

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ing. Sist. de Telecom., Sonido e Imagen



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Control domotico remoto de vivienda mediante smartphone”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Bernardo Aleixandre Tudó

Tutor/a:

Tomás Sogorb Devesa

GANDIA, 2013

La tecnología forma parte de la sociedad actual y de la vida cotidiana de las personas. Los últimos avances tecnológicos han simplificado nuestra vida y han provocado muchos cambios en las diversas áreas de la sociedad. Una de estas áreas es sin duda la automatización de la vivienda.

Los nuevos aparatos electrónicos nos permiten tener acceso a las comunicaciones en cualquier lugar y a cualquier hora. La entrada de internet móvil en el mercado mediante los Smartphone y su rápida y extensa propagación obligan a todos los sectores a introducirse en la materia.

El siguiente proyecto introduce el mundo de la domotica en dicha tecnología emergente tratando de conseguir como resultado el confort, seguridad y ahorro en el hogar. Desde nuestro dispositivo móvil seremos capaces de controlar la iluminación, climatización y encendido de equipos así como recibir en cualquier lugar información del estado de nuestra vivienda mediante imágenes, alarmas y sensores.

The technology is part of modern society and everyday life of the people. Recent technological advances simplified our lives and are the cause of many changes in the various areas of society. One of these areas is undoubtedly the home automation.

New electronics allow us to have access to communications anywhere and anytime. The mobile Internet Smartphone and its rapid and extensive market spread require all sectors to enter the field.

This project introduces the world of home automation in this emerging technology as a result trying to get comfort, safety and savings in the home. From your mobile device will be able to control lighting, climate control and power equipment as well as receive information anywhere in our home state as images, alarms and temperature.

INDICE

1. INTRODUCCION A LA DOMÓTICA.....	1
2. EL SISTEMA DOMOTICO.....	2
2.1 ARQUITECTURA.....	2
2.2 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DOMOTICA.....	3
2.3 TIPOS DE TECNOLOGIAS DE REDES EN DOMOTICA, ESTANDARES Y ASOCIACIONES.....	4
3. OBJETIVOS.....	4
4. ANTECEDENTES Y ESTADO DE ARTE.....	5
5. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.....	5
6. MODULO DE CONTROL EZ WEB LYNX.....	10
6.1. INTRODUCCIÓN.....	10
6.2. CARACTERISTICAS.....	10
6.3 CONFIGURACIÓN.....	13
6.4. PUESTA EN MARCHA DEL EZ WEB LYNX.....	13
6.5. COMPILACION Y PROGRAMACION.....	16
6.6. INSTRUCCIONES.....	16
6.7. CODIGO DEL PROYECTO.....	18
7. EL MICROPROCESADOR.....	28
7.1. CARACTERISTICAS.....	28
7.2. OSCILADOR.....	29
7.3. CARACTERISTICAS ELECTRICAS.....	30
7.4. CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	30
7.5. DISEÑO DE PROGRAMA.....	32
7.6. SIMULACIÓN.....	34
7.7. PROGRAMACIÓN.....	35
8. CIRCUITO DE CONTROL DE SALIDAS.....	35
9. SENSORES Y ENTRADAS.....	38
10. IMPLEMENTACIÓN EN TECNOLOGIA SMARTPHONE.....	41
11. DESARROLLO Y MONTAJE.....	43
12. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	46
13. ACTUALIZACIONES Y MEJORAS EN EL CIRCUITO.....	46
14. PRESUPUESTO.....	48
15. MANTENIMIENTO E INSTALACION.....	49
16. REGLAMENTACIÓN.....	49
17. CONCLUSIONES.....	50
18. BIBLIOGRAFIA.....	50

1. INTRODUCCION A LA DOMÓTICA

El término domótica viene de la unión de las palabras domus (que significa casa en latín) y tica (palabra griega, con significado 'que funciona por sí sola').

Por tanto se entiende por domótica al conjunto de tecnologías aplicadas al control y automatización de la vivienda aportando una gestión eficiente de la energía y el aporte de seguridad, bienestar y confort.

Un sistema domótico capta información proveniente de unos sensores o entradas, las procesa y según estas emite órdenes a unos actuadores o salidas. El sistema puede acceder a redes exteriores de comunicación o información.

El origen de la domótica se remonta a los años setenta, cuando, tras muchas investigaciones aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la tecnología X-10. Durante los años siguientes la comunidad internacional mostró un creciente interés por la búsqueda de la casa ideal, comenzando diversos ensayos con avanzados electrodomésticos y dispositivos automáticos para el hogar. Los primeros sistemas comerciales fueron instalados, sobre todo, en Estados Unidos y se limitaban a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficinas.

Más tarde, con el auge de los PC's a finales de la década de los 80 y principios de los 90, se empezaron a incorporar en estos edificios los Sistemas de Cableado Estructurado (SCE) para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí, utilizando un cableado estándar y tomas repartidas por todo el edificio. Además de los datos, estos sistemas de cableado permitían el transporte de la voz y la conexión de algunos dispositivos de control y de seguridad, por lo que a aquellos edificios se les empezó a llamar edificios inteligentes.

Posteriormente, todos estos automatismos destinados a edificios de oficinas, se han ido aplicando también a las viviendas particulares, donde el número de necesidades que hay que cubrir es mucho más amplio.

El sector de la domótica ha evolucionado considerablemente en los últimos años, y en la actualidad la oferta es mejor, de mayor calidad y su utilización es ahora más intuitiva y manejable por cualquier usuario.

Los requerimientos que plantean los actuales cambios sociales y tecnológicos así como las nuevas tendencias de nuestra forma de vida, lleva a una mayor implementación y a una continua evolución de estos dispositivos.

En España la domótica tiene presencia mediante multitud de empresas, algunas con más de 12 años en el mercado.

Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cinco aspectos o ámbitos principales:

Ahorro energético

El ahorro energético es un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos sino una tener una gestión eficiente de los mismos. Como ejemplo la posibilidad de programar la climatización y la partición de esta por zonas.

Confort

El confort es aquello que produce bienestar y comodidad. Por tanto todo sistema domotico debe ofrecer dichas sensaciones a través de su funcionamiento. Estas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo, como activo.

- Manejo de sistema de iluminación a distancia.
- Automatización de los distintos equipos eléctricos del hogar.
- Generación escenarios para el usuario

Seguridad

Los sistemas domoticos también tienen la función de proteger tanto los bienes patrimoniales como la seguridad personal. Para ello incorporan ciertas medidas tales:

- Alarmas de intrusión, cámaras IP, detección de incendios, fugas y escapes.
- Control de acceso
- Simulación de presencia

Comunicaciones

Nos referimos en este apartado a los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar.

- Posibilidad de control tanto externo como interno, control remoto desde Internet, mandos inalámbricos, teléfonos.
- Informes de consumo y costes
- Transmisión de alarmas.

Accesibilidad

En los sistemas domoticos se debe favorecer la accesible a la diversidad humana. Uno de los objetivos de estas tecnologías es favorecer la autonomía personal y los destinatarios de estas tecnologías son todas las personas.

2. EL SISTEMA DOMOTICO

2.1 ARQUITECTURA

La Arquitectura de los sistemas de domótica hace referencia a la estructura de su red. La clasificación se realiza en base a de donde reside la "inteligencia" del sistema domótico. Las principales arquitecturas son:

- **Arquitectura Centralizada:** Un controlador centralizado, envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores o usuarios.

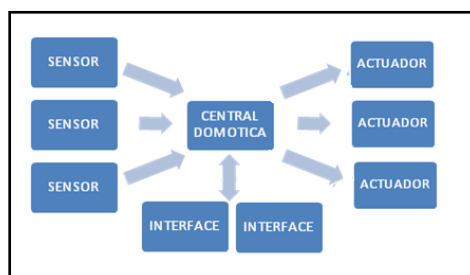


Fig 1. Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Centralizada

- **Arquitectura Descentralizada:** Existen varios controladores, interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadores según el programa establecido y la información que recibe de los sensores y usuarios.

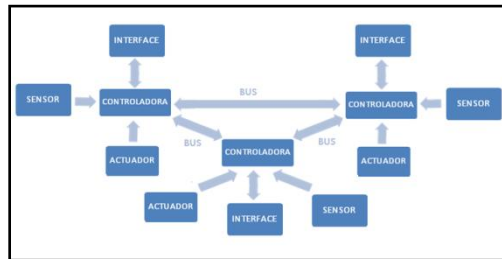


Fig 2. Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Descentralizada

- **Arquitectura Distribuida:** Cada sensor y actuador es también un controlador capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa y la información que captan por sí mismo y la que recibe de los otros dispositivos.

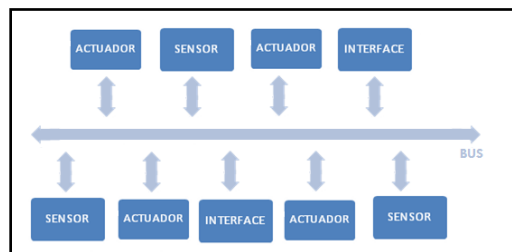


Fig 3. Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Distribuida

- **Arquitectura Híbrida / Mixta** – Se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas.

2.2 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DOMOTICA

La amplitud de una solución de domótica puede variar desde un único dispositivo, que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda. Los distintos dispositivos de los sistemas de domótica se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- **Controlador o central de gestión:** Los controladores son los dispositivos que gestionan el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un controlador solo, o varios distribuidos por el sistema.
- **Actuador:** El actuador es un dispositivo capaz de ejecutar o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.).
- **Sensor:** El sensor es el dispositivo que capta información para transmitirla al sistema como son sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.
- **Bus:** Es el medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos. Puede ser cableado o de forma inalámbrica.
- **Interface:** Son los elementos de interacción del sistema con otros sistemas o usuarios. Como ejemplo pantallas, móvil, Internet, conectores, etc.

2.3 TIPOS DE TECNOLOGIAS DE REDES EN DOMOTICA, ESTANDARES Y ASOCIACIONES.

Los sistemas domoticos utilizan una serie de protocolos de comunicaciones y de estándares para comunicarse con otros dispositivos y entre ellos. Es de gran importancia su utilización y ser conocedores de estos ya que en nuestro proyecto desarrollaremos un sistema de domotica. Algunos de estos estándares son:

- **X10:** Protocolo de comunicaciones para control remoto de dispositivos eléctricos, hace uso de los enchufes eléctricos, sin necesidad de nuevo cableado. Puede funcionar correctamente para la mayoría de los usuarios domésticos. Es de código abierto y el más difundido. Poco fiable frente a ruidos eléctricos.
- **KNX/EIB:** Bus de Instalación Europeo con más de 20 años y más de 100 fabricantes de productos compatibles entre sí.
- **ZigBee:** Protocolo estándar de comunicaciones inalámbricas, recogido en el IEEE 802.15.4
- **OSGi:** Open Services Gateway Initiative. Especificaciones abiertas de software que permite diseñar plataformas compatibles que puedan proporcionar múltiples servicios. Ha sido pensada para su compatibilidad con Jini o UPnP.
- **LonWorks:** Plataforma estandarizada para el control de edificios, viviendas, industria y transporte.
- **Universal Plug and Play (UPnP):** Arquitectura software abierta y distribuida que permite el intercambio de información y datos a los dispositivos conectados a una red.

El mundo de la domotica representa un sector de gran importancia y volumen en nuestra sociedad por ello existen varias asociaciones que regulan y velan por esta.

IEEE: *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas.

CENELEC: Comité Europeo de Normalización Electrotécnica. La Comisión CENELEC/ENTR/e-Europe/2001-03 es la encargada de elaborar normas a nivel Europeo.

CEDOM: Asociación Española de Domótica. Su objetivo principal es la promoción de la Domótica. Se trata del foro nacional en el que se reúnen todos los agentes del sector en España.

KNX Association: Es la Asociación internacional para la promoción del protocolo de bus Knx.

3. OBJETIVOS

El presente proyecto se incluye dentro del campo de la domótica y más concretamente la domótica aplicada a las nuevas tecnologías de comunicación emergentes en el momento como son los dispositivos Smartphone.

Actualmente son muchas las personas que poseen acceso a internet desde dispositivos Smartphone o tablets y se prevé que esta cantidad aumente considerablemente en poco tiempo.

La finalidad de este proyecto es fusionar el control domotico de nuestra vivienda con dispositivos convencionales con acceso a internet y dispositivos de nueva incorporación en el mercado como son los Smartphone y tablets.

A la finalidad expuesta anteriormente añadiremos una serie de objetivos y características que deberemos conseguir para desarrollar un proyecto con posibilidades de éxito.

Ya anteriormente comentamos que todo proyecto relacionado con la domótica debía de cumplir ciertos aspectos como son ahorro energético, confort, seguridad, comunicaciones y accesibilidad, a estos le añadiremos la versatilidad y el bajo coste.

4. ANTECEDENTES Y ESTADO DE ARTE

Es de sobra conocido que actualmente hay en el mercado una gran variedad de dispositivos de domótica, pero el mercado actual demanda un producto que reúna la condición de compatibilidad de uso con dispositivos Smartphone y tablets.

Las empresas conocedoras de esto ya se han puesto manos a la obra y ya están empezando a salir los primeros dispositivos al mercado.

En la KeyNote de Google del primer día en el Google I/O 2011 se mostraba como con un tablet interactuaban con la iluminación de la sala y con dos sistemas de audio independientes. La demostración venía acompañada de los prototipos. A fechas de hoy no se sabe nada del estado en el que se encuentra el proyecto.

La compañía ThinkFlood una de las mas galardonadas en el mundo de la domótica a sacado una aplicación que sincroniza con su hardware de domotica, a fecha de hoy todavía se encuentra en fase Beta.

El fabricante de equipos de domótica Crestron cuenta ya con aplicaciones para la gestión de sus sistemas en la plataforma Android. Las aplicaciones te permiten gestionar de forma remota (ya sea mediante una conexión WIFI o por 3G), los automatismos que tengas instalados en casa, o bien encender y apagar la luz o controlar la temperatura.

5. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Para el desarrollo de nuestro dispositivo se precisaba como elemento principal un servidor web al que poder acceder vía internet para gestionar y procesar las peticiones. Hemos seleccionado de entre varios modelos el modulo EZ web LYNX en el que profundizaremos más adelante.

Para procesar a un nivel más complejo las operaciones a realizar nos apoyaremos en el funcionamiento del circuito de control mediante un dispositivo PIC18F45K20 de la marca microchip.

Finalmente para el accionamiento de las salidas implementaremos un circuito a base de relés y transistores ya que será necesario amoldar las salidas de 5V CC de nuestro dispositivo a los 220V CA utilizados por la mayoría de los elementos de la vivienda.

Implementaremos también una serie de sensores para monitorizar diferentes magnitudes a tener en cuenta como son la temperatura, humedad, consumos y alarmas. En el apartado correspondiente se profundiza más en dichos elementos.

Para suministrar el circuito hemos implementado una fuente de alimentación que suministrará voltajes de 3.3 ,5 y 12 voltios según necesidades de cada dispositivo.

El diagrama de bloques del circuito se muestra en la figura siguiente:

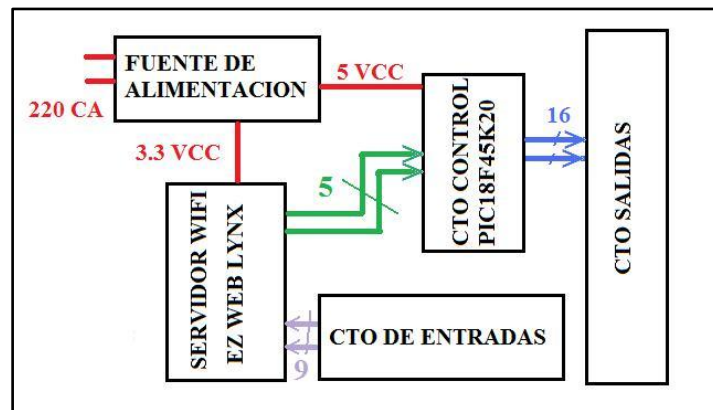


Fig 4. Diagrama de bloques del dispositivo.

Para la elección de sistema domótico se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- **Tipología y Tamaño:** Se tendrá en cuenta el esquema arquitectónico (apartamento, adosado, vivienda unifamiliar), y su tamaño.
- **Nueva o Construida:** Si la vivienda no se ha construido hay posibilidad de implementar cualquier sistema de comunicaciones, en cambio si la vivienda ya está construida, hay que analizar las distintas posibilidades.
- **Las Funcionalidades:** Las funcionalidades de un sistema domótico se basan en la estructura familiar, los hábitos y necesidades de los usuarios.
- **La Integración:** Además de los aparatos y sistemas que se controla directamente con el sistema de domótica hay que definir con que otros sistemas del hogar se quiere interactuar.
- **Los Interfaces:** Hay una gran variedad de interfaces disponibles en el mercado, como centrales táctiles, por voz, mediante móvil, Web, etc. Debemos elegir e implementar uno de ellos o la combinación de varios.
- **El Presupuesto:** Es uno de los factores a tener muy en cuenta ya que los sistemas existentes permiten implementar proyectos con una gran abanico de posibilidades económicas que se ajusten tanto al usuario como a la vivienda.
- **Reconfiguración y Mantenimiento:** Hay que tener en cuenta con qué facilidad se puede reconfigurar el sistema por parte del usuario y por otro lado los servicios de mantenimiento y post venta que ofrecen los fabricantes.

Según los aspectos mencionados anteriormente hemos creado un escenario que se ajusta a nuestra vivienda y a nuestras necesidades y a partir de este se ha configurado el control de los diferentes dispositivos.

El escenario cuenta con la siguiente estructura:

ENTRADA

En este bloque hemos configurado las siguientes opciones:

- TIMBRE

Desde aquí podremos consultar si están llamando al timbre de nuestra vivienda así como las veces que se ha llamado para saber si desde la última vez ha llamado alguien. Cuando se detecte la pulsación del timbre se enviará a nuestro correo una notificación con dicha alarma para que quedemos advertidos. El correo enviado nos llegará de inmediato al buzón configurado desde el Smartphone.

- WEBCAM/CAMARA IP

Se ha implementado la posibilidad de acceder desde nuestro entorno a las imágenes captadas por una cámara ip situada a la entrada de la vivienda. Permitirá junto con la opción anterior y la que veremos a continuación de disponer de un sistema de video portero capaz de operar desde dentro de casa o desde cualquier parte del mundo.

- APERTURA PUERTA PRINCIPAL

Por último se ha implementado la posibilidad de abrir la puerta quedando completo el sistema de video portero. Será de gran utilidad para dar acceso a personas de confianza cuando no estemos en casa. El sistema será seguro y precisará de una clave de acceso para poder ejecutarse.

DORMITORIO

- ENCHUFE

Para el telecontrol de diferentes electrodomésticos como pueden ser televisores, reproductores de audio, lámparas de pie, etc, se incluye en cada estancia una toma de alimentación que puede ser activada o desactivada desde el dispositivo de control.

- ILUMINACIÓN

Como en el caso anterior para cada una de las estancias se ha implementado la posibilidad de conmutar el estado de las luces. Nos ofrecerá comodidad y servirá como veremos más adelante como simulación de vivienda habitada.

- PERSIANA

Como todo buen sistema de domótica se ha implementado un mecanismo para controlar la subida y bajada de las persianas de la vivienda.

SALÓN

Para estancia del salón se ha configurado el control de una toma de corriente y el control de iluminación de este.

COCINA

En la cocina hemos implementado el control de iluminación, una toma de corriente que será útil para activar por ejemplo el horno y por último el control de persianas.

JARDIN

Como en las estancias anteriores hemos implementado el control de la iluminación del jardín. Como diferencia respecto a las otras se ha incluido un sistema de riego automático.

- RIEGO AUTOMATICO

Hemos implementado la posibilidad de accionar el sistema de riego del jardín lo que resultará muy práctico cuando estemos varios días fuera del hogar.

GENERALES

- CONSUMO ELECTRICO

Para comprobar en tiempo real la potencia eléctrica que estamos consumiendo así como el gasto económico que esta supone. Será útil también para saber si nos hemos dejado algún electrodoméstico encendido.

- CONSUMO DE AGUA

Nos permitirá controlar la cantidad de agua que estamos utilizando en cada instante. Será de gran ayuda para controlar si existen fugas cuando no estemos en casa.

- TEMPERATURA

Disponemos de un termómetro que medirá la temperatura de la vivienda y según esta tendremos la posibilidad de decidir si conectamos el sistema de climatización de la vivienda para hacer que la llegada al hogar sea más agradable y confortable.

- HUMEDAD

Mediante el parámetro de la temperatura no es suficiente determinar la sensación térmica, por ello se añade al parámetro anterior la lectura de la humedad relativa de la vivienda para poder determinar con más exactitud el ambiente térmico existente.

- SIMULACIÓN

Nuestro sistema de control domotico tiene también la función de protección del hogar, para ello dispone de sistemas de alarmas de intrusión. Asimismo tenemos la posibilidad de eludir una posible intrusión dando a parecer que estamos dentro de la vivienda. Con esta opción tendremos la posibilidad de activar un escenario compuesto por activación de luces y enchufes que darán a entender que la vivienda está habitada.

ALARMAS

Ya hemos comentado de la necesidad de desarrollar un sistema domotico que proporcione seguridad a nuestro hogar. Para ello se han implementado un dispositivo de alarma en la entrada principal y otro en la entrada desde el jardín.

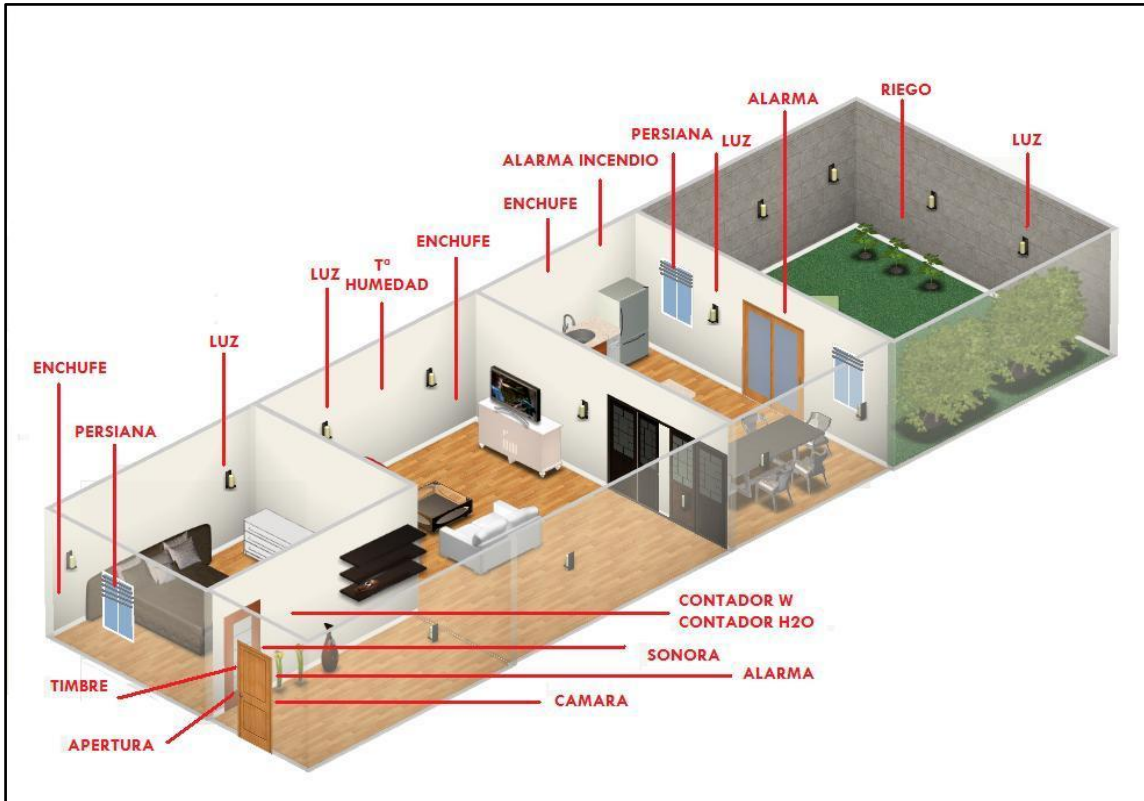
Otro sistema de alarma implementado es el de detección de incendios que nos avisará mediante la colocación de sensores de cualquier mínimo indicio de incendio.

Cuando el sistema nos avise de una posible intrusión o posibilidad de incendio, tendremos la opción de activar una señal de alarma sonora para dar a conocer el peligro o ahuyentar a un posible intruso.

EMAIL

Dispondremos de la posibilidad de solicitar la recepción de un correo electrónico con un reporte de todos los estados de las salidas y entradas de nuestro dispositivo. Permitirá en pocos segundos saber en qué estado se encuentra nuestra vivienda

Las figuras 5 y 6 muestran la arquitectura de la vivienda junto con las opciones implementadas en el diseño.



VIVIENDA

ENTRADA		HABITACIÓN		SALÓN		COCINA		JARDÍN		ALARMAS		GENERAL										
WEBCAM	ABRIR PUERTA	TIMBRE	ENCHUFE	LUZ	PERSIANA	LUZ	ENCHUFE	ENCHUFE	LUZ	PERSIANA	LUZ	RIEGO	ALARMA 1	ALARMA 2	ALARMA 3	INCENDIO	SONORA	CONSUMO E	CONSUMO H2O	HUMEDAD	Tª	SIMULA
ACTIVAR	DESACTIVAR	ENCENDER	APAGAR	SUBIR	BAJAR	ENCENDER	APAGAR	ACTIVAR	DESACTIVAR	ACTIVAR	DESACTIVAR	ENCENDER	APAGAR	SUBIR	BAJAR	ENCENDER	APAGAR					

6. MODULO DE CONTROL EZ WEB LYNX

6.1. INTRODUCCIÓN

El modulo EZ WEB LYNX es un dispositivo con tecnología WIFI que incorpora un servidor embebido capaz de alojar en su memoria una aplicación web diseñada por nosotros mismos que nos permitirá interactuar con el dispositivo en sistemas de monitorización o telecontrol.

Fue diseñado para poder implementarse tanto en el ámbito profesional por sus altas prestaciones como en el ámbito aficionado ya que no precisa de grandes conocimientos técnicos en la materia.

Por tanto se trata de un dispositivo que será de gran utilidad en proyectos de telemetría como estaciones meteorológicas, tele-vigilancia, controles de refrigeración, acceso, riego, etc., o como en nuestro caso para el control domótico de una vivienda permitiendo el control de puertas, temperaturas, presencias, fugas, etc.

Por sus excelentes características técnicas, facilidad de manejo, bajo precio y por sus reducidas dimensiones hemos seleccionado dicho módulo para desarrollar nuestro proyecto ya que nos permitirá interactuar con el dispositivo a distancia, vía web permitiéndonos personalizar en el servidor web embebido nuestro entorno grafico y de control sin necesidad de tener grandes conocimientos de programación específica.

6.2. CARACTERISTICAS

El dispositivo presenta las siguientes características técnicas:

- **Puertos de comunicación**
 - Hasta 17 entradas/salidas digitales
 - Hasta 6 entradas analógicas con una resolución de 0,02V
 - Puerto UART y puerto I2C
 - 2 puertos de comunicaciones serie, 4 para PWM y 4 para TIMERS
 - Puerto LCD alfanumérico
 - 256 registros (Volátiles/no volátiles) de 8 bits
 - 1 y 2 Mbps de bit rate

- **Protocolos soportados**
 - Servidor http que permite el hosting Web con una memoria de hasta 927Kb.
 - Interfaz de comandos UDP
 - Permite el envío de alertas por correo electrónico a través de un servidor SMTP
 - ICMP para respuesta ante ping y DHCP para autoconfigurarse en una red.
 - Compatible con el estándar de radio 802.11b
 - Encriptación WEP 64bit, WPA 128 bit o WPA2

A continuación se describe con más detalle cómo pueden ser utilizados los pines E/S.

- **Entradas Digitales**

Los pines del 1-16 pueden ser utilizados como entradas digitales. Cuando están configurados de dicho modo, cualesquiera de las otras características del pin (Serial, I2C, Analógica) no están disponibles.

- **Salidas de Digitales**

Los pines 1-16 pueden ser usados también como salida digital. Cuando están configurados de este modo, cualesquiera de las otras características del pin no están disponibles.

- **Entradas analógicas**

Los pines 1-6 pueden ser usados como entradas analógicas. Estas entradas funcionan en el rango GND-Vdd y tienen una resolución de 0.01V

La entrada analógica se debe utilizar consecutivamente comenzando desde el pin 1. Por ejemplo, si necesitamos una entrada analógica debemos utilizar el pin 1, si necesitamos 2 entradas debemos utilizar el pin1 y el pin 2 y así consecutivamente. El uso analógico de los pines fuera de este orden puede producir resultados indeseables.

En la siguiente tabla se identifica cada pin con las posibles configuraciones de que dispone:

PIN	DESCRIPCIÓN
1	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA –SALIDA ANALOGICA (PWM)
2	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA –SALIDA ANALOGICA (PWM)
3	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA
4	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA
5	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA
6	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA – CONTADOR ENTRADA
7	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – SALIDA ANALOGICA (PWM)
8	RS232 SERIAL DATA TRANSMIT
9	RS232 SERIAL DATA RECEIVE
10	I2C CLOCK
11	I2C DATA
12	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – SALIDA ANALOGICA (PWM)
13	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA – CONTADOR ENTRADA
14	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA – CONTADOR ENTRADA
15	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – ENTRADA ANALOGICA – CONTADOR ENTRADA
16	ENTRADA/SALIDA DIGITAL – SALIDA ANALOGICA (PWM)
17	0 = MODO INFRAESTRUCTURA 1 = MODO AD HOC *VER ANOTACION 1
18	RESET ACTIVO BAJO
19	VDD (3V3)
20	GND

- **Variables de datos**

El dispositivo tiene la capacidad de almacenar valores para el uso del programador. Hay dos sistemas de 256 variables de 8 bit: volátiles y permanentes.

- **E-mail**

El EZ WEB LYNX puede enviar alarmas o informes vía e-mail así como un e-mail diario que nos informará del estado de los pines que controlamos. Estos informes pueden activarse al cumplirse ciertas condiciones estipuladas por nosotros como por ejemplo una entrada digital se ha activado, una entrada analógica sobrepasa o está por debajo del umbral definido o la temperatura alcanza un nivel especificado.

- **Contador de pulsos**

Los pines 6, 13, 14 y 15 pueden configurarse en modo contador para leer el número de cambios de estado ocurridos en estos.

- **Bus I2C**

El modulo dispone de dos pines el 10 como CLOCK y el 11 como DATA para interactuar con otros dispositivos mediante la tecnología I2C. En nuestro caso se utilizará para conectar el modulo de lectura de temperatura.

- **Detalles del modulo.**

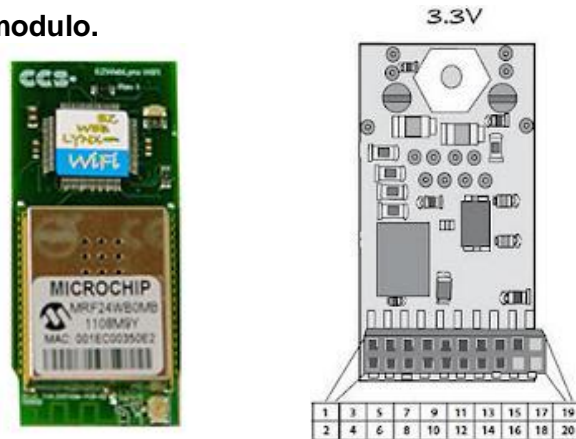


Fig 7. Detalles del modulo EZ web Lynx

- **Especificaciones eléctricas**

	PIN	MIN	MAX
Tensión entrada nivel bajo	PIN 1-9, 12-17	GND	0.8V
	PIN 10,11	GND	0.15*VDD
	RESET	GND	0.2*VDD
Tensión entrada nivel alto	PIN 1-6	0.8V	VDD
	PIN7-9, 12-17	0.8V	5.5V
	PIN 10, 11	0.25*VDD	5.5V
	RESET	0.8*VDD	VDD
Corriente de salida	PIN 1-16, 12, 13		2mA
	PIN 15, 17		8mA
	PIN 7-11, 14, 16		25mA

6.3 CONFIGURACIÓN

Para la configuración y control del dispositivo nos encontramos con dos modos disponibles: Serie AT y HTTP

- **Interfaz Serie AT**

Nos permite configurar y operar con el dispositivo sin necesidad de una conexión de red. Mediante un circuito de adaptación RS232 a través del entorno Hyperterminal de Windows seremos capaces de interactuar con el módulo.

Para las comunicaciones y uso de la interfaz serie hay que usar el puerto serie en el EZ WEB LYNX: el pin 8 es la línea TX y pin 9 es la línea RX. El EZ WEB LYNX transmite y recibe usando niveles TTL (GND-Vdd), de manera que si conecta con un PC deberá usar un adaptador o interfaz RS232.

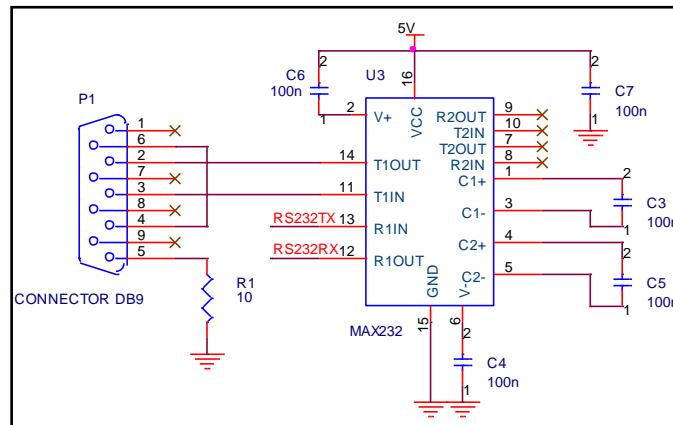


Fig 8. Esquema adaptador RS232

- **Interfaz HTTP**

Gracias al software que acompaña al módulo, el entorno de desarrollo EZ Web Lynx IDE, es posible la creación de páginas web, simularlas y compilarlas para después cargarlas en el dispositivo mediante un enlace de transmisión WIFI.

Estos son algunos de los comandos que se pueden utilizar en cada uno de los modos de comunicación que dispone el módulo EZ WEB LYNX:

PIN_OUTPUTxx	PIN_INPUTxx	PIN_ANALOGxx	PIN_LOCKxx
REGxx	NVREGxx	SERIAL_START	SERIAL_GET
SERIAL_SEND	LCD_GOTO	LCD_SEND	DHCP
BOUND	IP	HTTP	UDP
DNS	RESET	ANNOUNCE_PORT	TEMPyxx
ID	SSN	LOCK	UNLOCK
E-MAIL_TEMPyxx	E-MAIL_DIGITALxx	E-MAIL_ANALOGHxx	E-MAIL_SERIAL

6.4. PUESTA EN MARCHA DEL EZ WEB LYNX

El EZ WEB LYNX, tiene que ser alimentado en su pin Vdd con una fuente del voltaje de 3.3 volts y GND con la toma de tierra del circuito. El pin RST puede dejarse fuera de uso, pero si se desea disponer de un botón de RESET, podemos conectar este pin a tierra mediante un pulsador entre RST y tierra.

Para usar el EZ WEB LYNX haciendo uso de la interfaz HTTP es necesario disponer de una red local donde ubicar el dispositivo. El EZ WEB LYNX debe estar conectado a un router en el que al mismo tiempo estará conectado nuestro PC, será desde este último donde llevaremos a cabo el desarrollo de las páginas y la carga de los proyectos en el modulo.

Para conectarlo finalmente a la red hay que habilitar una red WIFI y configurar en el modulo los parámetros de esta mediante los siguientes comandos vía serie por el puerto RS232 y mediante un programa adecuado como es el programa Hyperterminal de Windows.

Previamente a configurar los parámetros de nuestra WIFI será necesario realizar la activación del DHCP escribiendo el comando AT*DHCP=1.

Comandos a ejecutar:

AT*WIFI_REGION=3 (Selecciona el país España)

AT*WIFI_SCAN (Escanea las redes disponibles)

AT*WIFI_ASSID (Asignamos el nombre de nuestra red)

AT*WIFI_ASSID? (Muestra la red asignada)

AT*WIFI_SECURITY (Configuramos el tipo de seguridad de nuestra red)

- 0 (Deshabilitado) - 1 (WEP 64) - 2 (WEP 128) - 3 (WPA-PSK) - 4 (WPA-PHRASE)

- 5 (WPA2-PSK) - 6 (WPA2-PHRASE) - 7 (WPA AUTO) - 8 (WPA AUTO PHRASE)

AT*WIFI_KEY (Introducimos la contraseña)

AT*AIP=X.X.X.X (Asignamos la IP deseada para acceder al modulo).

AT*AIP? (Nos muestra la IP asignada)

Una vez configurados los parámetros de nuestra red observaremos que el led del modulo estará encendido indicando que la conexión está establecida.

- Funcionamiento con IP estática

La mejor opción para configurar el dispositivo es contratar junto con el acceso a la red la asignación de IP estática ya que de este modo desde cualquier lugar introduciendo en un navegador dicha dirección accederemos al servidor de nuestro modulo.

- Funcionamiento con IP dinámica

En este modo se precisará realizar una traducción de la dirección asignada en cada conexión a la red a la dirección configurada en nuestro dispositivo, para ello se precisará de un PC y tener activo un software que realice dicho proceso como puede ser el dyndns. Será necesario configurar el router que aporta la empresa suministradora de internet para habilitar el host dinámico en dyndns.

El software facilitado por el desarrollador del modulo dispone de un entorno muy intuitivo y con gran similitud a cualquier programa de edición de texto. En el menú superior de navegación, tenemos disponibles las opciones: FILE, EDIT, HTML, TOOLS y TARGET.

Con la opción *FILE* podemos gestionar la creación/apertura/guardado de los proyectos de desarrollo así como también crear/abrir/guardar páginas web que incluidos en estos, pues un proyecto podrá componerse de una o varias páginas.

Cuando creamos un proyecto por defecto se definen dos páginas con nombre "*index.htm*" y "*error404.htm*" la primera es la página de inicio al acceder al dispositivo y la segunda será la que advertirá si existe algún error. A partir de la página inicial tendremos la posibilidad de enlazar con otras o desarrollar en esta nuestro proyecto.

Los tipos de archivo permitido son: HTML (htm), XML (xml), texto (txt), GIF (gif), JPEG (jpg), png(png), iconos (ico), estilos (css) y otros tipos de archivo que pueden ser leídos como texto plano. Los nombres de estos archivos deben estar en formato de 8.3 caracteres, es decir, hasta 8 caracteres, más 3 para la extensión.

Desde la opción *EDIT* del menú superior tenemos las herramientas necesarias para editar y aplicar estilos o cambiar tamaños de fuentes.

Con la opción *HTML* del menú superior podremos insertar en la página las instrucciones disponibles de interacción con el modulo aunque es mas practico realizarlo desde el desplegable *INSERT* en el margen izquierdo donde se nos muestra la lista de instrucciones. Las instrucciones se añaden al diseño de forma grafica configurando los parámetros definidos para cada una de ellas.

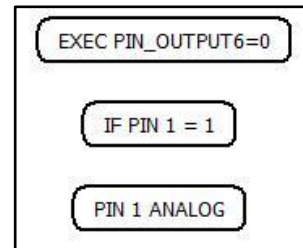


Fig 9. Instrucción grafica

Las instrucciones disponibles las veremos más adelante para profundizar mejor en el funcionamiento del dispositivo.

El menú *TOOLS* está ligado a la simulación de programas y desde el menú *TARGET* compilaremos y programaremos el circuito.

Existe otro menú de navegación enfocado al área de trabajo que incluye las opciones *VISUAL*, *INTERNET EXPLORER*, *BODY*, *HTML*, *STYLESHEET* y *META-TAGS* desde cada opción se nos muestran diferentes zonas de trabajo y codificación del diseño. La más utilizada será la *VISUAL*, desde donde será posible trabajar visualmente con las páginas, sin necesidad de escribir código alguno.

Si seleccionamos el área denominada *BODY*, se nos muestra el código HTML del cuerpo o contenido principal de la página en lenguaje HTML.

Si seleccionamos la pestaña *HTML*, observaremos el código de la página web al completo permite depurar y modificar el código a niveles más expertos. En el área de trabajo de la pestaña *INTERNET EXPLORER* podremos ver el aspecto tal como se verán nuestras páginas en un navegador *Internet Explorer*. En el área de trabajo *STYLESHEET* podemos ver las etiquetas que pueden proporcionarnos el estilo que deseemos en las páginas que vayamos creando. Son útiles para las tareas de personalización en nuestras páginas web.

En la Fig 10 se muestra el entorno de trabajo del software facilitado por fabricante.



6.5. COMPILACION Y PROGRAMACION

Como ya hemos mencionado anteriormente desde la opción **TARGET** del menú superior podremos compilar y programar el circuito. El proceso de compilación consistirá en crear una imagen binaria del proyecto que cargaremos en el servidor del módulo.

El proceso completo sería el siguiente:

En primer lugar deberemos configurar y detectar la conexión con el dispositivo para que podamos realizar todas estas operaciones mencionadas anteriormente. Desde la opción *TARGET* del menú superior y pulsando el botón *SELECT DEVICE* indicamos la dirección asignada al servidor

Pulsamos *SELECT* y ya está la conexión establecida dentro de la red local con el EZ WEB LYNX.

Ahora ya podemos crear la imagen del proyecto, pulsando el botón *CREATE IMAGE*.

El siguiente paso, será subirlo al servidor, para ello pulsamos el botón *UPLOAD PROJECT* y seleccionamos el archivo binario que acabamos de guardar en el paso anterior.



Fig 11. Entorno de programación

Finalmente comprobaremos el funcionamiento de nuestro proyecto. Desde un navegador cualquiera escribimos la IP interna que tiene asignado nuestro módulo EZ WEB LYNX y se nos mostrará la página por defecto (*index.htm*) con nuestro diseño realizado y a partir de aquí podremos empezar a interactuar con el dispositivo.

6.6. INSTRUCCIONES

A continuación se mencionan algunas de las instrucciones mas significativas disponibles para implementar en el diseño:

<code><!--(PIN x)--></code>	x es un número de pin. El elemento es sustituido con un 0 si el pin está bajo y 1 si está alto. El pin debe estar en modo entrada.
<code><!--(PIN x ltag/htag)--></code>	x es un número de pin. ltag es el texto si el pin está bajo. htag es el texto si el pin está alto. El elemento es sustituido con ltag si el pin está bajo y con htag si está alto. El pin debe estar en modo entrada.
<code><!--(PIN x ANALOG)--></code>	x es un número de pin. El elemento es sustituido con un número en formato x.xx que representa el voltaje en el pin. El pin debe estar en modo entrada analógica.

<code><!--(PIN x ANALOG*a/b+cd,p)--></code>	<p>x es un número de pin</p> <p>a es un número a multiplicar por el voltaje analógico</p> <p>b es un número a dividir por el voltaje analógico</p> <p>c es un número a sumar con el voltaje analógico</p> <p>d es un número a restar con el voltaje analógico</p> <p>p es el número de decimales.</p> <p>El elemento es sustituido con un número que representa el resultado del cálculo.</p> <p>El pin debe estar en modo entrada analógica. Los operadores matemáticos (*/+/-) deben ser usados en este orden</p>
<code><!--(SERIAL DATA x y)--></code>	<p>x es el index inicial de la última trama de datos serie capturada.</p> <p>y es el index final de la última trama de datos serie capturada.</p> <p>El elemento es sustituido por la última trama de datos serie, desde el carácter index x hasta el carácter index y. Para leer toda la trama serie completa se utiliza la extensión READ HTML.</p>
<code><!--(IF PIN x = n)--></code>	<p>x es un número de pin</p> <p>n es 0 ó 1</p> <p>Si la condición es falsa, se ignora el código hasta ELSE o ENDIF.</p>
<code><!--(IF PIN x < a)--></code>	<p>x es un número de pin Si la condición es falsa, se ignora el código hasta ELSE o ENDIF.</p>
<code><!--(IF PIN x > a)--></code>	<p>a es un número en el rango (0.00-5.00) (5 V versión). Si la condición es falsa, se ignora el código hasta ELSE o ENDIF.</p>
<code><!--(IF KEY = n)--></code>	<p>KEY es un comando válido.</p>
<code><!--(IF KEY != n)--></code>	<p>n puede ser un entero o un decimal, dependiendo del comando utilizado.</p>
<code><!--(IF KEY < n)--></code>	<p>Si el argumento del comando no cumple la condición, se ignora el código hasta ELSE o ENDIF.</p>
<code><!--(IF KEY <= n)--></code>	
<code><!--(IF KEY > n)--></code>	
<code><!--(IF KEY >= n)--></code>	
<code><!--(ELSE)--></code>	<p>Usado para la directiva IF</p>
<code><!--(ENDIF)--></code>	<p>Usado para la directiva IF/ELSE</p>
<code><!--(EXEC KEY=VALUE)--></code>	<p>Ejecuta un comando.</p>
<code><!--(READ KEY)--></code>	<p>Lee un comando.</p>

Para entender mejor el funcionamiento se expone el siguiente ejemplo:

En el que se desea obtener una salida digital en uno o varios pines, dependiendo del valor analógico que tenemos en una entrada analógica.

Primero se comprobará el valor de la entrada analógica y, sirviéndonos de una instrucción condicional (IF-ELSE-ENDIF), ejecutaremos dos salidas digitales mediante la instrucción **EXEC_PIN**.

Si se cumple la condición, se activará una salida, en caso contrario la otra.

A continuación de esta instrucción, insertamos **IF PIN X [<|>]A**, instrucción que nos permitirá evaluar si la salida de un pin específico alcanza un determinado valor. El pin a especificar será 1, el operador será “*mayor que*” y el valor a evaluar, “3”.

A continuación de esta última instrucción insertamos otra, la instrucción **EXEC KEY**, que se ejecutará en el caso en que se cumpla la condición fijada (si el valor analógico del pin 1 es mayor que 3 Volts.). El comando que especificamos en esta instrucción es **PIN_OUT6** y el valor que ponemos es “1”.

Repetimos la inserción de la misma instrucción, pero con comando **PIN_OUT7** y valor “0”. Después de estas dos últimas instrucciones, insertamos la instrucción **ELSE**. A continuación insertaremos otras dos instrucciones para el caso en que no se cumpla la condición inicial del IFELSE-ENDIF. A la primera de las instrucciones especificamos el comando **PIN_OUT7** y el valor que ponemos es “1”. Repetimos la inserción de la misma instrucción, pero con comando **PIN_OUT6** y valor “0”. Como última instrucción, insertamos **ENDIF**.

En la figura se presenta el aspecto que tendría nuestro proyecto desde el área de trabajo **VISUAL**.



Fig 12. Ejemplo de programa de prueba

6.7. CODIGO DEL PROYECTO

Como se mencionó anteriormente para el desarrollo de nuestro proyecto se ha montado un escenario específico que se adaptaría a las necesidades de nuestra vivienda.

Pasamos a describir los diferentes apartados de este escenario así como la programación realizada en cada uno de ellos.

- **MENU INICIAL (index.htm)**

Será la página de inicio que nos mostrará el circuito. Desde esta accederemos a los diferentes bloques y estancias. Se han configurado como ya se ha mencionado anteriormente 9 bloques que se representan por los iconos de la figura mostrada. En esta página la única programación implementada ha sido los enlaces de cada icono con su respectiva web y la puesta a cero de todas las salidas del circuito multiplexador.



Fig 13. Ventana inicial al acceder al servidor

Se observa en la figura anterior el comando mediante icono de programación que ejecuta la orden de poner las salidas 4, 5, 6, 7 y 12 a cero. Estos iconos de programación son invisibles fuera del software de programación.

En cada una de las distintas pantallas se han implementado dos iconos en la parte inferior que se utilizarán para enlazar con la página de inicio para volver a la ventana anterior de este modo conseguimos una navegación mas cómoda y rápida.



Fig 14. Iconos Home y Atrás

- **ENTRADA**

El primer bloque a analizar es el relacionado con la entrada a la vivienda, en el cual se han implementado tres opciones que son la visión de imágenes de la cámara ip instalada en la entrada, la apertura de la puerta principal y la consulta y estado de la alarma por pulsación de timbre. Este bloque podría entenderse como un sistema de video portero con la peculiaridad de poder utilizarlo desde cualquier parte del mundo.



Fig 15. Entorno grafico de la entrada

De la misma forma que en el caso anterior se han puesto las salidas a cero para evitar estados indeseados, esta implementación se incluirá en todas las páginas de reposo.

Dentro del menú de webcam se enlazará a las imágenes obtenidas a través de la cámara ip instalada a la entrada.

La siguiente opción es la de accionar la cerradura electrónica de la puerta principal permitiendo la entrada a la vivienda. La configuración es la siguiente:



Fig 16. Entorno grafico de apertura

Se observa como para este caso se han configurado las salidas como 10100 que como veremos más adelante se interpretará en el microprocesador como la activación por tres segundos del sistema de apertura.

El último bloque que compone esta parte corresponde a la pulsación del timbre y queda configurado del siguiente modo.

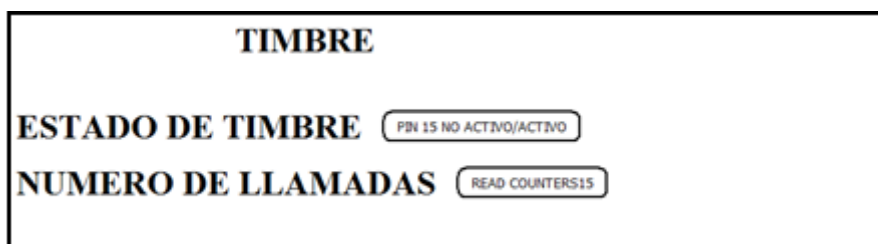


Fig 17. Configuración opción timbre

Para el timbre se ha programado que lea el estado en el que se encuentra la entrada 15, en caso de que detecte tensión mostrará la palabra ACTIVO en caso contrario mostrará NO ACTIVO.

La representación número de llamadas mostrará el número de cambios de estado producidos en esta entrada lo que nos ayudará a determinar si alguien ha llamado.

- **HABITACIÓN**

El siguiente bloque que analizaremos corresponde al dormitorio. Para esta estancia se ha configurado un escenario que incluye el control de la iluminación, persianas y una toma de corriente.

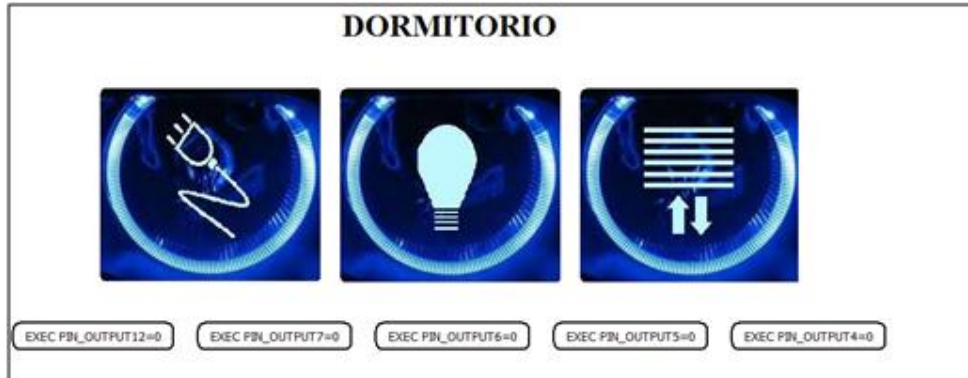


Fig 18. Entorno grafico del dormitorio

Para la opción de control de la toma de corriente se configuran los estados de las cinco salidas de manera que activen o no la toma correspondiente.



Fig 19. Configuración de la opción de control de enchufes

Observamos que se excitan las salidas 12, 6 y 4 formando la codificación 10101 que se corresponde con la activación de la toma de la habitación.



Fig 20. Configuración de la opción enchufe encendido

El proceso es idéntico para el apagado a diferencia del código de salida.

Para el control de la iluminación de la habitación seguiremos la misma metodología.



Fig 21. Configuración de la opción de control de iluminación



Fig 22. Configuración de la opción iluminación encendida

Como en los casos anteriores para el control del mecanismo de subida y bajada de persianas se pasará al microprocesador la codificación correspondiente a cada acción.



Fig 23. Configuración de la opción de control de persianas.

Para el escenario del salón se ha configurado el control de una toma de corriente y la activación de la iluminación. El proceso de configuración sigue la misma metodología que para el caso del dormitorio.

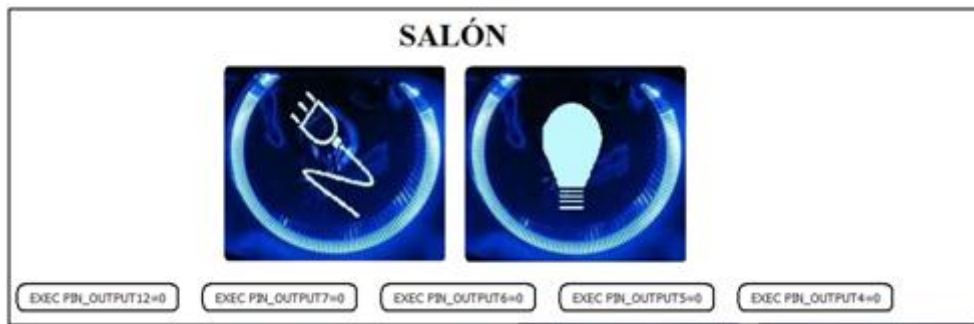


Fig 24. Entorno grafico del salón.

El siguiente escenario corresponde a la cocina de la vivienda, analizando las posibilidades que esta ofrece se ha realizado la misma configuración que para el caso del dormitorio implementando el control de iluminación, persiana y toma de corriente.

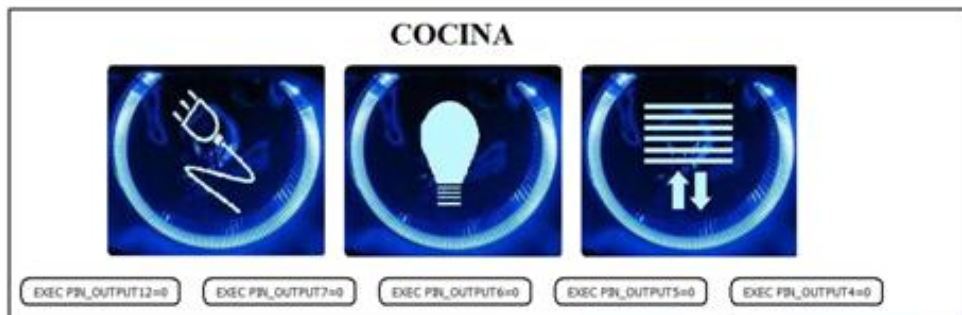


Fig 25. Entorno grafico de la cocina.

Nuestra vivienda incorpora un pequeño jardín que también formará parte del sistema domotico. Se ha configurado la posibilidad de controlar la iluminación y como en todo buen sistema de domótica el control del riego automático. La configuración sigue la misma metodología de pasar el valor digital hacia el procesador para que lo interprete.

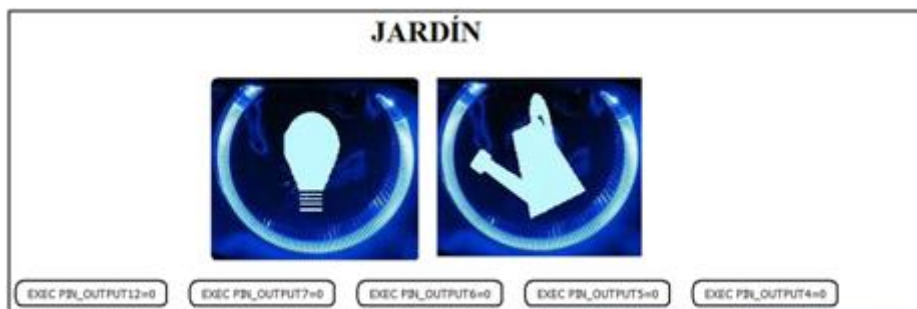


Fig 26 y Fig 27. Entorno grafico del jardín y configuración riego encendido

El siguiente bloque denominado aspectos generales engloba parámetros globales de la vivienda que atañen a todas las estancias. En este apartado obtenemos la medición de la temperatura y humedad de la vivienda, el control del consumo eléctrico y de agua, la monitorización de las alarmas de la vivienda y la posibilidad accionar el sistema de simulación de vivienda habitada.

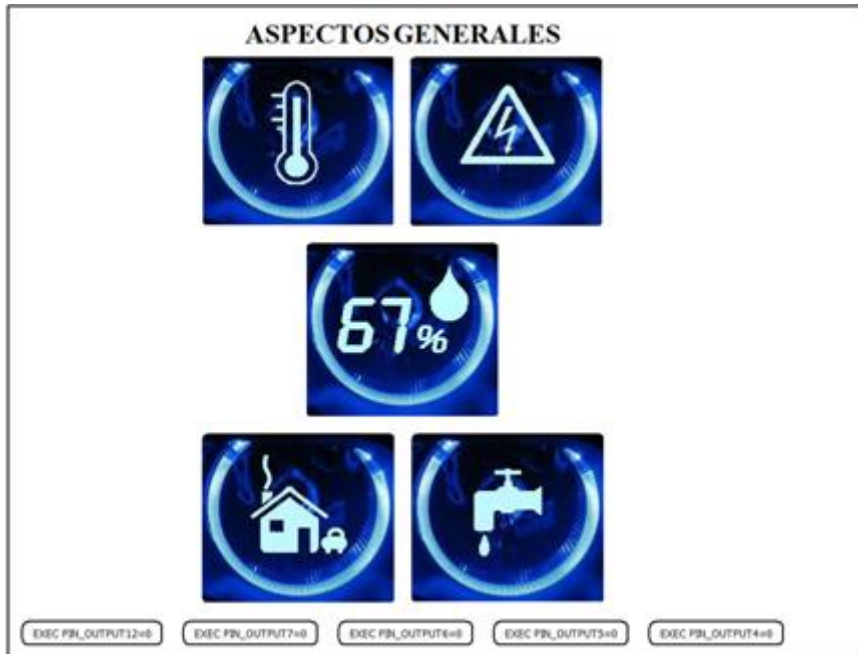


Fig 28. Entorno grafico de opciones generales.

Para monitorización de la temperatura como ya se ha mencionado anteriormente se utilizará el sistema de comunicación I2C que lleva implementado el modulo. Para poder monitorizar el valor se añade la instrucción READTEMPC0 que mostrará en °C la lectura del sensor.



Fig 29. Entorno grafico del bloque climatización.

Desde este menú del climatizador podemos accionar el encendido/apagado del sistema de refrigeración de la vivienda que previamente estará configurado para el valor deseado.

Para poder determinar correctamente la sensación térmica será necesario conocer la humedad relativa existente en el ambiente. Para ello implementamos el sensor de humedad cuya configuración vendrá dada del siguiente modo mostrado en la figura.

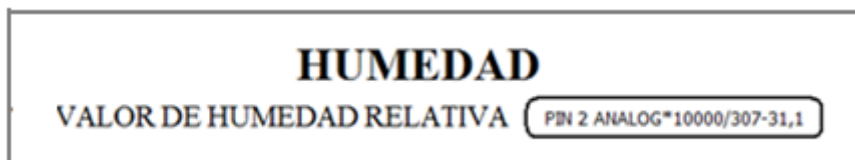


Fig 30. Configuración parámetro humedad

Como ya se ha mencionado anteriormente la relación que nos indica el fabricante según el voltaje de salida del sensor es:

$$RH = (V_{out} - 0,958) / 0,0307$$

Como el dispositivo no puede realizar operaciones con decimales se ajusta dicha fórmula del siguiente modo:

$$RH = ((V_{out} * 1000) / 0.0307 * 1000) - (0,958) / 0,0307$$

$$RH = ((V_{out} * 1000) / 307) - (31)$$

De ahí la fórmula que se observa implementada en la web. El último valor separado por una coma no se interpreta como decimal del último valor, representa el número de decimales que se representarán en el valor de salida, en este caso un valor.

El siguiente bloque a analizar es de monitorización del consumo eléctrico. En el apartado correspondiente a dicho sensor se extrajeron las siguientes relaciones:

$$I_p = (V/R_t) * 100 \text{ (Corriente en principal) } (R_t=50\text{ohm})$$

$$W = I_p * 220v \text{ (Potencia en vatios)}$$

$$C(\text{€/h}) = (W * 0.1662) / 1000$$

$$C(\text{€/s}) = (W * 0.1662) / (1000 * 3600)$$

Acoplado estas relaciones a la programación del dispositivo tenemos:

$$\text{Consumo eléctrico (W/h)} = V/50\text{ohm} * 100 * 220V = (V * 220000) / 50 = 440 * V$$

$$\text{Consumo eléctrico (Kw/h)} = (440 * V) / 1000$$

Coste (€/h) = ((440 * V) / 1000) * 0.1662, como no se aceptan decimales adaptamos:

$$\text{Coste (€/h)} = (V * 73) / 1000$$

$$\text{Coste (€/s)} = (V * 73) / 1000 * 3600 = (V * 73) / 3600000$$

$$\text{Precio Kw/h} = 0.01662\text{€}$$

En la figura siguiente se muestra la programación de dichas relaciones. Se recuerda que el último valor separado por una coma se corresponde con el número de decimales.

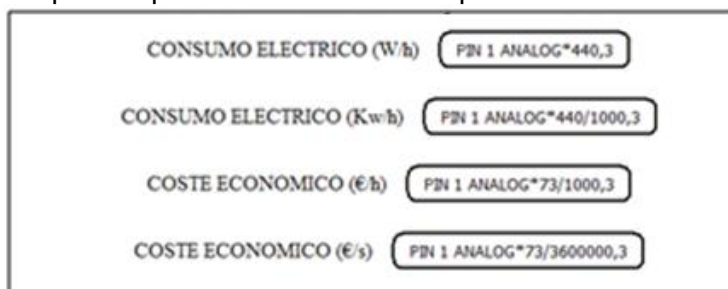


Fig 31. Configuración parámetros de consumo eléctrico.

Otro de los dispositivos implementados es el contador del consumo de agua, la relación obtenida es la siguiente:

Si se establece la relación de que para llenar un litro de agua en una hora el sensor tiene una lectura de 1.5 voltios se obtiene la siguiente regla:

$$1.5v \rightarrow 1 \text{ (l/h)}$$

$$V(\text{sensor}) \rightarrow x$$

$$X = V/1.5$$

Dado que no podemos realizar cálculos con decimales ajustamos la ecuación:

$$X = 2 \cdot V / 2 \cdot 1.5 = 2 \cdot V / 3$$

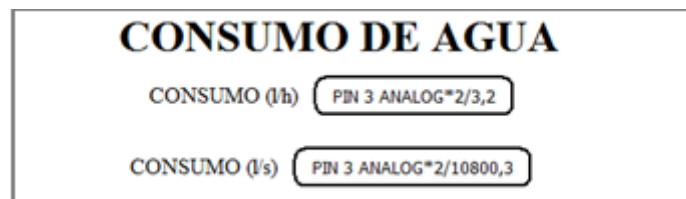


Fig 32. Configuración parámetros de consumo de agua.

Otro de los bloques implementados es el de la simulación de vivienda habitada mediante la activación de varios dispositivos. El control de estos vendrá dado por el procesador cuando reciba la codificación establecida en las siguientes figuras.



Fig 33. Entorno bloque simulación.

Para el bloque de detección de alarmas la programación realizada consiste en la lectura de los estados en que se encuentran las entradas del modulo Ez web Lynx.

Las instrucciones implementadas tienen la peculiaridad de que según la lectura del estado se muestra un mensaje u otro en nuestro caso SIN ALARMAS o ALARMADA.



Fig 34. Configuración parámetros de alarmas.

Para que el sistema de alarma sea efectivo deberá informarnos de tal evento cuando se produzca, para ello se configura la opción del envío de un email al detectarse la alarma para que el email se envíe correctamente se deben completar ciertos campos básicos como son destinatario, emisor, servidor de correo, puerto, usuario, contraseña.

Será necesario también configurar el proceso de testeo de las entradas a analizar

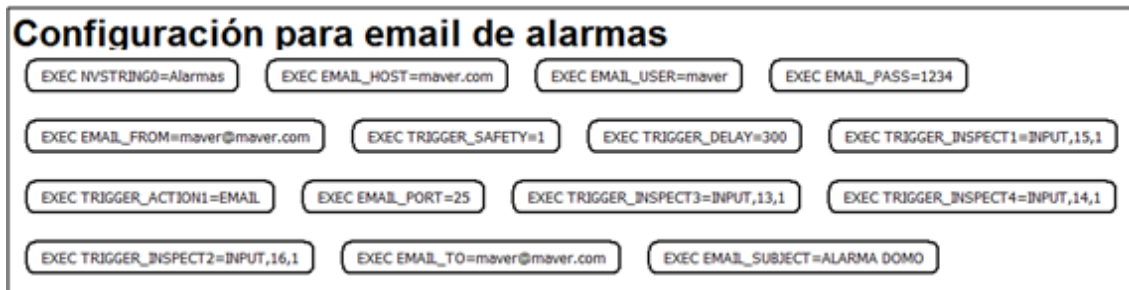


Fig 35. Ejemplo de configuración de envío de email.

Para formar el cuerpo del correo se crea un fichero de texto con nombre email.txt que se añade al proyecto y que el sistema consulta para enviar el correo.

En nuestro caso se ha configurado del siguiente modo:

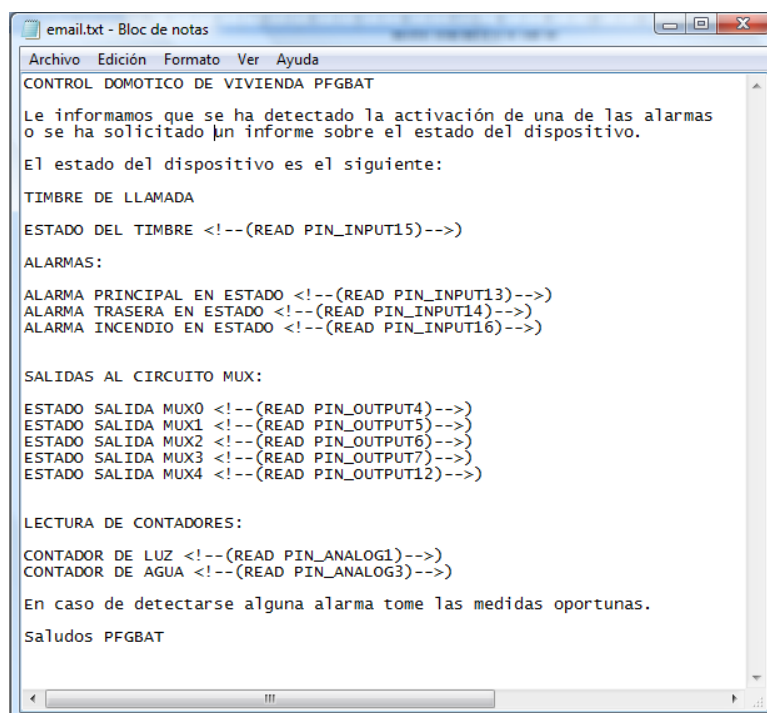


Fig 36. Ejemplo de configuración de parámetros de alarmas poro email.

Cuando recibamos un correo de alarma tendremos la posibilidad de activar una señal acústica y lumínica que dará a conocer la situación de emergencia en el hogar.

Para la activación/ desactivación se ha configurado mediante el método ya visto de salida de código al microprocesador.

Ya que el modulo EZ web Lynx permite el envío de correo se ha preparado la opción de enviar un correo con un resumen del estado en el que se encuentra el modulo. Será muy útil para monitorizar el estado de nuestro hogar en posos segundos. El

formato del email será igual que el de las alarmas pero en este caso seremos nosotros quienes solicitamos el envío.



Fig 37. Entorno de envío de email.

Se ha tratado de diseñar los iconos de la manera más intuitiva posible para aquellos casos en que exista alguna duda sobre estos se puede consultar en el mismo programa su significado. El icono para el acceso está situado en el centro y se representa por el siguiente icono.



Para que nuestro proyecto sea seguro y no pueda ser manipulado por cualquiera que disponga de la dirección de acceso se ha introducido una clave de acceso para poder navegar por el entorno del sistema.

Para ello se incluye en el proyecto un fichero de texto denominado htaccess.txt que incorpore el siguiente texto:

```
Username|password|file1|file2|file3|
```

En nuestro caso:

```
Bernat|1234|index.htm
```

7. EL MICROPROCESADOR

7.1 CARACTERISTICAS

Como ya se ha mencionado en el apartado anterior para ampliar las posibilidades que ofrece el servidor EZ WEB LYNX hemos implementado un microprocesador alternativo que se encargará de realizar la función de multiplexador de las salidas para ampliar el número de estas así como realizar funciones de regulación de tiempos de activación. La implementación de este circuito nos permitirá en un futuro realizar actualizaciones del sistema para mejorar su funcionamiento.

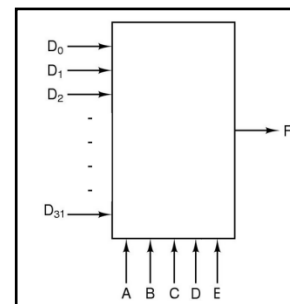


Fig 38. Multiplexación

Para la elección del dispositivo se ha tenido en cuenta que sea un procesador de gama media, económico, fácil de programar, robusto y con el mayor número de entradas/salidas posibles.

Debía incorporar funciones para el tratamiento de señales analógicas y digitales, un buen sistema de oscilación y capacidad de interactuar con ciertos protocolos de comunicación.

Finalmente se ha elegido un procesador de la compañía Microchip de la serie 18 el PIC18F45K20 cuyas principales características se mencionan a continuación:

- 1024 bytes memoria EEPROM y 64 Kbytes de memoria de Programa
- Posibilidad de programación (ICSP™) mediante 2 pines
- Modo Sleep: < 100 nA @ 1.8V. Posibilidad de Auto-Shutdown y Auto-Reinicio
- Conversor analógico a digital con 10-bit de resolución.
- Modulo comparador analógico y comparador PWM
- Mas de 35pines de entrada/salida con corriente de salida de hasta 25 mA
- Bus I2C con posibilidad de configurarse como maestro o esclavo.
- Soporta comunicación RS-485, RS-232 y LIN

El diagrama de pines del circuito es el siguiente:

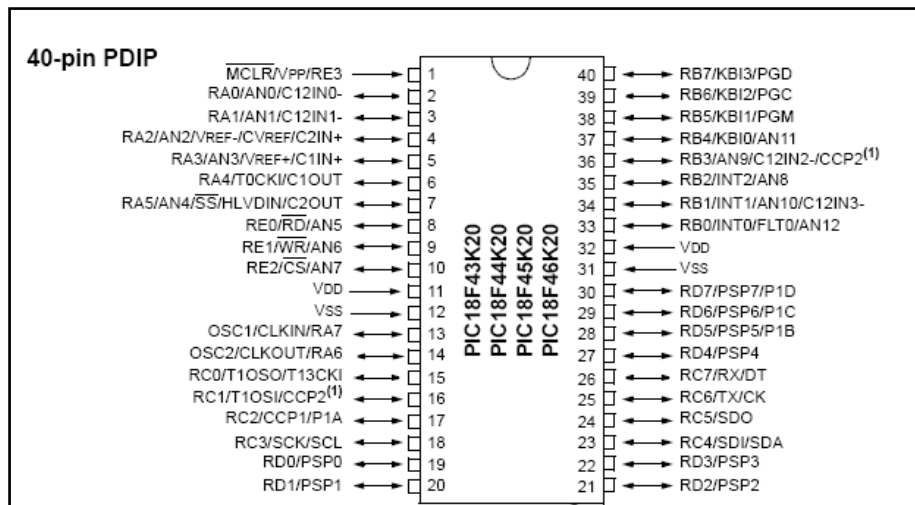


Fig 39. Diagrama de pines del procesador

*Para más información del componente se puede consultar el datasheet del fabricante.

7.2 OSCILADOR

Para implementar el circuito de oscilación del dispositivo tenemos varias posibilidades pero nos hemos decantado por la configuración mediante resonador de cuarzo ya que nos proporcionará una mayor estabilidad y precisión. Dentro de este hemos elegido el modo LP ya que selecciona una ganancia menor en el amplificador interno del circuito lo que conlleva un menor consumo.

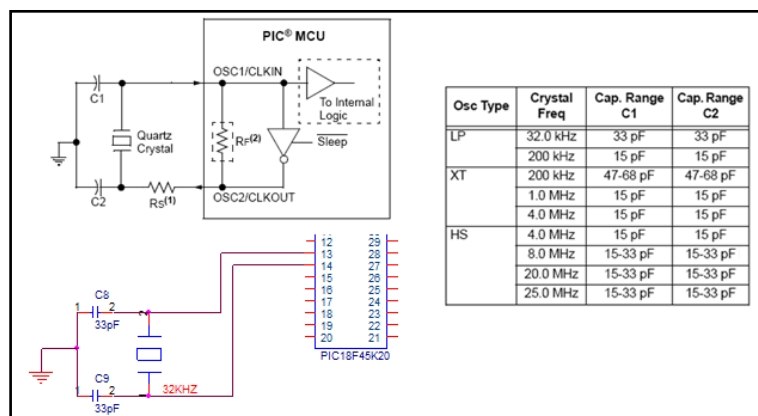


Fig 40. Esquema de diseño del oscilador

- **Tabla de verdad de multiplexación de salidas.**

La función del circuito procesador es la de implementar el funcionamiento de multiplexación de las salidas para ello será imprescindible determinar una tabla de verdad con las respectivas variables del circuito. La tabla resultante se muestra a continuación.

PIN					ECUACIÓN	PIN
6	5	4	3	2		
IN						
4	3	2	1	0		
0	0	0	0	0	$NULO = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND NOT(IN1) AND NOT(IN0)$	-
0	0	0	0	1	$LUZ_HAB_ON = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND NOT(IN1) AND IN0$	38
0	0	0	1	0	$LUZ_HAB_OFF = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND IN1 AND NOT(IN0)$	
0	0	0	1	1	$LUZ_SALON_ON = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND IN1 AND IN0$	37
0	0	1	0	0	$LUZ_SALON_OFF = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND IN2 AND NOT(IN1) AND NOT(IN0)$	
0	0	1	0	1	$LUZ_COCINA_ON = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND IN2 AND NOT(IN1) AND IN0$	36
0	0	1	1	0	$LUZ_COCINA_OFF = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND IN2 AND IN1 AND NOT(IN0)$	
0	0	1	1	1	$LUZ_JARDIN_ON = NOT(IN4) AND NOT(IN3) AND IN2 AND IN1 AND IN0$	35
0	1	0	0	0	$LUZ_JARDIN_OFF = NOT(IN4) AND (IN3) AND (NOT(IN2) AND (NOT(IN1))) AND NOT(IN0)$	
0	1	0	0	1	$PERS_HAB_UP = NOT(IN4) AND IN3 AND NOT(IN2) AND NOT(IN1) AND IN0$	34
0	1	0	1	0	$PERS_HAB_DOWN = NOT(IN4) AND IN3 AND NOT(IN2) AND IN1 AND NOT(IN0)$	33
0	1	0	1	1	$PERS_COCINA_UP = NOT(IN4) AND IN3 AND NOT(IN2) AND IN1 AND IN0$	30
0	1	1	0	0	$PERS_COCINA_DWN = NOT(IN4) AND IN3 AND IN2 AND NOT(IN1) AND NOT(IN0)$	29
0	1	1	0	1	$RIEGO_ON = NOT(IN4) AND IN3 AND IN2 AND NOT(IN1) AND IN0$	28
0	1	1	1	0	$SONORA_ON = NOT(IN4) AND IN3 AND IN2 AND IN1 AND NOT(IN0)$	27
0	1	1	1	1	$SONORA_OFF = NOT(IN4) AND IN3 AND IN2 AND IN1 AND IN0$	
1	0	0	0	0	$SIMU_ON = IN4 AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND NOT(IN1) AND NOT(IN0)$	35
1	0	0	0	1	$SIMU_OFF = IN4 AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND NOT(IN1) AND IN0$	37 23
1	0	0	1	0	$CLIMA_ON = IN4 AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND IN1 AND NOT(IN0)$	26
1	0	0	1	1	$CLIMA_OFF = IN4 AND NOT(IN3) AND NOT(IN2) AND IN1 AND IN0$	
1	0	1	0	0	$PUERTA_ON = IN4 AND NOT(IN3) AND IN2 AND NOT(IN1) AND NOT(IN0)$	25
1	0	1	0	1	$ENCH_HAB_ON = IN4 AND NOT(IN3) AND IN2 AND NOT(IN1) AND IN0$	24
1	0	1	1	0	$ENCH_HAB_OFF = IN4 AND NOT(IN3) AND IN2 AND IN1 AND NOT(IN0)$	
1	0	1	1	1	$ENCH_SAL_ON = IN4 AND NOT(IN3) AND IN2 AND IN1 AND IN0$	23
1	1	0	0	0	$ENCH_SAL_OFF = IN4 AND IN3 AND NOT(IN2) AND NOT(IN1) AND NOT(IN0)$	
1	1	0	0	1	$ENCH_COC_ON = IN4 AND IN3 AND NOT(IN2) AND NOT(IN1) AND IN0$	22
1	1	0	1	0	$ENCH_COC_OFF = IN4 AND IN3 AND NOT(IN2) AND IN1 AND NOT(IN0)$	
1	1	0	1	1	$RIEGO_OFF = IN4 AND IN3 AND NOT(IN2) AND IN1 AND IN0$	28

7.5. DISEÑO DE PROGRAMA

Para la programación del dispositivo hemos empleado el software FLOWCODE de Matrix Multimedia que nos permitirá desarrollar nuestro código de programación de forma intuitiva mediante diagramas de flujo. Mediante los diferentes bloques disponibles iremos formando la estructura del funcionamiento deseado para ello configuraremos las distintas variables de entrada y salida. El software nos permitirá realizar simulaciones sobre el funcionamiento del circuito para así comprobar si el resultado es el deseado. Una vez obtenida la configuración final el software compilará el código para poderlo transferir al procesador.

El diagrama final resultante es el siguiente:

El primer bloque que definimos consta como en todo código de programación de un punto de partida o INICIO. En nuestro caso deseamos que el dispositivo este continuamente analizando la entrada de una posible activación por tanto hemos implementado todo el proceso en forma de bucle. Seguiremos definiendo las entradas del circuito, como ya hemos visto anteriormente estas harán de selectoras de cada salida según se activen desde el modulo del servidor web. Por último en este bloque se incluye un proceso de cálculo donde se definirá la tabla de verdad ya vista en el punto anterior y en donde se asignara para cada valor de entrada una variable de salida.

Podemos observar la inclusión de un modulo de demora de un segundo, se ha implementado ya que se producían errores en los cambios de estado de las entradas ya que estos cambios no están exactamente sincronizados en cada una de ellas. Cuando se detectaba un cambio en una entrada pasaba directamente al modulo siguiente y el cambio de las otras no se tenía en cuenta. Con este pequeño retardo conseguimos que antes de entrar en el modulo de asignación de variables en la tabla de verdad estas sean las correctas.

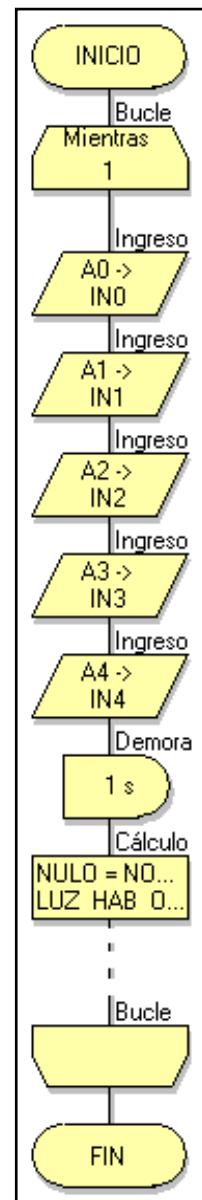


Fig 42

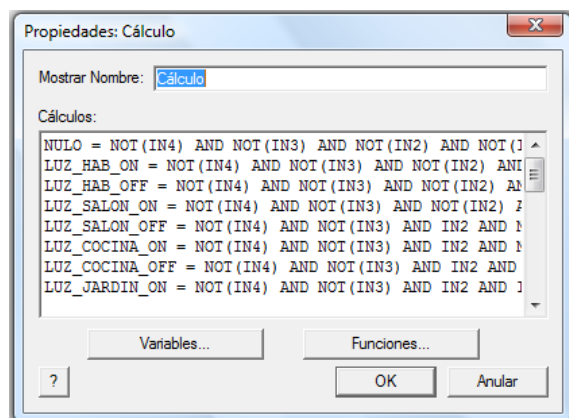


Fig 43 Implementación de tabla de verdad

En el siguiente apartado de bloques nos introducimos en la configuración de las salidas que activarán los dispositivos finales de la vivienda. El funcionamiento se basa en lo siguiente:

Cuando se determinan las entradas en la tabla de verdad se asigna su correspondiente variable, como ejemplo suponemos que se reúnen las entradas para la asignación LUZ_HAB_ON lo que conducirá a que la secuencia del esquema se adentre en dicha opción. Ya dentro de esta se encuentran las salidas que se desea activar. En este caso se activaría la salida del procesador RB5.

De forma análoga para desactivar esta salida se debería reunir la condición necesaria en las entradas para que se defina la opción LUZ_HAB_OFF la cual pondrá a cero la salida anterior RB5.

Este mismo proceso será parejo para aquellas salidas que sean de tipo conmutación encendido/apagado como los sistemas de alumbrado, enchufes y señal acústica.

Fig 45.

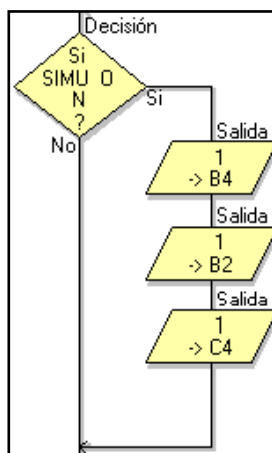
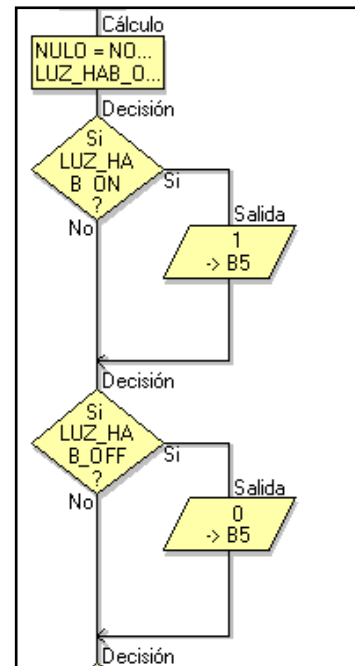


Fig 44



Como es lógico tenemos la posibilidad de activar/desactivar el número de salidas deseado a partir de una sola asignación. Sería el caso concreto de la opción de simulación de vivienda habitada donde hemos configurado un escenario concreto de activación de varias salidas de iluminación y de tomas de corriente.

Otra de las necesidades es la de implementación de tiempos en la ejecución de salidas, serán necesarias para la activación de dispositivos como serían la apertura de, riego automático y accionamiento de motores de persianas.

Para la subida y bajada de las persianas, se deberá controlar un motor en el que variaremos la polaridad para que gire en un sentido o en otro produciendo la subida o bajada de la persiana. Para ello hemos implementado la siguiente configuración donde para la asignación de subir de las dos salidas empleadas una estará activa y otra no durante un periodo de 5 segundos que será el necesario para subir la persiana. En el caso contrario se producirá la activación y desactivación de las mismas salidas pero de forma inversa produciendo el giro contrario del motor.

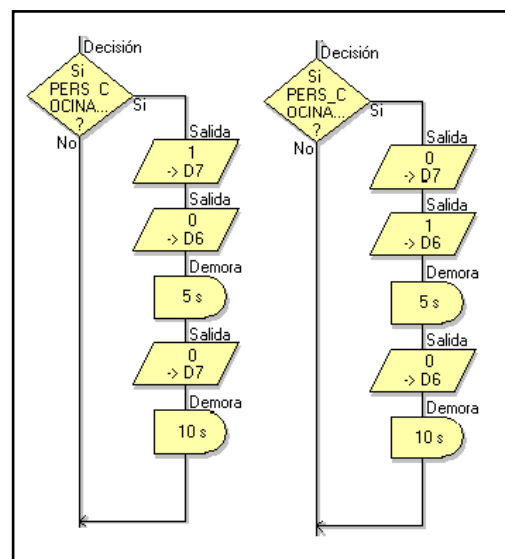


Fig 46

Se ha implementado una demora de 10 segundos para evitar que se accione el mismo proceso varias veces mientras las entradas de asignación vuelven a su estado de reposo o asignación NULA.

La activación de la apertura de puerta y de riego automático sigue el mismo esquema ya que ambas permanecen activas durante un periodo de tiempo para terminar en estado de reposo.

El sistema de apertura de la puerta estará activo durante 3 segundos, tiempo suficiente para abrir la puerta.

Para el sistema de riego se ha decidido implementar un periodo de activación, de este modo no tenemos que estar pendientes de finalizar la acción evitando descuidos o olvidos.

Se ha implementado la opción de paro manual del sistema.

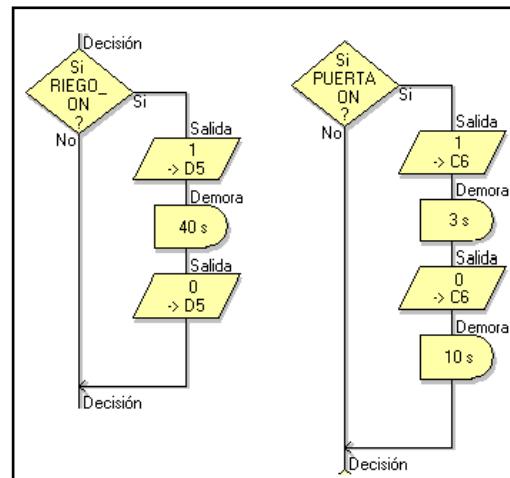


Fig 47

7.6. SIMULACIÓN

Como ya hemos mencionado el software flowcode nos permite simular el comportamiento del programa realizado. Se muestra en la siguiente imagen una captura del entorno grafico del software donde accionamos mediante pulsadores las distintas posibles entradas y mediante leds observamos la activación de las salidas.

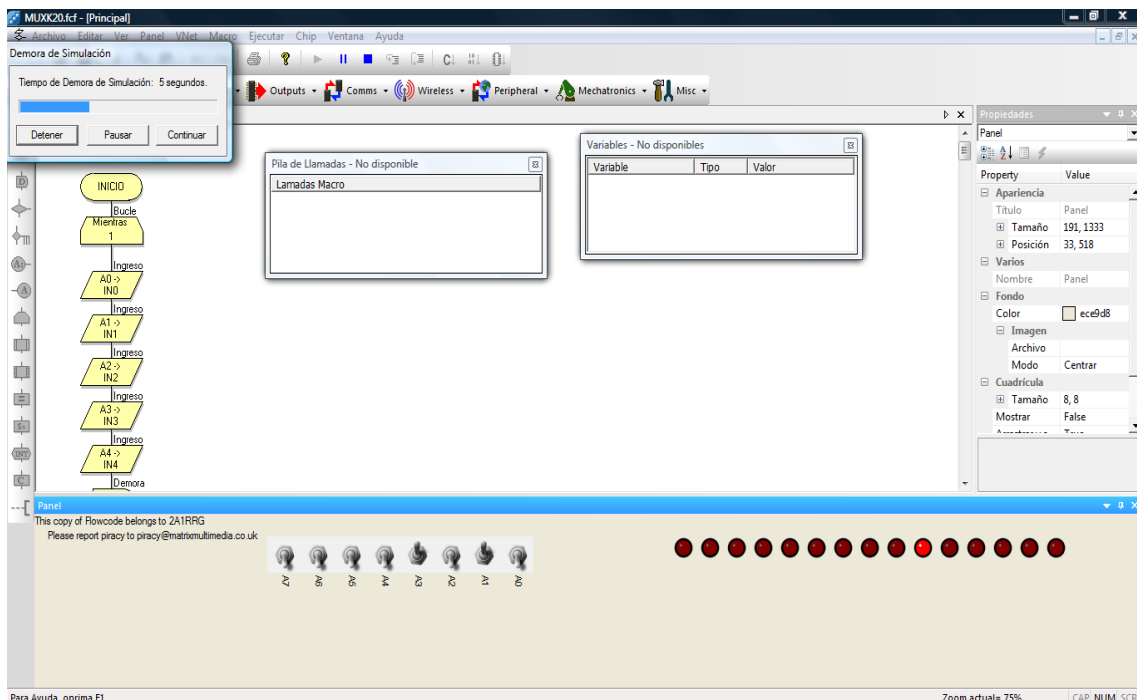


Fig 48 Entorno de programa Flowcode

7.7. PROGRAMACIÓN

Una vez diseñado el programa a implementar deberemos de pasarlo al circuito procesador para ello primero lo compilaremos mediante el programa de diseño utilizado anteriormente y una vez obtenemos el código en formato asm lo programamos en el circuito. Para ello haremos servir los pines habilitados en el circuito para dicha función que siguen el siguiente esquema:

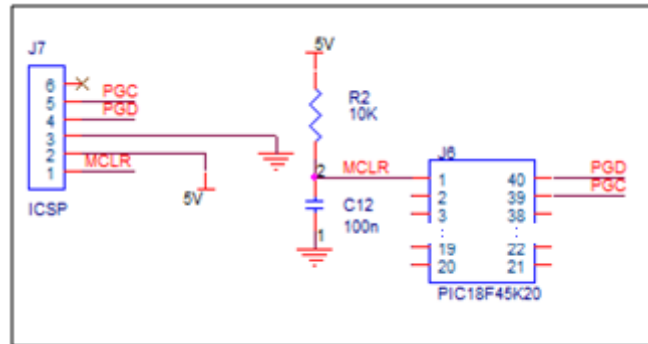


Fig 49. Esquema de conexiones ICSP

Esta posibilidad de programación directamente sobre el circuito se denomina ICSP siglas de in circuit serial programmer que implementa Microchip en casi la totalidad de sus dispositivos permitiendo una rápida y fácil programación de estos.

Para la programación hemos utilizado el programador de la misma compañía PICKIT3 junto con el software que le acompaña. Se muestran a continuación dos imágenes de estos:

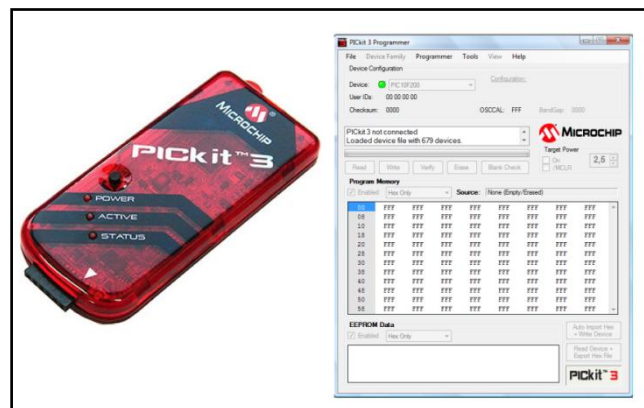


Fig 50. Programador Pickit3 y entorno de programación.

8. CIRCUITO DE CONTROL DE SALIDAS

Una vez visto la parte de procesado de las señales pasamos a la parte encargada de convertir o amoldar las señales de salida de baja potencia e intensidad a señales capaces de actuar en los dispositivos finales de la vivienda. Se han estudiado dos tipos de acondicionadores o actuadores. El primero consiste en el accionamiento mediante circuitos acopladores y el segundo mediante accionamiento por relé. La diferencia radica en que el opto acoplador, además del aislamiento eléctrico, nos proporciona un aislamiento galvánico, protegiéndole de las posibles perturbaciones de campo. Un opto acoplador tiene una mayor velocidad de conmutación que un relé,

característica de gran valor en aplicaciones en las que el tiempo de respuesta sea primordial. Un relé nos permite operar circuitos con mayor potencia mientras que un opto acoplador estándar nos permite llegar hasta tensiones muy inferiores y conmutaciones de señales débiles.

Utilizando relés podemos disponer de varios circuitos de salida independientes, mientras que con un opto acoplador tan sólo podemos disponer de un circuito.

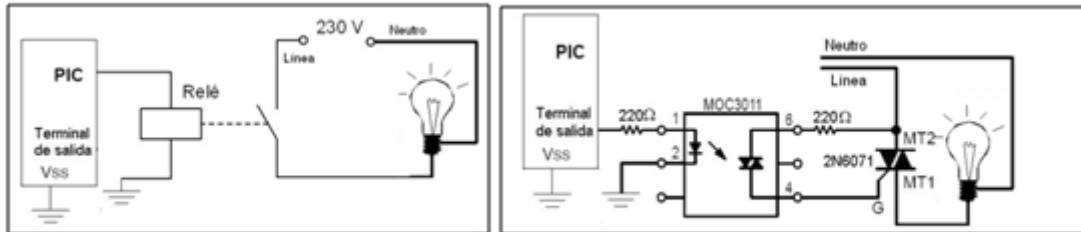


Fig 51. Ejemplos de conexiones mediante relé y opto acoplador

Tras analizar las dos posibilidades nos hemos decantado por la opción a relés. El factor principal ha sido el económico ya que tras un análisis de costo de ambas opciones, era más favorable. Pero no solo hemos tenido en cuenta este factor también el hecho de trabajar en potencias elevadas y la no necesidad de tiempos de conmutación elevados han sido valorados. Nuestro circuito a priori no puede verse altamente afectado por las perturbaciones de campo que pueden producir los relés y hemos encontrado un dispositivo que cumple con los requisitos necesarios para nuestras especificaciones.

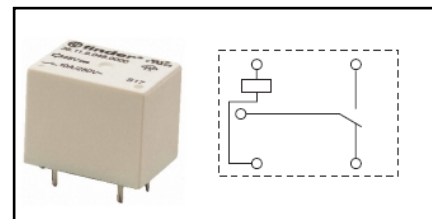


Fig 52. Relé

El relé elegido de la marca Finder soporta hasta 10 A de intensidad para voltajes de hasta 250 V lo que supone niveles de potencia de hasta 2500W valor suficiente para los dispositivos existentes en el hogar.

El procesador es capaz de suministrar en sus salidas una corriente de unos 30 mA, intensidad no suficiente para estimular el accionamiento de los relés. Para ello hemos implementado una configuración a través de transistor tal y como se muestra en el esquema.

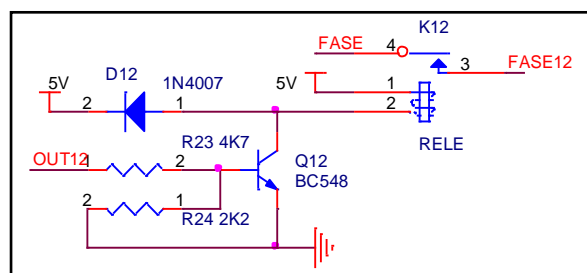


Fig 53. Esquema accionamiento del relé

- **Activación de sirena**

El circuito de salidas debe ser capaz de accionar el funcionamiento de una sirena de alarma que podremos activar en caso de intrusión o de emergencia en la vivienda. El

dispositivo seleccionado funciona con una alimentación de 220 V en alterna e implementa también alarma lumínica estroboscópica.

Especificaciones:

SIRENA ESTROBOSCÓPICO (DC/AC) (MLD-96)

Voltaje: CA 110VAC o 220V

Corriente: 250mA

Tamaño: 122x72x35mm

Energía: el 103+/-2db/30cm



Fig 54. Sirena

- **Accionamiento de apertura de puerta**

Una de las posibilidades implementadas en nuestro proyecto es la de incluir un sistema de apertura de puerta controlado desde el modulo central. Para ello instalaremos en la puerta un mecanismo de apertura automático como el mostrado en la figura.

Estos dispositivos funcionan con un voltaje en continua entre 12v con un consumo de 0.5 A. Por tanto se ha dedicado una de las salidas del circuito para que trabaje a este voltaje.

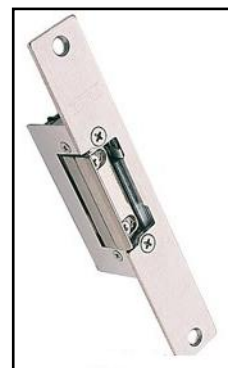


Fig 55. Cerradura

- **Accionamiento de persianas**

Para el control de subida y bajada de las persianas se ha elegido un mecanismo cableado adecuado para persianas de PVC o Aluminio de eje de 60mm capaz de levantar hasta 35Kg y de fáciles instalación de la marca M&B. El mecanismo se alimenta a corriente alterna y lleva implementado un sistema de final de carrera que se encarga de detener el movimiento.

La conexión a realizar es la mostrada:

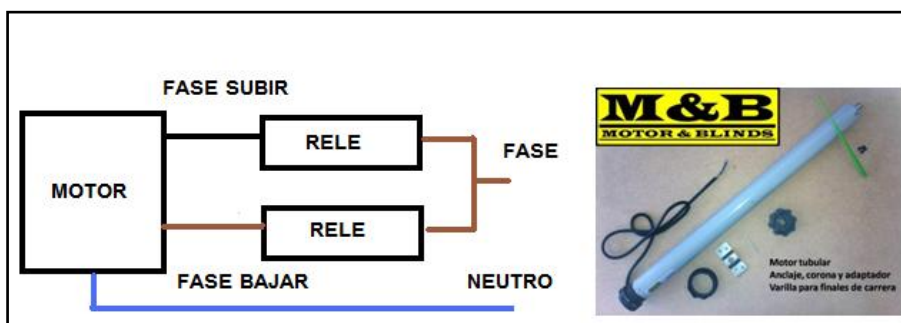


Fig 56. Esquema y mecanismo de control de persianas

- **Riego automático**

Para la activación del sistema de riego automático hemos seleccionado la electroválvula del fabricante Rain Bird DV que permite trabajar con caudales bajos (45,4 a 1136 litros/hora) y activación a 12 VCC

Fig 57. Electroválvula



Para la estimulación de la electroválvula se precisa una alimentación de 12v por tanto como para el caso del sistema de apertura de puerta se ha reservado una salida a este nivel de voltaje para este dispositivo.

9. SENSORES Y ENTRADAS

En el siguiente punto describiremos los diferentes circuitos empleados para el registro y monitorización de los diferentes parámetros que incluye nuestro proyecto.

- **SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD**

Nuestro sistema permitirá monitorizar la temperatura ambiente de nuestro hogar para ello se ha implementado un sensor de temperatura el DS1621 de la compañía Maxim y el HIH-4000 de Honeywell para la humedad.

El DS1621 es un sensor de temperatura que dispone de 9 bits de lectura que se transmiten al procesador mediante 2 líneas de comunicación serie. Por tanto para la interconexión de este utilizaremos el bus I2C disponible en el modulo Ez Web Lynx.

Las características más relevantes del sensor son:

- Margen -55°C y +125°C en incrementos de 0.5°C
- Alimentación del circuito de 2.7V a 5.5V

El diagrama de conexión es el mostrado en la figura. Se implementan dos resistencias de pull up de 4.7 ohm y se derivan los pines A0, A1 y A2 a masa para referenciar el circuito.

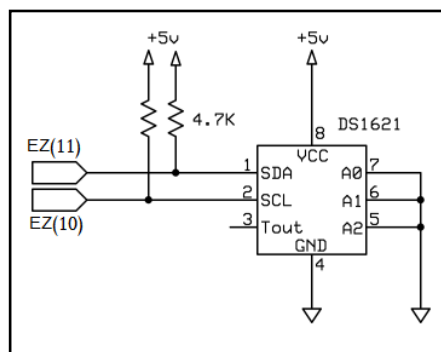


Fig 58. Sensor de Tª

Para la lectura de la humedad de la vivienda se ha utilizado un sensor de la serie HIH-4000 de Honeywell, este convierte la lectura de humedad a un valor de tensión lineal proporcional a esta. Tiene un consumo aproximado de 200uA característica que permite implementarlo en circuitos alimentados por baterías. El sensor tiene un tiempo de respuesta alto y es muy estable en condiciones adversas.

Las características del sensor son las siguientes:

- Alimentación entre 4v y 5.8v
- Intensidad máxima 500uA
- Temperatura de funcionamiento -40°C a 80°C
- Tiempo de estabilización 70 ms
- Tiempo de actualización 15s

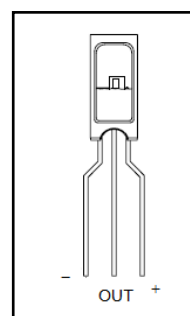


Fig 59. Sensor de humedad

Según fabricante la humedad relativa vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$RH = (V_{out} - 0,958) / 0,0307$$

- **Circuito de lectura de consumo eléctrico**

Una de las propiedades que debía cumplir nuestro proyecto es que debía de aportar ahorro energético a la vivienda. El siguiente modulo permitirá cumplir esta condición ya que gracias a él sabremos el consumo eléctrico en tiempo real que estamos realizando y así ser conscientes del gasto que este supone.

Para ello utilizaremos un sensor de corriente por efecto de inducción que implementaremos en el trazado de la línea eléctrica principal de nuestra vivienda. El sensor detecta la inducción electromagnética que se genera con el paso de corriente por el cableado y la convierte en un valor de tensión continua de fácil interpretación por nuestro dispositivo.

El sensor elegido de la compañía Talma pertenece a la serie AS y tiene las siguientes características:

- Frecuencia de funcionamiento entre 20Khz y 200Khz
- Corriente máxima permitida de 15A lo que supone una potencia de máxima de 3300W.

Simplemente haciendo pasar uno de los cables por el orificio central del sensor, este captará la inducción y mediante una resistencia entre los bornes 1 y 2 obtendremos el valor necesario y proporcional al consumo.

Este proceso sigue una ecuación que nos permitirá realizar la conversión. Dicha ecuación se describe a continuación.

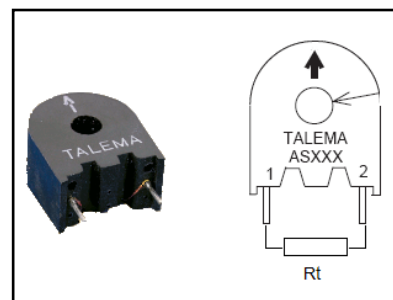


Fig 60. Sensor de consumo

$$V = R_t I_s 1/2F$$

Siendo:

V = Tensión en salida de sensor

R_t = Resistencia entre bornes

I_s = Corriente en el secundario que tendrá una relación de 1:100 con la primaria.

F = Frecuencia de funcionamiento de la línea.

A partir de dicho voltaje obtenido deberemos extraer la potencia obtenida, realizando los pertinentes cálculos matemáticos tendremos:

$$I_p = (V/R_t) * 100$$

$$W = I_p * 220v$$

I_p = Corriente en principal

W = Potencia en vatios

Dado que el Kw/h se tarifica a 0.1662 tenemos un coste de:

$$C(€/h) = (W * 0.1662) / 1000$$

$$C(€/s) = (W * 0.1662) / (1000*3600)$$

- **Circuito de lectura de consumo de agua**

Otro de los dispositivos implementados que nos ayudará en la tarea de economizar gastos en nuestra vivienda será el contador de consumo de agua que nos permitirá al mismo tiempo supervisar la existencia de fugas en la instalación.

Necesitamos un dispositivo que nos proporcione un nivel de voltaje proporcional a la cantidad de agua que circula por el circuito. Para ello se ha realizado un análisis de varios dispositivos existentes en el mercado que cumplen dicha característica. Los únicos dispositivos que se ajustan a nuestra demanda son los denominados hidrogeneradores que se utilizan para proporcionar la chispa en calentadores de gas al detectar flujo de agua.

Estos dispositivos proporcionan un voltaje proporcional y en un rango apto para nuestro dispositivo. Algunos de estos hidrogeneradores se muestran a continuación, se han elegido los dos que más se ajustan a nuestra demanda son de los modelos JUNKERS , VULCANO Minimax 2 de 55,45 € y el FAGOR FEG11XB,FEG15DB de 63,20 €



Fig 61. Hidrogeneradores

- **Alarmas**

Como ya se ha mencionado anteriormente nuestro sistema domotico debe de incluir una parte que se encargue de velar por nuestra seguridad en el hogar. Hemos implementado varios elementos que se encargarán de dicha tarea, son:

- Alarmas de detección de presencia.

Según nuestro escenario hemos implementado dos elementos de detección volumétricos de presencia, se instalarán en el recinto de entrada a la vivienda y en la parte trasera colindante al jardín. De esta manera la vivienda queda totalmente cubierta ante intrusiones no deseadas. Para dicho acometido hemos seleccionado el Sensor volumétrico por infrarrojos LB01 de la casa ELITEK Cuando el sensor se active mandará la señal de alarma al modulo Ez web Lynx que se encargará de notificar la activación de la alarma.

Especificaciones:

- Detección de manipulación del sensor (tamper).
- Area de detección de 12 m, arco de 110°
- Voltaje: De 9 VDC a 16 VDC.
- Consumo: <18 mA a 12 VDC.
- Voltaje de salida de alarma: 5 VDC a 100 mA.
- Precio : 14.50€



Fig 62. Sensor de presencia

➤ Alarma de detección de incendio

El dispositivo nos avisará de un posible indicio de incendio mediante una señal de alarma sonora y enviando una señal de activación a la central domótica. El sensor de la empresa Lydian tiene las siguientes se alimenta a la red eléctrica de 220v e incluye una batería para autoabastecerse en casos de fallo eléctrico. La salida mediante rele la configuraremos a 12 VCC.

Características y especificaciones:

- Voltaje: Alterna 110V/220V y batería de reserva 9V
- Nivel de sonido: $\geq 85\text{dB}$ a los 3m
- Sensibilidad: 2.06%/ft
- Detección de área: 20 metros cuadrados
- Normativa: EN14604, UL217



Fig 63. Sensor de incendios.

➤ Alarma de accionamiento de timbre

El siguiente modulo se incluye en el apartado de alarmas ya que el accionamiento de este se recibirá como tal en nuestro dispositivo. Se implementa un timbre con tecnología inalámbrica que al accionarse generará una señal acústica en la vivienda y una en el modulo receptor de 5v que se interpretará por el circuito EZ web Lynx.

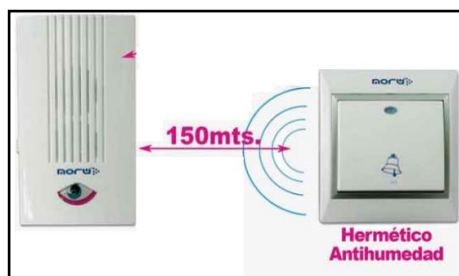


Fig 64. Timbre inalámbrico

10. IMPLEMENTACIÓN EN TECNOLOGIA SMARTPHONE

Uno de los objetivos de nuestro proyecto es que debía de implementarse en tecnología Smartphone, aportando innovación y vistosidad a este. La base del control del proyecto esta implementada sobre formato htm, por tanto desde cualquier dispositivo con conexión a internet incluido los Smartphone puede interactuar con este.

No obstante la adaptación del sistema para el uso mediante aplicación app android aportaría mayor comodidad y facilidad de uso.

Para adaptar nuestro diseño a aplicación android teníamos dos opciones, una de ellas consistía en desarrollar un software específico para la aplicación, lo que suponía introducirse en un campo muy extenso que bien daría para implementar otro proyecto. La otra opción era cogiendo como base el desarrollo web realizado, amoldarlo al formato de las aplicaciones android. Para ello nos hemos ayudado del software de diseño de appinventor que permite de forma práctica e intuitiva desarrollar programas mediante el uso de bloques que se interconectan como si de un puzle se tratara.

El software está formado por dos ventanas de trabajo. En la primera de estas se insertan y definen las características graficas y visuales de nuestro programa y en la segunda se enlazarán y configurarán según se desee.

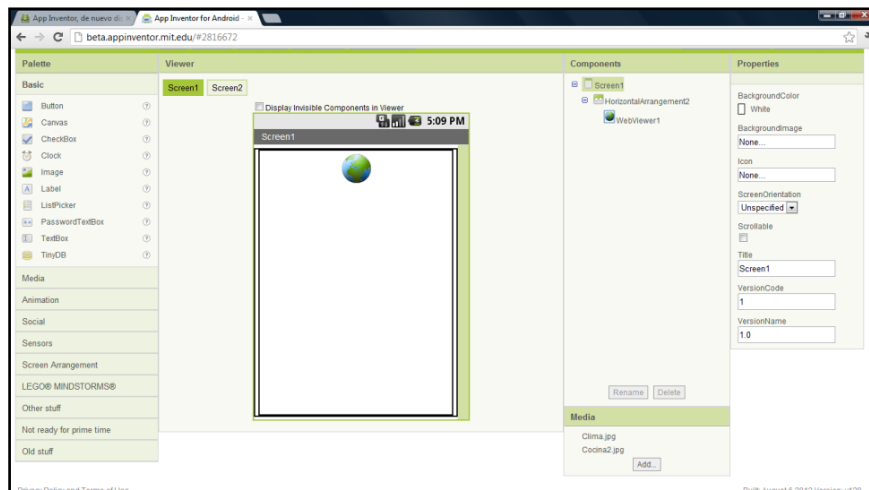


Fig 65. Entorno de trabajo de App inventor parte de configuración grafica

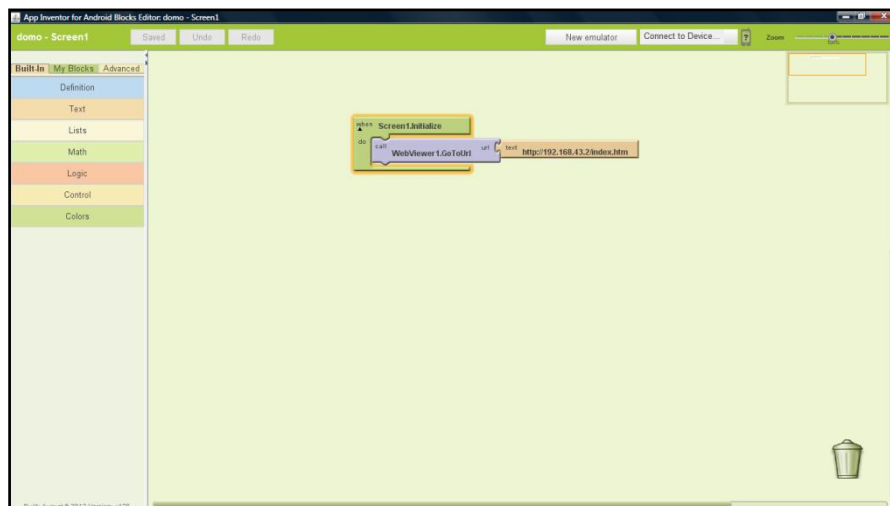


Fig 66. Entorno de trabajo de App inventor parte de configuración de bloques

En nuestro dispositivo Smartphone se instalará la aplicación a la cual accederemos pulsando su respectivo icono, lo que nos aporta rapidez y comodidad. Una vez accionado el icono de acceso a la aplicación se nos mostrará una pantalla de bienvenida que dará paso directamente a la página web de inicio alojada en el servidor web del control domotico. Una vez en este punto navegaremos por el menú web diseñado con la peculiaridad de que las páginas estarán adaptadas al tamaño de la pantalla.

Con la configuración montada que se muestra en la figura siguiente le indicamos al programa que cuando se carga la ventana abra directamente la web con asignación correspondiente a la nuestra de inicio.

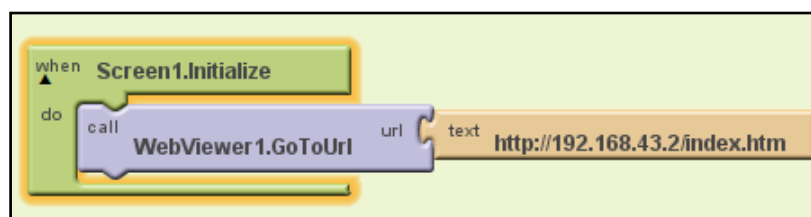


Fig 67. Ejemplo de instrucción mediante piezas de puzle

11. DESARROLLO Y MONTAJE

Una vez obtenida la parte de diseño de funcionamiento junto con sus simulaciones pasaremos a desarrollar la placa electrónica donde irán todos los componentes. Para ello se ha utilizado el software Pspice de Orcad para el esquema y el Layout para el rutado de pistas.

Se han desarrollado dos circuitos con el fin de separar la parte de control y la de potencia ya que existe un sector de ventas que no precise de esta última y pueda obtener el producto a un mejor coste.

En puntos anteriores ya se han explicado los diferentes bloques que forman el circuito así como los componentes utilizados. El conjunto global de todos ellos se muestran en los esquemas 1 y 2.

Para la realización de los pcb se han tenido en cuenta los siguientes conceptos:

- Distribución ordenada de componentes guardando relación con la interconexión entre los dispositivos y el aprovechamiento del espacio.
- Tamaño de pistas adecuado para cada señal. Así por ejemplo para la parte de potencia que maneja tensiones elevadas en alterna el tamaño de las pistas es mayor que para alimentaciones en CC o señales de control.
- Plano de masa: Proporcionará una masa de baja impedancia que permitirá reducir ruidos e interferencias.
- Previsión de Ampliación: Se ha preparado el pcb para poder modificar sus características iniciales y ampliar el número de salidas y la implementación de actuadores mediante radiofrecuencia.

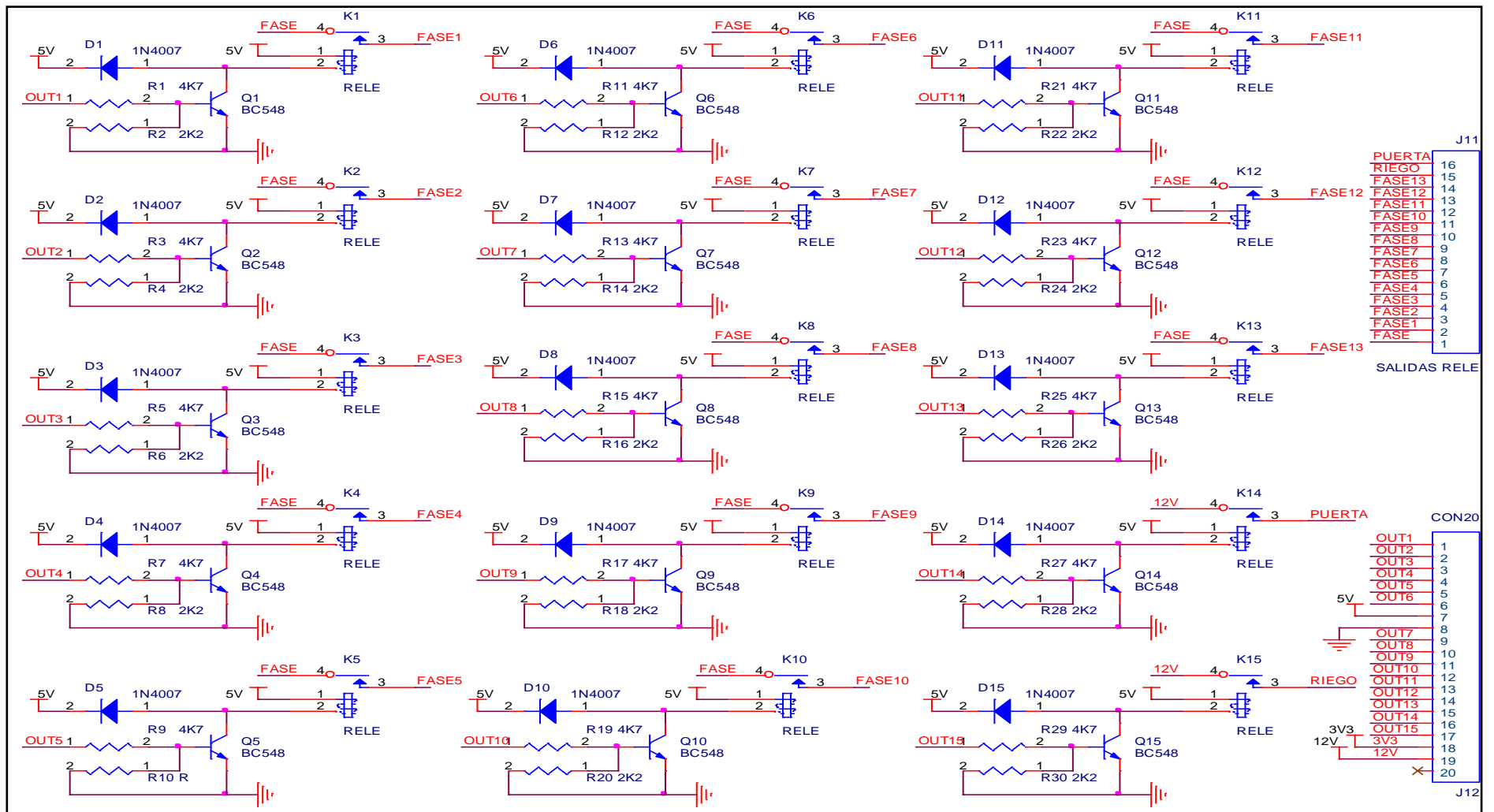


Fig 68. Esquema de circuito de potencia

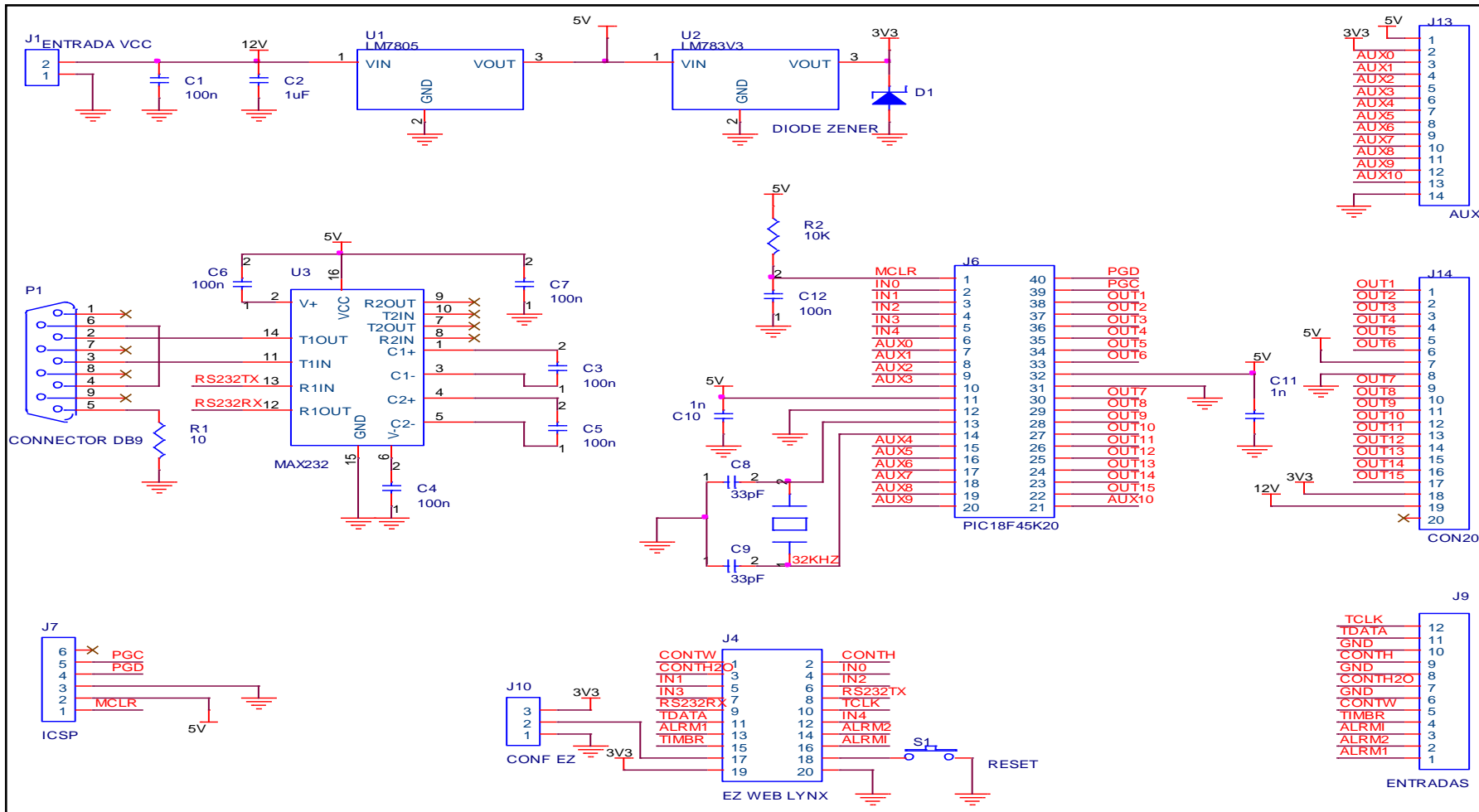


Fig 69. Esquema del circuito de control

12. PRUEBAS Y RESULTADOS

Para la conformación de los diferentes bloques que componen el diseño se ha desarrollado una placa de pruebas donde se ha analizado el comportamiento de cada componente y bloque tanto por separado como en conjunto. Una vez obtenido el resultado deseado se ha desarrollado el PCB final.

Se ha creado una maqueta simulando la arquitectura de la vivienda en donde se han distribuido diferentes leds que sustituyen a los dispositivos finales que serán accionados. De este modo obtenemos una mejor intuición del resultado final que obtendremos.

Para comprobar el resultado del sensor de temperatura y humedad se han realizado medidas en diferentes ambientes y se han comprobado con instrumentos validados para dichas medidas. Los resultados obtenidos han sido satisfactorios obteniendo márgenes de error de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ para el caso de la temperatura y $\pm 7\%$ en la humedad.

El sensor de consumo eléctrico se ha puesto a prueba colocando una serie de bombillas de diferentes potencias en serie con el sensor activando combinaciones de estas para leer la lectura obtenida. Se ha conseguido un margen de error variable según la potencia total. Como ejemplo para una potencia total de 200W la lectura ha sido de 176W y para una potencia total de 60W de 54W.

Se ha comprobado la estimulación de los relés mediante la activación de las salidas de forma individual y de forma continua para asegurar que se proporciona la intensidad necesaria a máximo rendimiento del sistema.

Finalmente mediante pulsadores se ha simulado el comportamiento de algunas alarmas y se han comprobado algunos elementos como la estimulación de cerradura y alarma de presencia.

13. ACTUALIZACIONES Y MEJORAS EN EL CIRCUITO

Durante la realización del proyecto han ido surgiendo nuevas ideas y posibles mejoras que se podían aplicar al dispositivo pero el proyecto ha cogido un volumen que no permitía implementarlas puesto se extendería temporalmente de manera considerable. En casi la totalidad de los proyectos del mercado con el paso del tiempo se van realizando actualizaciones y mejoras para conseguir el éxito total.

Algunas de estas mejoras o ideas que han ido surgiendo se describen a continuación:

- **Implementación inalámbrica de entradas y salidas**

Nuestro proyecto interactúa con los sensores y activadores mediante sistema de cableado. El sistema está pensado para amoldarse lo máximo a la instalación eléctrica ya realizada en la vivienda pero en ocasiones la instalación no se ajusta a la necesidad y no son del todo compatibles lo que supone que la instalación sea un gran quebradero de cabeza. Por otra parte todo el entramado de cableado supone un gasto económico extra.

Para evitar estos problemas una de las mejoras a realizar en próximas versiones del circuito sería implementar un sistema de comunicación por radiofrecuencia capaz de activar los diferentes dispositivos y de recoger la información. Existen en el mercado

varios módulos de comunicaciones ya sea por bluetooth, WIFI o en el rango de 433Mhz muy utilizado para estas aplicaciones. Al desarrollar nuestro proyecto se ha tenido en cuenta esta futura mejora y se ha reservado en el procesador 10 entradas/salidas auxiliares que permitirán la interacción con estos módulos. De forma análoga en el diseño del Pcb se ha reservado espacio para incorporar dichos modulos y se han trazado las respectivas conexiones.

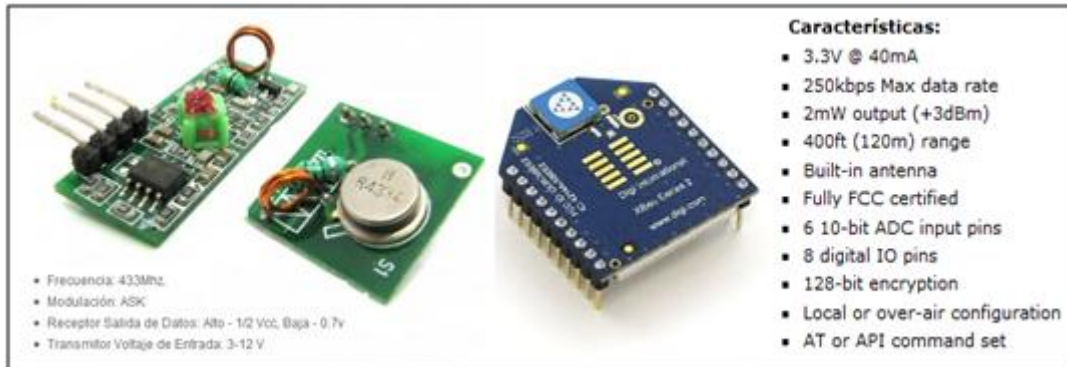


Fig 70. Módulos de comunicaciones inalámbricas por radiofrecuencia

• **Implementación de control de iluminación variable**

Ya hemos visto que nuestro sistema es capaz de controlar el encendido de la iluminación de ciertas estancias. Algunos sistemas domoticos incluyen la posibilidad de que en este control sobre la iluminación se pueda ajustar la intensidad deseada creando el ambiente deseado.

Sería por tanto una buena mejora implementar esta posibilidad. Para ello se podría utilizar los conversores analógico/digitales del procesador o la salida PWM para interactuar con un TRIAC y variar la luminosidad.

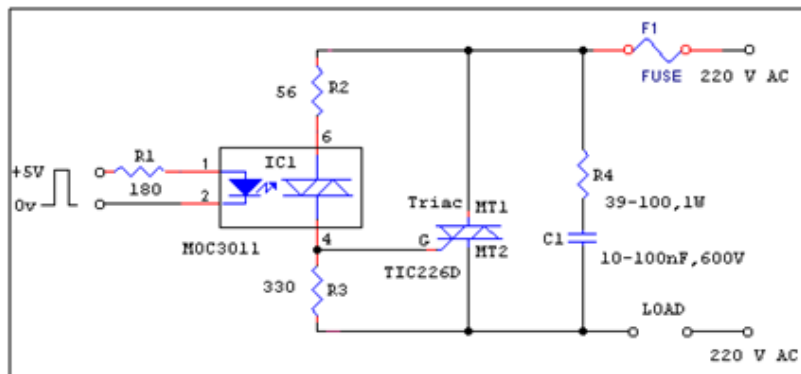


Fig 71. Posible conexión con triac para control gradual de iluminación

• **Implementación de control gradual de persianas**

Como en el caso anterior el control del sistema de persiana tiene dos estados que son persiana levantada o bajada. Sería conveniente implementar la posibilidad de control gradual de esta. Según hemos diseñado nuestro dispositivo no habría ningún inconveniente, sería bastante sencillo y sin necesidad de cambios físicos en el circuito. Bastaría con incorporar en la pantalla correspondiente a las persianas como el mostrado en la figura. Al disponer de codificación libre para pasar al procesador sería configurar un programa que consultará el último estado implementado de la persiana y

el deseado en la nueva instrucción y en función de estos aplicar el tiempo y polaridad deseada al motor y por tanto variar la altura de la persiana.

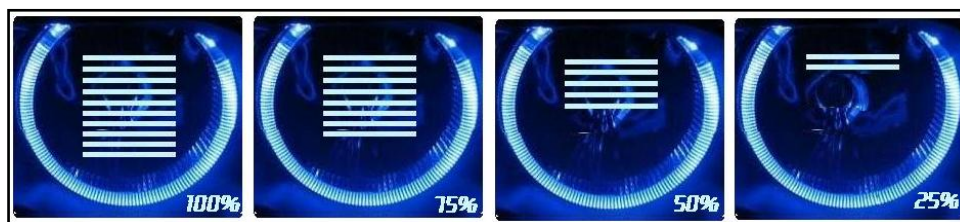


Fig 72. Formato de pantalla para control gradual de persianas

- **Mejora de aplicación Android**

Como ya se ha mencionado anteriormente existe la posibilidad de desarrollar una aplicación específica para el control domotico realizado. Para ello deberíamos adentrarnos en el sistema de programación de este tipo de aplicaciones realizar pruebas y simulaciones con lo que esto implica a nivel de investigación, dificultad y tiempo. Quedaría pendiente para el futuro dicha implementación en el proyecto

14. PRESUPUESTO

En el siguiente apartado analizaremos el coste que alcanzaría en el mercado obtener uno de nuestros dispositivos. Para ello nos basaremos en el coste de los componentes utilizados así como los diferentes aspectos a tener en cuenta.

COMPONENTE	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Modulo Ez web Lynx	67.78€	1	67.78€
Condensador 100nF 25v	0.1€	1	0.1€
Condensador 1uF 25v	0.1€	1	0.1€
LM7805	0.52€	1	0.52€
LM783V3	0.52€	1	0.52€
BC458	0.10€	15	1.5€
BZX85 Zener 3.3	0.128€	1	0.128€
Conector SIL	0.07 (20 unidades)	54	0.21€
Rele PCB 5v 10A	1.44€	15	21.6€
Conector Db9	0.45€	1	0.45€
Resistencia 10 ohm	0.05€	1	0.05€
Resistencia 10K	0,05€	1	0,05€
Resistencia 2K2	0.05€	15	0.75€
Resistencia 4K7	0.05€	15	0.75€
Max232	0,37€	1	0,37€
Resonador 20Mhz	0.3€	1	0.3€
Pulsador	0.23€	1	0.23€
Cierre para jumper	0.031€	16	0.49€
Conector PCB 2 vías	0.254€	40	10€
Placa 100x160mm	4.26€	2	8.52€
PIC18F45K20	2.28€	1	2.28€
TOTAL			117.74€

GASTOS DE PRODUCCION		
MANO DE OBRA	MONTAJE SMD	3 €
	MONTAJE INSERCCIÓN	6 €
	VERIFICACIÓN	6 €
DESGASTE HERRAMIENTA		0.9 €
OTROS		1.2 €
MARGEN DE BENEFICIOS		30 €
TOTAL		47.1 €

TOTAL	164.84€
-------	---------

Accesorios complementarios:

COMPONENTE	PRECIO
Sensor eléctrico	5€
Sensor agua	40€
Sensor incendio	14.50€
Sensor presencia	17€
Sensor Tª	7€
Sensor Humedad	21€
Timbre	9€

15. MANTENIMIENTO E INSTALACION

El circuito desarrollado siempre que se parta desde el punto en que el cableado de la vivienda es afín al esquema no requerirá de un gran proceso de instalación. Se aconseja instalar la caja de de los diferenciales de la vivienda para interconectar aquí las salidas del circuito.

Al funcionar mediante tecnología WIFI no se precisa ninguna toma de red próxima para conectarse.

El circuito precisa de una fuente de alimentación externa que suministre una tensión de 12v y 0.5A de intensidad.

Para conectar las respectivas entradas y salidas se dispone de conectores roscados mediante tornillos de punta plana.

En referencia al mantenimiento del dispositivo resaltar que sería conveniente realizar una comprobación anual de los valores que aportan los sensores para si fuese necesario calibrarlos de nuevo con el ajuste de las formulas.

16. REGLAMENTACIÓN

La red de control del sistema domótico se integra con la red de energía eléctrica y se coordina con el resto de redes con las que tenga relación: telefonía, televisión, y tecnologías de la información, cumpliendo con las reglas de instalación aplicables a cada una de ellas. Las distintas redes coexisten en la instalación de una vivienda o edificio. La instalación interior eléctrica y la red de control del sistema domótico están reguladas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). En particular, la red de control del sistema domótico está regulada por la instrucción ITC-BT-51 Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

17. CONCLUSION

Tras finalizar el proyecto y volver al principio donde se establecieron los objetivos comprobamos que estos se han cumplido satisfactoriamente. Hemos conseguido desarrollar un dispositivo desde cero, que puede ser implementado en cualquier hogar y que cumple con los requisitos que todo sistema domotico debe cumplir (seguro, que proporcione ahorro, confort y de fácil uso).

Haciendo referencia al propósito educacional, con el desarrollo de este proyecto hemos estado en contacto con varias vertientes de las telecomunicaciones como son las redes telemáticas, la electrónica, las comunicaciones entre dispositivos, etc. Nos ha servido para matizar conocimientos ya obtenidos y también para obtener conocimientos nuevos sobre distintas materias.

En cuanto a la posibilidad comercial del proyecto decir que se ha conseguido diseñar un dispositivo que puede incluirse en cualquier hogar, este hecho ya hace que exista una mínima salida al mercado. Se ha conseguido desarrollar un dispositivo con coste económico muy inferior a los existentes y en estos tiempos es un valor a tener muy en cuenta para la selección.

También aporta una muestra de innovación al estar implementado para tecnologías emergentes como los Smartphone o tablets.

A nivel personal resaltar que para poder realizar un buen proyecto debe existir motivación. En mi caso he buscado no solo aprender con el trabajo sino también disfrutar con este y por tanto su desarrollo ha supuesto más un placer que una obligación.

18. BIBLIOGRAFIA

Instalaciones domoticas. Autor: Miguel Moro (2011) ISBN: 9788497328579

Domotica Sistemas de control para viviendas y edificios. Autores: Antonio Rodríguez y Miquel Casa. Año 2005 ISBN: 9788496334113

Manual de funcionamiento y programación de modulo Ez Web Lynx proporcionado por el distribuidor con la compra del dispositivo.

Reglamento electrotécnico para baja tensión Ed: Paraninfo 2002.

El gran libro de Android. Jesus Tomas Girones. Ed: Marcombo 2011

Datasheet PIC 18F45K20 Microchip

Wikipedia

<http://www.casadomo.com>

<http://www.domoprac.com>

<http://www.elandroidelibre.com/2011/05/android-at-home-domtica-en-tu-telfono.html>

<http://4ndroid.com/thinkflood-domótica-en-tu-android-con-redeyes/>

<http://www.wayerless.com/2012/06/androidhome-donde-esta-la-domótica-google/>

<http://www.electrohogar.net/tienda/timbre-inalambrico-sin-instalacion-con-pulsador-resistente-agua-receptor-portatil-220v-p-256.html>