Alfred tu asistente domótico

Diéguez Llaràs, Cristina

Curs 2015-2016

Director: Luís Sanabria-Russo

GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUDIOVISUALS

upf. Universitat Pompeu Fabra Barcelona
Escola Superior Politècnica

Treball de Fi de Grau

Alfred tu asistente domótico

Cristina Diéguez Llaràs

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales

Escuela Superior Politécnica UPF

2016

Luis Sanabria-Russo

Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicación

Agradecimientos

Durante el desarrollo de este proyecto he contado con el apoyo de diversas personas a las que quiero agradecer su cooperación:

A Luís Sanabria, por el refuerzo en la fase de planificación de la idea y en la supervisión del documento.

A Alex Serra y Ginés Ortiz por prestar colaboración en el desarrollo de la página web, sobretodo en la parte de front-end.

A Felip Costa que me ha prestado una gran ayuda con la resolución de todos los problemas que he tenido, tanto con Arduino como con la web, dedicando gran parte de su tiempo.

Y por ultimo a mis padres y hermana que me han permitido tener la casa hecha un desastre durante meses, con sensores por todas partes y la maqueta dando vueltas.

Gracias a todos ellos.

Resumen

La finalidad de este trabajo de investigación es diseñar un modelo de negocio y elaborar un prototipo para mejorar el uso y disfrute de las viviendas a un precio asequible.

Actualmente, la domótica avanzada, que nos aporta una mayor comodidad, se asocia a precios desorbitados. Con el avance de las tecnologías es posible reducirlos y hacer de la domótica una tecnología más accesible.

Alfred es un sistema domótico que hace uso de una aplicación y una web, capaz de controlar un domicilio incluso desde la distancia. No solamente funciona cuando lo indica el usuario, sino que también incorpora ciertos elementos de automatización. Además sirve como herramienta sostenible para localizar los brotes donde hay un consumo excesivo, facilitando así también el ahorro al cliente.

Abstract

The aim of this research work is to design a business model and elaborate a prototype for improving the use and enjoyment of homes at an affordable price.

At present, advanced home automation, which gives us great confort, is associated with high prices. With the advances in technologies it is possible to reduce them and make home automation an accessible technology.

Alfred is a home automation system that makes use of an application and a web, capable of controlling a home even from distance. It not only works under user commands, but also incorporates automation elements. As well, it

is environmentally aware, capable of locating outbreaks of excessive consumption, facilitating cost savings.

Índice general

Índice general vii
Índice de figuras xi
Índice de cuadros xiii
1. INTRODUCCIÓN 1
1.1 La Domótica 1
1.2 Evolución De La Domótica 2
1.3 Tendencias Tecnológicas 3
1.3.1 Wireless Sensor Networks 3
1.3.2 Internet of Things 4
1.3.3 Big Data 4
1.3.4 Tendencias en la domótica 5
1.4 Al Alcance De Una Minoría 6
1.5 Presentación De Los Próximos Capítulos 8
2. IDEA DE NEGOCIO 11
2.1 Misión Y Objetivo 11
2.2 Idea 11
2.2.1 Necesidad 12
2.2.2 Valor 13
2.2.3 Diferenciación 13
2.3 Posicionamiento 15
2.4 Definición Del Producto 16

2.4.1 Luces 17
2.4.2 Persianas 17
2.4.3 Climatización 18
2.4.4 Puertas 18
2.4.5 Alarmas 18
2.4.6 Electrodomésticos 19
2.4.7 Otros 19
2.5 Modelo De Comercialización 19
3. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO 23
3.1 Introducción Y Requisitos 23
3.2 Elección Y Listado De Programas 25
3.2.1 Arduino 26
3.2.2 WebStorm 27
3.2.3 Amazon Web Services 29
3.2.4 Bootstrap 29
3.3 Elección Y Listado De Componentes 30
3.3.1 Arduino Uno 30
3.3.2 Arduino Ethernet Shield 31
3.3.3 Leds 32
3.3.4 Light-Dependent Resistor (LDR) [12] 33
3.3.5 DHT11 [13] 33
3.3.6 KeyPad 4x3 [14] 34
3.3.7 Buzzer [15] 34

3.3.8 MQ5 [16] 35
3.3.9 DS04-NFC [17] 36
3.3.10 HC-SR04 [18] 36
3.4 Esquema Técnico 37
3.5 Construcción Y Diseño 39
3.5.1 Maqueta 39
3.5.2 Pagina Web 41
3.5.3 Domótica 43
3.5.4 Resultados obtenidos 48
3.5.5 Problemas encontrados 50
4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO 53
4.1 Conclusiones 53
4.2 Trabajo Futuro 54
5. REFERENCIAS 55
APÉNDICE A: FINANZAS 57
APÉNDICE B: DIAGRAMAS DE CONEXIÓN 63

Índice de figuras

Figura 1.1: Evolución de la telefonía móvil 6
Figura 2.1: Posicionamiento 15
Figura 2.2: Precios y contenido de las tres gamas que ofrece Alfred 20
Figura 3.1: Arduino IDE 27
Figura 3.2: WebStorm IDLE 28
Figura 3.3: Arduino Uno 31
Figura 3.4: Arduino Ethernet Shield 31
Figura 3.5: Leds de colores 32
Figura 3.6: LDR 33
Figura 3.7: DHT11 33
Figura 3.8: KeyPad 4x3 34
Figura 3.9: Buzzer 35
Figura 3.10: MQ5 35
Figura 3.11: DS04-NFC 36
Figura 3.12: TCRT5000 37
Figura 3.13: Esquema técnico del prototipo ideal 37
Figura 3.14: Esquema técnico del prototipo realizado 38
Figura 3.15: Plano de la maqueta 40
Figura 3.16: Maqueta 41
Figura 3.17: Pagina de inicio (web) 42
Figura 3.18: Pagina Comedor (web) 43

Figura 3.19: Diagrama de flujo del programa compilado en Arduino 46
Figura 3.20: Prototipo acoplado a una maqueta 50

Índice de cuadros

Cuadro 1.1 Precios que ofrece Domintel para una instalación domótica 8
Cuadro 2.1: Análisis de la competencia 14
Cuadro 3.1: Requisitos del prototipo ideal 23
Cuadro 3.2: Requisitos del prototipo realizado 25
Cuadro 3.3: Test Plan 50

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La Domótica

Se llama domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda. Un sistema domótico es capaz de recoger información proveniente de sensores e emitir ordenes a actuadores, convirtiendo el hogar en un lugar más confortable mediante el control de ciertos elementos, como la luz, la temperatura, persianas, etc. y aportando servicios de gestión energética y seguridad.

La domótica contribuye a mejorar la calidad de vida del usuario aportando una gran cantidad de beneficios, dentro de los cuales destacan los siguientes:

- Ahorro energético: Se gestiona la climatización, la caldera, iluminación, riego, electrodomésticos, toldos, persianas, etc. aprovechando los recursos naturales, utilizando las franjas horarias de tarifas reducidas y la racionalización de cargas eléctricas, aumentando así el ahorro y la eficiencia.
- Seguridad: Encargada de proteger tanto bienes materiales como la seguridad personal, mediante alarmas, controles de intrusión y alertas médicas.
- Accesibilidad: Facilita el uso de elementos del hogar mediante el control remoto, favoreciendo a personas discapacitadas, con enfermedades o envejecidas, aunque va destinado a todos los públicos mejorando su nivel de vida.
- Comunicaciones: Todos los sistemas de comunicaciones que posee el hogar ya sea alarmas, supervisión de la vivienda por control remoto,

videoporteros, tele-asistencia para persona mayores o discapacitadas, ésta puede ser de tipo activo, el usuario tiene que pulsar un botón, o de tipo pasivo, en la que se detecta que una función diaria no se ha llevado a cabo durante un periodo de tiempo.

1.2 Evolución de la domótica

La domótica se inicia a nivel comercial en la época de los ’80, en el momento en que se consigue integrar el sistema eléctrico y el electrónico. El desarrollo de la tecnología permite la expansión del sistema y el comienzo de las viviendas inteligentes.

Desde el momento en que se crean las redes informáticas la domótica ha prosperado mucho, ya que permite integrar de manera eficiente los sistemas de una casa. Posteriormente irrumpe la era de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)[1], todavía facilita más la comunicación de los diferentes elementos de una vivienda mediante sensores y actuadores que se comunican entre si.

A medida que avanza el sector de las tecnologías, más son las soluciones que se aportan a la automatización del hogar, y se registra un fuerte crecimiento en el sector hasta 2020 [1].

Actualmente se potencia el ahorro y la eficiencia eléctrica, ya que cada vez más, los ciudadanos están más concienciados de los problemas de la contaminación. La domótica puede suponer un factor clave para conseguir este

[1]TIC: Conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información y enviarla de un lugar a otro.

ahorro y eficiencia, lo cual puede facilitar la venta y promoción de equipos domóticos.

El fuerte incremento de las tecnologías inalámbricas también afecta positivamente a la domótica. Se reduce el tamaño de las obras necesarias para la instalación del equipo domótico, como consecuencia se reducen gastos y también promover la domótica.

Por ultimo es necesario comentar la era de la información. Ultimamente se oye mucho hablar de un fenómeno llamado Big Data (*ver sección 1.3.3*). Cada vez aumenta más el numero de dispositivos conectados a la red, y con ello aumenta la creación de información. Los hogares crearán información de prácticamente todos los dispositivos. Extrayendo y analizando ésta información se podrá mejorar de forma notoria la automatización de una vivienda.

1.3 Tendencias tecnológicas

El presente proyecto se enmarca en el ámbito de tres tendencias tecnológicas, de las cuales ya se ha hablado anteriormente y que tomarán presencia en todo el trabajo: las Wireless Sensor Networks, las comunicaciones inalámbricas y el Big Data. Por ese motivo es preciso hacer una pequeña introducción sobre las mismas.

1.3.1 Wireless Sensor Networks

Las Wireless Sensor Networks (WSN) permiten la recolección y el procesamiento de la información a través de los sensores. Dicha recolección se realiza de manera inalámbrica. En el WSN es común establecer comunicación entre varios nodos (encargados de reunir las métricas del entorno) para intercambiar información.

WSN puede contener diferentes tipos de sensores relacionados con: temperatura, humedad, presión, velocidad, dirección, movimiento, luz, niveles de ruido, presencia, etc.

Con los datos captados por los sensores se pueden realizar las acciones adecuadas según la información percibida por el sensor. Los encargados de realizar estas acciones son denominados actuadores. Existen diferentes tipos de actuadores: Electrónicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.

1.3.2 Internet of Things

El Internet of Things es una red de dispositivos relacionados entre sí, máquinas, objetos, etc. que constan de un identificador único y la capacidad de transferir los datos a través de la red automáticamente, sin la necesidad de que intervenga el ser humano.

El Internet of Things genera un nuevo valor agregado a los objetos cotidianos, ya que al permitirlos conectarse a la red éstos pueden generar información y ser controlados desde cualquier lugar.

1.3.3 Big Data

El Big Data hace referencia a la gestión y análisis de un gran conjunto de datos que superan los limites de captura, gestión, y procesamiento habituales, y por ello deben ser tratados de forma diferente a la convencional.

El Big Data está muy relacionado con los dos apartados anteriores, ya que tanto las WSN como el Internet of Things, genera una gran cantidad de datos. El objetivo del Big Data consiste en convertir todos estos datos en información útil para facilitar la toma de decisiones.

Por ejemplo, en un sistema domótico se genera un gran numero de datos, pero estos datos no tienen únicamente valor por sí solos. Si se procesa la información y se relacionan diferentes datos se puede extraer información útil supletoria, así: si hace calor, con los datos recibidos de la temperatura y de la luz se puede optar entre encender la climatización para refrescar el ambiente, o bien, bajar las persianas para que no entre tanto el sol, produciendo el mismo efecto a un coste menor.

1.3.4 Tendencias en la domótica

Hay muchas y muy novedosas iniciativas que hacen uso de dichas tendencias en el campo de la domótica. Se podría encontrar una multitud de ejemplos y por eso se citarán los más famosos.

El primero de ellos se trata del Zig Bee Home Automation [2]. Es el líder en la industria estándar global para ayudar a crear hogares más inteligentes. Los sensores se comunican de forma inalámbrica. Estandariza el emparejamiento de dispositivos y simplifica la instalación. La batería de los sensores tiene una vida de siete años aproximadamente, con lo cual también reduce el mantenimiento. Estas características tienen un impacto directo en el coste, reduciéndolo de manera significativa.

El segundo de ellos se trata de Nest lab [3]. Es una empresa de domótica adquirida en 2014 por Google. Se dedica a producir termostatos, detectores de humo y cámaras de seguridad habilitados para Wi-Fi. Además tienen la capacidad de autoaprendizaje[2]. Compatibles con una larga lista de productos de otras marcas.

En tercer ejemplo es Vivint [4]. Es un servicio de gestión de seguridad, domótica y energía. El sistema proporciona un control centralizado y un control remoto desde una aplicación móvil. Contiene algoritmos capaces de

[2] Aprendizaje sin ayuda externa.

recoger patrones de los usuarios. Además ofrece un servicio de instalación de los dispositivos.

1.4 Al alcance de una minoría

Como se ha comentado en los apartados anteriores, la tecnología ha evolucionado mucho en los últimos años. Antiguamente todos los sistemas tecnológicos eran más precarios y aparatosos, pero la reducción de su coste ha hecho que estén al alcance de más personas. Un ejemplo claro se encuentra en el sector de los teléfonos móviles, el primero pesaba 800g y media 33 cm, su batería tenia únicamente una hora de autonomía y con un precio que, hoy en día, sería un equivalente a 8.475,93€ [5].

Figura 1.1: Evolución de la telefonía móvil

Este sector tan amplio de la tecnología incluye la domótica. El gran problema es que hasta ahora, una casa con una instalación domótica íntegra sólo era accesible por una minoría, ya que un equipo completo en una vivienda de 4 habitaciones puede costar de media unos 18.700€. Sin embargo, con los avances tecnológicos que se han producido en estos últimos años, este precio

se puede reducir sin que la calidad del servicio se vea afectada. Acercando así esta tecnología a un público más amplio.

Actualmente, como consecuencia de la reducción del precio de la tecnología, también se ha reducido el coste de los elementos domóticos. Aún con todo, las ofertas más accesibles se focalizan únicamente en elementos básicos como la seguridad o el ahorro energético, ya que se quiere rentabilizar la inversión en el equipo domótico, pero deja de lado los equipos que proporcionan el confort y comodidad, que no se consideran tan necesarios.

Como puntos de referencia hay diversas marcas que ofrecen un tipo de servicio muy similar. Habitissimo[6] provee soluciones domóticas, su funcionamiento es el siguiente: el usuario a través de la web indica sus necesidades, como por ejemplo la instalación de luces y persianas con control remoto, la instalación de climatización, puertas con cierre automático etc. Los precios en este caso oscilan entre los 218€ hasta 36.000€. Dependiendo de los factores de calidad, de la duración de la obra y de las necesidades que satisface la instalación. El presupuesto medio es de 4.465€.

Otro punto de referencia es la marca Domintel [7], permite integrar el control de la iluminación, cualquier tipo de persianas y toldos, calefacción, climatización, video portero y cámaras IP. Dispone de un software compatible con iPhone que permite utilizar el teléfono móvil como mando a distancia. Los precios, sin incluir costes de instalación, en este caso son los siguientes:

	En Euros		
Tipo de vivienda	**Equipamiento estandar**	**Equipamiento lujoso**	**Equipamiento premium**
Apartamento 2 habitaciones	2.200	5.900	8.800
Unifamiliar 3 habitaciones	4.200	8.900	12.700
Chalet 4 habitaciones	9.000	12.600	18.700

Cuadro 1.1 Precios que ofrece Domintel para una instalación domótica

Alfred pretende mejorar la domotización de un domicilio medio teniendo en cuenta el confort y la comodidad que sí se ofrece en instalaciones premium, pero a menor precio.

1.5 Presentación de los próximos capítulos

Como ya se ha mencionado, el propósito de este trabajo es diseñar y elaborar un modelo de negocio y prototipo que permita la automatización de una vivienda con un precio asequible .

En los capítulos que prosiguen a la introducción, se presentará tanto la parte comercial de la idea, como la parte técnica del prototipo.

Capitulo 2, Idea de negocio: Presentación de la idea, análisis de los competidores, producto y modelo de comercialización.

Capitulo 3, Construcción del prototipo: Diseño y prototipo funcional que incluya algunos de los requisitos establecidos previamente.

Capitulo 4, Conclusiones y trabajo futuro: Objetivos logrados y expectativas o ampliaciones futuras necessárias.

Capitulo 5, Referencias.

2. IDEA DE NEGOCIO

2.1 Misión y Objetivo

La propuesta de sistema domótico Alfred, es un sistema domótico que proporciona al usuario la posibilidad de mejorar el uso y disfrute de su vivienda.

Alfred pretende mejorar la calidad de vida del usuario proveyéndolo de herramientas domóticas sencillas, rápidas y eficientes. Además, la solución debe ser capaz de garantizar seguridad y ahorro de una manera confortable.

El objetivo principal es el de ser un sistema domótico accesible, pero sin dejar de lado la calidad y la comodidad de los usuarios. Por eso es importante la opinión y el feedback de los clientes potenciales para definir las funcionalidades que proporciona el sistema, teniendo en cuenta la relación calidad precio.

Para conseguir el objetivo, no solamente es necesaria la opinión de los clientes en el momento de definir las funcionalidades, sino también mantener un seguimiento de las opiniones de usuarios que estén empleando el producto.

2.2 Idea

La idea surge como herramienta para facilitar el control de un equipo domótico, que sea asequible, y que se adapte a las necesidades de cada usuario.

2.2.1 Necesidad

En una sociedad en la que la tecnología va evolucionando rápidamente y que forma parte de nuestras vidas, las cosas que anteriormente no nos parecían necesarias, cada vez nos lo parecen más. Un ejemplo claro es el de Smart City, que hace uso de la tecnología para resolver las necesidades de los habitantes, tanto en el plano económico como en aspectos operativos y sociales. Por ejemplo en Barcelona hay semáforos inteligentes, para facilitar el cruce de las calles a las personas ciegas, wifi gratuito, Bicing que reduce el impacto medioambiental y a su vez permite a los ciudadanos desplazarse con mayor fluidez y facilidad, portal de trámites, a través del cual puedes realizar gestiones con el ayuntamiento desde cualquier lugar, Smartquesina que ayuda a conocer la ciudad y saber como desplazarse en ella, etc [8].

Así pues, también podemos hacer uso de las tecnología para resolver ciertos requisitos en el hogar.

Dentro del hogar nos encontramos con diferentes tipos de menesteres:

- Una de las necesidades más solicitadas hace referencia a la seguridad. La idea de Alfred cubre este requisito con control de incendio y alarmas de intrusión.
- Otro tipo de necesidad hace referencia al ahorro. Alfred dispone de una visualización de gráficas de consumo, la cual permite al usuario ver sus gastos y donde puede reducirlos. Además, en uno de los modelos más completos del cual hablaremos posteriormente, aprovecha las franjas horarias de tarifa reducida para el uso de ciertos electrodomésticos, disminuyendo así el consumo eléctrico, y como consecuente la factura. Evidentemente, varía según las necesidades de cada usuario, por ejemplo, si al propietario no le interesa hacer uso de dicho electrodoméstico en la franja horaria que se le propone.

- También permite al usuario solventar la necesidad de control sobre todos los dispositivos de la vivienda, tanto dentro de ella como desde la distancia.

2.2.2 Valor

Alfred constituye un sistema integrado entre una web, una app y el domicilio, con diferentes servicios. Dependiendo de las necesidades del usuario y presupuesto se pueden añadir más o menos competencias.

Desde la aplicación se permite encender y apagar cualquier dispositivo de la casa, abrir y cerrar puertas o persianas.

Desde la web se permite modificar intensidades o umbrales para que el sistema se adapte mejor a las necesidades del usuario, por ejemplo la intensidad de luz que se desea, un horario para la apertura y cierre de las persianas, un rango de temperatura confortable para el usuario, etc.
Además el sistema consta de alarma de incendios y robo. También detectores de presencia que encienden y apagan las luces, cierran puertas y ventanas (en caso de que salgas de casa), o el modo de vacaciones que simula actividad dentro de la vivienda.

2.2.3 Diferenciación

Competencia		
Nombre	**Ventajas**	**Inconvenientes**
HouseinHand, Nexho, See-home	· Permite el control de toda la casa · Tiene modalidades (noche, dentro de casa, fuera de casa, lectura)	· No es automático, todo se tiene que controlar desde la app. · Los sensores tienen que ser de una marca especifica

Competencia		
Nombre	**Ventajas**	**Inconvenientes**
Indigo touch	· Control a tiempo real de los dispositivos	· Sólo para iOS o en web · Sólo funciona con el controlador del hogar indigo instalado
See-home	· Control a tiempo real de los dispositivos	· La aplicación vale 34€ · Los sensores han de ser de una marca especifica
Tahoma home control	·Seguridad, climatización, control de ruido acustico	· Los sensores han de ser de una marca especifica

Cuadro 2.1: Análisis de la competencia

Se pueden encontrar diferentes aplicaciones en el mercado que ofrecen la posibilidad de controlar la casa en tiempo real desde el dispositivo móvil. No todas tienen las mismas características. Hay de las que se limitan a la seguridad y climatización, hasta más completas que permiten un control de toda la casa, con modalidades incluidas, según estés en el interior o en el exterior de la vivienda o si es de noche o día.

Analizando la competencia se puede observar que todas ellas requieren sensores de una marca específica para su funcionamiento *(ver cuadro 2.1)*. Esto hace que el coste de la instalación suba. En el caso de un domicilio nuevo su instalación es onerosa, ya que el precio de los sensores que necesita la aplicación son elevados, pero en el caso de una vivienda ya habitada, que no disponga de los elementos adecuados, el precio se incrementa aún más.

Por eso, Alfred, no solamente incluye una aplicación que hace posible el control en tiempo real del hogar, sino que permite la automatización del

domicilio en algunos casos. El usuario no tendrá que indicar el modo que desea en la aplicación, el sistema reconocerá si es de día, de noche, o si los inquilinos están dentro o fuera de la casa.

Además, no será necesario usar sensores específicos, el sistema se puede adaptar a diferentes situaciones económicas, o si ya existe una instalación, hacer uso de ésta sin necesidad de cambiarla, esto hace que el precio sea más asequible para un numero mayor de personas.

2.3 Posicionamiento

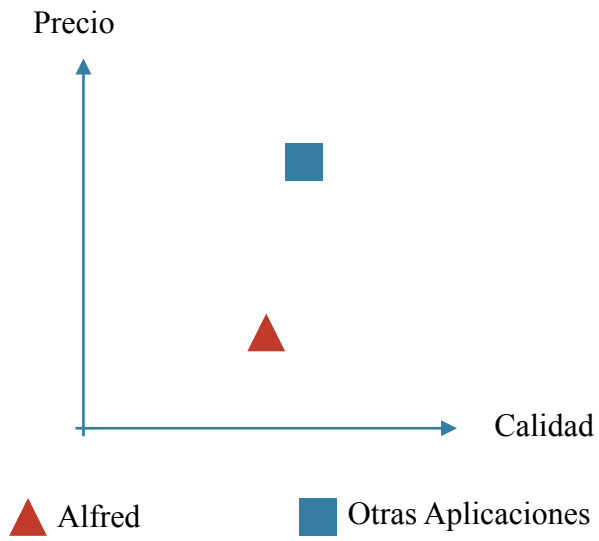


Figura 2.1: Posicionamiento

En la gráfica superior se puede observar la posición que se quiere alcanzar en la percepción del cliente. En el eje vertical se ve representado el precio y en el horizontal la calidad del producto.

Como se puede observar, las aplicaciones que ofrece la competencia, en general, suelen tener una calidad alta, pero en lo que al precio se refiere es elevado por los motivos mencionados en el apartado anterior.

Alfred ajusta el precio para que esté al alcance de un mayor número de clientes. Evidentemente la calidad se puede ver afectada. Al reducir el coste los sensores y actuadores no son de gama alta. Dada la baja calidad de la mayoría de sensores de bajo coste, su calibración es difícil y puede producir errores en el momento de detectar con precisión distintas métricas, o tener una vida útil reducida. Sin embargo, el error es tan pequeño que la funcionalidad no se ve afectada y su duración se compensa con el bajo coste. De esta forma se consigue reducir el precio del sistema domótico pero la calidad sigue siendo elevada. Además incluye elementos de automatización que la competencia no ofrece. Por ejemplo, Alfred detecta el número de personas que hay en una habitación, en el momento en que ésta quede vacía apagará las luces automáticamente, de este mismo modo detecta el numero de personas que hay en la casa, activando la alarma en caso de que esté vacía y desactivándola en el momento que se abra la puerta a través de la huella dactilar.

Por este motivo Alfred se sitúa en la gráfica con un precio notablemente inferior pero una calidad muy parecida a la de las otras aplicaciones.

2.4 Definición del producto

El producto se basa en una aplicación y una web desde la cual el usuario puede controlar su domicilio. Permiten el control y ajuste de ciertos

parámetros de la vivienda. Además, muestra gráficas de consumo que pueden concienciar al usuario sobre el impacto ecológico de su día a día, y posibilita localizar los gastos, facilitando el ahorro.
Pero no solamente se trata de una aplicación o web que el usuario puede manejar a su gusto, el domicilio también toma decisiones propias sin necesidad de que intervenga el usuario.

2.4.1 Luces

Tanto desde la aplicación como desde la web se pueden encender y apagar las luces de la habitación que se solicite.

Además, se podrá regular la intensidad de luz que se desea dentro del domicilio, de forma que, sin tener que usar la aplicación, cuando se detecte que la luz solar no es suficiente, se encenderá la iluminación de la vivienda automáticamente. También permite variar la intensidad según zona horaria, ya que igual de noche no se necesita la misma luz que durante el día.

Para facilitar el ahorro energético las luces tienen un sistema automático. Se apagan cuando no hay nadie en la estancia y se encienden al detectar la entrada de algún individuo.

2.4.2 Persianas

Al igual que las luces, desde la aplicación y la web se pueden subir y bajar las persianas de la habitación que se solicite. Se puede configurar para que las persianas se bajen solas al caer la noche.

En este caso incluye una función “despertar dulce”. Para poder usar esta funcionalidad es necesario tener la aplicación instalada ya que se hace uso del altavoz del dispositivo móvil, y para ello se necesita acceder desde una aplicación. Alfred es capaz de captar la hora programada por el usuario, cuando llega dicha hora se suben las persianas y se enciende la melodía de la

alarma gradualmente, de esta forma se pretende conseguir un despertar más agradable.

2.4.3 Climatización

La calefacción y el aire acondicionado se pueden apagar y encender desde la aplicación o la web en la habitación que se solicite. También se puede modificar la temperatura de confort según la franja horaria. De esta forma la temperatura se controla automáticamente sin necesidad de que el usuario intervenga.

2.4.4 Puertas

Las puertas, tanto la principal como la del garaje, si es que se dispone de él, se abren a través de la huella dactilar. De esta forma se aumenta la comodidad y la seguridad.

Desde dentro siempre se pueden abrir sin necesidad de poner la huella.

2.4.5 Alarmas

Las alarmas se pueden activar o desactivar desde la app o desde la web. Por lo general se recomienda tenerlas siempre activas ya que el sistema calcula automáticamente cuando deben saltar.

La alarma de incendios se enciende cuando se detecta humo. Automáticamente alerta a los bomberos y desbloquea las puertas y ventanas para permitir la entrada desde el exterior.

La alarma de robo se enciende en el momento que se detecta una intrusión. Bien sea por forzar la puerta o una ventana. Al contrario de la alarma de incendios, se bloquean las puertas para impedir que se escapen, siempre y

cuando los dueños del domicilio no se encuentren en su interior, cuyo caso no se bloquearían las puertas, para evitar que los propietarios sufran algún daño.

2.4.6 Electrodomésticos

Se racionaliza las cargas eléctricas entre electrodomésticos en los que no es necesario su funcionamiento continuo. Además se calcula la franja horaria de menor coste para poner en marcha algunos de ellos.

Desde la aplicación se puede programar la hora a la que se desea que se encienda, por ejemplo, una lavadora por la noche y que por la mañana se acabe de lavar, para que la ropa no coja humedad, o encender el horno para que cuando lleguemos a casa esté caliente para poner la comida.

2.4.7 Otros

Desde la aplicación o la web se pueden controlar también otros elementos.

El telefonillo va conectado a la aplicación para que se pueda abrir la puerta desde el dispositivo móvil. En el caso que sea de vídeo llega tanto la imagen como el audio, si no se dispone de video cámara solamente llega el audio.

Se pueden conectar otros elementos también con el móvil, por ejemplo una instalación de altavoces en la casa que se conecte mediante bluetooth para poner sonido ambiente o música.

2.5 Modelo de comercialización

El lema de Alfred es ofrecer un producto que mejore la calidad de vida pero que sea más accesible. Por ese motivo se ofrecen tres gamas con diferentes precios para ajustarse a las necesidades de cada usuario.

El motivo de ofrecer únicamente tres clases es justamente para reducir los costes de los trámites. Si cada cliente pide una lista con las características que desea para su vivienda, este asesoramiento personalizado, más el estudio del coste específico para ese cliente, hace que se necesiten más trabajadores y más tiempo con lo cual aumenta el precio.

Ofreciendo tres gamas el cliente paga un precio[3] fijo por la instalación y los sensores que esta incluye. Aquellos sensores que no hayan sido utilizados, ya que el domicilio disponía de ellos anteriormente, serán reembolsados al cliente.

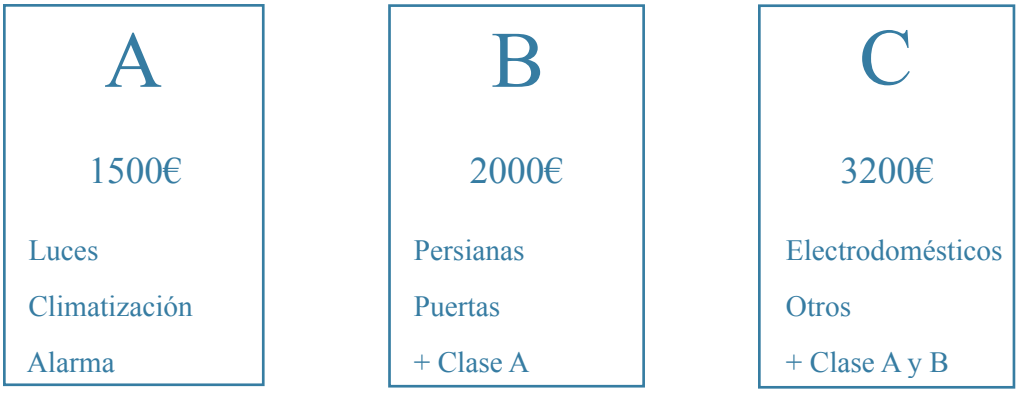


Figura 2.2: Precios y contenido de las tres gamas que ofrece Alfred

Los precios de las tres clases han sido elegidos teniendo en cuenta que el balance entre los beneficios y el coste de los sensores de cada gama, de la instalación y los diferentes gastos de la empresa sea positivo, haciendo del proyecto una idea de negocio viable teniendo en cuenta el principal objetivo de ofrecer un precio ajustado. No obstante, es una tasación meramente

[3] Los precios han sido calculados para un domicilio de 4 habitaciones y 2 baños *(ver apéndice A)*.

intuitiva puesto que el trabajo se centra en la idea y no se ha realizado un estudio económico detallado.

La clase A es la más básica de todas y como consecuencia la más económica. Incluye el control de iluminación, climatización y las alarmas *(ver sección 2.4)*. Hoy en día la mayoría de viviendas ya están acondicionadas con sensores que controlan la climatización y también incluyen un sistema de alarmas. De esta forma el coste se reduce, ya que solamente se paga por los elementos de los cuales no se dispone y por la instalación de la placa Arduino *(ver sección 3.3.1)*, la cual garantiza la conexión de todos los elementos del domicilio con la aplicación y la página web.

Lo mismo que con la clase A ocurre para la B y C. La clase B se corresponde a una gama intermedia, con mayor precio que la A pero también incluye más comodidades. Consta de los mismos elementos que la clase A más el control de persianas y de las puertas *(ver sección 2.4)*. La mayoría de casas de nueva construcción ya incluyen persianas con motor, una casa que ya incluya esta característica reduciría el precio de la gama B considerablemente.

La clase C es la más completa de todas y también la de coste más elevado. Consta de los mismos elementos que la clase A y B más el control de electrodomésticos y otros elementos de la vivienda *(ver sección 2.4)*. En los últimos años se han empezado a vender los electrodomésticos inteligentes, pero se es consciente de que la mayoría de habitantes no disponen de ellos, con lo cual el volumen de usuarios que solicitan esta gama será más reducido.

Si se solicita esta clase y no se dispone de los electrodomésticos, se procede a la instalación de los susodichos. Este es el motivo principal por el cual la gama C tiene un precio más elevado, y por el momento, mientras el uso de electrodomésticos inteligentes no esté más extendido, estará destinado a un público más exclusivo.

3. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

3.1 Introducción y requisitos

Una vez analizada la idea del producto llega el momento de diseñar un primer prototipo funcional. Al no disponer de permisos para realizar cambios en una vivienda real, el prototipo se hará sobre una maqueta.

El objetivo del prototipo es hacerse una idea del funcionamiento de una casa domótica de clase B. Por ese motivo solamente es necesario implementar la entrada, la cocina y el comedor, ya que con estos tres espacios se incluyen todas las funcionalidades que contiene esta clase. Además, únicamente se realizará la web, ya que desde allí se pueden controlar todos lo parámetros. La aplicación no es estrictamente necesaria, puesto que ésta sirve para facilitar el manejo de Alfred y mejorar la visualización de la interfície desde un móvil o tablet, pero no añade ninguna funcionalidad que no se pueda tratar desde la web.

En el siguiente cuadro se indica explícitamente las funciones que debería incluir el prototipo:

Luces	Comedor: Desde la web se pueden encender y apagar. Se puede introducir la intensidad que se desea en ese entorno, así en el momento en que la luz natural no es suficiente se encienden las luces. A medida que anochece la intensidad de la bombilla va subiendo para dar la luz que falta en la estancia. Además cuando no hay nadie en la habitación se apagan las luces automáticamente. Para la iluminación se usarán leds *(ver sección 3.3.3)*.

Climatización	Comedor: Desde la web se puede encender y apagar. Se introduce una temperatura de confort y automáticamente se enciende la calefacción o el aire acondicionado cuando es necesario para alcanzar dicha temperatura.
Alarma	Entrada: Suena la alarma de robo si el sensor dactilar detecta como errónea tres veces la huella. Si activamos la alarma y entra alguien sin introducir una huella dactilar correcta suena la alarma de robo. Cocina: Se dispara la alarma si detecta una fuga de gas o humo.
Persianas	Comedor: Desde la web se pueden subir y bajar, además se puede introducir una hora de subida y una de bajada para que sea automático.
Puertas	Entrada: Consta de un sensor de huella dactilar. De esta forma no es necesario tener llaves, introduciendo una huella dactilar correcta se abre la puerta.
Graficas	Desde la página web se podrán visualizar las gráficas de consumo respecto al tiempo

Cuadro 3.1: Requisitos del prototipo ideal

De todas formas, el prototipo que se ha construido tiene pequeños cambios en comparación con el prototipo ideal. En la siguiente tabla se comentan éstas variaciones y el motivo de su permuta:

Luces	No existen cambios.
Climatización	Comedor: No se dispone de ningún tipo de material para simular la climatización. Para ofrecer un feedback se encenderán dos leds de colores *(ver sección 3.3.3)*, uno que representa la calefacción y otro que representa el aire acondicionado.

Alarma	Comedor: Para reducir el coste del prototipo se ha hecho uso de sensores de los cuales se disponía con anterioridad. En éste caso un teclado numérico sustituye el sensor de huella dactilar ya que puede ofrecer la misma función. Suena la alarma de robo si introducimos mal 3 veces la contraseña. Si activamos la alarma y entra alguien sin introducir la contraseña suena la alarma de robo. Cocina: No existen cambios
Persianas	No existen cambios.
Puertas	Entrada: Como se ha comentado el sensor de huella dactilar se ha cambiado por un teclado numérico con contraseña de 4 dígitos, que puede ser modificada por el usuario. De esta forma no es necesario tener llaves, introduciendo el código correcto se abre la puerta.
Gráficas	No se visualizarán gráficas ya que el objetivo de este prototipo se enfoca principalmente en la funcionalidad de Alfred, es decir, en controlar los actuadores de acuerdo a los comandos del cliente. Éstas deberán ser incluidas en futuros prototipos junto con la aplicación.

Cuadro 3.2: Requisitos del prototipo realizado

3.2 Elección y listado de programas

Para poder cumplir con los requisitos indicados, utilizaremos principalmente los siguientes programas para la construcción del prototipo:

3.2.1 Arduino

Arduino [9] es una compañía de hardware libre[4], que consta de hardware y software, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinares.

El hardware consiste en la placa Arduino, descrita en el apartado siguiente sobre los componentes utilizados.

El software consiste en un entorno de desarollo, el Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment), para facilitar la programación al desarrollador. Está basado en el entorno de desarrollo Processing, responsable de que los códigos escritos en C o C++ sean traducidos para que el microcontrolador sea capaz de interpretarlos y ejecutarlos. Los microcontroladores de la placa se programan a través de un lenguaje de programación basado en Wiring, a través de la comunicación serial, como por ejemplo la conexión USB.

[4] Especificaciones y diagramas esquemáticos de acceso público.

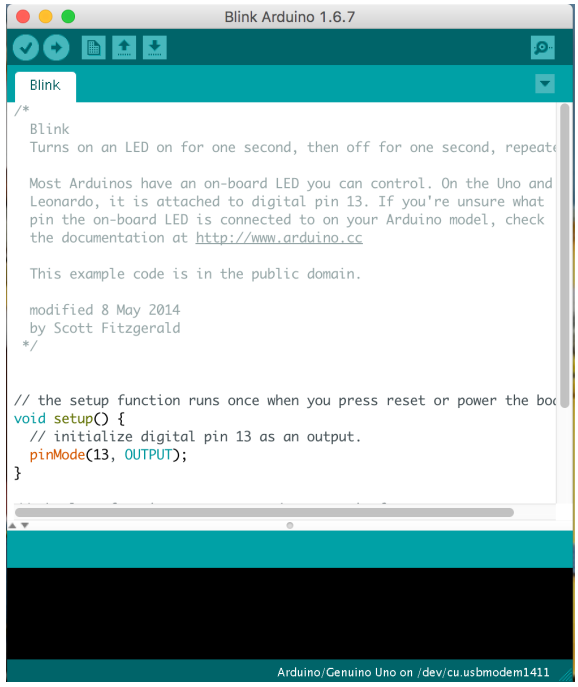


Figura 3.1: Arduino IDE

3.2.2 WebStorm

WebStorm es un editor de texto para Javascript que facilita el desarrollo en dicho lenguaje.

La principal mejora frente a otros editores es que es un IDLE (Integrated Development and Learning Environment). Esto significa que el programa que estamos usando entiende el código que estamos introduciendo, aportando desde auto-sugerencias sencillas hasta más complejas, como funciones propias del proyecto o librerías y el entendimiento de la estructura de las mismas. Por ejemplo, en el caso de definir una función o una clase que requiere ciertos parámetros, en caso de ser requeridos, o de no cumplir el tipo indicado en la especificación de esta, el IDLE alertará sobre éstos.

También tiene integración con bases de datos por lo que deja simular Queries y comprueba si son posibles o si fallan datos, integración con gestores de paquetes y automatizadores como NPM[5], Bower[6], Gulp, Grunt[7].

En resumen, al ser un IDLE, tiene una comprensión del código del 100%, lo que hace fácil ver cualquier error sobre el código gracias a las auto-sugerencias y la comprobación en tiempo real.

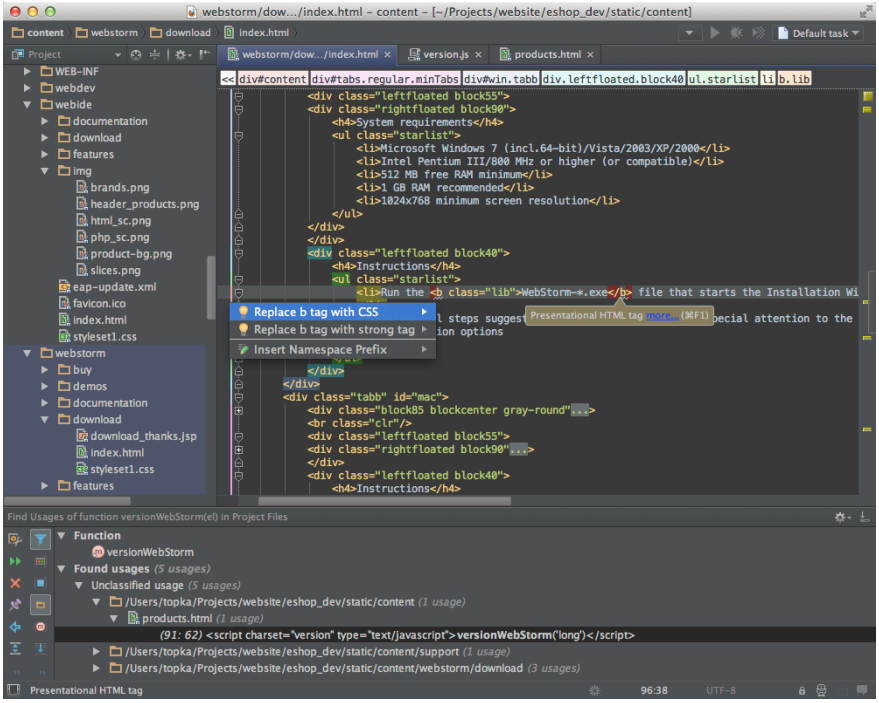


Figura 3.2: WebStorm IDLE

[5] NPM es un gestor de paquetes para JavaScript. Busca, comparte y reutiliza los paquetes de código de varios desarrolladores.

[6] Bower se encarga de administrar los componentes que contienen HTML, CSS, Java Script, fuentes e imágenes. Instala las versiones correctas de los paquetes que se necesitan.

[7] Glup y Grunt automatizan ciertas tareas repetitivas del programador como la minimización, compilación, pruebas unitarias, etc.

3.2.3 Amazon Web Services

Amazon Web Services es una colección de servicios web que en conjunto forman una plataforma de servicios en la nube.

Es una de las ofertas más importantes de los servicios en la nube, compitiendo directamente contra servicios como Microsoft Azure y Google Cloud Platform.

La cantidad y calidad de los servicios disponibles en AWS es extremadamente amplia, los diferentes servicios están muy bien integrados entre ellos, acumulando un enorme conjunto de oportunidades para necesidades diferentes.

Uno de los principales factores por los que se ha elegido este servidor, es que, a diferencia de su competencia, que tienen un periodo gratuito de prueba de 1 o 2 meses, AWS tiene una capa gratuita de 12 meses.

La página web de Alfred se encuentra en una instancia de Amazon. A través de peticiones HTTP esta página envía información al servidor creado por la Ethernet Shield de Arduino (*ver sección 3.3.2)*, lo cual posibilita interactuar desde la web con la vivienda.

3.2.4 Bootstrap

Bootstrap es el framework mas popular de HTML, CSS y JS, para tener un diseño responsive[8] de una web. Hace que el desarrollo front-end sea más rápido y fácil.

La interficie (UI) del diseño final es muy importante, pero también es costosa de elaborar. Para la realización del prototipo se ha enfatizado más la

[8] Correcta visualización de una página web desde todo tipo de dispositivos, ya sea ordenador, tablet o smartphone.

funcionalidad, no tanto el diseño. Bootstrap simplifica su diseño, para no dejarla de lado, pero sin tener que dedicar tiempo excesivo para un prototipo.

Además, como ya se ha explicado en el apartado anterior, para hacer el prototipo funcional no es necesaria la elaboración de la aplicación. Usando Bootstrap se consigue que la web sea responsive, y con lo cual simular la aplicación, ya que se va a visualizar correctamente y será sencilla de usar desde un dispositivo móvil.

3.3 Elección y listado de componentes

Para poder cumplir con los requisitos indicados, utilizaremos los siguientes componentes en la construcción del prototipo[9]:

3.3.1 Arduino Uno

El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328P. En ella se conectan todos los elementos, y será la encargada de procesar toda la información que llega de los sensores y poner en marcha las funciones pertinentes.

Cuenta con 14 pines digitales y 6 analógicos. Para poder hacer un prototipo de una casa entera se debería usar otro tipo de placa, ya que con esta placa el numero de pins y memoria son insuficientes. Sin embargo, es satisfactoria para cumplir los requisitos que se han establecido para el prototipo. Además ha reducido el coste del proyecto ya que se disponía de esta placa con anterioridad. Es la placa más usada de toda la familia Arduino, con lo cual también es la más documentada [10], facilitando así la creación del prototipo.

[9] En el apéndice se adjuntan los diagramas de las conexiones de cada componente

Figura 3.3: Arduino Uno

3.3.2 Arduino Ethernet Shield

La Arduino Ethernet Shield permite a una placa Arduino conectarse a internet comportandose de forma similar a un servidor. Se basa en el chip ethernet WIZnet W5100 que proporciona una IP capaz de captar protocolos TCP y UDP.

Para el proyecto se ha elegido la placa Ethernet Shield en vez de la Wifi Shield, ya que el objetivo es conseguir una vivienda domótica a un precio reducido, la Ethernet Shield tiene un precio menor. Además, al estar conectada por cable, se consigue una conexión más veloz y segura.

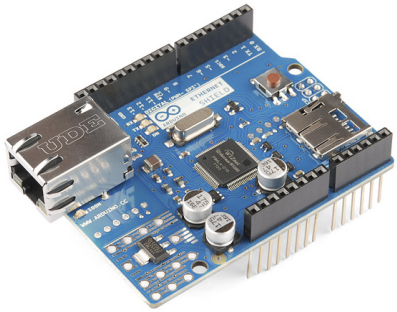


Figura 3.4: Arduino Ethernet Shield

3.3.3 Leds

Un led es un componente electrónico que emite luz. Es más segura que la luz tradicional[10] ya que es menos contaminante, no tiene mercurio ni tungsteno además de reducir la emisión de CO2 en un 80% [11]. Tiene una duración mayor con un mantenimiento mínimo. El encendido es instantáneo. No genera calor, y esto implica un ahorro energético, reduciendo así el importe de la factura de la luz. Resiste temperaturas más extremas así como una mayor humedad y vibración. Existen leds de diferentes tamaños y colores.

El Led es la luz que encaja perfectamente con Alfred, ya que cumple con los principales requisitos, reducción de gastos, sostenibilidad y comodidad.

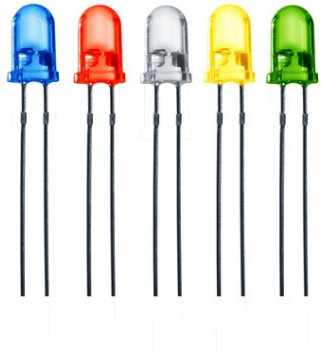


Figura 3.5: Leds de colores

[10] Lámpara incandescente

3.3.4 Light-Dependent Resistor (LDR) [12]

El LDR es un resistor que varia su valor de resistencia eléctrica dependiendo de la cantidad de luz que incide sobre el. Es el sensor de luz más común.

Figura 3.6: LDR

3.3.5 DHT11 [13]

Los DHT son sensores digitales para el control de la temperatura y la humedad. Constan de dos partes un sensor de humedad capacitivo y un termistor.

En comparación con el DHT22, este es un poco menos preciso, pero es de menor tamaño y coste. Como la diferencia de precisión no afecta a la funcionalidad del prototipo, se ha elegido el modelo más económico.

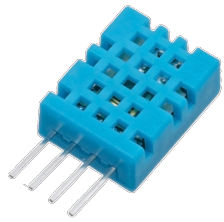


Figura 3.7: DHT11

3.3.6 KeyPad 4x3 [14]

Es un teclado matricial que cuenta con 4 filas y 3 columnas. Cuando se pulsa un botón se activa la salida correspondiente a la fila y columna en la que se encuentra dicho botón, de esta forma se puede saber cuál ha sido el botón presionado.

En la descripción del producto se hace uso de un lector de huellas digital, sin embargo, para la realización del prototipo, se utiliza este teclado numérico, ya que se disponía de él con anterioridad, reduciendo el coste del prototipo sin variar la funcionalidad dado que es capaz de identificar al usuario para abrir la puerta sin necesidad de usar llaves.

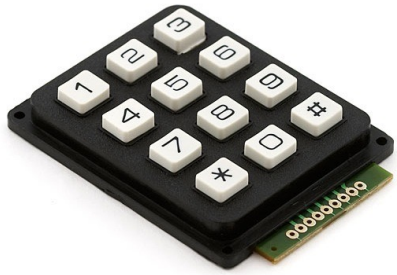


Figura 3.8: KeyPad 4x3

3.3.7 Buzzer [15]

El Buzzer es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido de un mismo tono. Aunque generalmente solo tiene un tono agudo, si se conecta a una salida analógica se pueden conseguir varios tonos para indicar diferentes eventos.

En el prototipo es muy útil ya que se puede usar tanto para las alarmas, de incendio y robo, como para producir sonido cada vez que pulsamos el KeyPad y, de esta manera, dar feedback al usuario.

Figura 3.9: Buzzer

3.3.8 MQ5 [16]

La serie MQ son sensores de gas con un sensor electro-químico. Pueden ser calibrados para conseguir una mayor precisión. Son sensibles a una gama de gases, como LPG, gas natural, humo, etc. y se utilizan en interior a una temperatura ambiente.

El MQ5 es altamente sensible al gas natural. También es sensible al humo aunque con menor precisión.

Figura 3.10: MQ5

3.3.9 DS04-NFC [17]

Un servo es un dispositivo con la capacidad de ubicarse en cualquier posición y mantenerse estable en cualquier posición. El DS04-NFC es un servo que convierte un servo estándar en uno de rotación continua(360º).

Para la realización del prototipo es suficiente usar un servo de estas características para simular el movimiento de las persianas. Sin embargo, en unas persianas reales se debería usar un motor de más potencia.

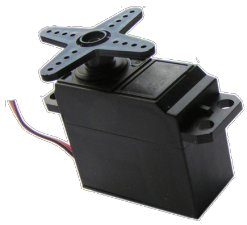


Figura 3.11: DS04-NFC

3.3.10 HC-SR04 [18]

El HC-SR04 es un sensor ultrasónico que consta de un receptor y un emisor de ultrasonido. Es capaz de detectar objetos que se situen entre 2cm y 400cm del sensor con una precisión de 3mm.

Alfred hace uso de este sensor para detectar el numero de personas que entran o salen de una habitación. En el caso que la habitación esté vacía se apagarán las luces. Por el contrario, si entra una persona a la habitación las luces se encenderán.

Figura 3.12: TCRT5000

3.4 Esquema Técnico

En este punto en el que ya se han definido todos los conceptos y materiales empleados es importante realizar un esquema del prototipo para tener una idea más clara de su comportamiento.

En el siguiente esquema se muestra la organización que debería tener el prototipo ideal:

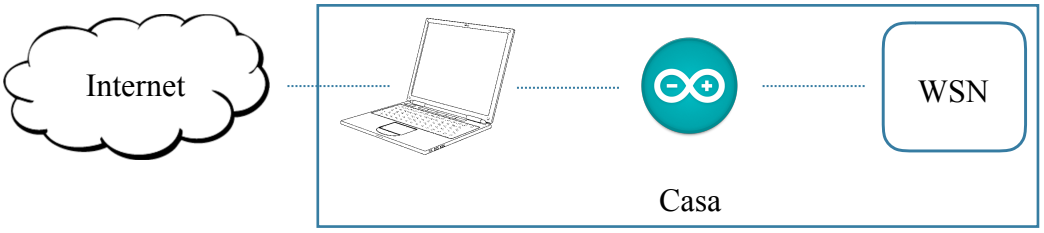


Figura 3.13: Esquema técnico del prototipo ideal

Como se puede observar, todos los sensores y actuadores están conectados a la placa Arduino de manera inalámbrica para ahorrar en el coste de la instalación domótica. Desde la web el usuario puede realizar acciones que serán enviadas a través de internet al ordenador, y de este a la placa Arduino. Ésta placa, con la información recibida de los sensores y la información introducida por el usuario desde la página web, realizará las acciones pertinentes.

En un punto intermedio entre el Arduino e Internet es necesario introducir un ordenador como podría ser por ejemplo una Raspberry Pi[11]. El motivo por el cual es necesario el ordenador es para disminuir los costes del tráfico en la red. Si la base de datos está almacenada en un Servidor de internet el Arduino tiene que estar enviando constantemente grandes cantidades de información en periodos cortos de tiempo. En cambio si hacemos uso del ordenador para almacenar los datos, esta información solo será enviada cuando el usuario lo solicite desde la página web.

Debido a que el prototipo que se ha realizado tiene pequeñas variaciones en comparación con el prototipo ideal, éstas también afectan a la organización que se ha implementado en él.

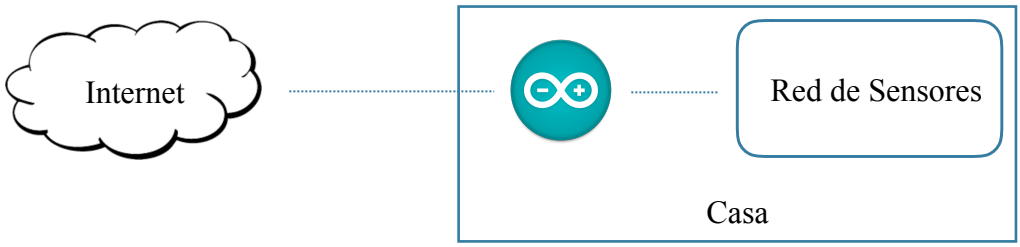


Figura 3.14: Esquema técnico del prototipo realizado

[11] Raspberry Pi: Ordenador de placa reducida de bajo coste.

Existen dos cambios respecto al prototipo ideal como se puede observar en los esquemas anteriores: la desaparición del ordenador y el cambio de la WSN por una red de sensores y actuadores cableada.

El cambio del ordenador se debe a que en este prototipo no se visualizarán las gráficas de consumo, así que no es necesario guardar la información recibida por los sensores. En este caso la información de la web se transmite directamente al Arduino gracias a la Ethernet Shield.

El cambio de la WSN a la red de sensores es simplemente por un motivo económico. Los sensores inalámbricos son más caros que los sensores con cable. En una vivienda real se usará WSN ya que la diferencia de precio entre sensores se compensa disminuyendo el coste de la instalación domótica. El prototipo se realizará en una maqueta, con lo cual, no existe el coste de instalación necesario en una vivienda real para hacer el cableado.

3.5 Construcción y diseño

El prototipo consta de tres partes: El diseño y construcción de la maqueta, el diseño y realización de la pagina web, y la realización de la parte domótica.

3.5.1 Maqueta

En primer lugar hay que construir una maqueta sobre la que se podrán instalar todos los sensores correspondientes y simular todas las funcionalidades requeridas para el prototipo.

Es necesario realizar un plano a escala de la casa para tener una pauta clara y que la construcción sea más sencilla.

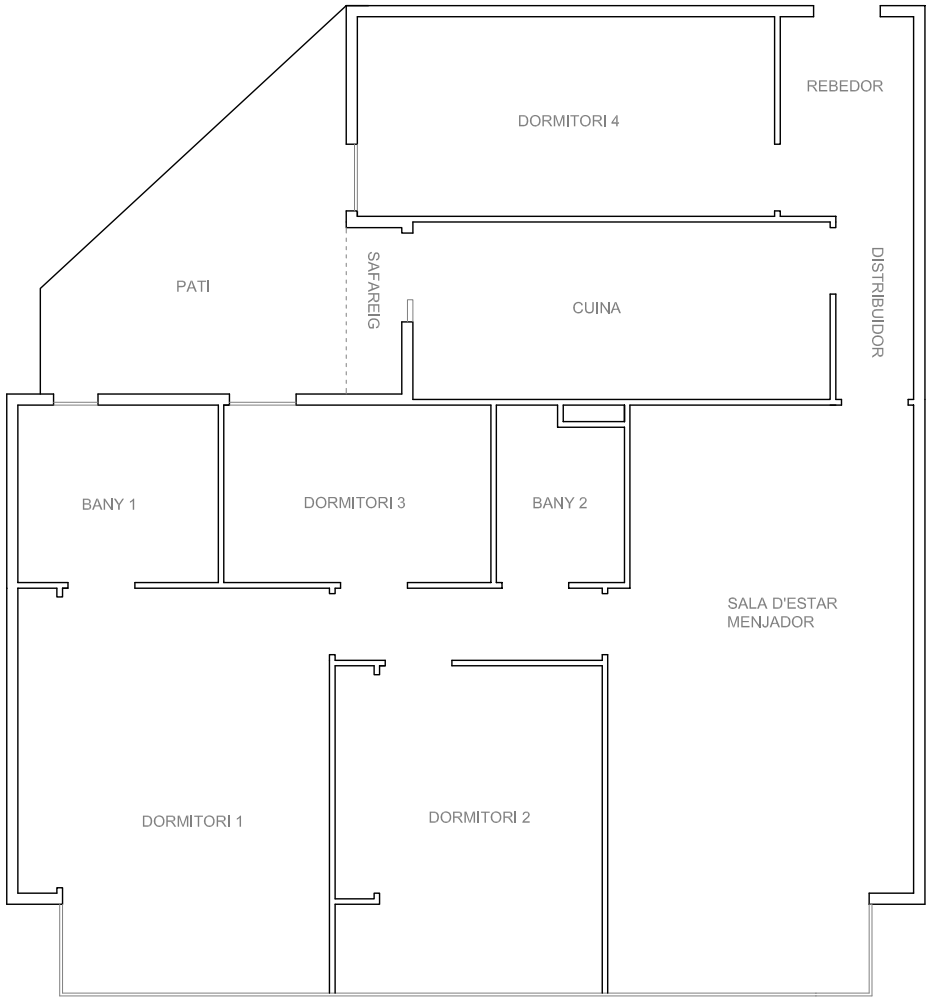


Figura 3.15: Plano de la maqueta

En este caso se ha decidido realizar un plano exacto de mi casa. El motivo es claro, la idea de negocio es conseguir realizar una instalación domótica a un precio asequible, y que mejor forma de demostrarlo el que pueda hacerse en una casa real de una familia de renta media.

Seguidamente se procede a la compra de material y construcción de la maqueta.

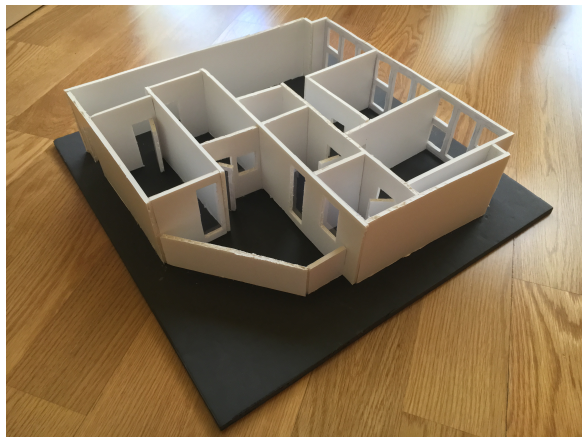


Figura 3.16: Maqueta

3.5.2 Pagina Web

Para poder controlar la vivienda desde la distancia es necesario disponer de una página web. Como ya se ha comentado, está pensada para que el prototipo sea funcional. Por ese motivo hay opciones descritas en la idea de negocio que no se han ejecutado, como es el caso de las gráficas de consumo, al igual que el diseño de dicha página que es mucho más simple para este prototipo en comparación con la idea que se tiene para el producto final ya que no se disponía de un diseñador. Pero sí se han implementado todos los requisitos descritos para el prototipo *(ver tabla 3.2)*.

En la pantalla de inicio se puede escoger la estancia que se quiere controlar. Una vez se ha pulsado el botón se abre la siguiente pantalla que nos brinda la oportunidad de realizar diferentes funcionalidades permitidas en dicha estancia. Además tiene la opción de encender y apagar la alarma.

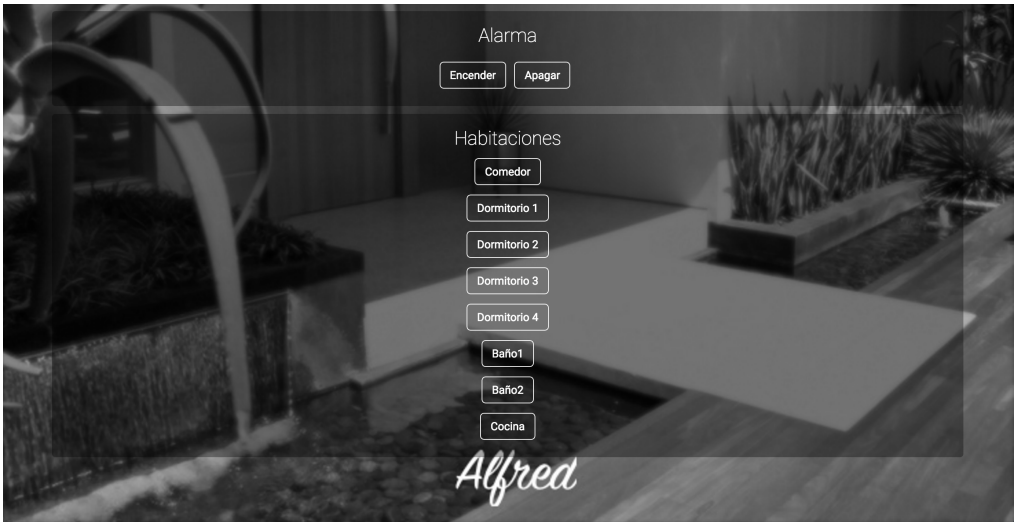


Figura 3.17: Pagina de inicio (web)

Las funcionalidades de cada estancia son las mismas a excepción del baño o la cocina que no consta de persianas. Por ese motivo se ha implementado la estancia de comedor, ya que es una de las mas completas. Por ejemplo, en el comedor se nos permite:

- Luces: Encender y apagarlas. A través de una barra se puede seleccionar la intensidad de luz que se desea para esa estancia
- Persianas: Subir y bajarlas. Se puede seleccionar una hora de subida y bajada.

- Temperatura: Encender y apagar la climatización. A través de una barra se puede seleccionar la temperatura de confort que se desea.

Figura 3.18: Pagina Comedor (web)

3.5.3 Domótica

En primer lugar es imprescindible probar que todas las piezas funcionen correctamente por separado, y realizar un programa diferente para cada funcionalidad.

Una vez se ha comprobado que todo funciona adecuadamente por separado es el momento de fusionarlo todo en el mismo programa. Si éste funciona de forma óptima, se debe proceder a la instalación de los elementos en la posición correcta dentro de la maqueta.

- Leds: Se situaran distribuidos por el comedor ya que todas las acciones relativas a las luces solamente se simularan en esta estancia.

- LDR: Al igual que los leds las acciones relativas a la luz sólo se encuentran en el comedor. Por tanto, el primer LDR se situará en una posición central del comedor. Si se está cerca de la ventana puede captar más luz de la que realmente hay en la estancia o si se coloca al fondo puede oscurecerse. Situándolo en la zona central, nos aseguramos que sea la luminosidad media de la estancia. El segundo LDR es para medir la luz exterior, y saber el momento en que se deben subir y bajar las persianas. Por ese motivo se debe situar al lado de las persianas por la parte exterior de la vivienda, para saber la luz que incide en ese punto.
- DHT11: La función de temperatura en el prototipo también la encontramos en el comedor, por ese motivo se debe situar en esta estancia. No puede estar cerca de la ventana ni cerca de la climatización ya que son zonas donde la temperatura puede ser diferente a la media de la estancia.
- Keypad 4x3: Se debe situar en la puerta de entrada ya que sirve para abrir la misma, sustituyendo a las típicas llaves.
- Buzzer: Se situará cerca del Arduino. La alarma sirve como aviso, no importa su ubicación, colocándola cerca del Arduino ahorramos posibles problemas de instalación y tener que añadir más cables de los necesarios.
- MQ5: Es el sensor de gas y humo, con lo cual tiene que situarse en la cocina. La cocina es el sitio con mas probabilidades de sufrir fugas de gas o incendios, en caso de que se produzcan.
- DS04-NFC: Al igual que las luces y la climatización, las persianas únicamente funcionan en el comedor. El Servo se emplea para subir y bajar las persianas, consecuentemente se debe situar cerca de las ventanas del comedor.
- HC-SR04: Se hace uso de dos sensores seguidos para determinar el movimiento de las personas, entrada o salida, de esta forma se puede determinar el numero de individuos que hay en una estancia y apagar o

encender las luces según el caso. Además sirve para simular la alarma de robo.

Debido a que un solo Arduino Uno no tiene suficientes pins para realizar el prototipo, se han empleado dos. En uno hay implementada la función de las alarmas de incendios e intrusión, el teclado numérico y además contabiliza el numero de personas que hay en el comedor. Dicho numero se envía al otro Arduino, a través del serial, que es el encargado de encender y apagar las luces, la climatización, subir y bajar las persianas y leer las peticiones que el usuario hace desde la web[12].

[12] Ver el código de los Arduinos y la web en las referencias [19]

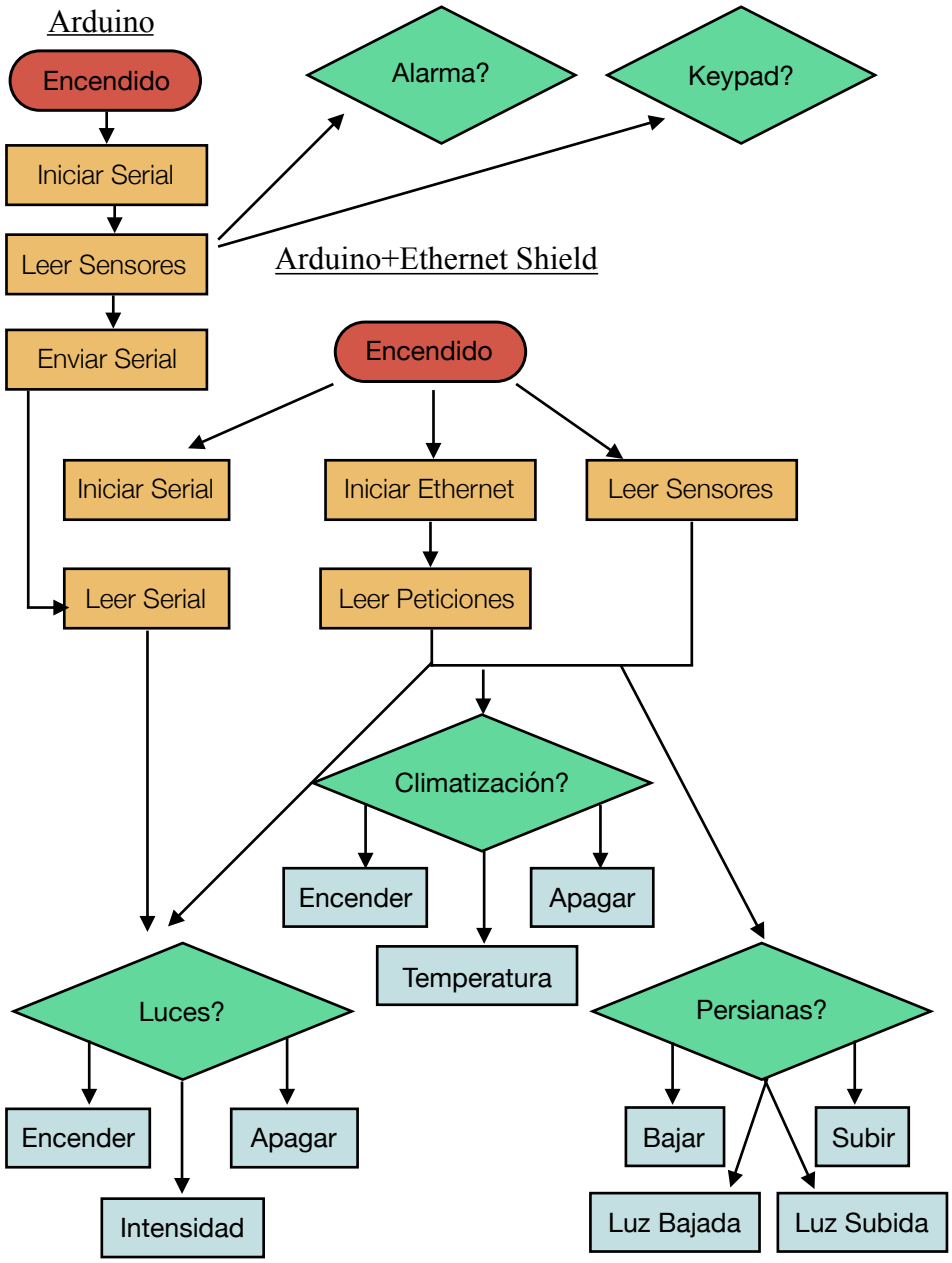


Figura 3.19: Diagrama de flujo del programa compilado en Arduino

En la figura Anterior se muestra el diagrama de flujo del programa compilado en Arduino. Este diagrama es un poco confuso ya que hay muchos elementos relacionados entre sí.

Por un lado tenemos un Arduino encargado de recolectar los datos captados por el sensor de gas, y activará la alarma de incendios en caso de que sea necesario, los valores introducidos en el keypad, detectando convinaciones correctas e incorrectas con un máximo de tres intentos si la combinación no es correcta, los datos captados por los ultrasonidos, activando la alarma de intrusión en caso de que sea necesario y haciendo un recuento de las personas que hay dentro de la estancia. Éste número se enviarán a través de la conexión Serial a un segundo Arduino.

El segundo Arduino tiene incorporada la Ethernet Shield, así que además de heredar la información del primer Arduino también recibe la información que introduce el usuario desde la web. Además recolecta los datos captados por el sensor de luz y temperatura.

Con toda esta información captada, se procede a la ejecución. Los datos introducidos por el usuario se deben clasificar, estos pueden ser referentes a las luces a la climatización o a las persianas. En el caso que haga referencia, por ejemplo, a las luces se procede a encenderlas, apagarlas o variar la intensidad de luz de la sala. Pero el encendido y apagado no depende únicamente de la web, es necesaria la información captada por el sensor de ultrasonidos, apagando o encendiendo la luz según si hay o no personas en la estancia, o por el sensor de luz. Si la luz ambiente es superior a la intensidad que ha introducido el usuario las luces no se encienden, sin embargo, si la luz ambiente es inferior, si lo hacen.

El mismo funcionamiento se puede extender a la climatización y a las persianas. En el caso de la climatización el usuario introduce una temperatura de confort, por lo cual el encendido y apagado también depende de la

temperatura ambiente captada por el sensor de temperatura. En el caso de las persianas el usuario introduce una intensidad de luz, detectada ésta, se subirán o bajaran automáticamente, con lo cual, es necesario la información del sensor de luz para proceder al movimiento correspondiente.

3.5.4 Resultados obtenidos

Para comprobar la calidad del sistema se ha elaborado un Test Plan para que cumpla con todos los requisitos.

Caso de prueba	Resultados esperados
Encender luces desde la web	• Se encienden las luces según la intensidad indicada por el usuario. • En la web permanece marcado el botón encendido. • En el caso que la luz ambiente sea superior a la intensidad introducida por el usuario la luz no se enciende. (El botón encendido sigue marcado).
Apagar luces desde la web	• Se apagan todas las luces. • En la web permanece marcado el botón apagado.
Modificar la intensidad de luz desde la web	• En el caso que el botón encendido esté marcado: si la nueva intensidad introducida es superior a la luz ambiente se encienden las luces, si es inferior las luces permanecen cerradas. • En el caso que el botón apagado esté marcado: no se encienden las luces en ningún momento, pero la nueva intensidad introducida por el usuario es guardada para hacerse efectiva en el momento que se presione el botón encendido.
Encender la climatización desde la web	• Se enciende la climatización siempre y cuando la temperatura ambiente no corresponda con la de confort indicada por el usuario. • El botón encendido permanece marcado en la web.
Apagar la climatización desde la web	• Se apaga la climatización. • El botón apagado permanece marcado en la web.

Caso de prueba	Resultados esperados
Modificar la temperatura de confort desde la web	• En el caso de que el botón encendido esté marcado se enciende la climatización conforme a la nueva temperatura introducida. • En el caso de que el botón apagado esté marcado no se enciende la climatización, pero la nueva temperatura introducida por el usuario será guardada para hacerse efectiva en el momento que se presione el botón encender.
Bajar las persianas desde la web	• Se bajan las persianas
Subir las persianas desde la web	• Se suben las persianas
Introducir hora de subida y bajada de las persianas desde la web	• En el momento que llegue la hora introducida por el usuario, las persianas se suben o bajan según el caso.
Introducir el código de la puerta principal correctamente	• Se puede entrar y no suena la alarma
Cambiar el código de la puerta principal	• Introducir la combinación de cambio • Introducir la contraseña anterior, en caso de que no coincida se sale del modo cambiar contraseña, en caso de que coincida se procede al siguiente paso • Introducir la nueva contraseña • Repetir la nueva contraseña, en caso de que coincida se procede al cambio, en caso de que no coincida se vuelve al paso anterior.
Entrar por la puerta principal sin código	• Suena la alarma.
Introducir erroneamente el código de la puerta principal	• Al introducir erróneamente el código tres veces seguidos suena la alarma.
Encender el gas	• Suena la alarma de gas e incendios.

Caso de prueba	Resultados esperados
Activar la alarma desde la web	• Suena la alarma.

Cuadro 3.3: Test Plan

Se han realizado todos los casos de prueba incluidos en el test plan y el resultado ha sido el esperado. Para un futuro prototipo se debería incluir la aplicación móvil y las gráficas.

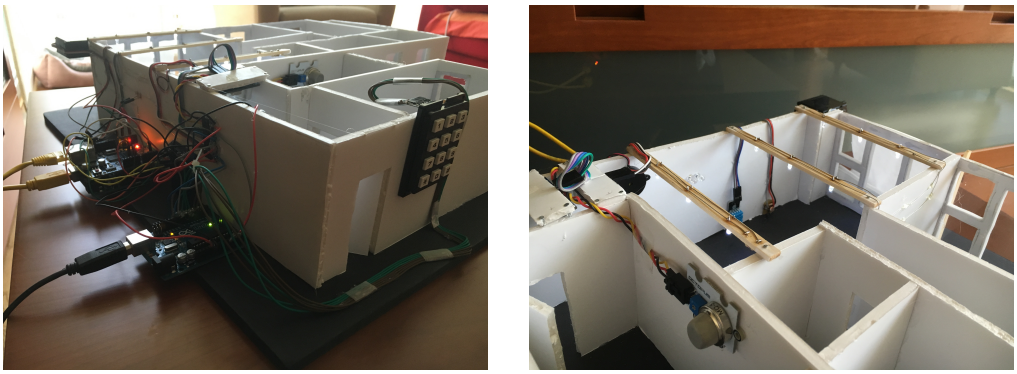


Figura 3.20: Prototipo acoplado a una maqueta

3.5.5 Problemas encontrados

Durante la construcción del prototipo se han encontrado con múltiples problemas.

Un problema con el que no se contaba hace referencia a los leds. Se hizo la programación y el circuito adecuados, se hicieron las pruebas junto con la funcionalidad online y la superaron con éxito. La intensidad de la luz led variaba según la ambiente y la introducida por el usuario. Sin embargo, en el momento en que se añadieron las funcionalidad de climatización y persianas,

el led dejó de comportarse de forma analógica y únicamente permitía tener dos estados, encendido y apagado, impidiendo así que variara la intensidad.

Uno de los problemas más importantes hace referencia a los Pins de Arduino. La Ethernet Shield hace uso de los pins 10,11,12,13 y el pin 4 para conectarse con la tarjeta SD. Esto inhabilito 5 pins, con lo cual no se podían conectar todos los sensores necesarios para el funcionamiento de Alfred.

La solución fue incorporar un nuevo Arduino que a su vez nos incrementaba los problemas, ya que al mantener una comunicación serial entre Arduinos ésta no se podía usar para visualizar las impresiones por pantalla que ayudan a descubrir donde están los errores.

Además se han encontrado otros problemas menos importantes de código, relacionados con los punteros o el Java Script de la web, pero que se han podido solventar satisfactoriamente.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

4.1 Conclusiones

El negocio basado en el servicio domótico Alfred cumple con dos de los requisitos fundamentales para el éxito de éste.

Por un lado satisface el requisito de oportunidad. Como se ha visto, la solución que propone Alfred cumple con el objetivo principal: ser un sistema domótico accesible, pero sin dejar de lado la calidad y la comodidad de los usuarios. Para muchas personas significa el acceso a una mejor calidad de vida. Al ofrecer este servicio a un precio reducido abre un nuevo mercado, y con él nace la oportunidad.

Por otro lado el requisito de viabilidad. Debido a su bajo coste, en comparación con la competencia, se podrían generar dudas sobre la eficacia o fiabilidad del sistema. Con la construcción del prototipo y los resultados obtenidos se demuestra que Alfred es capaz de cumplir con todos las prestaciones que se han especificado, impidiendo duda alguna sobre su efectividad.

Para que un negocio prospere no solamente debe cumplir con los requisitos mencionados, sino que también debe ser una idea rentable. Puesto que dicho trabajo se basa únicamente en una idea y demostrar la viabilidad de ésta, no se ha realizado un plan financiero completo. Sin embargo, este requisito se ha tenido en cuenta en el momento de calcular el precio de las clases que se ofrecen en Alfred y se han realizado cálculos aproximados para que la empresa sea rentable *(ver apéndice A)*.

4.2 Trabajo futuro

Para empezar se deberá realizar un plan financiero detallado para garantizar la rentabilidad del negocio y proseguir con el desarrollo de la idea.

En caso de que el negocio sea rentable, y puesto que el prototipo realizado no cumple todos los requisitos que debería tener el prototipo ideal, por los motivos que se han expuesto, se deberá corregir para satisfacer los requisitos idóneos.

Una vez terminado el prototipo con éxito y haber comprobado su fiabilidad en una maqueta se procederá a la realización de un prototipo en una casa real.
En esta fase se verá realmente si el servicio es viable en un entorno real. En caso de que lo sea se deberá tomar nota de las mejoras necesarias y solventar todas las incidencias que se puedan presentar en su uso.

En cuanto el funcionamiento del sistema sea el adecuado, se procederá al diseño y desarrollo de la aplicación móvil, y a la mejora del diseño de la web. Finalizados ambos se realizará un nuevo período de pruebas con casas de diversas características y condiciones para poder comprobar que las tres clases que se ofrecen funcionan correctamente.

Finalizado el periodo de pruebas y garantizado el funcionamiento del servicio ya se podrá entrar en la fase de comercialización.

5. REFERENCIAS

[1] García, D. (2016). Fuerte crecimiento del mercado mundial de domótica - infoPLC. InfoPLC. http://www.infoplc.net/actualidad-industrial/item/102894-crecimiento-mercado-domotica

[2] (2016) ZigBee Home Automation | The ZigBee Alliance. Zigbee. http://www.zigbee.org/zigbee-for-developers/applicationstandards/zigbeehomeautomation/

[3] (2016) Home. Nest. https://nest.com

[4] (2016) Vivint Smart Home Security Systems. Vivint. http://www.vivint.com

[5] Velasco, J. (2014). Motorola DynaTAC: primer teléfono móvil llegó al mercado hace 30 años. Hipertextual. http://hipertextual.com/2014/03/motorola-dynatac-30-aniversario-venta

[6](2016) Habitissimo - Reformas y Servicios para el Hogar. Habitissimo. http://www.habitissimo.es

[7] (2016). Domotica Domintel | La domótica eficaz. Domintel. http://www.domintell.es

[8] (2016). Barcelona Smart City. Smartcity. http://smartcity.bcn.cat/es/

[9] (2016). Arduino - ArduinoBoardUno . Arduino. https://www.arduino.cc

[10] (2016). Arduino-ArduinoBoardUno . Arduino. https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

[11] (2016) 8 motivos por los que deberías tener luces LED en casa desde hoy mismo. Blogs 20 minutos. http://blogs.20minutos.es/un-hogar-con-mucho-oficio/2014/01/21/8-motivos-por-los-que-deberias-tener-luces-led-en-casa-desde-hoy-mismo-una-pista-vas-a-ahorrar/

[12] Photoconductive cell. Arduino. https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LDR-VT90N2.pdf

[13] (2010) DHT11 Humidity & Temperature Sensor. D-Robotics. http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf

[14] Keypad board. Matrixtsl http://www.matrixtsl.com/resources/files/datasheets/EB014-30-1.pdf

[15] Piezoelectric Sounds Components. Arduino. https://www.arduino.cc/documents/datasheets/PIEZO-PKM22EPPH4001-BO.pdf

[16] MQ-5 Gas Sensor. Hanwei Electronics CO. http://elecfreaks.com/store/download/datasheet/Brick/MQ5.pdf

[17] 43R Servo (360º Rotation) Specification. https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/servo-360_e.pdf

[18] Ultrasonic Ranging Module HC-SR04. Elec Freaks. http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf

[19] Alfred Repositories. https://bitbucket.org/account/user/alfredArduino/projects/AL

APÉNDICE A: FINANZAS

	MATERIAL		Entrada	Cocina	Comedor	Baño 1	Baño 2	Habitación 1	Habitación 2	Habitación 3	Habitación 4	Total	Clase A	Clase B
Sensors														
	Luz		0,50 €	0,50 €	0,50 €	0,50 €	0,50 €	0,50 €	0,50 €	0,50 €	0,50 €	4,50 €	4,50 €	4,50 €
	Temperatura y humedad		3,00 €	3,00 €	3,00 €	3,00 €	3,00 €	3,00 €	3,00 €	3,00 €	3,00 €	27,00 €	27,00 €	27,00 €
	Huella dactilar		32,00 €									32,00 €	32,00 €	32,00 €
	Sensor de humo			6,00 €								6,00 €	6,00 €	6,00 €
	Sensor infrarojo x2		16,00 €	16,00 €	16,00 €	16,00 €	16,00 €	16,00 €	16,00 €	16,00 €	16,00 €	144,00 €	144,00 €	144,00 €
Actuadors												-		
	Luz/ Precio Bombilla	3,45 €	10,35 €	17,25 €	13,80 €	10,35 €	10,35 €	10,35 €	10,35 €	10,35 €	10,35 €	103,50 €	103,50 €	103,50 €
	Servo***				42,00 €			42,00 €	42,00 €	42,00 €	42,00 €	210,00 €		210,00 €
	Alarma		1,30 €									1,30 €	1,30 €	1,30 €
Electrodomèstics												-		
	Horno			381,00 €								381,00 €		
	Lavadora			549,00 €								549,00 €		
	Nevera			394,00 €								394,00 €		
	Altavoces Bluetooth			15,50 €	15,50 €	15,50 €	15,50 €	15,50 €	15,50 €	15,50 €	15,50 €	124,00 €		
	Telefonillo/Videoportero		58,00 €									58,00 €		
Altres despeses												-		
	Arduino Mega		72,00 €									72,00 €	72,00 €	72,00 €
	Ethernet Shield		14,00 €									14,00 €	14,00 €	14,00 €
	Equipo instalador											314,00 €	314,00 €	314,00 €
	Raspberry Pi		42,00 €									42,00 €	42,00 €	42,00 €
Total de gastos			249,15 €	1.382,25 €	90,80 €	45,35 €	45,35 €	87,35 €	87,35 €	87,35 €	87,35 €	2.476,30 €	728,30 €	970,30 €

TOTAL A	728,30 €
TOTAL B	970,30 €
TOTAL C	2.476,30 €

	GASTOS OFICINA	Any 1 Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Gastos Oficina												
	Alquiler	1.200,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €
	Comunicaciones	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €
	Luz	60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €
	Agua	60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €
Gastos de equipamento												
	Ordenados	1.500,00 €										
	Pantallas	400,00 €										
	Mobiliario	750,00 €										
Servicios												
	Servidor	-	-	-	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €
Creación de la sociedad		3.000,00 €										
PublicitatPublicidad		1.000,00 €	-	-	300,00 €	300,00 €	300,00 €	600,00 €	300,00 €	300,00 €	-	600,00 €
Licéncia Google Play y App Store		124,00 €										
Total gastos		8.144,00 €	450,00 €	570,00 €	870,00 €	990,00 €	870,00 €	1.290,00 €	870,00 €	990,00 €	570,00 €	1.290,00 €

Any 2 Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €
50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €
	60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €
	60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €
1.500,00 €											
400,00 €											
750,00 €											
120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99,00 €											
3.319,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €

Any 3 Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €
50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €
	60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €
	60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €		60,00 €
1.500,00 €											
400,00 €											
750,00 €											
120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99,00 €											
3.319,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €

			Any 1										
			Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Personal													
	CEO		2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €
	Programador		1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
	Programador		1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
	Dissenyador		1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €
	Comercial		1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
	Comercial		1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
Personal externalizado													
	Gestor laboral		250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €
	Gestor fiscalr		250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €
Subtotal personal			9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €
IRPF		30 %	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
Seguridad Social		30 %	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
Total personal			15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €

Any 2											
Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €
1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €
1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €
250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €
9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €

Any 3											
Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €
1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €
1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €
250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €	250,00 €
9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €	15.200,00 €

	BENEFICIOS		Any 1										
			Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Preu													
Clase A			1500,00 €										
Clase B			2000,00 €										
Clase C			3200,00 €										
Margen de beneficio													
Clase A			771,7										
Clase B			1029,7										
Clase C			723,7										
Número de clients													
Clase A			0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
Clase B			0	0	0	3	3	3	3	6	6	6	6
Clase C			0	0	0	1	1	1	1	3	3	3	3
Total de beneficios			0 €	0 €	0 €	7.671 €	7.671 €	7.671 €	7.671 €	16.066 €	16.066 €	16.066 €	16.066 €
Número de clients en 3 años:			808										

Any 2											
Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €

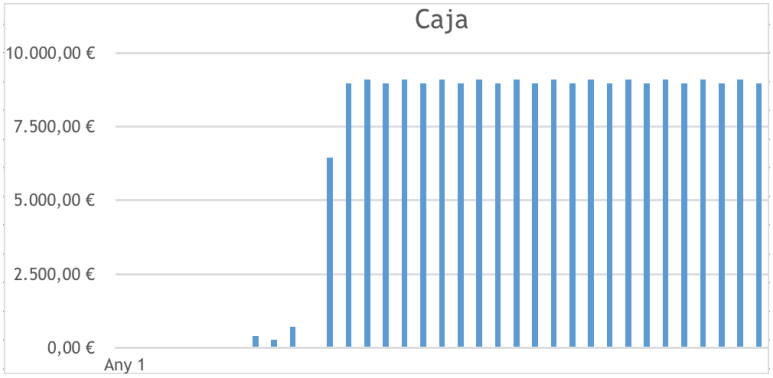
Any 3											
Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €

		Any 1 Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Entrades												
	Capital	100.000,00 €										
	Ingressos	0 €	0 €	0 €	7.671 €	7.671 €	7.671 €	7.671 €	16.066 €	16.066 €	16.066 €	16.066 €
Despeses												
	Personal	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €
	Seguretat Social	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
	IRPF	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
	Despeses Oficines	8.144,00 €	450,00 €	570,00 €	870,00 €	990,00 €	870,00 €	1.290,00 €	870,00 €	990,00 €	570,00 €	1.290,00 €
	Despeses Materials											
Caixa		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	296,30 €	0,00 €
Tresoreria		76.656,00 €	61.006,00 €	45.236,00 €	36.837,30 €	28.318,60 €	19.919,90 €	11.101,20 €	11.097,50 €	10.973,80 €	11.270,10 €	10.846,40 €

Any 2 Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €
9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
3.220,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €
6.041,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €
16.887,70 €	25.459,00 €	34.150,30 €	42.721,60 €	51.412,90 €	59.984,20 €	68.675,50 €	77.246,80 €	85.938,10 €	94.509,40 €	103.200,70 €	111.772,00 €

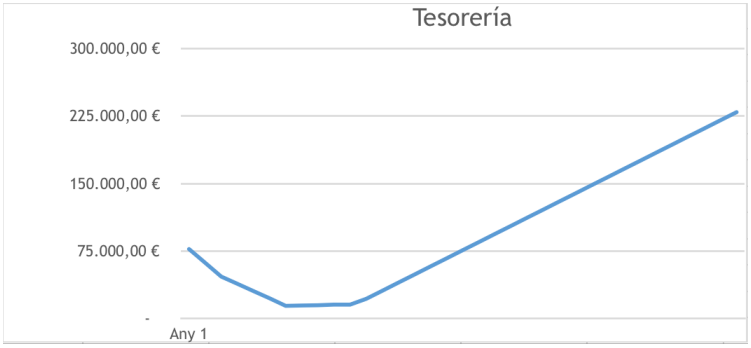
Any 3 Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €	24.461 €
9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €	570,00 €	690,00 €
8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €	8.691,30 €	8.571,30 €
120.463,30 €	129.034,60 €	137.725,90 €	146.297,20 €	154.988,50 €	163.559,80 €	172.251,10 €	180.822,40 €	189.513,70 €	198.085,00 €	206.776,30 €	215.347,60 €

En la siguiente gráfica se muestran los ingresos de la empresa:



Esta gráfica muestra únicamente los dos primeros años de la empresa, como se puede observar en los primeros meses los ingresos son nulos, sin embargo a medida que va subiendo el número de ventas con el tiempo, también aumenta el beneficio.

En la siguiente gráfica se muestra la Tesorería de la empresa:



Esta gráfica muestra únicamente los tres primeros años de la empresa. El primer año empieza con una inversión inicial de 100.000 euros, la tesorería de la empresa va bajando durante los primeros meses ya que los gastos superan a los beneficios, sin embargo, cuando los ingresos superan los gastos empieza la etapa de crecimiento en la cual la empresa supera la inversión inicial y aumenta su valor.

APÉNDICE B: DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

Para ampliar el capitulo 3 referente a la construcción del prototipo se incluyen en este apartado los diagramas de las conexiones de cada modulo con la placa Arduino:

Diagrama de conexión 1: Conexión entre Arduino con el Arduino+Ethernet Shield

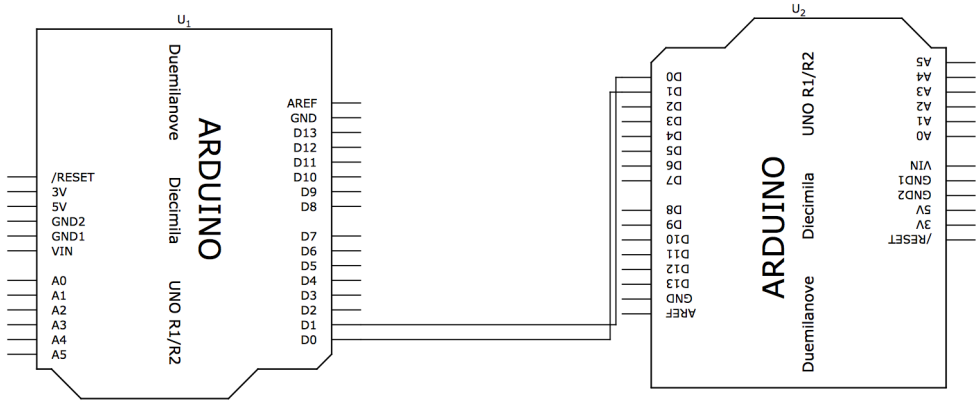


Diagrama de conexión 2: Conexión del Servo DS04-NFC

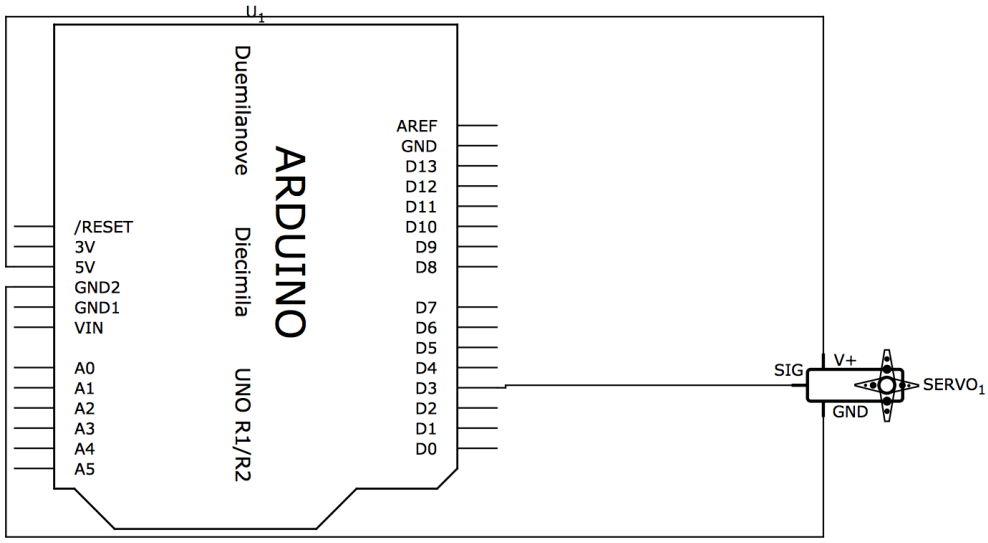


Diagrama de conexión 3: Conexión de los Leds

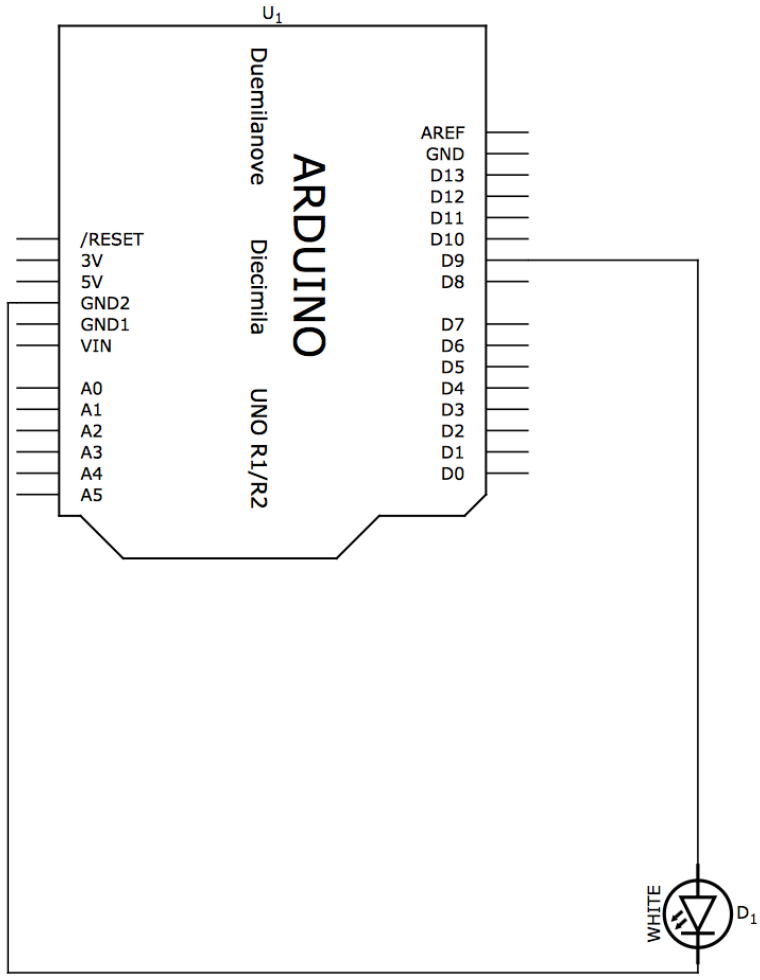


Diagrama de conexión 4: Conexión del Buzzer

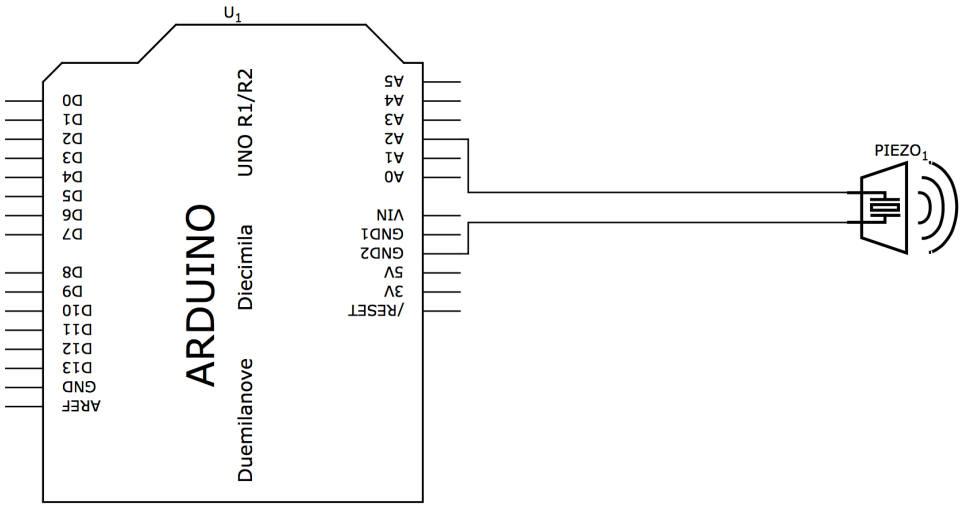
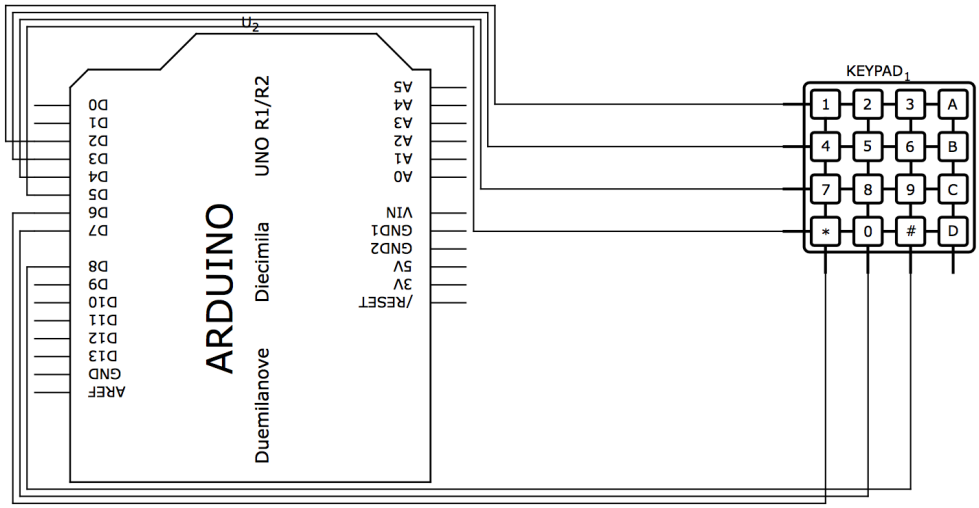


Diagrama de conexión 5: Conexión del KeyPad 4x3[13]



[13] En el dibujo aparece un KeyPad 4x4. En el KeyPad 4x3 la ultima columna no existe así que en el diagrama no esta conectada al Arduino

Diagrama de conexión 6: Conexión de la fotorresistencia (LDR)

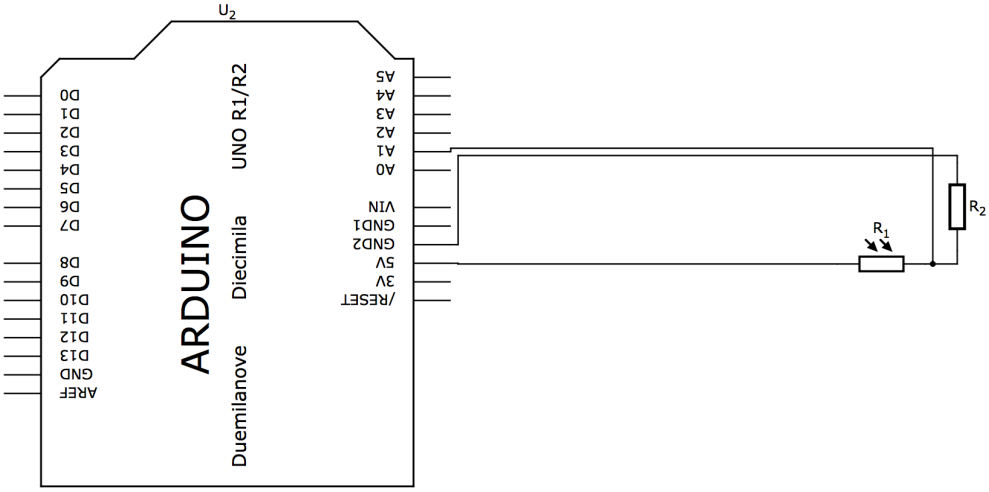


Diagrama de conexión 7: Conexión con el modulo DHT11 (temperatura y humedad)

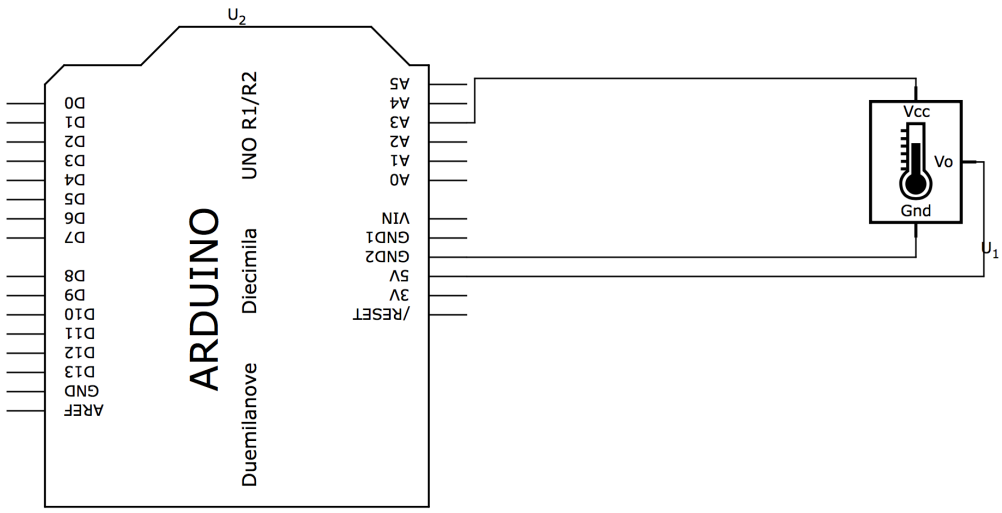
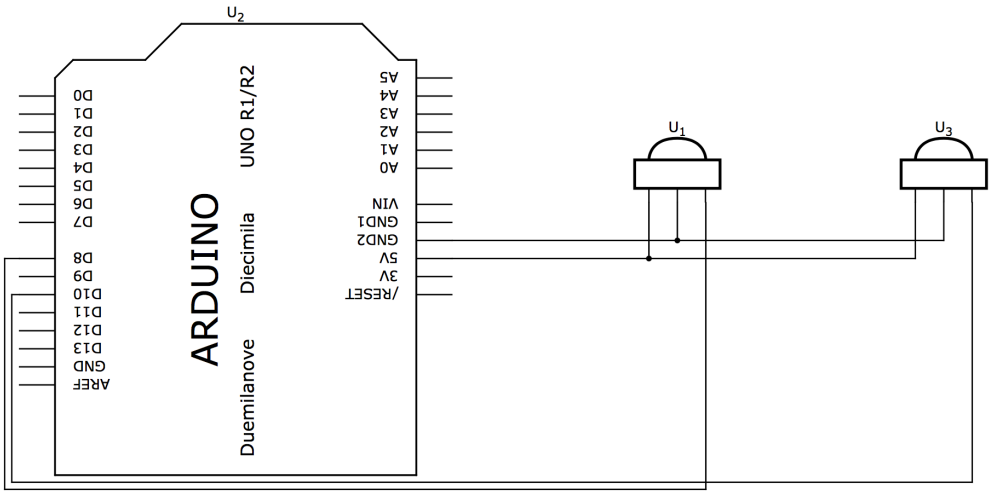



Diagrama de conexión 8: Conexión de los sensores infrarrojos TCRT5000