



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “ARDUINO”, para viviendas particulares y pequeñas empresas

Design of a “low-cost” domotic installation, based on “ARDUINO” for private homes and small enterprises.

Autor

Antonio Olmeda Martínez

Director

Miguel Ángel Torres Portero

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
2018



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. ANTONIO OLMEDA MARTÍNEZ,

con nº de DNI 76971184M en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo

de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la

Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Grado _____, (Título del Trabajo)

Diseño de una central domótica "low-cost", basado en "ARDUINO", para
viviendas particulares y pequeñas empresas

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada
debidamente.

Zaragoza, 21 de Noviembre de 2018

Fdo: ANTONIO OLMEDA MARTÍNEZ

Diseño de una central domótica "low-cost", basado en "ARDUINO", para viviendas particulares y pequeñas empresas

RESUMEN

Este proyecto se basa en el diseño de una central domótica de bajo coste, basada en el hardware de Arduino, para viviendas particulares y pequeñas empresas. El objeto principal es diseñar la misma y desarrollar la documentación completa de un proyecto de ingeniería para materializar dicho sistema domótico.

Para conseguirlo, en primer lugar, se ha estudiado la normativa vigente para la documentación de proyectos de ingeniería UNE 157001:2014, así como la normativa restante que sería de aplicación para nuestro proyecto. A continuación, se ha realizado un estudio de la historia de los sistemas, tanto los comienzos, como el desarrollo e innovaciones que se han llevado a cabo en los últimos años. Se ha estudiado también la situación actual del mercado, para conocer los componentes que se usan con mayor frecuencia y sus ventajas, y conocer también las necesidades que tienen los usuarios. Este último punto ha permitido definir la aplicación del producto diseñado.

Una vez recabada la información anterior, se ha procedido al diseño del circuito electrónico, definiendo primero todos los bloques con los que debe contar el mismo. Para definir esta primera parte se han usado los estudios realizados sobre otros sistemas domóticos y en concreto sobre sistemas domóticos usando el hardware de Arduino, esto resulta muy útil ya que existen una gran cantidad de sensores y actuadores compatibles entre ellos y con el microprocesador en la gama de Arduino. Tras haber concretado los bloques, se procede a buscar el componente más adecuado para nuestro proyecto en cada bloque. Una vez definidos se diseñan los circuitos electrónicos, dos en este caso.

Cuando ya se ha diseñado el sistema domótico se procede a la realización de todos los documentos formales que debe contener un proyecto de ingeniería. En dichos documentos se plantea un proyecto completo del sistema domótico, desde el diseño, pasando por la construcción hasta que llega al usuario para su utilización. De esta forma se ha planteado un presupuesto con todos los componentes que se deberían usar y la fabricación y montaje de los elementos. También se ha realizado una planificación temporal con todos los pasos necesarios para completar el producto. Y por último se ha desarrollado un manual de usuario y un documento de marcado CE para que fuera legal la venta y posterior utilización de nuestro producto por un usuario.

Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas

INDICE

VOLUMEN I



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

Datos del proyecto

Título del proyecto	Diseño de una central domótica "low-cost", basado en "Arduino", para viviendas particulares y pequeñas empresas
Código del proyecto	TFG18
Documento	Indice
Número de volumen	Volumen 1
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero Profesor del departamento de diseño y fabricación Universidad de Zaragoza
Autor	Antonio Olmeda Martínez Estudiante del Grado en Electrónica y Automática Universidad de Zaragoza
Firma	
Autor	Cliente
Fecha	12/11/2018

 <p data-bbox="391 134 678 212">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="774 100 1428 235">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas. CÓD: TFG18</p>	
INDICE VOL. 1	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 0

1 INDICE

2 MEMORIA

1	Motivación y contextos.....	1
2	Objeto	1
3	Alcance	2
4	Antecedentes	2
5	Normas y referencias	5
5.1	Disposiciones legales y normas aplicadas	5
5.2	Programas de cálculo.....	5
5.3	Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción.....	5
5.4	Bibliografía y Linkografía	6
6	Definiciones y abreviaturas	7
6.1	Definiciones.....	7
6.2	Abreviaturas	8
7	Requisitos de diseño.....	8
7.1	Requisitos del proyecto	8
7.2	Emplazamiento y entorno socioeconómico y ambiental.....	9
7.3	Estudios realizados para la solución adoptada	9
7.4	Elementos externos al proyecto	9
8	Análisis y justificación de soluciones	10
8.1	Alimentación.....	11
8.2	Microcontrolador.....	12
8.3	Interface	16
8.4	Sensor temperatura.....	18
8.5	Sensor de luz	20
8.6	Sensor de presencia	22
8.7	Detector de gas	24
8.8	Motor	25
8.9	Accionador	27
8.10	Transmisión de señal	29
8.11	Estándares domóticos.....	31



INDICE VOL. 1	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 0
---------------	----------------------------	---------------

9	Resultados finales.....	33
10	Planificación	35
11	Orden de prioridad entre los documentos	36

3 ANEXOS

1	DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA	1
2	CÁLCULOS.....	2
2.1	Carcasas.....	2
2.2	Planos y pistas PCB.....	2
2.3	Fuente de alimentación	4
2.4	Circuito de control	8
3	ANEXOS DE APLICACIÓN	14
4	OTROS DOCUMENTOS	14
4.1	Datasheets	14
4.2	Listado de materiales.....	15
4.3	Flujograma de operación.....	17
5	DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA	19
5.1	Directiva Rohs 2011/65/UE (RD 219/2013).....	19
5.2	Directiva WEE 2012/19/UE (RD 110/2015).....	19
5.3	Directiva de compatibilidad electromagnética 2004/108/CEE (RD 186/2016)	19
5.4	Directiva ITC 2014/35/UE (RD 187/2016)	19
5.5	Directiva RTTE 2014/53/UE (RD 188/2016).....	19
5.6	Directiva 2014/32/UE (RD 244/2016).....	19
5.7	Microcontrolador ATMEGA 328P-PU.....	19
5.8	Microcontrolador ATMEGA 16U2.....	19
5.9	Regulador de tensión MC33269ST-3.3T3G.....	19
5.10	Regulador de tensión LP2985AIM5-5.0	19
5.11	Regulador de tensión LP2985A-18DBVR	19
5.12	DISPLAY OLED MCOT128064FV-YM.....	19
5.13	Sensor Xbee XB24-API-001.....	19
5.14	Sensor de temperatura TC74.....	19
5.15	Sensor de luminancia BH1750.....	19
5.16	Sensor de presencia HC-SR501 PIR.....	19
5.17	Sensor de gas SEN-MQ2.....	19

 <p data-bbox="395 136 679 215">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="778 98 1430 232">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas. CÓD: TFG18</p>	
INDICE VOL. 1	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 0

4 PLANOS

DIAGRAMA DE BLOQUES	1
ESQUEMA GENERAL DEL CIRCUITO 1	2
LISTADO DE COMPONENTES 1	3
PLANOS DEL CIRCUITO IMPRESO 1	
Cara TOP	4.1
Cara BOTTOM	4.2
PLANOS DE SERIGRAFÍA DE COMPONENTES 1	
Cara TOP	5.1
Cara BOTTOM	5.2
PLANOS DE MASCARILLA 1	
Cara TOP	6.1
Cara BOTTOM	6.2
PLANO DE TALADRADO DE LA PCB 1	7
PLANO DE INTERCONEXIONADO 1	8
ESQUEMA GENERAL DEL CIRCUITO 2	9
LISTADO DE COMPONENTES 2	10
PLANOS DEL CIRCUITO IMPRESO 2	
Cara TOP	11.1
Cara BOTTOM	11.2
PLANOS DE SERIGRAFÍA DE COMPONENTES 2	
Cara TOP	12.1
Cara BOTTOM	12.2
PLANOS DE MASCARILLA 2	
Cara TOP	13.1
Cara BOTTOM	13.2
PLANO DE TALADRADO DE LA PCB 2	14
PLANO DE INTERCONEXIONADO 2	15
PLANO DE MECANIZADO CAJA 1	16
PLANO DE SERIGRAFÍA CAJA 1	17
PLANO DE MONTAJE CAJA 1	18
PLANO DE MECANIZADO CAJA 2	19
PLANO DE SERIGRAFÍA CAJA 2	20
PLANO DE MONTAJE CAJA 2	21

 <p data-bbox="395 136 679 215">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="778 98 1430 232">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas. CÓD: TFG18</p>	
<p data-bbox="209 282 389 313">INDICE VOL. 1</p>	<p data-bbox="628 282 959 313">Fecha Revisión: 13/11/2018</p>	<p data-bbox="1086 282 1246 313">Revisión Nº 0</p>

5 PLIEGO DE CONDICIONES

0	INTRODUCCIÓN.....	1
1	CONDICIONES TÉCNICAS	1
1.1	Especificaciones de los materiales	2
1.2	Ejecución del producto.....	7
1.3	Condiciones de montaje	8
2	CONDICIONES ECONÓMICAS	8
2.1	Fianzas	8
2.2	Precios.....	8
3	CONDICIONES ADMINISTRATIVAS	9
3.1	Documentación base	9
3.2	Limitación en los suministros	9
3.3	Criterios de medición y abono	9
3.4	Criterios para la modificación del proyecto original.....	9
3.5	Pruebas y ensayos	9
3.6	Garantía de los suministros	9
3.7	Garantía de funcionamiento.....	10
4	CONDICIONES LEGALES	10
5	CONDICIONES FACULTATIVAS	11
5.1	Cláusulas entre contratistas y contratante	11

 <p data-bbox="395 136 679 219">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="778 100 1431 237">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas. CÓD: TFG18</p>	
<p data-bbox="209 286 389 315">INDICE VOL. 1</p>	<p data-bbox="628 286 959 315">Fecha Revisión: 13/11/2018</p>	<p data-bbox="1086 286 1246 315">Revisión Nº 0</p>

6 MEDICIONES

1	PARTIDA DE MATERIALES Y COMPONENTES.....	1
2	PARTIDA DE MONTAJE.....	2
3	PARTIDA DE PRUEBAS Y ENSAYOS.....	3
3.1	Partida de pruebas.....	3
3.2	Partida de ensayos.....	3
4	PARTIDA DE EMBALAJE.....	4

7 PRESUPUESTO

0	INTRODUCCIÓN.....	1
1	PARTIDA DE MATERIALES Y COMPONENTES.....	1
2	PARTIDA DE MONTAJE.....	3
3	PARTIDA DE PRUEBAS Y ENSAYOS.....	3
3.1	Partida de pruebas.....	3
3.2	Partida de ensayos.....	4
4	PARTIDA DE EMBALAJE.....	5
5	VALORACIÓN Y PRESUPUESTO GLOBAL.....	5

Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas

MEMORIA

VOLUMEN II



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Datos del proyecto

Título del proyecto	Diseño de una central domótica "low-cost", basado en "Arduino", para viviendas particulares y pequeñas empresas
Código del proyecto	TFG18
Documento	Memoria
Número de volumen	Volumen 2
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero Profesor del departamento de diseño y fabricación Universidad de Zaragoza
Autor	Antonio Olmeda Martínez Estudiantes del Grado en Electrónica y Automática Universidad de Zaragoza

Firma

Autor

Cliente

Fecha 12/11/2018

ÍNDICE

1	Motivación y contextos.....	1
2	Objeto	1
3	Alcance	2
4	Antecedentes	2
5	Normas y referencias	5
5.1	Disposiciones legales y normas aplicadas	5
5.2	Programas de cálculo.....	5
5.3	Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción.....	5
5.4	Bibliografía y Linkografía.....	6
6	Definiciones y abreviaturas	7
6.1	Definiciones.....	7
6.2	Abreviaturas	8
7	Requisitos de diseño.....	8
7.1	Requisitos del proyecto	8
7.2	Emplazamiento y entorno socioeconómico y ambiental.....	9
7.3	Estudios realizados para la solución adoptada	9
7.4	Elementos externos al proyecto	9
8	Análisis y justificación de soluciones	10
8.1	Alimentación.....	11
8.2	Microcontrolador.....	12
8.3	Interface	16
8.4	Sensor temperatura.....	18
8.5	Sensor de luz	20
8.6	Sensor de presencia	22
8.7	Detector de gas.....	24
8.8	Motor	25
8.9	Accionador	27
8.10	Transmisión de señal	29
8.11	Estándares domóticos.....	31
9	Resultados finales.....	33
10	Planificación	35
11	Orden de prioridad entre los documentos	36

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Diagrama de los principales componentes que debe controlar un sistema domótico dentro de una casa. Fuente, web www.tecnisat.es , empresa instaladora de sistemas domóticos.....	1
Imagen 2 Ejemplo de todos los parámetros a controlar en un edificio inteligente por un sistema domótico. Fuente https://www.arqhys.com/el-edificio-inteligente.html , blog de arquitectura.	3
Imagen 3 Logo del programa sabe. Fuente https://toolbox.cogiti.es/Products	3
Imagen 4. Ejemplo de diferentes protocolos de comunicación domótica. En negro protocolo X-10, comunicación a través de cable, en azul protocolo insteon, a través de cableado y radiofrecuencia y en rosa comunicación wifi. Fuente https://alhenaing.wordpress.com/protocolo-insteon/	4
Imagen 5 Diagrama de bloques de la instalación de un pequeño sistema de alimentación con placas solares en una casa privada. Fuente web ingemecanica.com tutorial instalación solar fotovoltaica para viviendas.....	11
Imagen 6 Placa arduino UNO, se señalan todos los componentes principales de la placa, conectores y microcontrolador. Fuente, web aprendiendoarduino.wordpress.com , dónde se detallan los componentes de la placa arduino uno y su funcionamiento.	13
Imagen 7 Raspberry Pi Zero con detalle de las partes que lo componen. Fuente https://didacticaselectronicas.com , tienda de electrónica	14
Imagen 8. Ejemplo de patillaje de una pantalla LCD. Fuente Micros AVR y algunas otras chucherías http://micros-avr-en-espanol.blogspot.com	16
Imagen 9. Detalle del funcionamiento de una placa táctil. Fuente web Uno Cero como funciona una pantalla táctil. https://www.unocero.com/como-se-hace/como-funciona-una-pantalla-tactil/	16
Imagen 10. Diagrama de las diferentes capas que componen una pantalla OLED. Fuente, web researchgate.net https://www.researchgate.net/	17
Imagen 11 Encapsulado de un sensor LM35, con el detalle de la función de sus pines. Fuente, https://hetpro-store.com , foro dónde se explica el funcionamiento del sensor LM35.	18
Imagen 12 Encapsulados posibles para el sensor de temperatura Arduino TC74 con detalle de la función de sus pines. Fuente http://embedded-lab.com , blog de electrónica dónde se explica cómo usar componentes específicos.	19
Imagen 13 Diagrama de conexionado del sensor Arduino DHT11 a una placa de arduino. Fuente http://soloelectronicos.com/category/iot/ , blog de electrónica dónde se muestra el funcionamiento de componentes electrónicos.	19
Imagen 14 Encapsulado del sensor SHT15 junto con una placa para facilitar la conexión de este sensor. Fuente, www.sparkfun.com , tienda de electrónica.....	20
Imagen 15 Diagrama de conexión de un sensor LDR a una placa de Arduino. Fuente https://laboratoriodeinterfaseselectronicas.wordpress.com	21

Imagen 16 Placa base de un sensor luxómetro BH1750 con detalla del funcionamiento de sus pines. Fuente, https://www.luisllamas.es	22
Imagen 17 Encapsulado y diagrama explicativo del sensor PIR SE-10. Fuente https://www.luisllamas.es	23
Imagen 18 Diagrama de conexionado del sensor PR SE-10 a una placa de Arduino. Fuente https://www.luisllamas.es	23
Imagen 19 Ejemplo de encapsulado de un sensor ultrasónico con el detalle de los pines de conexión. Fuente https://cbtis140clubdeciencias.blogspot.com	24
Imagen 20 Encapsulado y placa base sensor MQ, con detalle de pines de conexión y posible conexión a una placa arduino. Fuente https://www.luisllamas.es	25
Imagen 21 Diagrama de conexionado de un motor tubular genérico. Fuente http://www.fmautomatismos.com	26
Imagen 22 Diagrama explicativo motor paso a paso bipolar y motor paso a paso unipolar. Fuente http://diymakers.es	26
Imagen 23 Encapsulado y partes de un servomotor genérico. Fuente http://panamahitek.com . .	27
Imagen 24. Diagrama de diferentes tipos de modelo de comunicación. 1_Por cable. 2_ Mixto. 3_ Inalámbrico. Fuente http://www.insumma.co/plasson/54-sistema-de-comunicacion-a-distancia.html	30
Imagen 25 Tipos de red de comunicación con el estándar ZigBee cómo ejemplo. Fuente http://www.icpdas.com/	32
Imagen 26 Diagrama de Gantt.....	35



1 Motivación y contextos

La motivación que ha llevado al desarrollo de este proyecto ha sido la creciente necesidad de controlar y automatizar todos los aspectos tecnológicos de la vida cotidiana, en concreto aquellos que se puedan dar en un recinto cerrado (un hogar o una pequeña empresa). A partir de ahora hablaremos de recinto de una pequeña empresa como aquel que consiste en una planta que llega a albergar un máximo de treinta trabajadores.

Los principales parámetros ambientales que se desean controlar son la luminosidad, tanto artificial como natural y la temperatura dentro del recinto (hogar o pequeña empresa). Además, se controlarán ciertas variables de seguridad, como es el control de gases, sobre todo los gases que se pueden dar habitualmente en un incendio. De esta forma el usuario puede controlar su entorno sin demasiado esfuerzo y de forma automatizada.

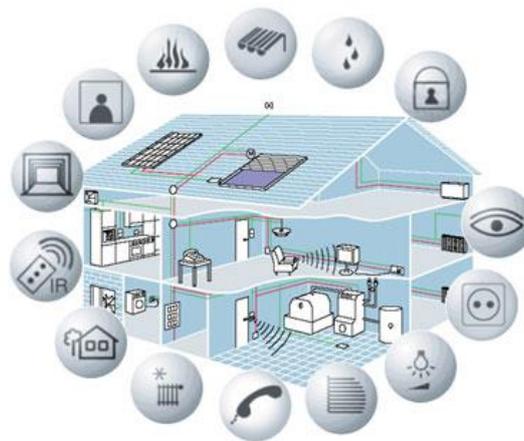


Imagen 1 Diagrama de los principales componentes que debe controlar un sistema domótico dentro de una casa.
Fuente, web www.tecnisat.es, empresa instaladora de sistemas domóticos.

2 Objeto

Este proyecto está dirigido al *diseño de una central domótica "low-cost", basado en "Arduino", para viviendas particulares y pequeñas empresas.*

Dicho sistema tiene el objetivo de dotar a nuestra vivienda o local de cierta "inteligencia", de tal manera que hacemos "inteligentes" a los aparatos cotidianos sin una programación previa. Por ejemplo, podemos hacer que una bombilla se encienda o apague según detecte presencia o no.



Para dotar de esta "inteligencia" a los dispositivos convencionales, solo hace falta conectarlos a dispositivos "inteligentes", que son programados para ejecutar órdenes que nosotros queramos, es decir, para realizar servicios que nos permitan ejecutar distintas acciones de forma más segura y eficiente.

3 Alcance

Este sistema está destinado al uso doméstico de un usuario o al uso de una empresa pequeña. Entendiendo por empresa pequeña, aquella cuyo espacio útil no supere una planta única para albergar alrededor de treinta trabajadores

Su función es medir la temperatura, luz y otros parámetros del entorno y controlar ciertos dispositivos para mantener dichos parámetros a los niveles que el usuario haya programado.

Este sistema está diseñado para trabajar a unas temperaturas ambientales de 0°C a 75°C y un rango de humedad relativa desde el 5% al 85%. Fuera de estos rangos de funcionamiento es posible que el dispositivo no funcione correctamente o incluso que se deteriore.

4 Antecedentes

La historia de la domótica es relativamente reciente, se inicia a comienzos de la década de los setenta, momento en el que aparecen los primeros dispositivos de automatización en edificios. Sin embargo, no es hasta la década de los ochenta que se empiezan a comercializar este tipo de sistemas integrados. Posteriormente se empieza a desarrollar en el aspecto doméstico de las casas urbanas. Es en este punto cuándo la domótica consigue integrar dos sistemas, eléctrico y electrónico, para conseguir una comunicación total de los dispositivos del hogar.

El rápido desarrollo de la tecnología informática hace posible la expansión de estos sistemas, sobre todo en los países más desarrollados como pueden ser Estados Unidos, Alemania o Japón.

Paralelamente a estos cambios, la gran importancia que toma la informática del hogar deriva en la aparición de edificios "inteligentes". Estos edificios son posibles por incorporar el Sistema de Cableado Estructurado (SCE) que facilita la conexión de terminales y redes dentro de los mismos. De esta forma el usuario es capaz de controlar prácticamente todos los aspectos funcionales de estos edificios.

La aparición y rápida expansión de estos rascacielos de oficinas comerciales fue de gran importancia. La domótica permitía lograr una eficiencia no conocida hasta entonces en el servicio de dispositivos.

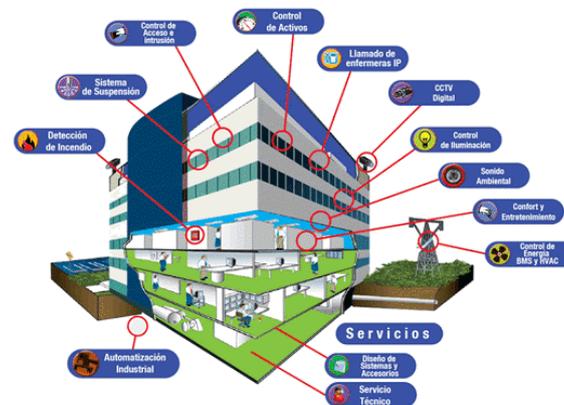


Imagen 2 Ejemplo de todos los parámetros a controlar en un edificio inteligente por un sistema domótico. Fuente <https://www.arqhys.com/el-edificio-inteligente.html>, blog de arquitectura.

El primer programa que utilizó la domótica se llamaba Save. Fue creado en Estados Unidos en 1984 y permitió lograr eficiencia y bajo consumo de energía en los sistemas de control de edificios inteligentes.

Estas primeras instalaciones empezaron usando el protocolo de comunicación llamado X-10. Este protocolo opera al accionarlo a través de un control remoto. Fue desarrollado en 1976 por Pico Electronics, en Escocia, y aún hoy en día sigue siendo la tecnología más utilizada dentro de la domótica. Utiliza las líneas de bajo consumo para transmitir datos, y esto hace que por su relación costo-beneficio siga siendo la mejor opción en el mercado.



Imagen 3 Logo del programa sabe. Fuente <https://toolbox.cogiti.es/Products>.

Desde que se implantó hace más de treinta años la domótica ha progresado a gran escala, sobre todo, gracias al desarrollo de las redes informáticas de comunicación, ya sea por sistema cableado o vía Wi-Fi.

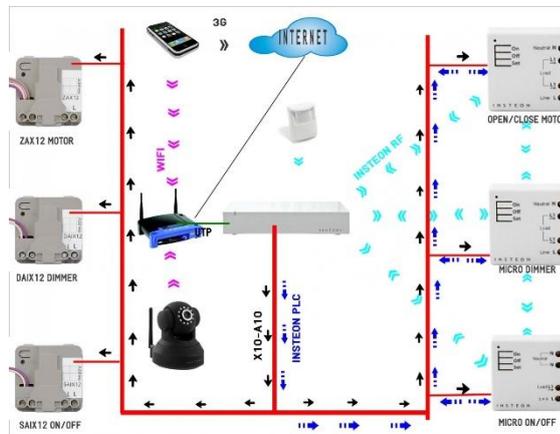


Imagen 4. Ejemplo de diferentes protocolos de comunicación domótica. En negro protocolo X-10, comunicación a través de cable, en azul protocolo insteon, a través de cableado y radiofrecuencia y en rosa comunicación wifi. Fuente <https://alhenaing.wordpress.com/protocolo-insteon/>

El rápido avance tecnológico consiguió suplir las carencias de los comienzos. A finales de la década de los 80, las tecnologías de comienzos de década, destinadas a fines comerciales, comienzan a llegar a los hogares. En esta época irrumpe la era de la TIC (tecnología de la informática y las comunicaciones), que posibilita entender una forma realista de realizar instalaciones domóticas dentro de una casa.

En la actualidad existe en el mercado una oferta consolidada en lo que a servicios de domótica se refiere. El desarrollo de nuevos protocolos de comunicación ha permitido un avance que en sus comienzos habría resultado impensable. Sistemas de desarrollo 2.0 como son el ZigBee hacen realidad la existencia de un protocolo de comunicaciones domótica inalámbrico. Este protocolo requiere de una baja tasa de envío de datos y es, por lo tanto, uno de los protocolos más utilizados para construir casas "inteligentes" en la actualidad.

Gracias a la domótica en los hogares particulares se ha mejorado en aspectos de la vida cotidiana cómo puede ser la seguridad, el confort o el ahorro energético, estos aspectos son valorados en gran medida por los poseedores de sistemas domóticos. Para el desarrollo de los sistemas domóticos y por lo tanto la mejora de la vida cotidiana de los usuarios ha sido un punto clave la llegada de Internet a gran velocidad.

En los últimos años la oferta en el mercado se ha extendido, permitiendo encontrar gran variedad de equipos domésticos de integración domótica.

 <p>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p>Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p>CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

5 Normas y referencias

En este apartado se muestran las normas y referencias seguidas y necesarias para la realización de este proyecto. También se exponen una serie de programas técnicos que se han utilizado durante la realización de este proyecto.

5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- UNE-EN-ISO 9001:2015. Sistema de Calidad
- UNE 157001:2014. Elaboración formal de proyectos
- Restricción uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrodomésticos (ROHS) DIRECTIVA 2011/65/UE, transpuesta por el Real Decreto 219/2013.
- Gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (WEE) DIRECTIVA 2012/19/UE, transpuesta por el Real Decreto 110/2015.
- Compatibilidad Electromagnética (EMC) DIRECTIVA 2014/30/UE, transpuesta por el Real Decreto 186/2016.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC). DIRECTIVA 2014/35/UE, transpuesta por el Real Decreto 187/2016.
- Equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación y reconocimiento mutuo de su conformidad (RTTE) DIRECTIVA 2014/53/UE, transpuesta por el Real Decreto 188/2016.
- Instrumentos de medición DIRECTIVA 2014/32/UE, transpuesta por el Real Decreto 244/2016.
- Marcado CE

5.2 Programas de cálculo

- DesignSpark PCB, versión 8.1, fabricante RS.
- DesignSpark Mechanical, versión 4.0, fabricante RS.
- AutoCAD, versión 2018, fabricante Autodesk.
- Gantt Project, versión 2.8.5, Free Software.
- Pspice, versión 9.1, fabricante Cadence.

5.3 Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción

El proyecto se ha ejecutado con las especificaciones definidas en la norma UNE-EN-ISO 9001:2015, lo cual define que dicho dispositivo cumple determinados estándares de calidad reconocidos en todo el mundo además de unos requisitos del ámbito electrónico



5.4 Bibliografía y Linkografía

- Scott Fitzgerald y Michael Shiloh (2014). *El libro de proyectos de Arduino*, ISBN 978-3645651943
- Domoprac.com (2018). *Tipos de instalaciones domóticas - Conceptos básicos - DomoPrac - Domotica practica paso a paso* [online] Accesible en: <http://www.domoprac.com/domoteca/domoteca/conceptos-basicos/tipos-de-instalaciones-domoticas.html> (2018)
- Domótica sistemas (2018). *Sistemas domóticos existentes, tipos y estándares* [online] Accesible en: https://domoticasistemas.com/tienda/tutoriales/1_sistemas-existentes-tipos-y-estandares.html (2018)
- L. del Valle H. programafacil (2018). *Sensor de temperatura, escoge el mejor para tus proyectos con Arduino* [online] Accesible en: <https://programafacil.com/podcast/82-escoger-mejor-sensor-temperatura-arduino/> (2018)
- Luis Llamas (2018). *Luis Llamas - Ingeniería, informática y diseño (Zaragoza)* [online] Accesible en: <https://www.luisllamas.es> (2018)
- AndroidPIT.es (2018). *¿Qué es el Bootloader? | AndroidPIT* [online] Accesible en: <https://www.androidpit.es/que-es-bootloader> (2018)
- Informaticamoderna.es (2016). *Memoria SRAM - Memoria Caché, características y capacidades* [online] Accesible en: http://www.informaticamoderna.com/Memoria_SRAM.htm#defi (2018)
- Electrónicafacil.net (2018). *El transistor* [online] Accesible en: <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-transistor.php> (2018)
- Comohacer.eu (2018). *Comparativa de todas las placas Arduino* [online] Accesible en: https://comohacer.eu/analisis-comparativo-placas-arduino-oficiales-compatibles/#Caracteristicas_generales (2018)
- Fran Lopez (2018). *Tipos de Arduino ~ Arduino Projects* [online] Accesible en: <http://arduprojects.blogspot.nl/2012/09/tipos-de-arduino.html> (2018)
- Crespom J. (2018). *ICSP | Aprendiendo Arduino* [online] Accesible en: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/06/icsp/> (2018)
- Descubrearduino.com (2018). *ARDUINO Qué es y Cómo Funciona Más de 1000 Proyectos y Tutoriales* [online] Accesible en: <https://descubrearduino.com/> (2018)
- Descubrearduino.com (2018). *Raspberry Pi, breve guía, modelos y características* [online] Accesible en: <https://descubrearduino.com/breve-guia-de-la-raspberry-pi/?cn-reloaded=1> (2018)



- Culturacion.com (2018). *Raspberry Pi: Qué es, características y precios – Culturación* [online] Accesible en: <http://culturacion.com/raspberry-pi-que-es-caracteristicas-y-precios/> (2018)
- Ifm.com (2018). *Sensores ultrasónicos - ifm electronic* [online] Accesible en: https://www.ifm.com/es/es/category/010/010_045 (2018)
- Zigbee alliance (2018). *Zigbee certified product* [online] Accesible en: <https://www.zigbee.org/> (2018)
- Arkiplus (2018). *Historia de la domótica* [online] Accesible en: <http://www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica> (2018)
- Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e igualdad (2014). *Agencia Estatal. Boletín Oficial del Estado.* [online] Accesible en: <https://www.boe.es/buscar> (2018)
- Un global Compact (2018). *Normalización Española* [online] Accesible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma> (2018)

6 Definiciones y abreviaturas

6.1 Definiciones

Bootloader: es el nombre en inglés para el gestor de arranque del dispositivo. Es el primer programa que se ejecuta en el procesador cuando enciendes un sistema. Es una parte fundamental de todas las máquinas que ejecutan un sistema operativo.

Memoria Flash: La memoria *flash* derivada de las siglas EEPROM permite la lectura y escritura de múltiples posiciones de memoria en la misma operación. Gracias a ello, la tecnología *flash*, siempre mediante impulsos eléctricos, permite velocidades de funcionamiento muy superiores frente a la tecnología EEPROM primigenia, que sólo permitía actuar sobre una única celda de memoria en cada operación de programación. Se trata de la tecnología empleada en los dispositivos denominados memoria USB.

Fotorresistencia: un dispositivo resistente cuya resistencia varía en función de cuanta luz recibe.

Interface: Conexión, física o lógica, entre una computadora y el usuario, un dispositivo periférico o un enlace de comunicaciones.

Lux: El lux (símbolo lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en la fotometría como medida de la

 <p data-bbox="395 129 678 212">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="774 100 1428 168">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p data-bbox="1029 190 1173 228">CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

iluminancia, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad del ojo humano a la luz.

6.2 Abreviaturas

EEPROM: son las siglas de *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (ROM programable y borrable eléctricamente). Es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente, a diferencia de la EPROM que ha de borrarse mediante un aparato que emite rayos ultravioletas. Son memorias no volátiles.

ICSP: siglas en inglés de *In-Circuit Serial Programming*. Significa Programación serial en circuito y es la habilidad de algunos dispositivos lógicos programables, microcontroladores y otros circuitos electrónicos, de ser programados mientras están instalados en un sistema completo, en lugar de requerir que el chip sea programado antes de ser instalado dentro del sistema.

IDE: Un entorno de desarrollo integrado o entorno de desarrollo interactivo, en inglés *Integrated Development Environment*, es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software.

PWM: siglas en inglés de *pulse-width modulation*. Modulación por ancho de pulsos de una señal o fuente de energía. Se trata de una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

SRAM: siglas en inglés de *Static Random Access Memory*, lo que traducido significa memoria estática de acceso aleatorio. Se trata de una memoria RAM que tiene la característica de estar construida a base de transistores

7 Requisitos de diseño

7.1 Requisitos del proyecto

Un sistema domótico se compone de un sistema de control, sensores y actuadores que logran controlar todos los parámetros de una casa, tanto el ambiente como los componentes físicos de la casa, bombillas, persianas, seguridad y otros muchos más.

El proyecto consiste en el diseño de un sistema domótico. Para cumplir con sus funciones deberá cumplir con las siguientes especificaciones.



- Control de las **persianas** en función de la luz solar. Para ello se debe usar un sensor de luz exterior que mida la cantidad de luz que hay en el exterior.
- Control de la **temperatura**. Para ello se deberá controlar el encendido y apagado tanto del sistema calefactor como refrigerador, en invierno y verano respectivamente, en función de la temperatura ambiental del recinto de la vivienda o pequeña empresa.
- Control de todas las **luces** del recinto. Para ello se usará un control de presencia según la estancia, que controle el encendido y apagado de las luces ubicadas en la zona.
- Sistema detector de **gases**. Este sistema debe componerse de un sensor de gas, se determinará que gases se deben detectar, que activará cuando sea preciso un extractor para la eliminación de dichos gases.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

- Para el montaje del equipo se utilizará caja plástica diseñada a propósito para el proyecto.
- Diseño del equipo para asegurar la compatibilidad electromagnética (EMC) y cumplimiento de las directivas comunitarias que le son de aplicación (Marcado CE).

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES:

- Rango de temperatura: 0° C a 75° C.
- Rango de humedad relativa: 5% a 85%.

7.2 Emplazamiento y entorno socioeconómico y ambiental

El sistema diseñado se va a emplazar en recintos cerrados, por ejemplo, hogares y pequeñas empresas (recintos de una sola planta que pueden llegar a albergar hasta treinta trabajadores). Va dirigido a usuarios con un poder adquisitivo y clase social media/alta, en el ámbito de empresas está dirigido a empresas que quieran un control domótico básico para sus oficinas, sin suponer un coste muy elevado. En lo que se refiere al entorno ambiental este sistema no deberá estar expuesto a temperaturas, viento o lluvia extremos ya que va a ser diseñado para ser usado en interiores.

7.3 Estudios realizados para la solución adoptada

Para realizar este diseño se ha realizado un estudio de los sistemas domóticos existentes en el mercado y la historia de estos, así como los protocolos de comunicación existentes y su funcionamiento.

7.4 Elementos externos al proyecto

Como elementos externos a este proyecto se encuentran el sistema de iluminación, el sistema de climatización, la instalación de persianas y el sistema de extracción de gases. El diseño ha sido pensado teniendo en cuenta que estos sistemas se encontrarán ya instalados en los recintos en los que se desee implantar un sistema domótico.

 <p data-bbox="395 129 678 212">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="774 100 1428 168">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p data-bbox="1029 190 1173 235">CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

8 Análisis y justificación de soluciones

En este apartado se van a presentar las alternativas estudiadas para el diseño realizado. Se han usado ciertos criterios para escoger entre las diferentes alternativas, las cuales se enumerarán a continuación: disponibilidad en el mercado, precio, tamaño, consumo y cumplimiento con la legislación (certificado Rohs vigente).

En el producto final se deberá garantizar que se cumplan las siguientes directivas, Rohs, marcado CE, WEE y compatibilidad electromagnética. Para ello todos los componentes deben cumplir con la normativa Rohs. Además, el producto final se deberá diseñar de manera que facilite su reutilización, desarmado y valorización de todos los materiales y componentes del producto. Por último, se garantizará que el producto final no genere interferencias electromagnéticas con productos de su entorno. Si todo esto se cumple el marcado CE se colocará de manera visible en el producto final.

Para la elección concreta de sensores se deberán tener en cuenta otros aspectos además de los mencionados anteriormente. En primer lugar, la calidad y precisión necesaria en los sensores en función de la utilización que se le vaya a dar. En función de lo cual se pueden dividir en tres grupos,

- Sensores para aficionados.
- Sensores para automatizaciones.
- Sensores con características especiales.

Además, se deben tener claro los parámetros de un sensor para su posterior elección:

- Sensibilidad: la cantidad mínima que el sensor es capaz de medir. Cuántos grados, voltios, ppm que es capaz de detectar para modificar la salida en voltios.
- Rango de valores: son los valores máximo y mínimo que es capaz de medir el sensor.
- Precisión: es el error que se produce entre el valor real y el valor obtenido.
- Resolución: el cambio mínimo detectable en la señal de salida.
- Tiempo de respuesta: tiempo necesario para que cuando se produzca un cambio en la entrada este produzca un cambio en la salida.
- Offset: es un factor de corrección, el valor de salida que tenemos cuando debería ser cero.



8.1 Alimentación

8.1.1 Red eléctrica doméstica

Se podría usar como fuente de alimentación del sistema domótico la red eléctrica doméstica. Esta red es de carácter alterno y tiene una tensión de 230V de amplitud. Se puede acceder a esta red eléctrica en la salida de un enchufe dentro de cualquier vivienda o edificio público. Esta red eléctrica deberá ser adaptada para que el sistema domótico se alimente a 12V en corriente continua estable.

8.1.2 Placas solares

Otra opción sería usar la energía solar para alimentar el sistema domótico. Esta opción sería más respetuosa con el medio ambiente, pero también más cara y costosa de llevar a cabo. Sería necesario colocar placas solares en un punto de la casa o edificio que se fuera a automatizar, en el cual estuviéramos seguros de que iba a recibir sol el mayor tiempo posible, por otro lado, habría que colocar también baterías recargables para almacenar la energía sobrante y tener energía cuándo no hubiera sol. La red proveniente de las placas solares también habría que adecuarla para alimentar el sistema domótico a 12V en corriente continua estable.

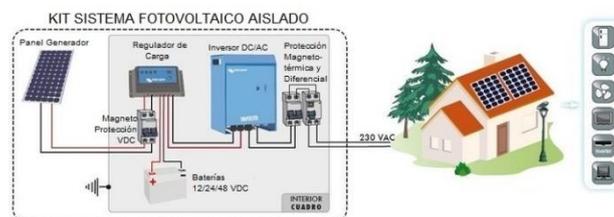


Imagen 5 Diagrama de bloques de la instalación de un pequeño sistema de alimentación con placas solares en una casa privada. Fuente web ingemecanica.com tutorial instalación solar fotovoltaica para viviendas.

Se ha elegido usar como alimentación la red eléctrica doméstica del edificio dónde se instale el sistema domótico. La razón de esta decisión es el alto coste inicial de instalación que supone la utilización de placas solares, además, usando la red doméstica se garantiza la adaptabilidad en el recinto dónde se instale el sistema domótico.

Para que la red eléctrica doméstica se ajuste a las necesidades de los componentes se usará un alimentador eléctrico que transforme los 220 V de corriente alterna en 12 V de corriente continua. En la placa de control se usarán reguladores de tensión para manejar las diferentes tensiones que necesitan los distintos componentes del proyecto.

 <p>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p>Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p>CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

8.2 Microcontrolador

8.2.1 Arduino

Características generales:

Lo principal que hay que saber es el tipo de proyecto se va a implementar para elegir de forma correcta el modelo de Arduino.

Sabiendo el tipo de proyecto podemos definir la cantidad de pines analógicos y digitales necesarios, descartando de esta forma las placas muy básicas o sobredimensionadas para el proyecto, abaratando costes.

Otro punto importante a la hora de elegir la placa adecuada es el tamaño de código que se va a generar, lo cual repercutirá en la cantidad de memoria flash. Un punto menos importante es la memoria RAM, la cual es la encargada de la carga de datos para su procesamiento, pero no suele ser un problema en este tipo de aplicaciones.

Se pueden diferenciar dos tipos de microcontroladores, los de 8 y 32 bits basados en ATmega AVR y los SMART basados en ARM de 32 bits.

Otro aspecto a tener en cuenta es el voltaje, se tiene que tener en cuenta el voltaje necesario para todos los diferentes componentes del proyecto, limitando los voltajes y los amperajes para eludir sobretensiones no soportadas.

Placas oficiales:

A continuación, se van a detallar las características principales de las placas más importantes de la compañía Arduino.

➤ Arduino UNO

Es la plataforma más extendida y la primera que salió al mercado.

Se basa en un microcontrolador Atmel ATmega328 de 8 bits a 16 Mhz que funciona a 5v. 32KB de *flash* (0,5KB reservados para el *bootloader*), 2KB de SRAM y 1KB de EEPROM. Características de memoria un poco limitadas pero suficientes para la mayoría de los proyectos. Las salidas pueden trabajar en el rango de voltaje de 6V a 20V, pero se recomienda una tensión de trabajo de entre 7 y 12V. Contiene 14 pines digitales (6 de ellos PWM) y 6 pines analógicos, pudiendo trabajar con intensidades de hasta 40 mA. También incluye un conector ICSP (In Chip Serial Programmer). Se conecta al ordenador con un cable



USB estándar y contiene todo lo necesario para programar una placa. Se puede ampliar con una gran variedad de *shields*.

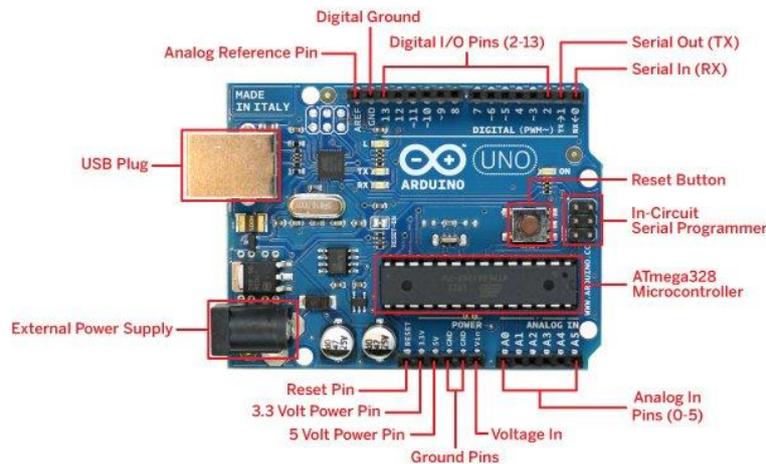


Imagen 6 Placa arduino UNO, se señalan todos los componentes principales de la placa, conectores y microcontrolador. Fuente, [web aprendiendoarduino.wordpress.com](http://web.aprendiendoarduino.wordpress.com), dónde se detallan los componentes de la placa arduino uno y su funcionamiento.

- **Microcontrolador:** ATmega328
- **Voltaje de funcionamiento:** 5 V
- **Pines I/O digitales:** 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM)
- **Pines de entradas análogas:** 6
- **Corriente DC por cada pin I/O:** 40 mA
- **Corriente DC en el pin de 3.3 V:** 50 mA
- **Memoria Flash:** 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados por el bootloader
- **SRAM:** 2 KB (ATmega328)
- **EEPROM:** 1 KB (ATmega328)
- **Velocidad de reloj:** 16 MHz

➤ Arduino Zero

Placa muy similar al Arduino UNO, con algunos cambios significativos como el cambio de microcontrolador, esta placa contiene el Atmel SAMD21 MCU de 48 Mhz con un core ARM Cortex M0 de 32 bits, mucho más potente que el del Arduino UNO. Esta placa también mejora en prestaciones en el ámbito de la memoria y la cantidad de pines respecto al Arduino UNO.



8.2.2 Raspberry

La placa Raspberry Pi se puede definir como un microordenador o una placa de computadora SBC de bajo coste. Fue desarrollada en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi y se ofrece de manera gratuita a centros educativos para que se pueda fomentar la enseñanza de la computación y programación en las escuelas. Además, es fácilmente accesible para cualquiera que lo desee ya que el deseo de sus desarrolladores es promover y facilitar la programación para todos.

Posee un microprocesador ARM con potencia de hasta 1GHz, integrado en un chip Broadcom BCM2835. Además, cuenta con 512 MB de RAM, un GPU Videocore IV, tiene una serie de conexiones que podrían ser suficientes para una aplicación de domótica de bajo coste.

Hay varios modelos diferenciados por sus características, estos son los dos más importantes:

➤ Raspberry Pi Zero

Esta placa tiene la mitad de tamaño que el modelo más grande de Raspberry, con el doble de utilidad. Estas son sus características principales.

- 1 GHz, CPU de un solo núcleo
- 512 MB de RAM
- Mini HDMI y puertos USB On-The-Go
- alimentación por micro USB
- header de 40 pines compatible con HAT
- vídeo compuesto y reset headers

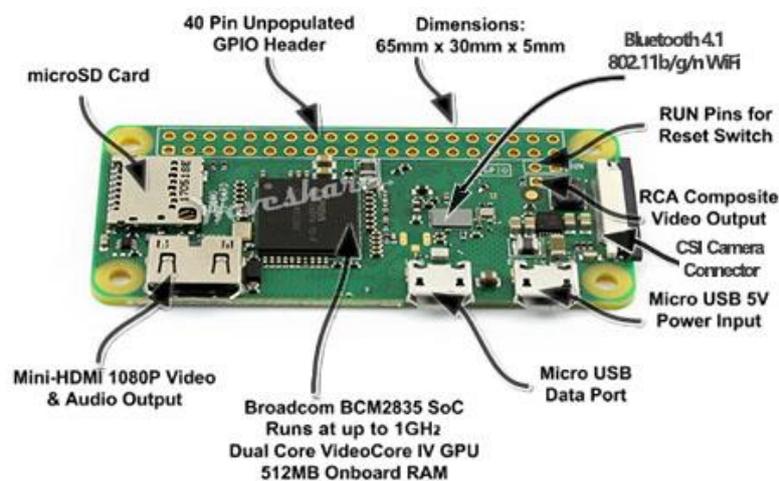


Imagen 7 Raspberry Pi Zero con detalle de las partes que lo componen. Fuente <https://didacticaselectronicas.com/tienda-de-electronica>

 <p>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p>Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p>CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

➤ Raspberry Pi 3

Es la versión más famosa de Raspberry. Es la placa con mayores prestaciones de la serie. Estas son sus características principales.

- 1.GHZ, CPU de cuatro núcleos
- 1GB de RAM compartido con GPU
- Red inalámbrica integrada
- Bluetooth
- 4 puertos USB
- Ethernet
- HDMI
- Interfaz de pantalla MIPI para conectar LCD

En resumen, la placa Raspberry es una buena solución para cualquier aplicación básica de domótica, pero carece de almacenamiento, y en algunos modelos, la memoria RAM y las conexiones necesarias para los distintos sensores se quedan insuficientes para según qué aplicaciones.

Después de una exhaustiva valoración, como unidad de control se ha decidido usar el microcontrolador de la placa genérica de Arduino UNO. El componente principal de esta placa es un microcontrolador ATmega 328. Este microcontrolador tiene 32 pines de conexión, de los cuales 23 son de uso general de entrada/salida. Posee 32 kbites de memoria *flash*, 2 kbites de memoria *RAM*, reloj interno programable y pin para función *reset*.

La principal razón para esta elección es la gran compatibilidad que ofrece el microcontrolador usado en la placa Arduino con multitud de sensores y con protocolos de comunicación. Además, se podría usar el software libre de la compañía Arduino para su configuración y productos a bajo precio hacen que resulte más económico que otras opciones.



8.3 Interface

8.3.1 Pantalla LCD

La pantalla LCD es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. Utilizan cantidades muy pequeñas de energía eléctrica y existen pantallas de tamaños muy variables. Además, permite una gran libertad a la hora de escribir texto, números o símbolos en ellas. La principal ventaja de estas pantallas es la baja tensión de alimentación que necesitan. Alguna desventaja frente a otras pantallas es la resolución, el contraste o la durabilidad.

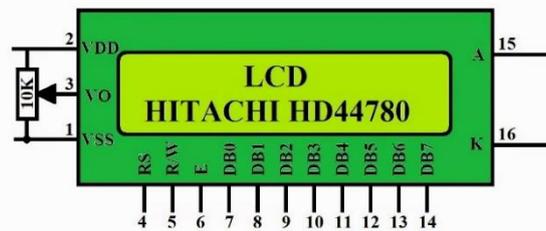


Imagen 8. Ejemplo de patillaje de una pantalla LCD. Fuente Micros AVR y algunas otras chucherías <http://micros-avr-en-espanol.blogspot.com>

8.3.2 Pantalla táctil

Estas pantallas permiten la entrada de datos y órdenes al dispositivo mediante un toque directo sobre una superficie, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente. De esta forma actúa como periférico de entrada y salida de datos. Las principales ventajas de las pantallas táctiles son su resistencia frente al polvo y el agua y el aspecto intuitivo que ofrece a los usuarios. La principal desventaja es el precio frente a otro tipo de pantallas.

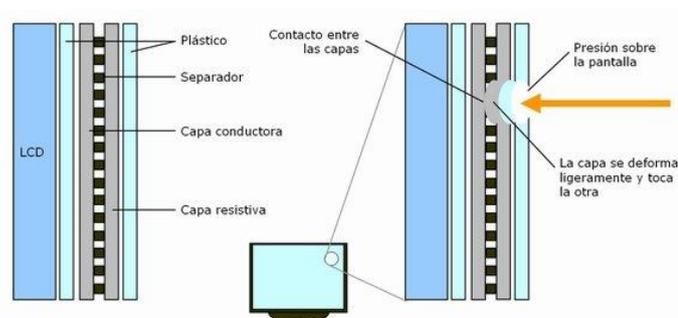


Imagen 9. Detalle del funcionamiento de una placa táctil. Fuente web Uno Cero como funciona una pantalla táctil. <https://www.unocero.com/como-se-hace/como-funciona-una-pantalla-tactil/>.



8.3.3 Pantalla OLED

La pantalla OLED (diodo orgánico de emisión de luz), es un diodo que se basa en una capa electroluminiscente formada por una película de componentes orgánicos que reaccionan, a una determinada estimulación eléctrica, generando y emitiendo luz por sí mismos. Existen multitud de tecnologías OLED diferentes, tantas como las estructuras encargadas de contener y mantener la capa electroluminiscente o los componentes que se puedan utilizar. La principal desventaja de esta tecnología es la degradación de los materiales, que pueden provocar quemaduras en las pantallas si se muestra una imagen fija por largos periodos. Algunas ventajas son la flexibilidad frente a la rigidez del cristal, el precio más económico que otros productos similares en el mercado, el bajo consumo y un mejor brillo y contraste que permite ver correctamente el contenido desde cualquier posición.

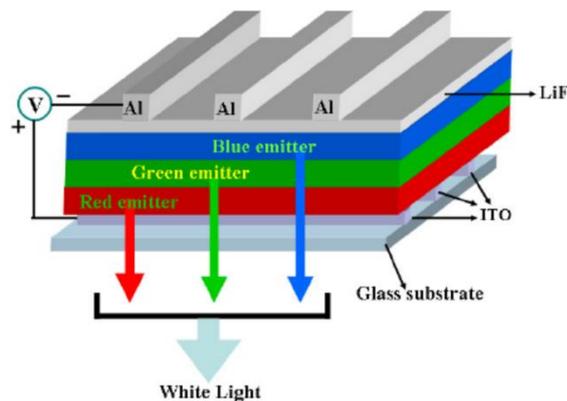


Imagen 10. Diagrama de las diferentes capas que componen una pantalla OLED. Fuente, web [researchgate.net](https://www.researchgate.net/)

De entre las opciones detalladas, como interfaz se ha elegido una pantalla OLED. Se ha elegido este tipo de pantalla debido principalmente a su bajo consumo y su menor coste en comparación con pantallas de características similares. Además, ofrece una mejor visión al usuario ya que los píxeles de este tipo de pantallas emiten luz directamente en lugar de tener una capa de retroiluminación, esto ofrece un rango de colores y contraste mayor que por ejemplo en las pantallas LCD.

La diversidad de tecnologías posibles en este tipo de pantallas se traduce en una mayor posibilidad de características para este tipo de pantallas, por ejemplo, el tamaño puede variar de 2 pulgadas, hasta enormes pantallas de hasta 65 pulgadas, además, algunas tecnologías han desarrollado incluso la capacidad de desarrollar pantallas flexibles. Para nuestra aplicación se usará una pantalla pequeña y sin necesidad de flexibilidad.



8.4 Sensor temperatura

Los sensores de temperatura se usan para medir la temperatura del entorno. Aunque todos ellos funcionan de una forma similar, hay matices que los hacen diferentes. Dichas diferencias son la base a la hora de elegir uno u otro para este proyecto.

8.4.1 LM35

El LM35 es un sensor de temperatura digital. La medición de la temperatura se realiza mediante su resistencia eléctrica. La salida del LM35 es lineal con la temperatura, incrementando el valor a razón de 10mV por cada grado centígrado. Es un sensor con el cual no se pueden medir temperaturas negativas y tiene un tiempo de respuesta muy elevado.

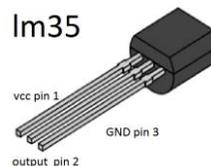


Imagen 11 Encapsulado de un sensor LM35, con el detalle de la función de sus pines. Fuente, <https://hetpro-store.com>, foro dónde se explica el funcionamiento del sensor LM35.

- Voltaje de operación: 4V a 30V
- Rango: -55°C (-550mV) a 150°C (1500 mV)
- Precisión: $\pm 0.5^\circ\text{C}$
- Conversión: 10 mV/°C
- Tiempo de respuesta: 4 ms

8.4.2 Arduino TC74

Sensor digital especialmente adecuado para aplicaciones de bajo coste. Es capaz de convertir la temperatura dentro del propio sensor y se transmite a través de una palabra digital de 8-bit.

Este sensor utiliza el protocolo de comunicación I2C compatible con el puerto serie. Mediante este protocolo de comunicación podemos usar hasta 8 TC74 en un mismo Arduino.

Existen dos tipos, los que funcionan a 3,3V y los que funcionan a 5V.

- Voltaje de operación: de 2,7 V a 5,5 V
- Rango de temperaturas: -40° C a 125° C
- Precisión: $\pm 2^\circ\text{C}$ de 25° C a 85° C y $\pm 3^\circ\text{C}$ de 0° C a 125° C
- Resolución: 8-bit
- Muestras/segundo: 8

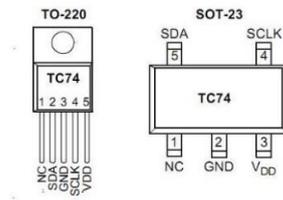


Imagen 12 Encapsulados posibles para el sensor de temperatura Arduino TC74 con detalle de la función de sus pines.
Fuente <http://embedded-lab.com>, blog de electrónica dónde se explica cómo usar componentes específicos.

8.4.3 Arduino DHT11

Sensor digital que incorpora un sensor de humedad. Se puede encontrar el DHT11 el sensor solo, sin la resistencia pull-up necesaria para evitar inestabilidades en la señal de salida, o el integrado con todo lo necesario para conectar y funcionar.

La mayor ventaja que tiene este sensor es el rango de temperaturas que va desde 0°C a 50°C, pero en una vivienda no se tiene porque necesitar un rango tan amplio. Internamente realiza la conversión a grados centígrados, pudiendo leer la temperatura cada dos segundos, suficiente otra vez para una vivienda.

De fácil programación, ya que Arduino incorpora una librería especial para este tipo de sensor.

- Voltaje de operación: de 3 V a 5,5 V
- Rango de temperaturas: 0° C a 50° C
- Precisión: $\pm 2^\circ$ C
- Resolución: 8 bit
- Muestras/segundo: 0,5

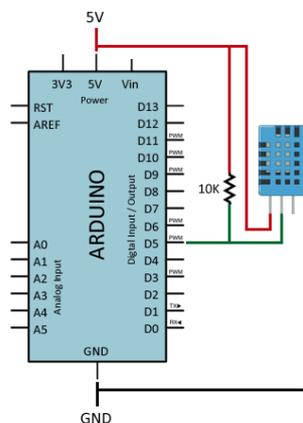


Imagen 13 Diagrama de conexionado del sensor Arduino DHT11 a una placa de arduino. Fuente <http://soloelectronicos.com/category/iot/>, blog de electrónica dónde se muestra el funcionamiento de componentes electrónicos.

 <p>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p>Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p>CÓD: TFG18</p>	
<p>MEMORIA VOL. 2</p>	<p>Fecha Revisión: 13/11/2018</p>	<p>Revisión Nº 1</p>

8.4.4 SHT15

Sensor de temperatura y humedad muy preciso, diseñado para trabajar en entornos con grandes fluctuaciones tanto en temperatura como en humedad.

Es un sensor digital que viene completamente calibrado, tiene un tiempo de respuesta muy rápido (1 muestra por segundo) y nos da una resolución de 14 bit.

Para conectar con Arduino, utiliza el protocolo I2C.

- Rango de temperaturas: -40° C a 123.8° C
- Precisión: $\pm 0.3^\circ$ C
- Resolución: 14 bit
- Muestras/segundo: 1



Imagen 14 Encapsulado del sensor SHT15 junto con una placa para facilitar la conexión de este sensor. Fuente, www.sparkfun.com, tienda de electrónica.

Finalmente, para medir la temperatura ambiente en el entorno del sistema domótico se ha elegido el sensor Arduino TC74. EL principal motivo para elegir este sensor es su bajo coste y la buena compatibilidad con el microcontrolador de Arduino elegido.

Además, el hecho de que el propio sensor convierta la temperatura en una palabra de ocho bits facilitará tanto la instalación del sensor, al no ser necesario ningún otro componente, como la lectura de la temperatura con el software.

El inconveniente de este sensor es su rango de funcionamiento, pero a pesar de ser reducido no debería ser un problema en un entorno doméstico en el que no será necesario medir temperaturas extremas.

8.5 Sensor de luz

8.5.1 Foto-resistor LDR

Un foto-resistor, o LDR (*light-dependent resistor*) es un dispositivo cuya resistencia varía en función de la luz recibida.



Dicho foto-resistor está formado por un semiconductor en el cual inciden los fotones, cuando estos inciden son absorbidos, lo cual provoca que pasen los electrones a la banda de conducción y la resistencia del componente disminuya.

Por tanto, el funcionamiento básico es que disminuye su resistencia a medida que aumenta la luz sobre él. Los valores típicos son de 1 Mohm en total oscuridad, a 50-100 Ohm bajo luz brillante.

Los foto-resistores no resultan adecuados para proporcionar una medición de la iluminancia, es decir, para servir como luxómetro, debido a su baja precisión y su fuerte dependencia a la temperatura. En cambio, un LDR es un sensor que resulta adecuado para proporcionar medidas cuantitativas sobre el nivel de luz.

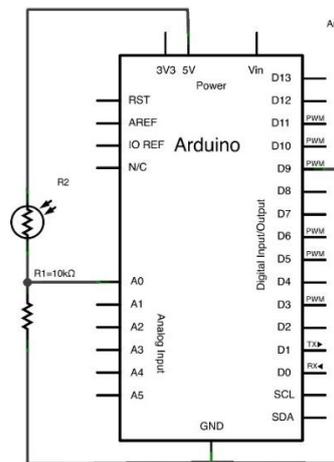


Imagen 15 Diagrama de conexión de un sensor LDR a una placa de Arduino. Fuente <https://laboratoriodeinterfaseselectronicas.wordpress.com>

8.5.2 Luxómetro BH1750

El BH1750 es un sensor digital del nivel de luz que junto al Arduino forman un Luxómetro.

La respuesta espectral del BH1750 está diseñada para ser similar a la del ojo humano por lo que son capaces de proporcionar la medición de lux.

Un lux es la unidad del sistema internacional para la iluminancia. La iluminancia es la relación entre el flujo luminoso y la superficie en la que se mida.

La comunicación se realiza mediante el protocolo de comunicación I2C.

El BH1750 se emplea, principalmente, para regular la retroiluminación en dispositivos móviles y la iluminación en las cámaras digitales. También se puede utilizar para la regulación de persianas, toldos o para controlar la iluminación de una casa.



Imagen 16 Placa base de un sensor luxómetro BH1750 con detalla del funcionamiento de sus pines. Fuente, <https://www.luisllamas.es>.

Para medir la iluminación en el sistema domótico se ha elegido el sensor BH1750 que junto con el microcontrolador elegido formarán un luxómetro. La razón de elegir este sensor es la precisión que posee para medir el nivel de luminosidad, ya que no será suficiente un sensor binario que mida si hay luz o no.

Para controlar, por ejemplo, las persianas, se necesita programar el comportamiento con diferentes niveles de luz, mañana, tarde y noche.

8.6 Sensor de presencia

8.6.1 Sensor PIR SE-10

Los sensores infrarrojos pasivos (PIR) son dispositivos para la detección de movimiento. Son frecuentemente usados en juguetes, aplicaciones domóticas o sistemas de seguridad.

Dichos sensores se basan en la medición de la radiación infrarroja. Cualquier cuerpo emite una cierta cantidad de energía infrarroja, dependiente de la temperatura, cuanto mayor es la temperatura, mayor es su cantidad de energía infrarroja.

Cada sensor está dividido en dos campos, si los dos campos reciben la misma cantidad de energía infrarroja, la señal eléctrica resultante será nula, por el contrario, si los dos campos realizan una medición diferente se generará una señal eléctrica indicando en este caso que un objeto o persona ha atravesado el campo de visión del sensor.

Otro elemento importante de los sensores PIR es la óptica del sensor, que es básicamente una cúpula de plástico formada por lentes de Fresnel, que divide el espacio en zonas, y enfoca la radiación infrarroja a cada uno de los campos del PIR.

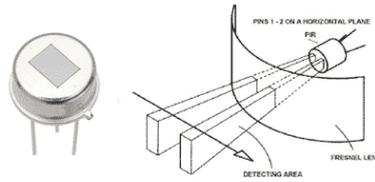


Imagen 17 Encapsulado y diagrama explicativo del sensor PIR SE-10. Fuente <https://www.luisllamas.es>.

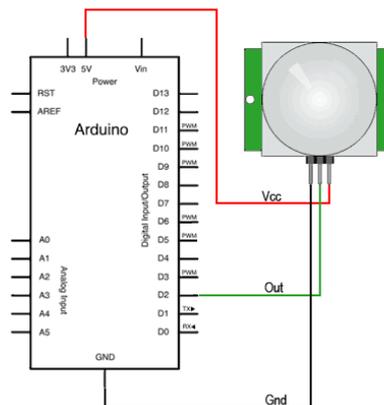


Imagen 18 Diagrama de conexionado del sensor PR SE-10 a una placa de Arduino. Fuente <https://www.luisllamas.es>.

8.6.2 Sensores de presencia ultrasónicos.

Los sensores ultrasónicos se utilizan para la detección eficaz de posiciones y la exacta medición continua de distancia con fluidos líquidos, sólidos y en polvo. Estos equipos envían y reciben ondas de sonido ultrasónicas. El objeto que se debe detectar refleja dichas ondas de sonido y la distancia es calculada mediante la medición del tiempo de vuelo. La detección sin contacto se efectúa independientemente del color, la transparencia, el acabado de la superficie o el grado de brillo del objeto. De esta forma se detectan fácilmente objetos translúcidos y difíciles de detectar para sensores ópticos, como, por ejemplo, los envases blíster de las aplicaciones de empaquetado o las bandejas transparentes de plástico de la industria alimentaria. En entornos con mucha suciedad, polvo o niebla, los equipos también detectan los objetos de forma fiable y sin fallos. Además, los sensores ultrasónicos ofrecen, en un diseño compacto, una zona ciega especialmente pequeña, largo alcance y una alta resolución.

Estos sensores pueden incluir según el fabricante equipos con salida de conmutación programable, salida analógica o una combinación de ambas salidas. El ajuste de la función de salida, de los puntos de conmutación y del rango de medición se efectúa de manera intuitiva, en función de la variante,



pulsando un botón directamente en el equipo o conectando la entrada teach al suministro de tensión (teach mediante cable).



Imagen 19 Ejemplo de encapsulado de un sensor ultrasónico con el detalle de los pines de conexión. Fuente <https://cbtis140clubdeciencias.blogspot.com>

En última instancia, como detector de presencia se ha elegido usar el sensor PIR SE-10. El motivo de esta elección es la facilidad para conectar el sensor al microcontrolador elegido y para leer los resultados emitidos por el sensor. Además, este tipo de sensor basado en infrarrojos tiene una precisión suficientemente buena para una aplicación domótica en un entorno doméstico en el cuál es aceptable cierto margen de error.

Por otra parte, los sensores infrarrojos son mucho más baratos que una cámara, estas últimas por el contrario proporcionan mayor precisión y la posibilidad de diferenciar personas de objetos u animales con ayuda de un software de reconocimiento.

8.7 Detector de gas

8.7.1 Sensores de gases MQ

Los sensores de gases MQ son una familia de dispositivos diseñados para detectar la presencia de distintos componentes químicos en el aire. Podemos conectar estos dispositivos a un autómata o procesador como Arduino.

Los sensores de gases MQ suelen proporcionarse con una placa de medición estándar con el comparador LMC662 o similar, que permite obtener la lectura tanto como un valor analógico, como un valor digital cuando se supera un cierto umbral regulado a través de un potenciómetro ubicado en la placa.

Los sensores MQ están compuestos por un sensor electroquímico que varía su resistencia al estar en contacto con las sustancias. Los sensores de gases son dispositivos con alta inercia, es decir, la respuesta necesita tiempos largos para estabilizarse tras un cambio de concentración de los gases medidos. Ello es debido a la necesidad física de que el gas abandone el material sensible, lo cual es un proceso lento.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza		Diseño de una central domótica "low-cost", basado en "Arduino", para viviendas particulares y pequeñas empresas. CÓD: TFG18
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

Existe una gran variedad de sensores de gases MQ, diferenciados principalmente por el tipo de gas que son capaces de detectar, se van a nombrar algunos ejemplos con sus características principales.

MODELO	SUSTANCIAS DETECTADAS	TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN
MQ-2	Metano, butano, GLP, humo	5V
MQ-3	Alcohol, Etanol, humo	5V
MQ-303A	Alcohol, etanol, humo	0.9V
AQ-2	Gases inflamables, humo	5V

Tabla 1 Algunos sensores de gas de la familia MQ con sus principales características diferenciadoras.

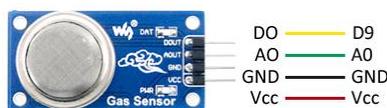


Imagen 20 Encapsulado y placa base sensor MQ, con detalle de pines de conexión y posible conexión a una placa arduino. Fuente <https://www.luisllamas.es>.

Para detectar gases en el entorno del sistema domótico se ha decidido usar un sensor de la familia MQ. La principal ventaja de estos sensores es que es fácil encontrarlos en el mercado junto con una placa de medición que proporciona tanto lectura analógica como digital para cubrir cualquier posible necesidad del proyecto.

Dentro de la familia de sensores MQ existen multitud de sensores que se diferencian entre ellos por la tensión de alimentación y por los gases que son capaces de detectar. En el caso de un sistema domótico en un entorno doméstico se necesita detectar humo para poder alertar de un posible incendio. Se ha decidido usar el sensor MQ-2 que es capaz de detectar metano, butano, GLP y humo, de esta forma sería posible programar el sistema para alertar de la presencia de metano, que es altamente tóxico, en el ambiente además de humo.

8.8 Motor

8.8.1 Motor tubular de 230V

Estos motores se alimentan directamente con la red eléctrica doméstica a 230V y 50 Hz. Además, es posible cambiar el sentido de giro del motor, ya que cuenta con dos entradas dedicadas al control del motor. Esto hace que sea fácil usarlas para subir y bajar persianas. Habría que controlar el funcionamiento del motor para que paro cuando se desea. Esto se podría conseguir con un relé.



Imagen 21 Diagrama de conexionado de un motor tubular genérico. Fuente <http://www.fmautomatismos.com>.

8.8.2 Motor paso a paso

Es un motor de corriente continua controlado por varias bobinas a su alrededor que hacen que se mueva paso a paso y no de forma continua. Son ideales para controlar la velocidad a la que se mueve el motor y la posición a la que llega. Se deberán controlar mediante un control digital, normalmente por software.

Como desventaja, estos motores consumen en parada tanto o más que en marcha debido a que para mantener el motor quieto en una posición se deberá excitar al menos una de las bobinas.

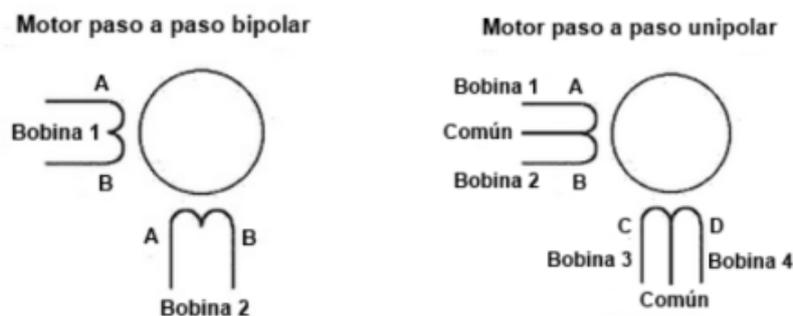


Imagen 22 Diagrama explicativo motor paso a paso bipolar y motor paso a paso unipolar. Fuente <http://diymakers.es>.

8.8.3 Servomotor

Un servomotor es un motor eléctrico, al que se le ha incluido un circuito eléctrico. De esta forma, el servomotor puede ser controlado tanto en velocidad como en posición. Estos dispositivos resultan útiles cuando es más importante posicionar con precisión el objeto que mover una carga.

Las ventajas del servomotor son, la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición, y que poseen un consumo de energía muy reducido.



Por otra parte, tienen la desventaja de que resultan más caros que los motores de corriente continua y los motores paso a paso, además la mayoría de los servomotores disponibles en el mercado tienen un ángulo de actuación reducido, normalmente limitado a los 270°.

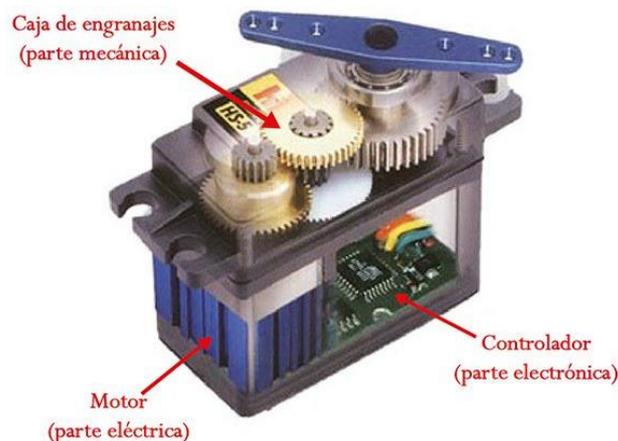


Imagen 23 Encapsulado y partes de un servomotor genérico. Fuente <http://panamahitek.com>.

Se ha decidido usar un motor paso a paso principalmente porque es un motor de corriente continua por lo que resultará más sencillo de alimentar y controlar.

Además, dado que el motor se usará para controlar el movimiento de subir y bajar las persianas lo que resulta importante es la posición a la que se quieran mover las persianas, es decir el motor se controlará indicándole una posición a la que moverse. Para esta aplicación también se podría usar un servomotor ya que se usan principalmente para controlar la posición con precisión, sin embargo, en este proyecto no es importante ser precisos y el motor paso a paso es sensiblemente más barato que el servomotor. De esta forma se controlará la posición con suficiente precisión sin usar demasiada energía y a un precio más reducido que con las otras opciones similares del mercado.

8.9 Accionador

8.9.1 Relé

El relé es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes, un circuito electromagnético y un circuito de contactos, al cual aplicaremos el circuito que queremos controlar.

Su funcionamiento se basa en el fenómeno electromagnético. Cuando la corriente atraviesa la bobina produce un campo magnético que magnetiza un núcleo de hierro dulce (ferrita). Este atrae al inducido que fuerza a los contactos a tocarse.

 <p data-bbox="395 129 678 212">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="774 100 1428 168">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p data-bbox="1029 190 1173 228">CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión N° 1

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.

Hay muchos tipos de relés existentes en el mercado, a continuación, se expondrán los más utilizados.

De armadura, en estos relés el electroimán hace vascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es normalmente abierto o normalmente cerrado.

De núcleo móvil, tienen un émbolo en lugar de la armadura. Se utiliza un solenoide para cerrar los contactos. Se suele aplicar cuando hay que manejar grandes intensidades. Como desventaja, poseen contactos y piezas móviles que se desgastan con facilidad, posee altos tiempos de conmutación y la conmutación de la señal crea rebotes, además de necesitar electrónica de gobierno (drivers).

8.9.2 Transistor BJT.

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada. Cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término transistor es la contracción en inglés de transfer resistor (resistor de transferencia). Actualmente se encuentra prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario tales como radios, televisores, reproductores de audio y video, relojes de cuarzo, computadoras, lámparas fluorescentes, tomógrafos, teléfonos celulares, aunque casi siempre dentro de los llamado circuitos integrados.

Los transistores BJT ofrecen una buena ganancia de amplificación y tienen buena linealidad comparados con otros transistores. Como desventaja generan ruido electrónico y se calientan con facilidad. Además, la ruptura inversa se provoca en bajas tensiones, de 5 a 10 V.

En los casos en los que se necesite usar un interruptor se usará un relé debido a la gran ventaja de estos componentes frente a la otra opción que son los transistores BJT. Usando un relé se consigue la completa separación del circuito de control, el que dará la orden de abrir o cerrar el interruptor, y el circuito de acción. Esto es importante porque va a permitir tener un circuito de control de baja potencia independientemente de si fuera necesario alta potencia para manejar alguno de los dispositivos que se vaya a controlar. En este caso, aunque resulte más caro el relé que el transistor BJT merece la pena encarecer un poco el precio del proyecto para obtener otras ventajas.

 <p data-bbox="395 129 678 212">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="774 100 1428 168">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p data-bbox="1029 190 1173 235">CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

8.10 Transmisión de señal

Según esta clasificación se pueden diferenciar tres clases, cableado, inalámbrico y de corrientes portadoras o una combinación de los tres: sistemas mixtos.

8.10.1 Sistemas de Cable dedicado (BUS)

Son aquellos que utilizan un cable dedicado (BUS) para transmitir las órdenes.

La mejor cualidad de estos sistemas es que pueden garantizar la calidad de la señal de las ordenes transmitidas al disponer de un cableado dedicado solo para este fin. Esta cualidad hace que sea el medio de transmisión más seguro y robusto y por ello deberá ser siempre el elegido para los servicios críticos, definidos como tal por el cliente.

Por otra parte, estos sistemas también tienen algunos inconvenientes. En primer lugar, están condicionados a una buena preinstalación, es decir que si la preinstalación se ha realizado de forma deficiente no se podrá pasar cable dedicado hasta los puntos de control o será necesario realizar obras para la instalación, incrementando con ello el coste de esta. Además, estos sistemas suelen ser los más caros debido a precios de los dispositivos de control y las licencias de software necesarias y la formación que debe poseer el integrador profesional responsable de la instalación. También se suma la necesidad de añadir cable dedicado (BUS) a cada servicio a controlar.

8.10.2 Sistemas inalámbricos (Radiofrecuencia)

Son aquellos que no utilizan cable para transmitir la señal. Se emplean ondas de radiofrecuencia (RF) con emisores y receptores capaces de transmitir e interpretar las órdenes.

Una posibilidad en este tipo de sistemas es que los dispositivos hagan de emisor y repetidos al mismo tiempo (red MESH), de esta manera se produce una redundancia en la transmisión que hace más probable que el mensaje llegue a su destino, ya que este tipo de sistemas trabaja a distancias cortas, menos de treinta metros.

Una ventaja de estos sistemas es que son independientes de la preinstalación, es decir se pueden colocar en cualquier proyecto independientemente del estado de la preinstalación o de si es obra nueva u obra realizada. Por otra parte, uno de los inconvenientes es la necesidad de equipar y mantener las baterías de los dispositivos, aunque existen tecnologías autoalimentadas capaces de extraer la energía del ambiente de diferentes formas, por ejemplo, células fotovoltaicas, inducción electromagnética, diferencias de temperatura, etc.

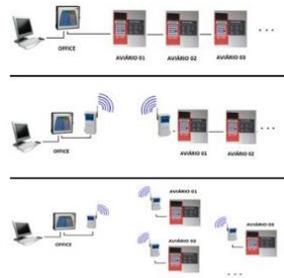


Imagen 24. Diagrama de diferentes tipos de modelo de comunicación. 1_ Por cable. 2_ Mixto. 3_ Inalámbrico. Fuente <http://www.insumma.co/plasson/54-sistema-de-comunicacion-a-distancia.html>.

8.10.3 Sistemas de corrientes portadoras (*Powerline*)

Estos sistemas usan el cable de alimentación de los aparatos para enviar la señal de control.

Como todos los aparatos que se van a controlar tienen que estar alimentados puede parecer el mejor sistema, sin embargo, la inestabilidad de la señal que alimenta los aparatos, a pesar de los filtros que se usan, hace que se produzcan fallos o falsos positivos (órdenes que da el sistema a los aparatos aleatoria e independientemente del sistema de control), por esto este sistema produce una mala calidad del servicio.

Debido a la mala calidad este tipo de sistemas solo deben usarse para cubrir servicios poco críticos como mediciones o en instalaciones donde no sea posible usar los otros sistemas como, por ejemplo, la iluminación urbana.

8.10.4 Sistemas Mixtos: combinación de sistemas

En cualquier caso, para hacer una buena elección con el fin de cubrir los servicios demandados puede ser necesario echar mano de más de un sistema dando lugar a lo que se denomina como: Sistemas Mixtos.

Los sistemas mixtos formados por varios protocolos de control usan pasarelas de comunicación para poder programar toda la instalación desde un único sistema llamado: *MASTER*, siendo el resto de los sistemas con diferentes protocolos subyugados a este: *ESCLAVOS*, de manera que intercambian información para realizar las acciones programadas en el *MASTER* mediante las pasarelas.

Para la transmisión de señal en este proyecto se ha decidido usar transmisión inalámbrica o de radiofrecuencia debido a que resulta más sencilla su instalación, sobre todo si se requiere instalar el sistema domótico en un edificio que ya esté construido. Por otra parte, el inconveniente de este tipo de transmisión, que es el corto alcance de la señal, no debería ser una molestia en este proyecto porque todos los componentes se van a instalar dentro de una misma casa o local por lo que no se situaran demasiado lejos unos de otros.

 <p data-bbox="395 129 678 212">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="774 100 1428 168">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p data-bbox="1029 197 1173 228">CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

8.11 Estándares domóticos

Se puede diferenciar entre estándares propietarios o cerrados y estándares abiertos.

8.11.1 Estándares propietarios o cerrados

Son protocolos creados por una marca en particular y que sólo la misma puede usar, son propiedad de la marca. Sólo el fabricante puede realizar mejoras y fabricar dispositivos compatibles con el protocolo. Esto protege los derechos del fabricante, pero limita la aparición de continuas evoluciones en los sistemas domóticos, de manera que podrían quedar obsoletos a largo plazo.

8.11.2 Estándares abiertos

Son protocolos definidos entre varias compañías con el fin de unificar criterios. Este tipo de protocolo no está cubierto con patentes, de manera que cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos que lleven implícito el protocolo de comunicación. En un sistema estándar, si una empresa desaparece o deja de sacar productos al mercado, no afecta demasiado ya que hay otros productos en el mercado que cubren ese hueco.

Tipos de protocolos de comunicación abiertos: Z-Wave, Z-wave Plus, ZigBee, Delta Dore, HomeKit, INSTEON, X10, KNX. Más adelante se explicarán algunos de ellos.

El protocolo Z-Wave es un sistema de comunicaciones interoperable e inalámbrico, basadas en la comunicación RF diseñado específicamente para aplicaciones de control, monitorización y lectura de estado en ambientes residenciales y comerciales. (con más de 70 millones de productos vendidos en el mundo), Z-Wave es el líder del mercado mundial en el control inalámbrico, con unos productos asequibles, fiables y fáciles de usar para millones de personas en todos los aspectos de la vida diaria.

ZigBee es un estándar de comunicaciones inalámbricas diseñado por ZigBee Alliance estandarizado de soluciones que pueden ser implementadas por cualquier fabricante. ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal Area Network, WPAN) y tiene como objetivo las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de las baterías.

Insteon es una robusta y redundante red de doble malla que combina la radio frecuencia inalámbrica (RF) con el cableado eléctrico existente de la casa. Insteon es menos susceptible que otras redes de su clase a las interferencias. La frecuencia portadora de Insteon es de 131,65 KHz, que está muy cerca a la de X10 (120 KHz). Es por esto por lo que Insteon no requiere tecnologías más sofisticadas y costosas como, ya que, en lugar de esto, utiliza una doble difusión simultánea para mejorar la fiabilidad y



soluciona el problema de acoplamiento entre fases de la línea eléctrica. Mediante la instalación de al menos un dispositivo Insteon RF en cada fase, la señal de Insteon RF cierra automáticamente la brecha entre fases de la línea eléctrica sin ninguna modificación en el cableado.

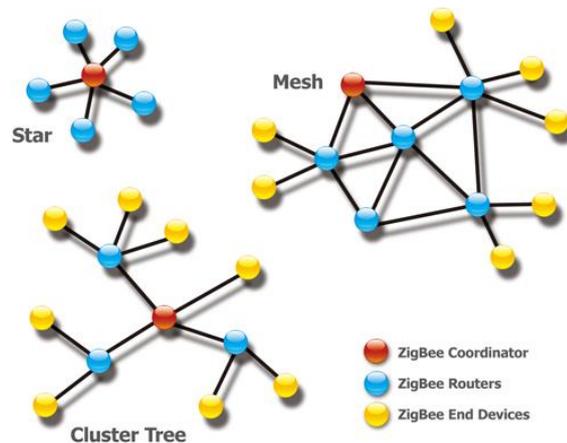


Imagen 25 Tipos de red de comunicación con el estándar ZigBee cómo ejemplo. Fuente <http://www.icpdas.com/>.

Se ha elegido usar un estándar domótico abierto debido a que permite una mayor amplitud de elección en los componentes, ya que no tendrán que pertenecer todos a la misma empresa que el estándar domótico. Además, como estos estándares no están bajo ninguna patente permite abaratar costes en el proyecto. Entre todos los estándares domóticos abiertos se ha elegido el estándar ZigBee debido a que su uso está ampliamente generalizado en el mercado y esto nos garantiza que no habrá problemas con cualquiera de los componentes que elijamos para el sistema domótico.

 <p data-bbox="395 129 678 212">Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</p>	<p data-bbox="774 100 1428 168">Diseño de una central domótica “low-cost”, basado en “Arduino”, para viviendas particulares y pequeñas empresas.</p> <p data-bbox="1029 197 1173 228">CÓD: TFG18</p>	
MEMORIA VOL. 2	Fecha Revisión: 13/11/2018	Revisión Nº 1

9 Resultados finales

El funcionamiento final del sistema diseñado se explica como sigue:

Ambas placas se van a alimentar a una tensión de 12 voltios en corriente continua. Para ello se va a usar un transformador que convierta la tensión alterna de una instalación eléctrica doméstica en tensión continua a doce voltios. Este transformador se comprará y por ello se añade en la lista de componentes. Dentro de la placa base estos 12 voltios se van a transformar en 5 voltios y 3.3 voltios usando respectivos reguladores de tensión de 12 a 5 voltios o de 12 a 3 voltios. Esto nos va a permitir alimentar los diferentes componentes de la placa a sus respectivas tensiones de alimentación recomendadas.

El componente principal de esta placa es el microcontrolador ATmega328P-PU, este microcontrolador funciona a una frecuencia máxima de 20 MHz, memoria Flash de 32 KB y EEPROM de 1024 B, tiene 32 registros de uso general, función de reset, oscilador interno calibrado y seis modos automáticos de hibernación para ahorro de energía. Este microcontrolador va a coordinar todo el sistema, recogiendo la información de los sensores y mandando órdenes a los actuadores propios del recinto. Además, se comunicará con el usuario a través de la interface.

Se usa un segundo microcontrolador en la placa principal, ATmega16U2-MU, que se usará para comunicar el microcontrolador principal con el conector de USB, lo cual va a facilitar la programación inicial del microcontrolador.

Tras la instalación del sistema en el recinto será posible ajustar ciertos parámetros de la programación a través de una interface de usuario. Esta interface está compuesta por una pantalla OLED y dos botones. Uno de los botones servirá para navegar a través de las opciones y el segundo servirá como seleccionador. La pantalla mostrará las opciones a seleccionar cuándo se esté en proceso de selección, y cuándo este en modo “reposo” mostrará la fecha y la hora y alguno de los datos recogidos por los sensores.

Para comunicarse con los sensores y actuadores se usa el estándar domótico de comunicación ZigBee, que usa transmisión de señal inalámbrica, por radio frecuencia. Tanto en la placa principal como en la segunda se incluye un módulo Xbee, una solución integrada para comunicación inalámbrica mediante protocolo ZigBee de la compañía Digi.

En la segunda placa también se ha usado un microprocesador para que traduzca la información del ZigBee y los sensores. Se usa el microcontrolador ATmega328P-PU, este micro se conecta con el módulo Xbee para recibir las ordenes de la placa principal y mandarle información. También se conecta con los sensores. Mediante pines analógicos del microcontrolador se conectan los sensores de luz,



temperatura y gas. El sensor de presencia, sin embargo, se conecta a un pin digital del microcontrolador. En cuanto a los controladores el motor se conecta con los pines miso y mosi del micro, mientras que el resto de los controladores son relés que se usarán para abrir o cerrar los circuitos externos y que se conectan a los pines digitales de uso general del microcontrolador.

Los cuatro sensores, (temperatura, luz, presencia y gas) se colocarán en la habitación que se desee domotizar, en un lugar óptimo para medir los parámetros que en cada caso necesiten medir y próximos a la segunda placa. Se unirán mediante cable a sus respectivos conectores en ella.

El motor paso a paso, recibirá las órdenes del microcontrolador y moverá el sistema de poleas o el propio motor que tuviera previamente la persiana instalada en la ventana de la habitación. Se unirá mediante cables eléctricos al conector de la placa preparado para ello y mediante un mecanismo mecánico que se deberá adaptar en cada caso al sistema de movimiento de la persiana.

El resto de los actuadores son sistemas complejos previamente instalados en el recinto que normalmente funcionarán con la tensión doméstica normalizada. Debido a esto se usan los relés a modo de interruptor, un pin del conector se une al sistema y el otro pin a la masa general, tal como se haría con un interruptor mecánico.

Para modificar la temperatura de la habitación según desee el usuario se controlará el sistema de calefacción y el de refrigeración. En la interface el usuario deberá elegir qué desea encender, con símbolos intuitivos tipo verano/invierno, y gracias al sensor de temperatura se ajustará la misma con un error de más o menos un grado respecto a la escogida. Esta histéresis se controlará de forma digital.

Para controlar la luz dentro de la habitación se combinan el sensor de luminosidad y el sensor de presencia, con el control de persianas y el control del sistema de luces. En primer lugar, si el sensor de luminosidad detecta luz por encima de cierto nivel dará la orden de subir la persiana, si por el contrario detecta que la luz está por debajo de ese nivel dará la orden de bajar la persiana. En segundo lugar, si cuando la persiana está bajada, el sensor de movimiento detecta presencia en la habitación dará la orden de encender las luces de la habitación, y si pasado cierto tiempo no vuelve a detectar presencia dará la orden de apagar las luces de la habitación.

Para el control de los gases dentro de la habitación se usa el sensor de gas, el sensor escogido detecta principalmente los gases que se encuentran en una combustión, es decir cuándo se ha producido o puede producir fuego. Si este sensor detecta alguno de los gases no deseado dará la orden de activar un sistema de extracción de aire, que debería estar previamente instalado en el recinto.



10 Planificación

Tarea

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
Planteamiento del proyecto	19/12/17	23/12/17
Estudio de mercado	8/01/18	14/01/18
Definición de idea principal	20/01/18	22/01/18
Estudio presupuesto inicial	1/02/18	4/02/18
Diagrama de bloques	5/02/18	6/02/18
Estudio de normativa vigente	15/02/18	17/02/18
Cálculos previos	25/02/18	27/02/18
Búsqueda de componentes	7/03/18	20/03/18
Diseño esquemático	5/05/18	10/06/18
Pruebas en protoboard	12/06/18	27/06/18
Diseño Pcb	1/07/18	20/07/18
Creación placa de pruebas	25/07/18	28/07/18
Pruebas varias	5/08/18	12/08/18
Diseño carcasa	28/07/18	11/08/18
Fabricación caja	15/09/18	20/09/18
Montaje final	25/09/18	28/09/18
Test de calidad	10/10/18	12/10/18
Manual de usuario	20/10/18	25/10/18
Marcado CE	2/11/18	10/11/18
Documentación	1/04/18	12/11/18

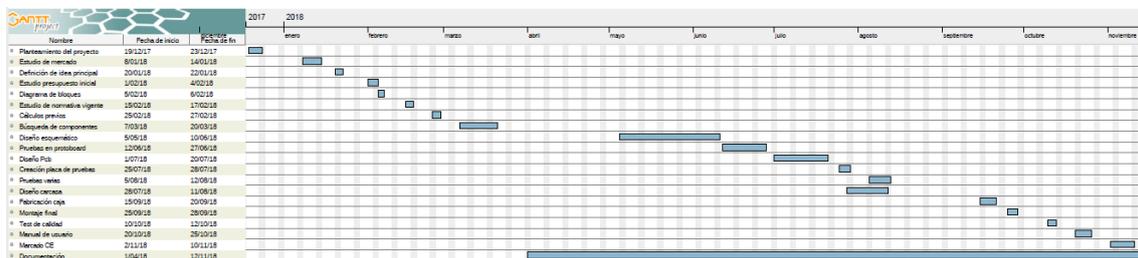


Imagen 26 Diagrama de Gantt.



11 Orden de prioridad entre los documentos

En base a la norma UNE 157001:2014, el orden de prioridad de los documentos básicos integrados en el proyecto y según la responsabilidad civil y penal que se asume al firmar cada uno de ellos, es el siguiente:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Mediciones
5. Memoria
6. Anexos
7. Índice