballar amb arduino, aquest farà que s'activi el relé quan sigui necessari, en el nostre cas quan l'usuari mitjançant el control remot activi un dispositiu com per exemple una persiana.

ESTUDI ECONÒMIC

INVERSIONS INICIALS

Primerament hem de tenir en compte les inversions inicials que hem de fer per a poder iniciar aquest projecte. En el nostre cas, el sistema fotovoltaic requereix una gran inversió inicial.

ELEMENT/PROCÉS	UNITATS	PREU/UNITAT	PREU TOTAL
<i>Panell Solar PANASONIC HIT N330</i>	24	235,95€	5662,8
<i>Inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE</i>	2	639,57€	1279,14
<i>Estructura de suport</i>	12	80€	960
<i>Comptador bidireccional</i>	1	250€	250
<i>Legalització i butlletí</i>	1	300€	300
<i>Mà d'obra i materials</i>	1	1000€	1000
TOTAL			9451.94 €

Taula 57. Inversions inicials

Per tant, com podem veure a la Taula 57, la inversió inicial serà de 9451,94€

DESPESES ANUALS

Posteriorment calcularem el que serà el nostre import anual.

Tenint en compte que utilitzarem una tarifa discriminatòria horària perquè ens surt més a compte econòmicament (Taula 32), farem servir les dades que vam calcular del consum diari i el seu preu depenent dels mesos on hi haurà més o menys consum. Nosaltres vam calcular els consums diaris en les estacions d'estiu i hivern, que es on més es consumeix. Per tant sabent que en un dia en aquestes estacions amb el nostre consum teníem una despesa de 3,67 €:

Consum mensual (Estiu/Hivern) = $3,67 * 30 = 110,10 \text{ €}$

Posant de mitja que un mes té 30 dies, ens surt que en un mes d'estiu o hivern tenim una despesa de 110,10 €.

En un mes de les altres dues estacions, és a dir, tardor i primavera, el consum es menor que en les anteriors, per tant la despesa ens disminuirà fins a uns 80-90€ aproximadament.

Per tant farem una mitja de 100€ / mes.

A això li hem de sumar els imports de taxes i els beneficis que rebem per la generació d'energia gràcies al nostre sistema fotovoltaic.

En quant als impostos, tenim els següents:

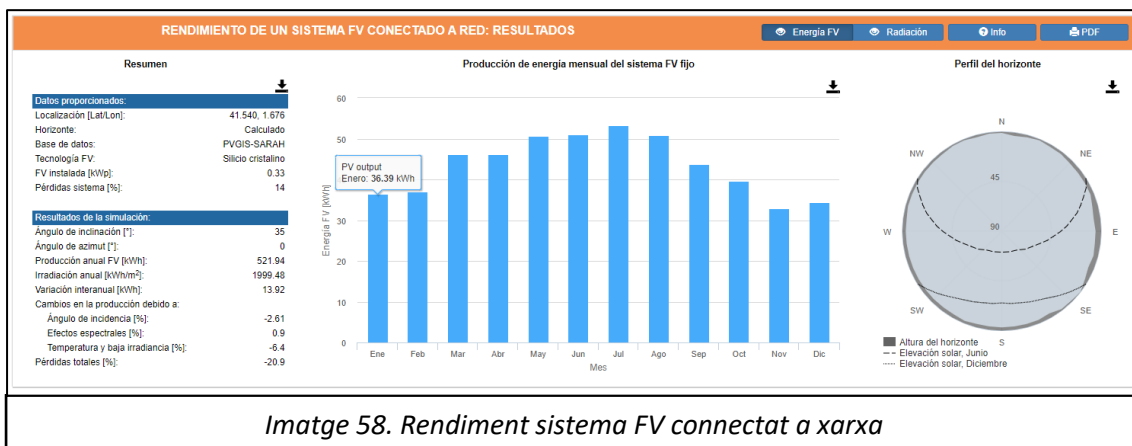
- IVA = 21%
- Impost elèctric (IE) = 5,11%

I per últim restarem el possible benefici que rebem a causa de la nostra generació d'electricitat (IG)



Per a poder tenir en compte el que generem amb els panells solars hem de tenir en compte que aquesta rebrà un nombre d'hores de sol directe en un dia totalment solejat. A més també hem de tenir en compte el clima en el que ens trobem, ja que panell generarà la potència òptima en zones càlides.

Això ho podem comprovar mitjançant la web PVGIS EUROPE que ens dona la producció d'energia mensual un cop donades les especificacions de les nostres plaques.



Imatge 58. Rendiment sistema FV connectat a xarxa

Si fem una mitja dels valors mensuals obtenim un valor de 43,493 kWh/mes que com podem comprovar es molt semblant al que havíem calculat prèviament.

Aquest valor l'hem de multiplicar pel nombre de plaques que tenim instal·lades, per tant:

$$43,493 \text{ kWh/mes} * 24 = 1043,832 \text{ kWh/mes.}$$

El kWh es paga depenent de les hores i de la tarifa, però fent una mitja dels valors als que es paga el kWh obtenim 0,05€/kWh. Per tant:

$$1043,83 \text{ kWh} * 0,05 \text{ €/kWh} = 52,192 \text{ € / mes. (mitja de tots els mesos tenint en compte que uns es generarà és i en altres menys).}$$

Un cop sabem això sabem el consum anual:

$$\text{Consum mensual} = 100 \text{ €}$$

$$\text{Estalvi mensual} = 52,192 \text{ €}$$

$$\text{Total sense impostos} = 47,81 \text{ €}$$

$$\text{Impost electric} = 5,11\% \rightarrow 47,81 * 5,11/100 = 2,44 \text{ €} \rightarrow 50,25 \text{ €}$$

$$\text{IVA} = 21\% \rightarrow 50,25 * 21/100 = 10,55 \text{ €} \rightarrow 50,25 + 10,55 = 60,80 \text{ €}$$

Per tant tenim una despesa mensual de 60,80€ que es tradueix a una de 729,6€ anuals aproximadament.

D'altra forma hauríem de tenir en compte els 100€ mensuals i l'impost de l'IVA. Per tant:

$$100 * 12 = 1200 + 21\% = 1452 \text{ € anuals.}$$

Com es pot veure tenim una millora significativa en el preu anual.



Hem de tenir en compte que el nostre sistema es un sistema d'autoconsum, per tant, tot el que hem explicat abans funcionaria si decidim vendre tota l'electricitat que generem i comprar la que es necessiti a casa, però això simplement ho hem fet per a comprovar el benefici de tenir un sistema fotovoltaic.

En el nostre cas, el que farà el nostre sistema serà consumir energia de la pròpia que generem, i en el cas de que no n'hi hagi suficient, n'agafarem de la xarxa elèctrica pagant el seu cost.

Aquí s'ha de tenir en compte les diferents estacions de l'any, ja que a l'estiu on tenim més hores punta de sol captarem més energia i a l'hivern probablement no ens sigui suficient i haguem de consumir de la xarxa elèctrica. També vendrem l'energia excedent que no fem servir quan ens en sobri.



IMPLICACIONS AMBIENTALS

En quant a implicacions ambientals, en aquest projecte es mira de reduir al mínim aquestes generant la nostra pròpia energia a partir de fonts renovables com la solar, dissenyant un sistema fotovoltaic que ens servirà per al autoconsum. Per tant impulsem l'autoconsum i la venda d'energia produïda a partir d'una font renovable, fet que ajuda en certa manera a reduir aquestes implicacions ambientals.



CONCLUSIONS

Ha sigut una experiència diferent i única ja que personalment he après moltíssim sobre temes que no dominava com per exemple la comunicació IOT per protocols com el MQTT que ens permet comunicar diversos microcontroladors allunyats entre si i així crear una estructura modular dins de l'habitatge aconseguint així implementar un sistema domòtic a una casa ja feta sense aquest fi. M'ha semblat molt interessant poder dissenyar el meu propi sistema fotovoltaic, adquirint informació de tots els components que el conformen i la utilització d'aquests per a treure'n el rendiment òptim. Tenint en compte els consums que es produiran, l'energia que generarem nosaltres i com la podem utilitzar de la millor forma possible automatitzant diferents parts de la casa per a poder fer el màxim d'estalvi econòmic possible. Possiblement el punt que més m'agrada ha sigut la creació, desenvolupament i programació d'aquests sistemes domòtics que es poden controlar des de diversos dispositius oferint comoditat a l'habitatge on són instal·lats. Però a part de tot això em sembla important destacar la importància de la motivació per a buscar sobre tots aquests temes que desconeixes totalment i has d'invertir-hi una gran quantitat d'hores aprenent a on trobar informació, contrastar-la i extreure'n les parts importants i necessàries.

Per a concloure, aquest ha sigut un projecte molt interessant on hem aconseguit completar tots els objectius que ens havíem proposat, creant una casa domòtica sostenible.

BIBLIOGRAFIA

Xataka. Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno.

<https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

Consultat [01/03/2021]

Viquipèdia. Arduino.

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Consultat [01/03/2021]

Atmel. SMART ARM-Based Microcontroller Datasheet.

https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Boards/Atmel-42181-SAM-D21_Datasheet.pdf

Consultat [01/03/2021]

Ariston. Onda Radio. ARDUINO MKR WiFi 1010.

<https://www.ariston.es/producto/abx00023-arduino-arduino-mkr-wifi-1010-119251.aspx>

Consultat [01/03/2021]

NINA-W10 series. Product summary.

https://www.u-blox.com/sites/default/files/NINA-W10_ProductSummary_%28UBX-17051775%29_C1-public.pdf

Consultat [01/03/2021]

Viquipèdia. IEEE 802.11b.

https://ca.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11b

Consultat [01/03/2021]

CulturaSonora. Tipos de Bluetooth ¿Cuáles son las diferencias?

<https://www.culturasonora.es/blog/tipos-de-bluetooth-y-diferencias/>

Consultat [01/03/2021]

ATECC508A Complete Data Sheet.

https://content.arduino.cc/assets/mkr-microchip_atecc508a_cryptoauthentication_device_summary_datasheet-20005927a.pdf

Consultat [01/03/2021]

Microchip. ATECC508A.

<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/atecc508a>

Consultat [01/03/2021]

Dynamo. Arduino MKR WiFi 1010.

<https://dynamoelectronics.com/tienda/arduino-mkr-wifi-1010/>

Consultat [01/03/2021]

Melopero. Arduino MKR WiFi 1010.

<https://www.melopero.com/es/shop/development-boards/arduino/arduino-mkr-wifi-1010/>

Consultat [01/03/2021]

Luis Llamas. Medir distancia con arduino y sensor de ultrasonidos HC-SR04.

<https://www.luisllamas.es/medir-distancia-con-arduino-y-sensor-de-ultrasonidos-hc-sr04/>

Consultat [04/03/2021]

Luis Llamas. Reproducir sonidos con arduino y un buzzer pasivo o altavoz.

<https://www.luisllamas.es/reproducir-sonidos-arduino-buzzer-pasivo-altavoz/>

Consultat [04/03/2021]

Luis Llamas. Conectar arduino a un display LCD Hitachi HD44780.

<https://www.luisllamas.es/arduino-lcd-hitachi-hd44780/>

Consultat [04/03/2021]

Luis Llamas. Conectar un display LCD Hitachi a arduino por BUS I2C.

<https://www.luisllamas.es/arduino-lcd-i2c/>

Consultat [04/03/2021]

Wikipedia. Resistencia eléctrica.

https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_el%C3%A9ctrica

Consultat [07/03/2021]

Luis Llamas. Manejar cargas de más de 220V con arduino y salida por relé.

<https://www.luisllamas.es/arduino-salida-rele/>

Consultat [07/03/2021]

Deloitte. IoT – Internet of Things.

<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/loT-internet-of-things.html>

Consultat [07/03/2021]

TST. MQTT. Protocolo de conectividad M2M/IoT.

<http://www.tst-sistemas.es/mqtt/>

Consultat [07/03/2021]

Wikipedia. MQTT.

<https://en.wikipedia.org/wiki/MQTT>

Consultat [07/03/2021]

MQTT: The Standard for IoT Messaging.

<https://mqtt.org/>

Consultat [07/03/2021]

Luis Llamas. ¿Qué es MQTT? Su importancia como protocolo IoT.

<https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

Consultat [07/03/2021]

Wikipedia. Led.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Led>

Consultat [07/03/2021]

Sensor LDR. Información y gráficas.

<http://visystem.ddns.net:7442/graficas-sensor-ldr/>

Consultat [07/03/2021]

Xataka. De cero a maker: todo lo necesario para empezar con Raspberry Pi.

<https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>

Consultat [17/03/2021]

What is a Raspberry Pi?

<https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/>

Consultat [17/03/2021]

IBERDROLA ¿Cómo funcionan las plantas fotovoltaicas?

<https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica>

Consultat [17/03/2021]

OTOVO. El autoconsumo fotovoltaico con o sin conexión a la red explicado

<https://www.otovo.es/blog/autoconsumo/autoconsumo-electrico-conectado-o-aislado/>

Consultat [17/03/2021]

ENEL X. ¿Cómo funciona una instalación fotovoltaica?

<https://www.enelx.com/es/faq/ehome/C%C3%B3mo%20funciona%20una%20instalaci%C3%B3n%20fotovoltaica>

Consultat [17/03/2021]

SELECTRA. ¿Cómo instalar placas solares y cuánto me cuesta?

<https://selectra.es/autoconsumo/info/instalacion>

Consultat [17/03/2021]

APPA. ¿Qué es la energía fotovoltaica?

<https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>

Consultat [17/03/2021]

OCU. ¿Cuánta energía eléctrica gasta el microondas?

<https://www.ocu.org/electrodomesticos/microondas/noticias/consumo-microondas>

Consultat [20/03/2021]

EcoLuz LED. Equivalencias LED (W) y las Bombillas Tradicionales.

<https://www.ecoluzled.com/content/8-que-consumo-tiene-una-bombilla-led>

Consultat [20/03/2021]

Lucera. ¿Sabes cuánto consumen tus Electrodomésticos?

<https://lucera.es/blog/cuanto-consumen-electrodomesticos>

Consultat [20/03/2021]

Tarifaluzhora. Selectra. ¿Cuándo es más barata la luz con las nuevas tarifas de acceso?

<https://tarifaluzhora.es/comparador/franja-horaria>

Consultat [20/03/2021]

Tarifaluzhora. Selectra. Precio de la luz por horas.

<https://tarifaluzhora.es/?tarifa=discriminacion&fecha=20%2F03%2F2021>

Consultat [20/03/2021]

Comparadorluz. Selectra. Discriminación horaria: horas más caras y más baratas de luz.

<https://comparadorluz.com/tarifas/discriminacion-horaria>

Consultat [20/03/2021]

Wikipedia. Domòtica.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B3tica>

Consultat [21/03/2021]

CEDOM. Qué es domòtica.

<http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

Consultat [21/03/2021]

Comparaiso. Qué es la domòtica: aplicaciones y ejemplos.

<https://comparaiso.es/domotica>

Consultat [21/03/2021]

OTOVO. Descubra el potencial de su techo!

<https://solar.otovo.com/es/products/4a4bb547-8d35-49d3-9ee9-f80af1c306eb?market=es>

Consultat [21/03/2021]

Sensor de corriente eléctrica no invasivo con arduino y sct-013

<https://www.luisllamas.es/arduino-sensor-corriente-sct-013/>

Consultat [15/04/2021]

SCT-013 mide el consumo eléctrico en tu casa con Arduino

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sct-013-consumo-electrico-arduino/>

Consultat [15/04/2021]

Tutorial sensor de corriente ac no invasivo SCT-013

https://naylampmechatronics.com/blog/51_tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-sct-013.html

Consultat [15/04/2021]

SUNFields. Los 10 paneles solares de mayor eficiencia

<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/los-10-paneles-solares-mas-eficientes-del-mercado/>

Consultat [16/04/2021]

Solarweb.net. PANEL PANASONIC HIT 330

<https://www.solarweb.net/forosolar/central-compras/46303-panel-panasonic-hit-330-a.html>

Consultat [16/04/2021]

SUNFields. Placa solar Panasonic HIT N330

<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/panasonic-solar/panasonic-hit-n330/>

Consultat [16/04/2021]

AutoSolar. Inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE

<https://autosolar.es/inversores-de-red-monofasicos/inversor-red-growatt-min-3000tl-xe>

Consultat [16/04/2021]

Tarifasgasluz. Selectra. ¿Cómo funciona el Interruptor de Control de Potencia de la luz o ICP?

<https://tarifasgasluz.com/faq/icp>

Consultat [20/04/2021]

Wikipedia. Interruptor de control de potencia

https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_de_control_de_potencia

Consultat [20/04/2021]

Wikipedia. Instalación eléctrica

https://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n_el%C3%A9ctrica

Consultat [20/04/2021]

Endesa. Desxifrant el quadre elèctric de casa teva

<https://www.endesa.com/ca/blogs/blog-d-endesa/llum/com-desxifrar-el-quadre-electric-de-casa-teva>

Consultat [20/04/2021]

Tarifasgasluz. Selectra. ¿Qué es el Interruptor General Automático?

<https://tarifasgasluz.com/faq/iga>

Consultat [20/04/2021]

ComparadorLuz. Selectra. Interruptor General Automático, Seguridad en el cuadro eléctrica

<https://selectra.es/energia/info/que-es/interruptor-general-automatico>

Consultat [20/04/2021]

ComparadorLuz. Selectra.

<https://comparadorluz.com/faq/interruptor-general-automatico>

Consultat [20/04/2021]

Aelca. ¿Qué es el IGA? ProfeTolocka. Interruptores automáticos. Funcionamiento y simbología

<https://www.aelca.es/es/nuestro-blog/que-es-el-iga/>

Consultat [20/04/2021]

Roams. ¿Qué es el IGA, Interruptor General Automático?

<https://energia.roams.es/luz/iga/>

Consultat [20/04/2021]

ProfeTolocka. Interruptores automáticos. Funcionamiento y simbología

[https://www.profetolocka.com.ar/2018/01/04/interruptores-automaticos-funcionamiento-y-simbologia/#:~:text=El%20interruptor%20autom%C3%A1tico%20es%20un,a%20diferencia%20de%20los%20fusibles\).](https://www.profetolocka.com.ar/2018/01/04/interruptores-automaticos-funcionamiento-y-simbologia/#:~:text=El%20interruptor%20autom%C3%A1tico%20es%20un,a%20diferencia%20de%20los%20fusibles).)

Consultat [20/04/2021]

Finder. ¿Cómo funcionan los dispositivos de protección contra sobretensiones?

<https://www.findernet.com/es/argentina/news/como-funcionan-los-dispositivos-de-proteccion-contrasobretensiones/>

Consultat [20/04/2021]

Wikipedia. Interruptor diferencial.

https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_diferencial

Consultat [20/04/2021]

Tarifaluzhora. Selectra. El interruptor diferencial corta la luz ante fugas de corriente

<https://tarifaluzhora.es/info/interruptor-diferencial>

Consultat [20/04/2021]

Selectra. ¿Qué es el diferencial eléctrico, cuántos tipos hay y cómo funcionan?

<https://selectra.es/energia/info/que-es/interruptor-diferencial>

Consultat [20/04/2021]

Selectra. ¿Qué es el PIA en electricidad, cómo funciona y cuándo puede ser útil?

<https://selectra.es/energia/info/que-es/pia-electricidad>

Consultat [20/04/2021]

ComparadorLuz. Selectra. Interruptores automáticos magnetotérmicos: función y precios

<https://comparadorluz.com/faq/pequeno-interruptor-automatico>

Consultat [20/04/2021]

Tarifaluzhora. Selectra. Pequeños interruptores automáticos: Precios y Tipos

<https://tarifaluzhora.es/info/pias>

Consultat [20/04/2021]

Tarifasgasluz. Selectra. ¿Qué son los Pequeños Interruptores Automáticos?

<https://tarifasgasluz.com/faq/pias>

Consultat [20/04/2021]

Censolar. Legislación fotovoltaica en España.

<https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-es-2019/>

Consultat [04/05/2021]

Tarifasgasluz. Normativa sobre placas solares: compensación y trámites.

<https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/normativa>

Consultat [04/05/2021]

Solideo. Cuánto puedo ahorrar con las placas solares.

<https://www.solideo.es/cuanto-puedo-ahorrar-con-las-placas-solares/>

Consultat [08/05/2021]

Selectra. ¿Cómo instalar placas solares y cuánto me cuesta?

<https://selectra.es/autoconsumo/info/instalacion#:~:text=para%20la%20instalaci%C3%B3n.-,%C2%BFcu%C3%A1nto%20cuesta%20instalar%20placas%20solares%3F,15%20kWh%20mensuales%20por%20m2>

Consultat [08/05/2021]

EcoFener. ¿Qué potencia puede producir un panel solar?

<https://ecofener.com/blog/potencia-puede-producir-panel-solar/#:~:text=Una%20hora%20poco%20de%20sol,%2C%20o%20sea%20300Wh%2Fd%C3%ADa.>

Consultat [08/05/2021]

Educaplus. Horas diarias de luz.

<http://www.educaplus.org/geografia/horas-de-luz.html>

Consultat [08/05/2021]

Podo. Factura media de luz en un hogar de España ¿Cuánto se gasta al mes?

<https://www.mipodo.com/blog/informacion/factura-media-luz-hogar-espana/#:~:text=Una%20casa%20espa%C3%B1ola%20consume%20de,se%20encuentra%20en%207.544%20kWh.>

Consultat [08/05/2021]



PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP

Consultat [22/05/2021]

IMATGES I TAULES

Imatge 1. Raspberry Pi 3 Model B v1.2

<https://www.pccomponentes.com/raspberry-pi-4-modelo-b-8gb>

Imatge 2. Raspberry Pi Sistema Operatiu

<https://www.linuxadictos.com/raspberry-pi-os-2021-01-11-elimina-flash-y-anade-estas-otras-mejoras.html>

Imatge 3. Exemple esquema casa domòtica

<https://www.factorenergia.com/ca/blog/apren-a-estalviar/estalviar-llum-domotica/>

Imatge 4. Exemple esquema estructura IoT

<https://www.gettingyouconnected.com/internet-things-changing-world-pretty-cool-ways/>

Imatge 5. Esquema protocol MQTT Pub/Sub

<https://mqtt.org/>

Imatge 6. Esquema Publisher/Broker/Subscriber

<https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

Imatge 7. Programa per parts demostració MQTT

Imatge 8. Sensor ultrasons HC-SR04

<https://www.hwlibre.com/hc-sr04/>

Imatge 9. Buzzer

<https://www.luisllamas.es/reproducir-sonidos-arduino-buzzer-pasivo-altavoz/>

Imatge 10. Disposició rectangular 4x4 botons teclat

<https://www.luisllamas.es/arduino-teclado-matricial/>

Imatge 11. Pantalla LCD + I2C

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/10/17/pantalla-lcd-i2c-en-arduino/>

Imatge 12. Polsador

<https://www.luisllamas.es/leer-un-pulsador-con-arduino/>

Imatge 13. Resistència

<https://www.ecobadajoz.es/resistencias-y-potenciometros/resistencia-de-carbon-05w-47-ohm.html>

Imatge 14. Light-Emitting Diode (LED)

<https://es.rs-online.com/web/p/leds/2285562/>

Imatge 15. Sensor LDR

<http://visystem.ddns.net:7442/graficas-sensor-ldr/>

Imatge 16. Mòdul de dos relés

<https://www.amazon.es/SunFounder-Channel-Optocoupler-Expansion-Raspberry/dp/B00E0NTPP4>

Imatge 17. Sensor corrent SCT-013-000

<https://www.luisllamas.es/arduino-sensor-corriente-sct-013/>

Imatge 18. Mini panell solar portàtil.

Imatge 19. Esquema muntatge alarma

Imatge 20. Esquema elèctric alarma

Imatge 21. Programa per parts alarma

Imatge 22. Esquema muntatge persianes

Imatge 23. Esquema elèctric persianes

Imatge 24. Programa per parts persianes

Imatge 25. Esquema muntatge llums exteriors

Imatge 26. Esquema elèctric llums exteriors

Imatge 27. Programa per parts llums exteriors

Imatge 28. Esquema muntatge càrregues no controlades i controlades

Imatge 29. Esquema elèctric càrregues no controlades i controlades

Imatge 30. Programa per parts càrregues no controlades i controlades

Taula 31. Taula càlculs potència consumida

Taula 32. Taula consums horaris

Imatge 33. Estudi capacitat plaques solars

https://www.otovo.es/a/placas-solares-energia-verde?utm_source=google&utm_medium=ad&utm_campaign=search-brand&gclid=EAlalQobChMIss7hx7aR8AIVPwwGAB2MIgWkEAAYASAAEgLlovD_BwE

Imatge 34. Preus horaris tarifa normal

<https://tarifaluzhora.es/?tarifa=discriminacion&fecha=20%2F03%2F2021>

Imatge 35. Preus horaris tarifa discriminatòria horària

<https://tarifaluzhora.es/?tarifa=discriminacion&fecha=20%2F03%2F2021>

Taula 36. Comparació preus tarifes

Imatge 37. Instal·lació elèctrica unifilar.

Imatge 38. Panell Solar PANASONIC HIT N330

<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/panasonic-solar/panasonic-hit-n330/>

Imatge 39. Comparació tecnologia HIT vs Convencional

<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/panasonic-solar/panasonic-hit-n330/>

Taula 40. Característiques elèctriques Panell Solar PANASONIC HIT N330

Taula 41. Característiques de temperatura Panell Solar PANASONIC HIT N330

Imatge 42. Dimensions i pes Panell Solar PANASONIC HIT N330

<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/panasonic-solar/panasonic-hit-n330/>

Imatge 43. Inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE

<https://autosolar.es/inversores-de-red-monofasicos/inversor-red-growatt-min-3000tl-xe>

Imatge 44. Característiques tècniques inversor Red Growatt MIN 3000TL-XE

<https://autosolar.es/inversores-de-red-monofasicos/inversor-red-growatt-min-3000tl-xe>

Taula 45. Exemple escomesa elèctrica

<https://ingenieriareal.com/instalaciones-electricas/>

Imatge 46. Exemple quadre elèctric amb els components corresponents

<https://selectra.es/energia/info/que-es/pia-electricidad>

Imatge 47. Sistema magnètic ICP

<https://selectra.es/energia/info/que-es/pia-electricidad>

Imatge 48. Sistema tèrmic ICP

<https://selectra.es/energia/info/que-es/pia-electricidad>

Taula 49. Valors intensitat ICP corresponents a la potència

<https://selectra.es/energia/info/que-es/pia-electricidad>

Imatge 50. ICP

<https://www.se.com/es/es/product/11941/icp-m-c60n-interruptor-autom%C3%A1tico-magnetot%C3%A9rmico-2p--45a---6ka---400-v/>

Imatge 51. Interruptor general automàtic

<https://www.manomano.es/catalogue/p/limitador-de-sobretensiones-transitorias-2p-25a-hager-mz225v-4710779>

Imatge 52. Protector contra sobretensions

<https://www.endesa.com/ca/blogs/blog-d-endesa/llum/com-desxifrar-el-quadre-electric-de-casa-teva>

Imatge 53. Exemple components quadre elèctric

<https://tarifaluzhora.es/info/interruptor-diferencial>

Imatge 54. Interruptor Diferencial

<https://tarifaluzhora.es/info/interruptor-diferencial>

Imatge 55. Exemple estructura amb PIA's habitatge

<https://tarifasgasluz.com/faq/pias>

Imatge 56. Components part interna PIA

<https://tarifasgasluz.com/faq/pias>

Imatge 58. Rendiment sistema FV connectat a xarxa

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP