



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
PUEBLA

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN

**SISTEMA DE CONTROL PARA LA VISUALIZACIÓN  
Y ACTIVACIÓN EN LA DOMÓTICA  
BASADO EN NODE JS Y ARDUINO**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
DE LA INFORMACIÓN**

P R E S E N T A:

**LUIS FRANCISCO GARCÉS GONZÁLEZ**

ASESOR DE TESIS:

**Dr. MARIO ANZURES GARCÍA**

ASESOR DE TESIS:

**Dra. MARÍA LUZ ADOLFINA SÁNCHEZ GÁLVEZ**

Puebla, Puebla

Febrero, 2020

## AGRADECIMIENTOS

...A Dios por darme la oportunidad de poder cumplir la meta de finalizar mis estudios universitarios y poder disfrutar más logros.

...A mi familia por el apoyo en esta etapa importante en mi formación profesional pero principalmente a mi madre, quien me ha acompañado a lo largo de mi vida, me enseñó que no se debe desistir por más difíciles que sean las situaciones, que hasta la fecha ha creído en mí, en mis decisiones para no dejar que me rinda y además, agradezco todo su amor incondicional.

...A mis hermanos principalmente a mi hermano Edgar que siempre ha estado para apoyarme porque ha sido como un padre, mi sensei.

...Al Dr. Mario Anzures García a quien le estaré muy agradecido porque me brindo su paciencia, consejos y me llevo de la mano para poder concluir este trabajo de investigación.

...A la Dra. María Luz Adolfina Sánchez Gálvez por su apoyo, paciencia para asesorarme y resolver mis dudas.

...A mis profesores por brindar su conocimiento y paciencia para poder mejorar profesionalmente.

...A mis compañeros principalmente a Ricardo Romero, Guadalupe Bermúdez y Álvaro Campos por el apoyo para realizar con éxito el diseño y desarrollo del modelo del hogar domótico.

Gracias.

## ÍNDICE GENERAL

1.	Introducción .....	6
2.	Estado del arte .....	9
2.1	Los Entornos inteligentes .....	9
2.2	La Web.....	11
2.3	HTML .....	12
2.4	CSS.....	13
2.5	JavaScript .....	13
2.6	PHP.....	14
2.7	SQL.....	15
2.8	Bootstrap.....	16
2.9	Arduino.....	16
2.9.1	Placa Arduino.....	17
2.9.2	Lenguajes de desarrollo arduino.....	17
2.10	Nodejs.....	17
2.11	PubNub .....	19
2.12	Firmata.....	20
3.	Aplicaciones Similares .....	21
3.1.	Diseño e integración de un Sistema de Adquisición de Datos mediante el uso de Arduino y Raspberry-pi.....	21
3.2.	Luminaria domótica controlada por una interface .....	21
3.3.	Diseño de un sistema de tanques no interactuantes para controlar nivel por medio de sensores haciendo uso de un microcontrolador tipo Arduino .....	22
3.4.	Hogar inteligente basado en Arduino Mega 2560 usando una red de área local (LAN) .....	23
3.5.	Sistema multi-agente basado en simulación de casa inteligente e IoT .....	23
4.	Desarrollo .....	24
4.1	Análisis de requerimientos .....	24
4.2	Diseño.....	26
4.3.	Implementación .....	37
4.4	Pruebas.....	533
5.	Conclusión y trabajo futuro .....	711
6.	Bibliografía.....	733

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano utilizado para diseñar la casa domótica. ....	25
Figura 2. Representación de la sala dentro del plano del hogar.....	27
Figura 3. Representación del baño dentro del plano del hogar.....	27
Figura 4. Representación del cuarto de lavado dentro del plano del hogar.....	28
Figura 5. Representación de la cocina dentro del plano del hogar.....	28
Figura 6. Representación del cuarto para dormir número uno dentro del plano del hogar. ....	29
Figura 7. Representación del cuarto para dormir número dos dentro del plano del hogar.....	29
Figura 8. Plano de la casa domótica con las luces apagadas.....	30
Figura 9. Plano de la casa domótica con las luces encendidas. ....	31
Figura 10. Diagrama de conexiones de cada elemento con los pines PWM. ....	32
Figura 11. Esquemático de conexiones de cada elemento con los pines PWM. ....	33
Figura 12. Menú que controla y visualiza los estados de los elementos. ....	34
Figura 13. Menú que controla y visualiza con diferentes estados.....	35
Figura 14. Visualización y control de la puerta en estado de cerrado con mensaje.....	35
Figura 15. Visualización y control de la puerta en estado de abierto con mensaje.....	36
Figura 16. Visualización de la ventana en estado de cerrado con mensaje.....	36
Figura 17. Visualización de la ventana en estado de abierto con mensaje. ....	37
Figura 18. Estructura de madera de la casa conformada por MD5. ....	38
Figura 19. Tarjeta Arduino Mega 2560. ....	39
Figura 20. Estructura de madera con cableado de la instalación eléctrica.....	39
Figura 21. Diagrama por bloques. ....	40
Figura 22. Base de datos de nombre “casa” con la tabla “lista”.....	41
Figura 23. Instalación del módulo johnny-five con npm para Node js.....	42
Figura 24. Instalación del módulo pubnub con npm para Node js. ....	42
Figura 25. Sitio web de Pubnub seleccionando la opción APPS para crear una aplicación. ....	43
Figura 26. Sección de ingreso del nombre de la aplicación. ....	44
Figura 27. Menú que despliega todas las aplicaciones de Pubnub creadas. ....	45
Figura 28. Sección que muestra las llaves de la aplicación de Pubnub.....	46
Figura 29. Implementación de las llaves de Pubnub para la aplicación web.....	47
Figura 30. Implementación de la función “subscribe”.....	47
Figura 31. Implementación de la función “initData”. ....	47
Figura 32. Función set (setData) que recibe un parámetro. ....	48
Figura 33. Inicialización de variables.....	49
Figura 34. Protocolo Firmata por medio del IDE de desarrollo para Arduino. ....	50
Figura 35. Botón que despliega la tabla con la información de los estados.....	51
Figura 36. AJAX interactúa con el archivo de PHP “insertar.php”. ....	52
Figura 37. Ubicación del archivo “app.js” con CMD.....	53
Figura 38. Ejecución del script “app.js” listo para usarse. ....	54
Figura 39. Interfaz gráfica de la aplicación web en uso. ....	55
Figura 40. Modelo del hogar domótico en funcionamiento. ....	56
Figura 41. Vista de la tabla con los datos insertados automáticamente. ....	57

Figura 42. Visualización de la tabla desde phpmyadmin. ....	58
Figura 43. Activación de la luz del cuarto número dos con el resultado de la activación. ....	59
Figura 44. Activación de la luz del cuarto número uno con el resultado de la activación. ....	60
Figura 45. Activación de la luz de la cocina con el resultado de la activación. ....	61
Figura 46. Activación de la luz del cuarto de lavado con el resultado de la activación. ....	62
Figura 47. Activación de la luz del baño con el resultado de la activación. ....	63
Figura 48. Activación de la luz de la sala con el resultado de la activación. ....	64
Figura 49. Activación de la puerta con el resultado de la activación. ....	65
Figura 50. Resultado de abrir la ventana. ....	66
Figura 51. Menú de elementos del hogar visto desde un teléfono inteligente. ....	67
Figura 52. Modal con la información visto desde un teléfono inteligente. ....	68
Figura 53. Menú de elementos del hogar en vista horizontal. ....	69
Figura 54. Modal de la tabla vista de forma horizontal. ....	70

# 1. Introducción

Los sistemas de control son una parte importante de la automatización de procesos de producción, permitiendo a los usuarios controlar y monitorizar máquinas o dispositivos electrónicos que intervengan en los mismos. Por tanto, ha existido una gran investigación en esa área, lo cual ha conducido al cómputo ubicuo, a finales de los años noventa. Este ofrecía la posibilidad de sistematizar y controlar entornos de trabajo para adecuarlos a las necesidades y contexto de los usuarios, sin que esta sistematización afectará la concentración y disposición para lo que fueron hechos. Esta idea fue llevada al hogar, dando paso a la domótica, que permitía controlar todos los dispositivos electrónicos existentes con voz y gestos, de tal manera, que se crearán ambientes personalizados para la comodidad y bienestar de los residentes. Esta misma idea se trasladó a espacios más grandes y abiertos, obteniendo como resultado los entornos inteligentes y, posteriormente, las ciudades inteligentes. Todas estas investigaciones junto con el auge de internet y diferentes tecnologías Web han suscitado el nacimiento del Internet de las Cosas (IoT, *Internet of Things*), que se refiere a la interconexión digital de diferentes objetos (que pueden estar relacionados con personas, animales, procesos productivos, empresas, organizaciones o ciudades) a través de internet, con identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir interacciones humano a humano o humano computadora.

En el área de identificación por radiofrecuencia (RFID, *Radio Frequency Identification*) a finales de los noventa surgió el concepto de IoT, centrado principalmente, en que libros, termostatos, refrigeradores, paquetería, lámparas, botiquines, partes automotrices, entre otros, estuvieran conectados a internet y equipados con dispositivos RFID. Por tanto, en teoría, no existirían artículos fuera de stock o medicinas caducas; se sabría exactamente la ubicación, cómo se consumen en el mundo; el extravío pasaría a ser cosa del pasado, y conoceríamos qué está encendido y qué está apagado en todo momento. La propuesta de este trabajo de tesis está dirigida a este primer enfoque del IoT, en

consecuencia; propone el desarrollo de un sistema de control en el área de la domótica, su principal aporte es la conectividad a base de datos con una tarjeta de desarrollo open hardware y con un sitio web para su funcionamiento. De tal manera, que sea un sistema interactivo que permita monitorear acceso de entrada y salida de forma automática, para poder encontrar un resultado exitoso en el cual se confirma la ubicuidad de la maqueta de un hogar con la automatización del estado de sus elementos, tales como luces, puerta y ventana en tiempo real dentro de una red de área local.

En este sentido, el sistema está orientado en tres aspectos fundamentales:

1. La composición del entorno inteligente.
2. La tecnología que vincula a la tarjeta con la aplicación web.
3. El control de forma remota de los elementos de la casa.

Por otra parte, requiere tomar en consideración:

- **Entorno inteligente.** Se componen de diferentes tipos de dispositivos, sensores, interfaces de usuario y redes subyacentes que conectan todos estos. Sin embargo, hacer que todos estos elementos funcionen a la perfección, no es necesariamente tan sencillo debido a dispositivos, redes y requisitos incompatibles [1].
- **La interfaz:** Se puede utilizar para acceder a un hogar automatizado desde una computadora de escritorio, laptop, notebook o desde un dispositivo móvil a través de una red de área local. Además, como la interfaz se implementa usando internet convencional y la tecnología de red doméstica se pueden proveer servicios de acceso y control.
- **Tecnologías.** El proyecto trata de aprovechar al máximo las tecnologías conocidas actuales y las que pueden venir en el futuro, además que podrían funcionar para probar nuevos productos que hoy en día comienzan a circular.

Tomando en cuenta todo lo anterior, el sistema se desarrollará utilizando las tecnologías web: HTML (*HyperText Markup Language*) [2], CSS (*Cascading Style*

*Sheets*) [3], Javascript [4], PHP (*Hypertext Pre-Processor*) [5], SQL (*Structured Query Language*) [6], servidor Xampp [7], editor de código Sublime Text [8], Bootstrap [9], IDE para la placa de desarrollo de hardware Arduino [10], JQuery [11], Node js [12], lenguaje de programación Arduino [13], por último, la infraestructura como un Servicio en tiempo real (IaaS, *Infrastructure as a Service*) denominada PubNub [14].

La tesis está estructurada de la siguiente forma: La sección 2 presenta brevemente, los fundamentos teóricos del trabajo de tesis. La sección 3 describe las aplicaciones similares destacando las funciones comunes, así como los pros y los contras de las mismas. La sección 4 explica el desarrollo del sistema de control para la visualización, activación mediante Node.js y Arduino en la domótica. La sección 5 muestra los resultados. Finalmente, la sección 6 proporciona las conclusiones y el trabajo futuro.

## **2. Estado del arte**

El estado del arte es una modalidad de la investigación documental que permite el estudio del conocimiento acumulado (escrito en textos) dentro de un área específica. Sus orígenes se remontan a los años ochenta, época en la que se utilizaba como herramienta para compilar y sistematizar información especialmente el área de ciencias sociales, sin embargo, en la medida en que estos estudios se realizaron con el fin de hacer balances sobre las tendencias de investigación y como punto de partida para la toma de decisiones, el estado del arte se posicionó como una modalidad de investigación.

### **2.1 Los Entornos inteligentes**

Como se mencionó anteriormente, los entornos inteligentes se componen de diferentes tipos de dispositivos, sensores, interfaces de usuario y redes subyacentes que conectan todos estos; pero hacer que todos estos elementos funcionen a la perfección mediante una interfaz de usuario, no es tan sencillo debido a dispositivos, redes y requisitos incompatibles. Esta interfaz se implementa usando Internet convencional y la tecnología de red doméstica para acceder a un hogar automatizado desde un dispositivo móvil, computadora de escritorio o desde un hardware de interfaz integrado mediante una red de área local [15]. Además, Trincherro y colegas [16] afirman en su artículo que los entornos de automatización del hogar necesitan conexión a internet, para permitir al dueño de casa controlar de forma remota sus equipos y sensores.

Nugent y colegas mencionan en su investigación acerca de las distintas aplicaciones que se pueden llevar a partir de los dispositivos inteligentes, que se pueden ir desarrollando con el objetivo de apoyar a las personas que requieran distintos tipos de atenciones, por ejemplo, en el campo de la salud [17].

Corea construye la primera ciudad del futuro, siendo uno de los proyectos de infraestructura más innovadores, en el cual se informa de una ciudad de nombre

Songdo, esta contaría con toda clase de sensores en conjunto con una gran base de datos para tener todo monitoreado, cada persona contaría con una tarjeta inteligente para ser utilizada como acceso a diferentes instalaciones incluyendo transporte y aplicaciones para celular para controlar diferentes lugares gracias a una conexión a la red. Entre sus avances se encontraron la telemedicina, la prevención y gestión de desastres y el control de contaminación ambiental, otro ejemplo es la búsqueda de personas con ciertas enfermedades que requieren de ciertas atenciones especiales como el Alzheimer. En cuanto a sistemas de seguridad, los métodos de control en un museo, cómo saber quién entra, sale y dónde están las obras de arte [18]. El proyecto trata de aprovechar al máximo las tecnologías conocidas de hoy y las que pueden venir en el futuro, además que podrían funcionar para probar nuevos productos que hoy en día comienzan a circular.

En efecto este megaproyecto se debe a la colaboración del gobierno coreano y de las grandes empresas de telecomunicaciones como las coreanas KT y SAMNSUNG, además de la inversión de las grandes multinacionales IBM, HP y MICROSOFT.

Medilla y Bambang [19] explican la idea de una casa domótica mediante el uso de una red de área local, en dicha investigación encontraron una manera de realizar la casa con la ayuda de componentes básicos y económicos, además de apoyarse en Arduino mega como la base y herramienta principal para su trabajo.

Concluyendo es posible diseñar una casa domótica mediante una red de área local, con la ayuda de un Arduino mega como el control principal, debido a que este tiene la capacidad de interactuar con la interfaz, puesto que puede leer y enviar comandos a dicha tarjeta.

El control de viviendas e instalaciones es un mercado emergente en Europa con altas tasas de crecimiento económico, para la casa domótica los factores de éxito más importantes son la usabilidad y el valor añadido percibido. La cuota de mercado se espera que crezca a medida que la usabilidad de la interfaz de usuario mejora, por ejemplo, con pantallas, fáciles de leer, usar y rápidos tiempos de respuesta [20].

Shih-Pang y colegas [21] proponen un trabajo que aplica el Internet de las cosas (IoT) y la detección del movimiento de una casa domótica, para mejorar la comodidad, seguridad y ahorro de energía de la casa mediante Smart House Monitor & Manager (SHMM), que está constituido por un sensor Zigbee monitoreado por una computadora personal o un dispositivo que cuenta con el sistema operativo Android y controlarlo por medio de internet.

Meftah y colegas [22] establecen una arquitectura para una casa domótica en la que integran un servicio web utilizando JSON (JavaScript Object Notation), para el intercambio de datos entre el componente del sistema y la tecnología Zigbee para la creación de redes de computadora que controlen sensores y actuadores de forma remota por medio de internet monitoreados desde un teléfono inteligente que cuenta con un sistema operativo Android.

Al-Ali y colegas [23] presentan el diseño, prototipo y pruebas de un medidor de utilidad inteligente basado en IoT. El medidor lee el consumo de electricidad, gas y agua a la vez, después, informa las lecturas al servicio basado en la nube para su posterior procesamiento. Los usuarios pueden acceder al medidor a través de internet para monitoreo y fines de gestión. El diseño utiliza una plataforma Raspberry Pi-3. Realizar lecturas automáticas de los consumos de utilidades, con eso logra la transmisión de datos al sistema back-end de utilidad a través de la comunicación inalámbrica.

## **2.2 La Web**

La web en la actualidad es una potente herramienta como espacio de información que día a día se exigen innovadoras funcionalidades para cubrir las complejas exigencias de los usuarios. El desarrollo web es una parte fundamental para poder cubrir estas exigencias. Las herramientas que se utilizan para crear estos complejos sitios cada día evolucionan para dar paso a nuevas tecnologías de desarrollo más potentes, robustas y que incluso se pueden adaptar a un proyecto web específico.

La base de todo proyecto web en cuanto a infraestructura es HTML5 este te provee los elementos estructurales y de maquinación que también te permite incluir

otro tipo de tecnología como son las hojas de estilo en cascada CSS3 que te ayuda a dar diseño a la estructura HTML esto para que la web tenga una mejor apariencia visual ante el usuario. Para que la página no sea simple texto plano, tenga interacción con el usuario y para que sea dinámica se usa la tecnología Javascript.

En conjunto con todas estas tecnologías mencionadas se pueden desarrollar páginas web informativas, estas siempre se van a ejecutar en el navegador del usuario debido a esto dichas paginas estarán limitadas en cuanto a funcionalidades. Por otro lado, existen páginas más complejas que necesitan ejecutarse en un servidor, para esto se usan lenguajes del lado del servidor como PHP. Este tipo de sitios ven la necesidad de incluir bases de datos para que el usuario pueda almacenar y visualizar información, para esta tarea se usan gestores de base de datos tales como MYSQL. Además, se hace uso de Brackets o Sublime text para editar los archivos de la aplicación, Codeigniter para desarrollar la aplicación con PHP y Bootstrap para generar plantillas responsivas intuitivas y usables.

### **2.3 HTML**

HTML5 provee básicamente tres características: estructura, estilo y funcionalidad. Es considerado el producto de la combinación de HTML, CSS y Javascript. Estas tecnologías son altamente dependientes y actúan como una sola unidad organizada bajo la especificación de HTML5, es simplemente un conjunto de nuevas funciones disponibles para el desarrollo de aplicaciones web, que se agregan a las capacidades existentes que encontramos en HTML4. Está especialmente diseñado para mejorar el lenguaje con un soporte mucho mejor para la comunicación multimedia y del servidor, lo que facilita mucho el trabajo de un desarrollador web.

HTML5 no es una nueva versión de HTML4 en comparación con cuando se lanzan nuevas versiones de software. Comprende un conjunto completo de pequeñas adiciones al estándar web existente. Actualmente, cada navegador implementa algunas de estas características, pero no todas. Eventualmente, aunque esperamos que todos los navegadores tengan un conjunto similar de

características, lo que significa que no existe tal cosa como ser "compatible con HTML5".

## **2.4 CSS**

CSS es un lenguaje que trabaja junto con HTML5 para proveer estilos visuales a los elementos del documento, como tamaño, color, fondo, bordes, etc. En un intento por reducir el uso de código Javascript y para estandarizar funciones populares fue que se creó esta tecnología.

CSS3 no solo cubre diseño y estilos web sino también forma y movimiento. La especificación de CSS3 es presentada en módulos que permiten a la tecnología proveer una especificación estándar por cada aspecto involucrado en la presentación visual del documento.

La especificación de HTML5 fue desarrollada considerando CSS a cargo del diseño. Debido a esta consideración, la integración entre HTML y CSS es ahora vital para el desarrollo web y esta es la razón por la que cada vez que mencionamos HTML5 también estamos haciendo referencia a CSS3, aunque oficialmente se trate de dos tecnologías completamente separadas.

## **2.5 JavaScript**

JavaScript es un lenguaje interpretado usado para múltiples propósitos pero solo considerado como un complemento hasta ahora. Una de las innovaciones que ayudó a cambiar el modo en que vemos Javascript fue el desarrollo de nuevos motores de interpretación, creados para acelerar el procesamiento de código. La clave de los motores más exitosos fue transformar el código Javascript en código máquina para lograr velocidades de ejecución similares a aquellas encontradas en aplicaciones de escritorio. Esta mejorada capacidad permitió superar viejas limitaciones de rendimiento y confirmar el lenguaje Javascript como la mejor opción para la web.

Las interfaces de programación de aplicaciones (APIs) fueron incorporadas por defecto en cada navegador para asistir al lenguaje en funciones elementales. Estas nuevas APIs (como Web Storage, Canvas, y otras) son interfaces para librerías incluidas en navegadores.

La idea es hacer disponible poderosas funciones a través de técnicas de programación sencillas y estándares, expandiendo el alcance del lenguaje y facilitando la creación de programas útiles para la web.

## 2.6 PHP

PHP es un lenguaje de 'scripting' de propósito general y de código abierto que está especialmente pensado para el desarrollo web y que puede ser embebido en páginas HTML. Su sintaxis recurre a C, Java y Perl, siendo así sencillo de aprender. El objetivo principal de este lenguaje es permitir a los desarrolladores web escribir dinámica y rápidamente páginas web generadas.

PHP es un lenguaje interpretado del lado del servidor, caracterizado por su potencia, versatilidad, robustez y modularidad; gracias a ser multiplataforma, esto quiere decir, que es capaz de funcionar en más de una arquitectura o sistema operativo tal como Linux, muchas variantes Unix (incluido HP-UX, Solaris y OpenBSD), Microsoft Windows, Mac OS X, RISC OS, etc. PHP soporta la mayoría de servidores web de hoy en día, incluyendo Apache, *Microsoft Internet Information Server*, *Personal Web Server*, Netscape y iPlanet, *Oreilly Website*, Pro server, Caudium, Xitami, OmniHTTPd y muchos otros. PHP tiene módulos disponibles para la mayoría de los servidores, para aquellos otros que soporten el estándar CGI, PHP puede usarse como procesador CGI. Esto puede ser una tarea que consume tiempo, ya que los diferentes sistemas operativos tienen diferentes interfaces de programación de aplicaciones o API.

En definitiva, PHP es uno de los lenguajes más utilizados actualmente en el desarrollo de aplicaciones web y viene experimentando un constante crecimiento en su nivel de utilización en Internet.

## 2.7 SQL

SQL es un sistema de gestión de bases de datos. Una base de datos es una colección estructurada de datos. Puede ser cualquier cosa, desde una simple lista de compras hasta una galería de imágenes o la gran cantidad de información en una red corporativa. Para agregar, acceder y procesar datos almacenados en una base de datos, necesita un sistema de administración de base de datos como SQL Server. Dado que las computadoras son muy buenas para manejar grandes cantidades de datos, los sistemas de administración de bases de datos desempeñan un papel central en la informática, como utilidades independientes o como parte de otras aplicaciones.

Las bases de datos SQL son relacionales. Una base de datos relacional almacena los datos en tablas separadas en lugar de colocar todos los datos en un gran almacén. Las estructuras de la base de datos están organizadas en archivos físicos optimizados para la velocidad. El modelo lógico, con objetos como bases de datos, tablas, vistas, filas y columnas, ofrece un entorno de programación flexible. Usted configura reglas que gobiernan las relaciones entre los diferentes campos de datos, como uno a uno, uno a muchos, únicos, requeridos u opcionales, y "punteros" entre diferentes tablas. La base de datos hace cumplir estas reglas, de modo que con una base de datos bien diseñada, su aplicación nunca ve datos inconsistentes, duplicados, huérfanos, desactualizados o faltantes.

El software SQL más utilizado en el mundo es MySQL debido a que es de código abierto, rendimiento comprobado, fiabilidad y facilidad de uso, MySQL se ha convertido en la principal opción de base de datos para aplicaciones basadas en la web, utilizada por propiedades web de alto perfil como Facebook, Twitter, YouTube, Yahoo! y muchos más.

## 2.8 Bootstrap

Fue creado en Twitter a mediados de 2010 por @mdo y @fat. Antes de ser un marco de código abierto, Bootstrap era conocido como Blueprint de Twitter, sirvió como guía de estilo para el desarrollo de herramientas internas en la empresa durante más de un año antes de su lanzamiento público, y continúa haciéndolo hoy. Este *framework* de desarrollo web front-end ayuda a los desarrolladores de sitios web a trabajar más eficientemente a escribir CSS de una manera limpia y consistente, también garantiza que su sitio web se adhiera a un primer enfoque móvil y funcione bien en todos los navegadores y dispositivos.

Bootstrap mejora enormemente la forma en que se construyen sitios web, debido al ahorro de tiempo de productividad gracias a los módulos que éste ofrece.

## 2.9 Arduino

La primera placa Arduino se presentó en 2005 para ayudar a los estudiantes de diseño, que no tenían experiencia previa en electrónica o programación de microcontroladores, a crear prototipos funcionales que conectaran el mundo físico con el mundo digital. Desde entonces se ha convertido en la herramienta de creación de prototipos electrónicos más popular utilizada por ingenieros e incluso grandes corporaciones.

Es el ecosistema de hardware y software de código abierto líder en el mundo. La compañía ofrece una gama de herramientas de software, plataformas de hardware y documentación que permiten a casi cualquier persona, poder ser creativa con la tecnología.

Arduino es una herramienta popular para el desarrollo de productos para el internet de las cosas, así como una de las herramientas más exitosas para la educación. Cientos de miles de diseñadores, ingenieros, estudiantes, desarrolladores y fabricantes de todo el mundo están utilizando Arduino para innovar en música, juegos, juguetes, hogares inteligentes, agricultura, vehículos autónomos, entre otros.

### **2.9.1 Placa Arduino**

Para este trabajo de investigación se optó por ocupar la tarjeta de desarrollo Arduino Mega 2560, ya que cuenta con un mayor número de puertos o pines PWM para poder asociarlos con los diferentes dispositivos y sensores que integran la casa domótica, además cuenta con un microcontrolador para la interconexión lógica de los puertos de la tarjeta hacia los elementos de la casa domótica. Las placas de desarrollo Arduino se programan mediante una computadora usando comunicación en serie a través del puerto USB.

### **2.9.2 Lenguajes de desarrollo arduino**

Los lenguajes por los que se rige la tarjeta Arduino están basados en los lenguajes de programación C, C++ y JAVA, además, puede ser codificado mediante el IDE que proporciona el sitio oficial [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc). El lenguaje de programación Arduino puede ser dividido en tres partes: funciones, valores (que a su vez contiene variables y constantes) y estructuras.

Para este trabajo se utiliza el protocolo de comunicación de nombre StandardFirmata o simplemente Firmata, que se encuentra dentro del IDE de programación Arduino. La intención de este protocolo es permitir que el microcontrolador sea controlado desde una computadora.

### **2.10 Nodejs**

Desde su inicio en 2009, Node.js ha sido uno de los proyectos de infraestructura de código abierto de más rápido crecimiento. Basado en el tiempo de ejecución de JavaScript V8 de Chrome, Node.js es ideal para crear aplicaciones de redes rápidas y escalables. Como resultado, el marco de desarrollo transformacional es utilizado por muchos de los sitios web más utilizados como Netflix, Airbnb, Twitter, PayPal, Walmart, Yahoo! Entre otros.

Joyent (ahora parte de Samsung) financió el proyecto original Node.js e impulsó su vertiginoso ritmo de desarrollo. Al mismo tiempo, una comunidad de miles de desarrolladores posteriores se volvió cada vez más dependiente de Node.

Hoy es un proyecto próspero, con 9 millones de instancias de Nodos en línea y más de 1,600 contribuyentes. En 2017, Node.js se descargó casi 25 millones de veces, incluidos más de un millón en un solo día.

Si bien este éxito es envidiable, en un momento creó dolores de crecimiento. Hace cuatro años, los líderes técnicos del proyecto lidiaron con caminos de desarrollo conflictivos y desaceleraciones en los lanzamientos. Aunque la adopción de los usuarios floreció, el proyecto buscaba una estructura de gobierno diferente.

La comunidad Node.js comenzó a hablar con The Linux Foundation en 2014 acerca de cómo una fundación podría ayudar a promover la estabilidad y el apoyo entre una comunidad cada vez más diversa de usuarios y contribuyentes. La Fundación Linux ayudó a facilitar las discusiones entre la comunidad y las empresas que respaldan a Node y anunció la nueva Fundación Node.js en 2015 con Fidelity, GoDaddy, Groupon, IBM, Intel, Joyent, Microsoft, PayPal, NodeSource, entre otros.

En su primer año, los líderes técnicos de la Fundación Node.js crearon un plan de soporte a largo plazo (LTS) para mejorar la estabilidad, establecieron un equipo central para manejar la seguridad y formalizaron una política de divulgación de seguridad.

Node.js se ubica como el cuarto proyecto de código abierto más importante, de acuerdo con el Índice de software de código abierto de The Battery. Además, el año pasado Forrester destacó el poder de permanencia y la relevancia de Node.js: “El crecimiento de Node.js dentro de las empresas es un testimonio de la versatilidad de la plataforma. Está cada vez más allá de ser simplemente una plataforma de aplicaciones y está comenzando a usarse para una rápida experimentación con datos corporativos, modernización de aplicaciones y soluciones para el internet de las cosas”.

Para este trabajo de investigación se ocupará la versión 6.15.0 de Node.js debido a que esta versión es la que puede establecer una interconexión entre la plataforma de JavaScript Robotics & IoT “Johnny-Five” junto con el protocolo de comunicación “Firmata” de Arduino.

### **2.11 PubNub**

Es una red global de flujo de datos (DSN) y una empresa de infraestructura como servicio (IaaS) en tiempo real con sede en San Francisco, California. La compañía fabrica productos para desarrolladores de software y hardware para crear aplicaciones web, móviles e Internet de las cosas en tiempo real [29].

PubNub desde 2009 impulsa miles de aplicaciones en tiempo real en todo el mundo, desde nuevas empresas innovadoras hasta marcas reconocidas a nivel mundial, como Adobe, eBay y Samsung. Maneja billones de transacciones en tiempo real por mes desde más de 300 millones de dispositivos únicos. Y ofrecen 250 milisegundos de latencia en todo el mundo, a través de los 15 Puntos de presencia globales [29].

La infraestructura como servicio (IaaS) es un método para ofrecer funcionalidades de computación, almacenamiento, redes y de otros tipos a través de Internet. La IaaS permite a las empresas utilizar sistemas de funcionamiento, aplicaciones y almacenamiento basados en la web sin tener que comprar, administrar y brindar soporte a la infraestructura de nube subyacente. Los ejemplos más utilizados de plataformas IaaS son Amazon Web Services (AWS) y Microsoft® Azure® [30].

La computación en tiempo real, o computación reactiva, es un concepto que describe cualquier sistema informático que debe responder a los cambios en el entorno de acuerdo con restricciones de tiempo definidas, generalmente del orden de milisegundos. Una regla general es que el incumplimiento de esas limitaciones de tiempo haría que el sistema fuera inútil o ineficaz, incluso si el código es lógicamente correcto [31].

Un sistema en tiempo real podría, por supuesto, estar lo suficientemente cerca del tiempo real como para llamarlo tiempo real, o simplemente "casi en tiempo real", dependiendo de lo que sea aceptable para los usuarios o puntos finales. Para los humanos, la restricción de tiempo aceptable basada en el tiempo de reacción promedio es entre 50 ms - 250 ms [31].

## **2.12 Firmata**

Es un protocolo genérico para comunicarse con microcontroladores desde software en una computadora host. Está diseñado para funcionar con cualquier paquete de software de computadora host. En este momento hay un objeto coincidente en varios idiomas. Es fácil agregar objetos para que otro software use este protocolo. Básicamente, este firmware establece un protocolo para hablar con la tarjeta Arduino desde el software host. El objetivo es permitir que las personas controlen completamente Arduino desde el software en la computadora host. Esta librería es de software libre, puede ser redistribuido y / o modificarlo bajo los términos del GNU Lesser General Public Licencia publicada por la Free Software Foundation; ya sea versión 2.1 de la licencia, o (a su elección) cualquier versión posterior [33].

### **3. Aplicaciones Similares**

Las principales aplicaciones similares en las que se basó el desarrollo de este trabajo de tesis, se presentan en las siguientes subsecciones.

#### **3.1. Diseño e integración de un Sistema de Adquisición de Datos mediante el uso de Arduino y Raspberry-pi**

Este proyecto fue desarrollado por Núñez Rodríguez Juan Alfredo en 2014. Utilizando tecnologías como Arduino y Raspberry-pi, logrando desarrollar un sistema de adquisición de datos que captura información proveniente de fenómenos físicos y es capaz de almacenarla en una base de datos MySQL, después, desarrollo una aplicación web para monitorear los datos almacenados en la base de datos. El funcionamiento del sistema SAD (Sistema de Adquisición de Datos) consiste en recolectar información del medio ambiente, por ejemplo, utilizo un SAD adaptado a una boya marina para recolectar datos acerca del PH, humedad, luminosidad, temperatura del aire y salinidad del agua, además, en otro caso ocupo un SAD para la captura de datos tales como voltajes, corrientes, temperatura, luminosidad y existencia de gas [24].

#### **3.2. Luminaria domótica controlada por una interface**

En este proyecto desarrollado por Zavala Valdez Omar Neftalí en 2015 [25]. Establece diseñar y desarrollar una luminaria domótica para el hogar y un sistema de control de iluminación alterno, añadiendo una mayor autonomía de los componentes, una instalación menos invasiva y utilización más sencilla, integrando además una interfaz de fácil uso en conjunto con los gadgets inteligentes de hoy día (Smartphones o tablets) a través de una aplicación móvil. El controlador de este proyecto es un microcontrolador ATMEGA 328 preparado para poder cargar código Arduino con la integración de un módulo bluetooth para su funcionamiento.

La tecnología de nuevos dispositivos para el control y/o comunicación cada vez es más grande y con mejores prestaciones, incluso el acceso a ellos se vuelve más

fácil; por lo que este proyecto al ser la primera iteración completamente funcional, podría ir evolucionando en un futuro inmediato [25].

### **3.3. Diseño de un sistema de tanques no interactuantes para controlar nivel por medio de sensores haciendo uso de un microcontrolador tipo Arduino**

Este proyecto fue desarrollado por Pérez Alvares Mauricio y Rodríguez Alzati Diana Montserrat en 2018 [26]. Este prototipo se creó con el fin de ampliar el aprendizaje y provocar mejoras dentro de la asignatura de Dinámica y control de procesos de la carrera de ingeniería química de la facultad de estudios superiores Zaragoza.

La realización de este sistema de tanques no interactuantes ayudara a familiarizarse y comprender mejor los procesos industriales, como es la instrumentación y la automatización en este caso, el control de nivel de un sistema de tanques, el cual será controlado empleando un microcontrolador tipo Arduino y haciendo uso de un lenguaje de programación de alto nivel, para el desarrollo de la secuencia de instrucciones (programa), junto con un sensor ultrasónico para ubicar el nivel de proximidad del líquido del tanque número 1 en él que nunca debe mantenerse vacío y el tanque número 2 que abastece de líquido suficiente al tanque número 1 para poder llenarlo por medio de una bomba de agua en conjunto con una válvula solenoide para interrumpir el paso de agua, todo esto sensado a través de una tarjeta Arduino MEGA 2560 que controlara el sistema de tanques.

La evolución en la automatización de procesos, tiene la finalidad de hacerlo constante, es decir, repetitivo sin que interfiera un operador, siempre y cuando no se requiera realizar algún cambio en las variables para que el operador lo realice [26].

### **3.4. Hogar inteligente basado en Arduino Mega 2560 usando una red de área local (LAN)**

Este proyecto fue desarrollado Medilla Kusriyanto y Bambang Dwi Putra en 2016 [27]. Explican la idea de una casa domótica mediante el uso de una red de área local, en dicha investigación encontraron una manera de realizar la casa con la ayuda de componentes básicos y económicos, además de basarse en Arduino mega como la base principal y herramienta para su trabajo. Concluyendo que es posible diseñar una casa domótica mediante una red de área local con la ayuda de un Arduino mega como el control principal, debido a que este tiene la capacidad de interactuar con la interfaz, puesto que ésta puede leer y enviar comandos al Arduino mega.

El control de viviendas e instalaciones es un mercado emergente en Europa con altas tasas de crecimiento económico. Para la casa domótica los factores de éxito más importantes son la usabilidad y el valor añadido percibido. La cuota de mercado se espera que crezca a medida que la usabilidad de la interfaz de usuario. Mejora, por ejemplo, con pantallas fáciles de leer, usabilidad y rapidez en tiempos de respuesta [27].

### **3.5. Sistema multi-agente basado en simulación de casa inteligente e IoT**

Este proyecto fue desarrollado por Meftah Zouai, Okba Kazar, Belgacem Haba y Hamza Saouli en 2017. Establecen una arquitectura para una casa domótica en la que integran un servicio web utilizando JSON para el intercambio de datos entre el componente del sistema y la tecnología Zigbee para la creación de redes de computadora para controlar sensores y actuadores de forma remota por medio de internet monitoreados desde un teléfono inteligente que cuenta con sistema operativo Android [28].

## 4. Desarrollo

Por una parte, este trabajo se fundamenta en la publicación realizada en ANIEI [34] que permitió tanto a delinear como a dar sentido a esta tesis; por otra, el desarrollo del proyecto se centra en cumplir el objetivo general, que es: elaborar una aplicación web que permita monitorear en tiempo real los estados de los elementos que pertenecen a un hogar; para ello, se alcanzarán los siguientes objetivos específicos:

- 1) Desarrollar un modelo a escala de una casa domótica.
- 2) Desarrollar una aplicación web interactiva con el usuario en el que se visualice en tiempo real los estados actualizados en los que se encuentran los elementos del modelo a escala de la casa domótica.
- 3) Diseñar la base de datos que va a interactuar con los elementos del modelo a escala.
- 4) Establecer la conexión de la base de datos con los elementos del modelo del hogar.
- 5) Conectar el modelo escala del hogar con la aplicación web por medio de las tecnologías que consideremos pertinentes para integrarlas y lograr una conexión e interacción respecto del hardware con el software.

### 4.1 Análisis de requerimientos

Por medio del análisis de requerimientos se estudiaron los componentes requeridos para crear un prototipo de un hogar automatizado y al mismo tiempo, integrarlo con el hardware y el software. De tal forma, que se necesita diseñar un plano de una casa (véase Figura. 1), crear un modelo a escala de esta misma, a partir del plano, seleccionar y decidir los elementos del hogar que serán controlados, para poder obtener un correcto funcionamiento del sistema Web que automatizará el hogar. En este caso se establecen un mínimo de elementos que pueden ser controlados y visualizados dentro de la aplicación web, con un mínimo de una puerta, luces para iluminar los cuartos del hogar (una luz por cada habitación) y una ventana, de esta

ventana solo se visualizará el estado en el que se encuentra dentro de la aplicación web, que se modificará solo cuando el usuario interactúe con la ventana físicamente para poder entrar en un estado de abierto a cerrado o viceversa, los estados en los que pueden cambiar las luces por medio de la interfaz gráfica de la aplicación web serán de encendido a apagado o viceversa y por último la puerta puede ser controlada también por medio de la aplicación web que puede cambiar de un estado de abierto a cerrado o viceversa.



*Figura 1. Plano utilizado para diseñar la casa domótica.*

## 4.2 Diseño

La maqueta está diseñada a partir de un plano (véase Figura 1) en el cual se dividen los diferentes ambientes del hogar, por ejemplo, la sala (véase Figura 2), baño (véase Figura 3), cuarto de lavado (véase Figura 4), cocina (véase Figura 5), cuarto para dormir #1 (véase Figura 6) y cuarto para dormir #2 (véase Figura 7), con un mínimo de una puerta, una venta y una luz por cada habitación que permita simular la casa domótica, simplificar su control y monitorizar la ventana, así como prender y apagar luces o abrir, cerrar la puerta. En la Figura 8 se visualiza los estados de las luces apagadas y en la Figura 9 se visualizan los estados de las luces encendidas de cada una de las habitaciones que se pueden controlar, el usuario solo debe hacer click sobre la imagen de la habitación que desea iluminar para que pueda encender la luz y para apagar debe volver a hacer click sobre la misma imagen.

Una vez asignadas las salidas analógicas o pin PWM que propiamente tiene la tarjeta Arduino mega, en la que se ocuparan para la conexión de cada elemento que recibirá control por parte del usuario, en este caso, quedan establecidos de la siguiente manera:

1. PIN #3 – Luz led del cuarto #2
2. PIN #4 – Luz led del cuarto #1
3. PIN #5 – Luz led de la cocina
4. PIN #6 – Luz led del cuarto de lavado
5. PIN #7 – Luz led del baño
6. PIN #8 – Sensor magnético de la ventana
7. PIN #9 – Servomotor de la puerta
8. PIN #10 – Luz led #1 de la sala
9. PIN #10 – Luz led #2 de la sala



Figura 2. Representación de la sala dentro del plano del hogar.

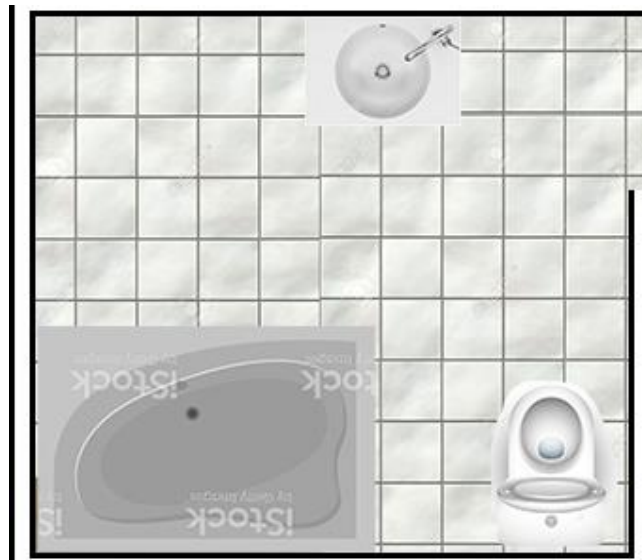


Figura 3. Representación del baño dentro del plano del hogar.



*Figura 4. Representación del cuarto de lavado dentro del plano del hogar.*



*Figura 5. Representación de la cocina dentro del plano del hogar.*

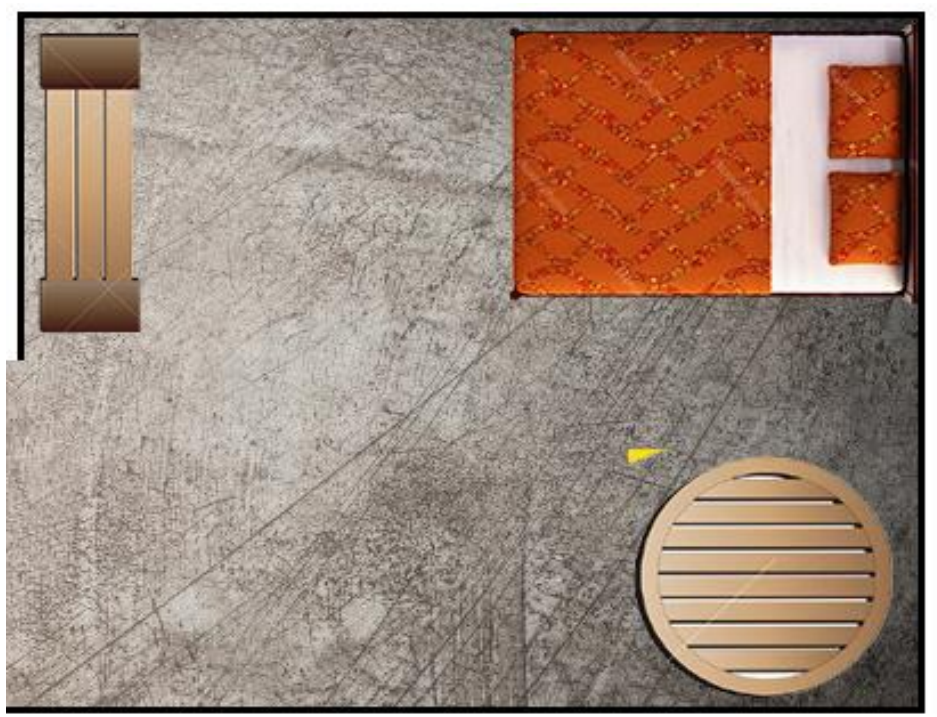


Figura 6. Representación del cuarto para dormir número uno dentro del plano del hogar.



Figura 7. Representación del cuarto para dormir número dos dentro del plano del hogar.



*Figura 8. Plano de la casa domótica con las luces apagadas.*



Figura 9. Plano de la casa domótica con las luces encendidas.

En el siguiente diagrama (véase Figura 10) se muestra una representación de las conexiones de la red eléctrica, tanto de los pines PWM con sus respectivos sensores o dispositivos. Este diagrama fue realizado con el software fritzing.

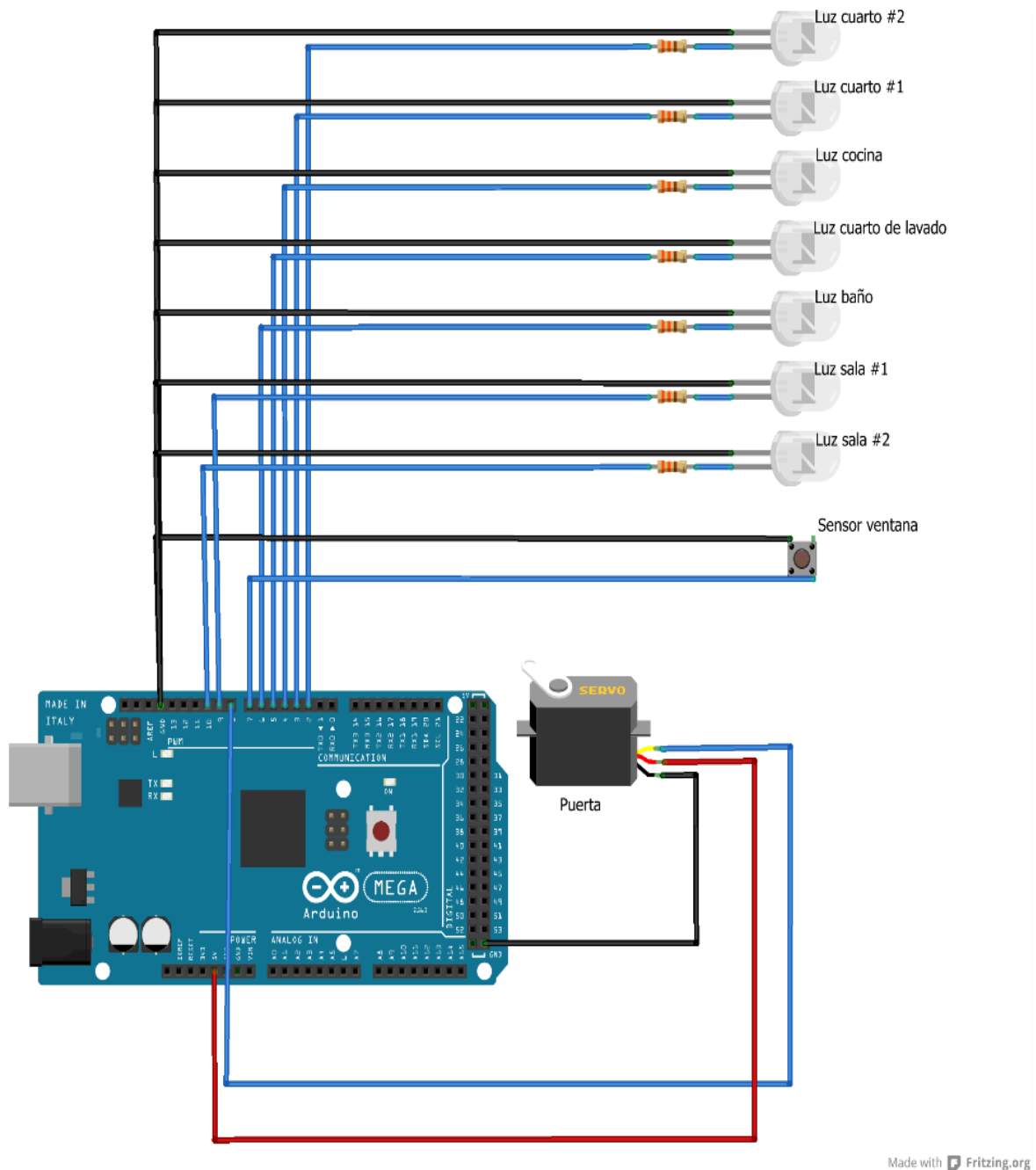


Figura 10. Diagrama de conexiones de cada elemento con los pines PWM.

El siguiente es un esquemático (véase Figura 11) de las conexiones de la tarjeta Arduino con los sensores y dispositivos conectados, de igual manera fue desarrollado con el software fritzing.

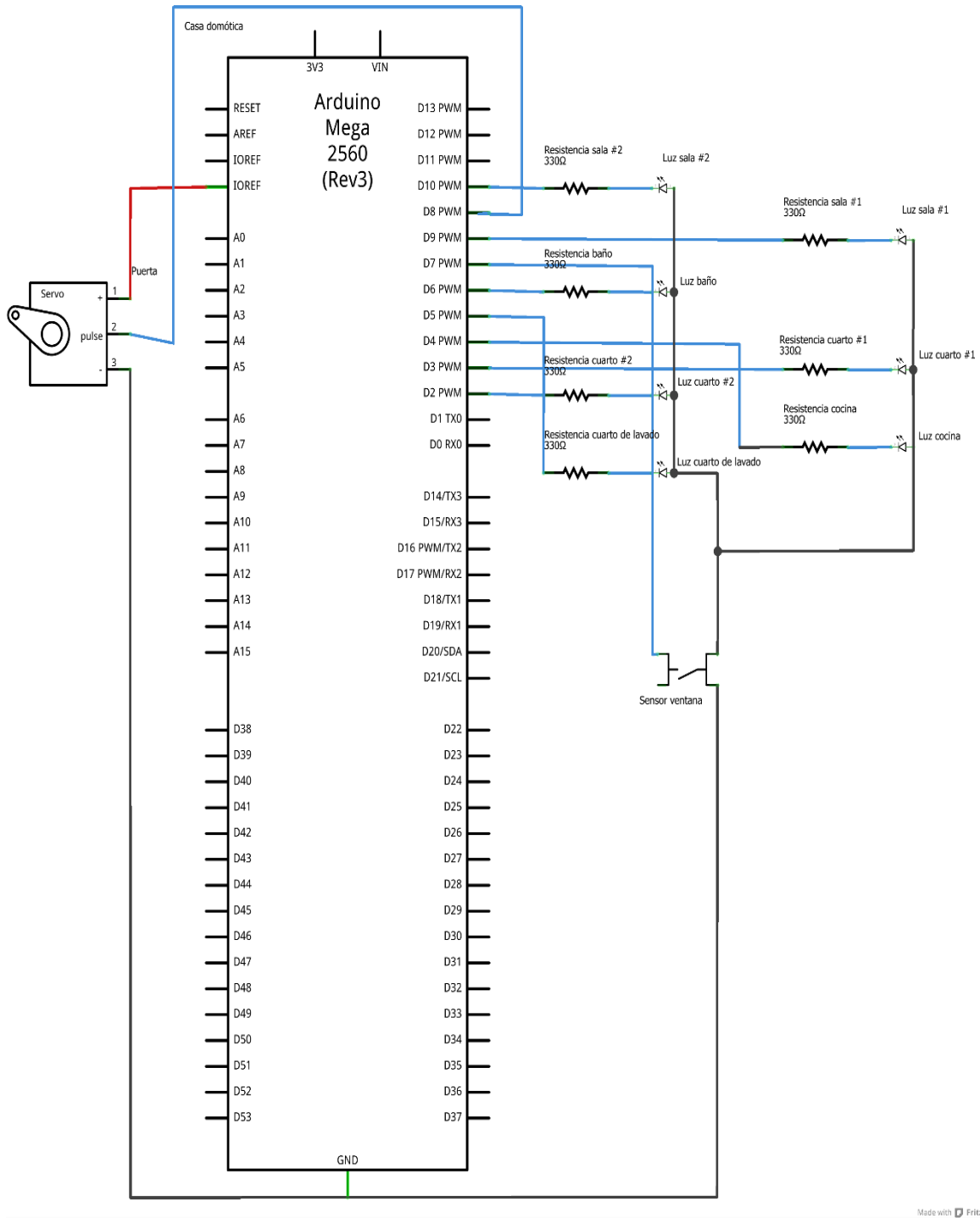
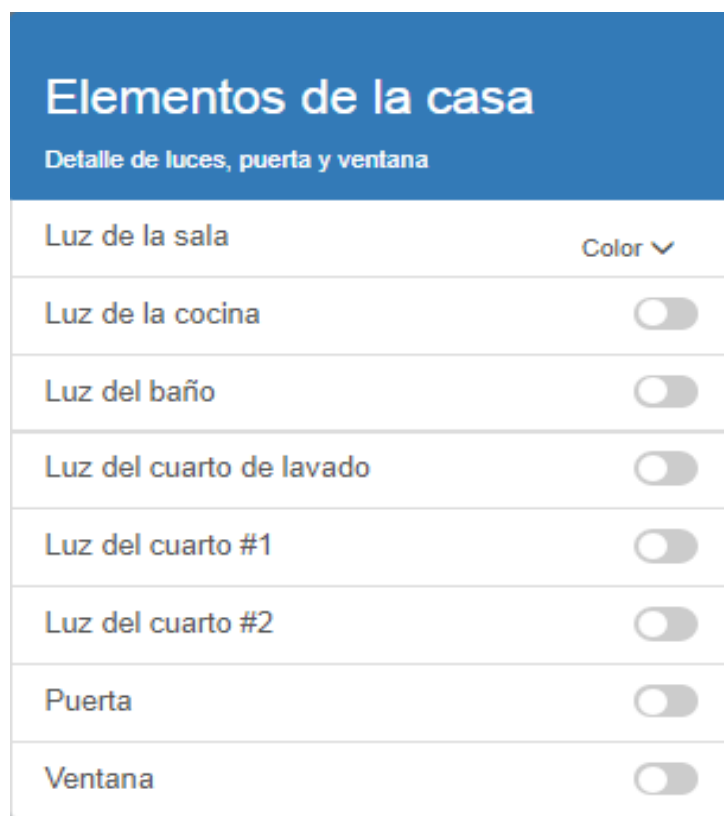


Figura 11. Esquemático de conexiones de cada elemento con los pines PWM.

También se desarrolló un menú del sistema que contiene los elementos especificados con un botón deslizable programado en jQuery en conjunto con HTML (véase Figura 12) en el que actualiza, controla y visualiza el estado actual en el que se encuentra el o los elementos de la casa domótica, se puede ver en la Figura 13 la activación de la mayoría de los elementos controlados desde el menú, en el que el usuario puede controlarlo haciendo click sobre el botón deslizable para activar o desactivar el elemento de la casa domótica, en la Figura 14 se visualiza gráficamente el cambio de estado de la puerta, ya sea en estado de abierto (véase Figura 15) o cerrado, de igual manera puede el usuario hacer click sobre la imagen de la puerta para cerrarla o abrirla, en el caso de la ventana solo se visualizara su estado en la interfaz gráfica y en el menú de estados de la casa domótica cuando el usuario cierre (véase Figura 16) o abra (véase Figura 17) la ventana físicamente.



Elementos de la casa	
Detalle de luces, puerta y ventana	
Luz de la sala	Color ▾
Luz de la cocina	<input type="checkbox"/>
Luz del baño	<input type="checkbox"/>
Luz del cuarto de lavado	<input type="checkbox"/>
Luz del cuarto #1	<input type="checkbox"/>
Luz del cuarto #2	<input type="checkbox"/>
Puerta	<input type="checkbox"/>
Ventana	<input type="checkbox"/>

Figura 12. Menú que controla y visualiza los estados de los elementos.

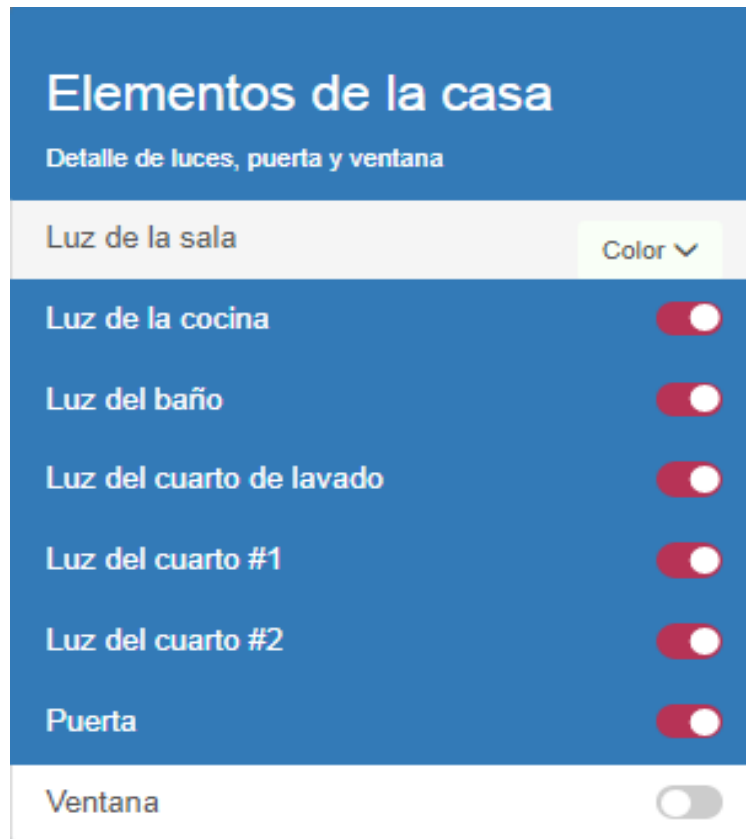


Figura 13. Menú que controla y visualiza con diferentes estados.



Figura 14. Visualización y control de la puerta en estado de cerrado con mensaje.

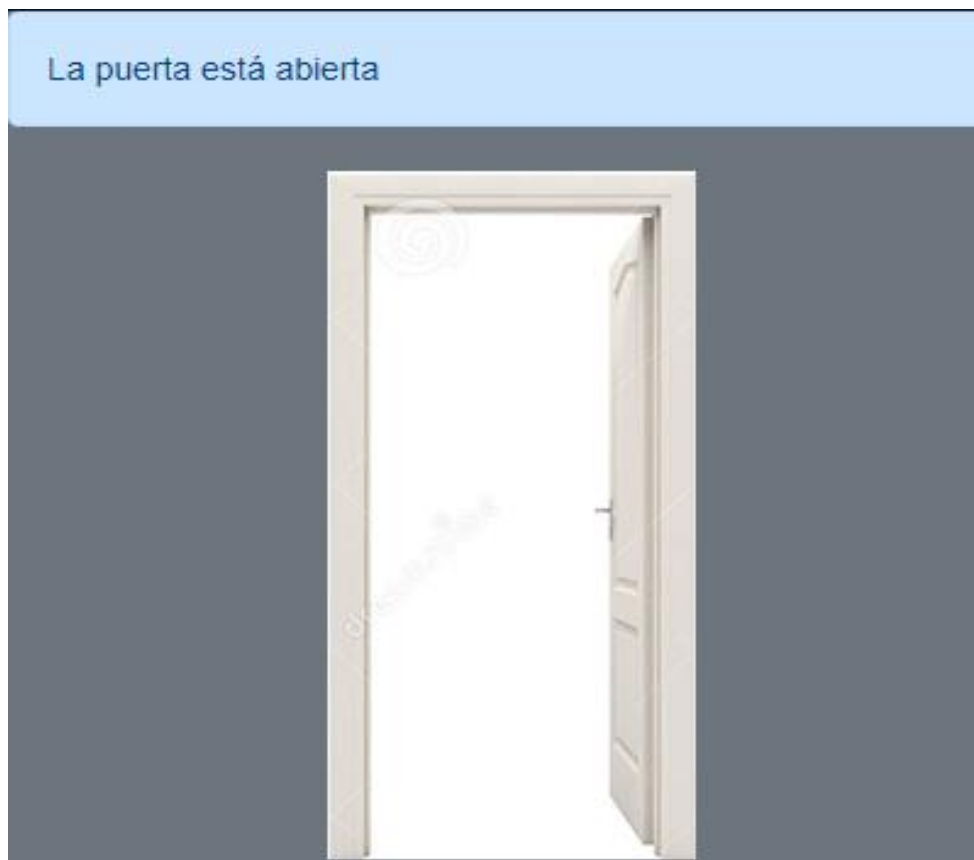


Figura 15. Visualización y control de la puerta en estado de abierto con mensaje.



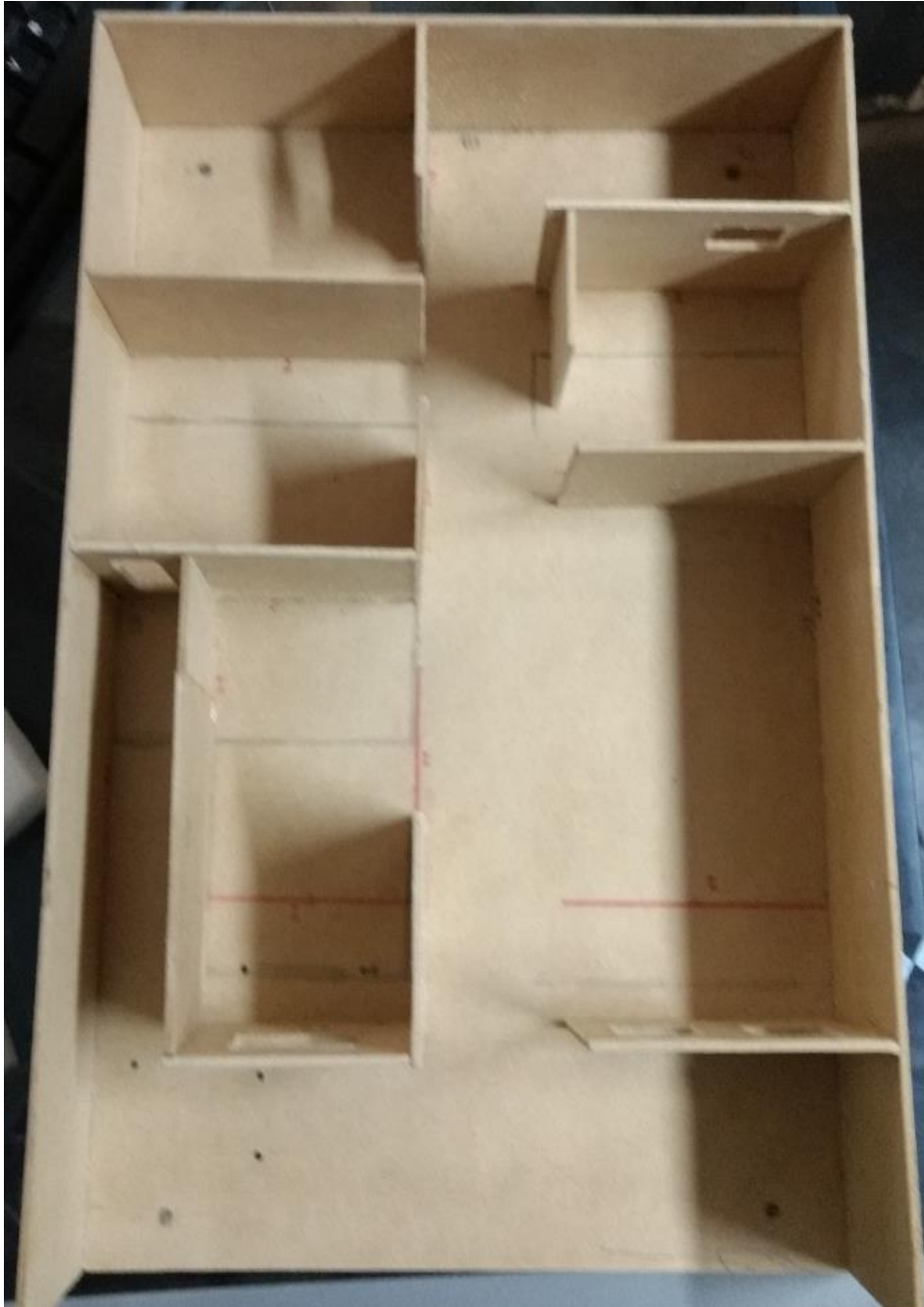
Figura 16. Visualización de la ventana en estado de cerrado con mensaje.



*Figura 17. Visualización de la ventana en estado de abierto con mensaje.*

### **4.3. Implementación**

Tras diseñar el plano, se procedió con la construcción de la estructura de la maqueta con madera de nombre MD5 (véase Figura 18) y se comenzó a colocar la instalación eléctrica que está compuesta por cable de red UTP destrenzado, después se perforó la base para que los cables atravesen la madera que conecta a los pines PWM de la tarjeta Arduino mega 2560 (véase Figura 19 y Figura 20).



*Figura 18. Estructura de madera de la casa conformada por MD5.*



Figura 19. Tarjeta Arduino Mega 2560.

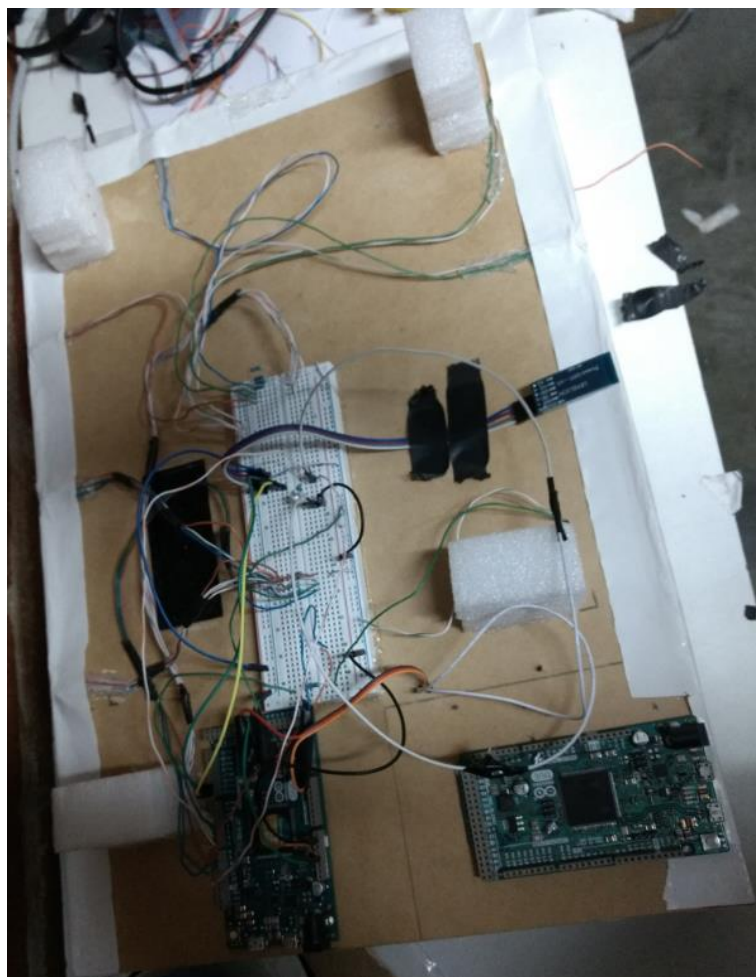


Figura 20. Estructura de madera con cableado de la instalación eléctrica.

La Figura 21 muestra un diagrama por bloques, el cual presenta el proceso que tiene el sistema en general, en primera instancia se tiene la interacción entre el equipo de cómputo con Node js, en relación a la ejecución del script “app.js”. En la que se crea una conexión y una comunicación serial – USB con Arduino Mega 2560, Node js conecta con PubNub por medio de las llaves implementadas que se pueden ver en la Figura 29, en la que hace el envío de datos a través de JQuery que a su vez envía los identificadores a la aplicación web, para ejecutar los cambios dentro de la interfaz gráfica para la transición del cambio de estado hacia la tarjeta Arduino Mega 2560, que realiza los cambios físicos en referencia al **estado** de los elementos del hogar tales como la activación de la luz LED de cada una de las habitaciones, al servo motor de la puerta y la apertura o cierre del sensor magnético de la ventana.

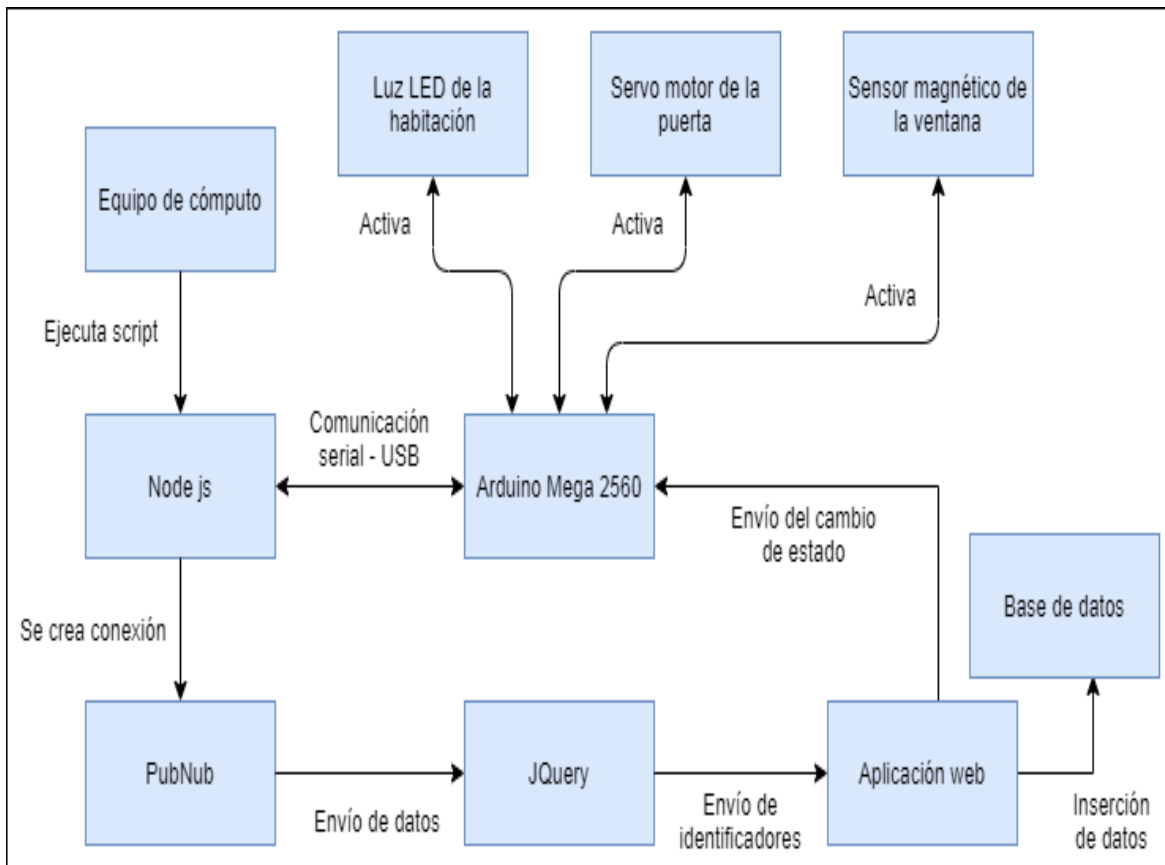


Figura 21. Diagrama por bloques.

Para este proyecto se instaló Xampp [32], que es un paquete de software libre que cuenta con una distribución Apache completamente gratuita que contiene MariaDB y PHP para la gestión de base de datos, una vez instalado Xampp se crea la carpeta del proyecto que va a contener la aplicación web dentro de la carpeta de Xampp htdocs, esto con el fin de que la aplicación web se pueda conectar de manera local a la base de datos de nombre “casa” que contiene la única tabla llamada “lista” con los campos en el que se van a almacenar cada uno de los datos sobre el cambio de estados de cada elemento de la casa que se puede visualizar y controlar, como por ejemplo, el nombre del elemento, el estado en el que se encuentra y la fecha en que ocurre el cambio de estado (véase Figura 22), el siguiente paso es descargar el ejecutable e instalar Node js versión 6.15.0 [12] el cual tiene integrado npm que es un gestor para la instalación de módulos para agregarlos a los proyectos realizados con Node js, en este caso se instaló los módulos de Johnny Five (véase Figura 23) para la interacción de la aplicación web por medio de JavaScript con la tarjeta Arduino y por último el módulo Pubnub en su versión 3.15.2 (véase Figura 24) en la que establece una interconexión en tiempo real entre la aplicación web que contiene la interfaz gráfica y la tarjeta Arduino que controla todos los elementos establecidos del hogar domótico. La herramienta que se ocupó para la instalación de los módulos por consola fue CMDER que se puede descargar de manera gratuita en el sitio <https://cmdr.net>



The image shows a screenshot of a database table structure. The table is named 'casa lista'. It has four columns: 'id' (integer, 100), 'elemento' (varchar, 100), 'estado' (varchar, 100), and 'fecha' (varchar, 100). The 'id' column is marked as a primary key with a key icon.

id	elemento	estado	fecha
id : int(100)	elemento : varchar(100)	estado : varchar(100)	fecha : varchar(100)

Figura 22. Base de datos de nombre “casa” con la tabla “lista”.

```

C:\xampp\htdocs\casa_final (casa_final@1.0.0)
λ npm install johnny-five
> @serialport/bindings@2.0.8 install C:\xampp\htdocs\casa_final\node_modules\@serialport\bindings
> prebuild-install --tag-prefix @serialport/bindings@ || node-gyp rebuild

npm WARN casa_final@1.0.0 No description
npm WARN casa_final@1.0.0 No repository field.

+ johnny-five@1.3.1
added 82 packages from 51 contributors and audited 288 packages in 37.872s
found 0 vulnerabilities

```

Figura 23. Instalación del módulo johnny-five con npm para Node js.

```

C:\xampp\htdocs\casa_final (casa_final@1.0.0)
λ npm install pubnub@3.15.2
casa_final@1.0.0 C:\xampp\htdocs\casa_final
`-- pubnub@3.15.2
   +- agentkeepalive@0.2.4
   `-- lodash@4.17.15

npm WARN casa_final@1.0.0 No description
npm WARN casa_final@1.0.0 No repository field.

C:\xampp\htdocs\casa_final (casa_final@1.0.0)

```

Figura 24. Instalación del módulo pubnub con npm para Node js.

Una vez desarrollada la interfaz gráfica, se procedió a agregar las librerías de bootstrap en su versión 3.3.7 con el fin de implementar los estilos para la vista de la aplicación, además, se agrega la librería de JQuery en su versión 3.4.0 para que se muestren los cambios en la interfaz gráfica de la aplicación web que en conjunto con AJAX y PHP, se inserta el cambio de estado de los elementos en la base de datos.

Para utilizar Pubnub es necesario crear una cuenta gratuita de usuario en <https://dashboard.pubnub.com/signup>, en el sitio ofrecen la opción de poder iniciar sesión vinculando una cuenta de Google. A continuación, se describe como crear llaves de Pubnub para agregarlas al proyecto.

Una vez iniciada la sesión se mostrara un menú lateral en el que se puede ver la opción de APPS (véase Figura 25), se debe hacer click sobre esa opción y hacer click sobre el botón rojo “CREATE NEW APP”, después se abrirá una ventana en la que se solicita el nombre que llevara la aplicación (véase Figura 26) y se debe seleccionar el tipo de aplicación con opción para poder administrarla más adelante, en seguida hacer click sobre CREATE, inmediatamente aparecerá un menú en el que se muestran todas las aplicaciones de Pubnub creadas hasta ese momento, para poder ver la llave se debe hacer click sobre la aplicación que se creó recientemente (véase Figura 27).

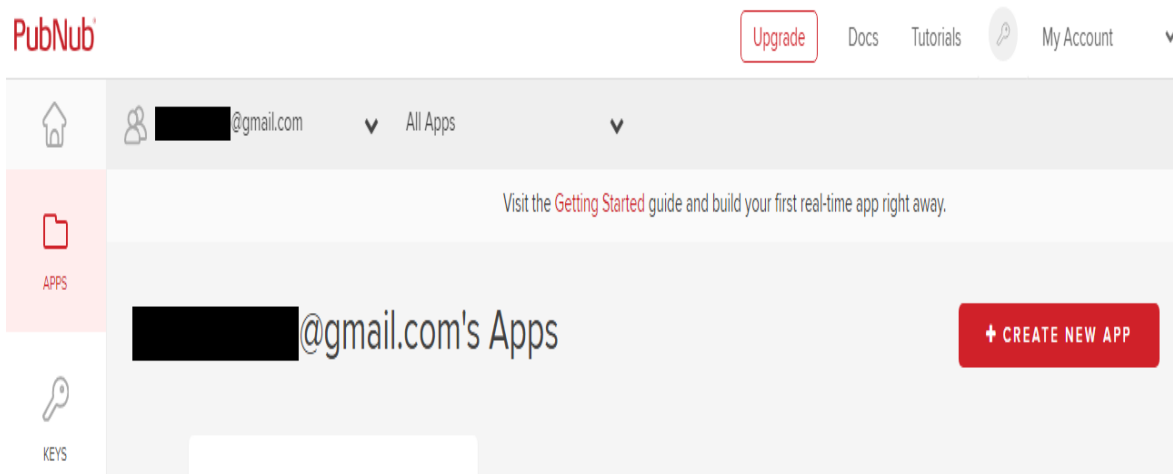


Figura 25. Sitio web de Pubnub seleccionando la opción APPS para crear una aplicación.

## Create a New App

---



### Select an app name

An app is a folder name for organizing your keys. The app name can be changed later.

Casa\_final

### Select an app type

This lets us better tailor your developer and administration experience.

 <p><b>Chat App</b> <input type="radio"/></p> <p>Easily build, deploy and expand private or team chat solution.</p>	 <p><b>Other Messaging Use Cases</b> <input checked="" type="radio"/></p> <p>Location tracking, live notification and updates, IoT device control and other cool apps.</p>
--	---

X CANCEL

CREATE

Figura 26. Sección de ingreso del nombre de la aplicación.

Después de hacer click en la aplicación se mostrará otro menú que señala las especificaciones y las llaves de la aplicación (véase Figura 28), para poder copiar las llaves (PUBLISH KEY – SUBSCRIBE KEY) se debe hacer click sobre el cuadro de las llaves y copiar.

PubNub

The screenshot shows the PubNub dashboard interface. At the top left is the PubNub logo. The top navigation bar includes a home icon, a user profile icon with a redacted email address, and a dropdown menu labeled 'All Apps'. A left sidebar contains navigation icons for 'APPS' (highlighted in red), 'KEYS', 'FUNCTIONS', 'USAGE', and 'REALTIME ANALYTICS'. The main content area displays the title of the selected application, 'Casa\_final', and a summary table of its statistics.

MESSAGES	KEYS
0	1

Figura 27. Menú que despliega todas las aplicaciones de Pubnub creadas.

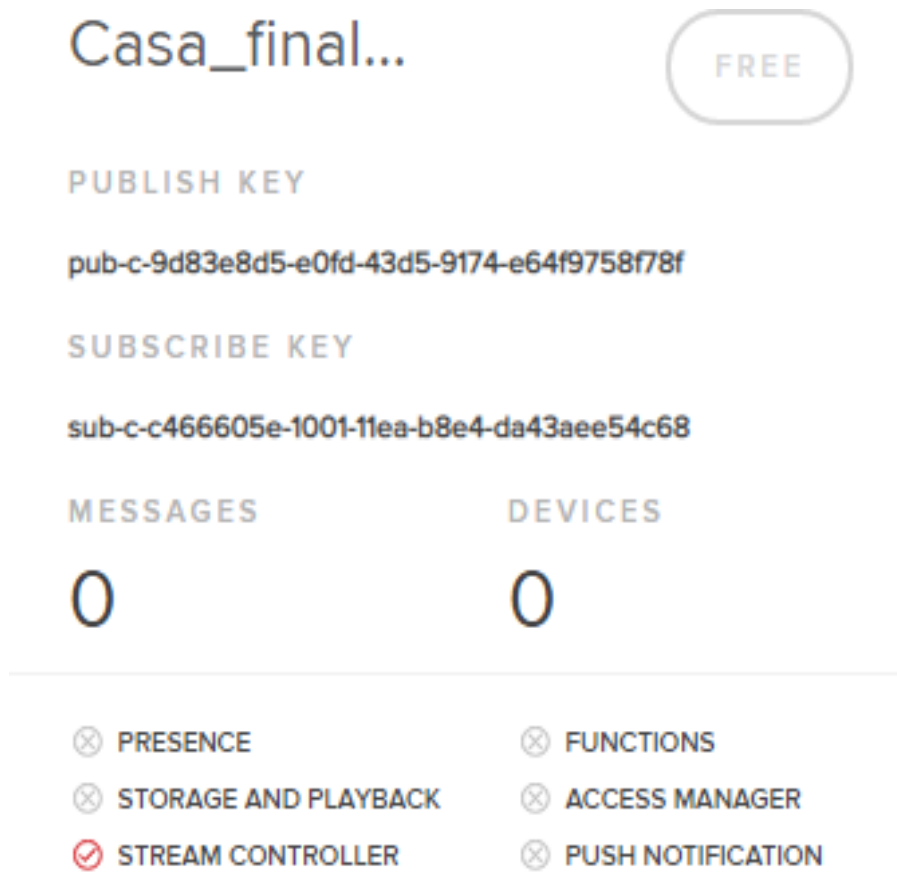


Figura 28. Sección que muestra las llaves de la aplicación de Pubnub.

El siguiente paso que se debe seguir después de generar las llaves consiste en la implementación de estas, se deben insertar en un archivo de JavaScript y crear una variable que las va a contener para poder ocuparlas más adelante (véase Figura 29), ya que sin las llaves no podrá ejecutarse la interacción entre la aplicación web y la tarjeta Arduino. Cabe mencionar que se debe utilizar una función propia de Pubnub de nombre “subscribe” (véase Figura 30) para definir la función que contiene el canal “channel” inicializado como “var channel = 'hue-clone';”, de igual forma se agrega la función initData (véase Figura 31), setData (véase Figura 32) para la comunicación entre Pubnub – Johnny Five y este con la tarjeta Arduino Mega 2560.

La función setData recibe un parámetro que trabaja con las condicionales que a su vez, interactúa con las variables que se correlacionan con las funciones propias de Johnny Five on y off (véase Figura 32).

```

1 var pubnub = PUBNUB.init({
2     publish_key: 'pub-c-9d83e8d5-e0fd-43d5-9174-e64f9758f78f',
3     subscribe_key: 'sub-c-c466605e-1001-11ea-b8e4-da43aee54c68'
4 });
5
6

```

Figura 29. Implementación de las llaves de Pubnub para la aplicación web.

```

pubnub.subscribe({
  channel: channel,
  callback: setData,
  connect: initData,
  error: function(err) {console.log(err);}
});

```

Figura 30. Implementación de la función "subscribe".

```

function initData(){
  pubnub.history({
    channel: channel,
    count: 1,
    callback: function(messages) {
      messages[0].forEach(function(m) {

      });
    }
  });
}

```

Figura 31. Implementación de la función "initData".

```

function setData(m) {
  if(m.cocina !== undefined)
  {
    if(m.cocina)
    {
      led_cocina.on();
      console.log('La luz de la cocina esta encendida. ');
    }
    else
    {
      led_cocina.stop().off();
      console.log('La luz de la cocina esta apagada. ');
    }
  }
}

```

Figura 32. Función set (setData) que recibe un parámetro.

Después se establecen e inicializan las variables de los elementos que se accionarán dentro del archivo de JavaScript en el que recibirán control por medio de la librería Johnny Five para poder interactuar con la tarjeta Arduino (véase Figura 33). A continuación se explica el funcionamiento de las variables ocupadas por Johnny Five, por ejemplo se toma la variable “led\_cocina” que establece la vinculación hacia la luz LED del cuarto de la cocina, como se puede apreciar en la Figura 33 se crea una nueva instancia de Johnny-five seguido de la palabra reservada “Led” esta es propia también de Johnny-five y después se asigna el número que ocupara el diodo LED, este número hace referencia al pin de la tarjeta Arduino mega 2560 PWM en este caso es el número cinco, en el caso de la puerta se ocupa la palabra reservada “Servo” seguida del número del pin PWM número nueve, después se inicializa la posición de la puerta con la palabra reservada “to” en la posición cero del servo motor, la ventana se establece como un botón con la palabra reservada “Button” con su pin PWM número ocho, pero en este caso se le añade el pin PWM número trece que genera corriente para su funcionamiento.

```
1  var five = require('johnny-five');
2
3  five.Board().on('ready', function() {
4    console.log('ready');
5
6    var led_bano = new five.Led(7);
7    var led_lavavo = new five.Led(6);
8    var led_cocina = new five.Led(5);
9    var led_c1 = new five.Led(4);
10   var led_c2 = new five.Led(3);
11   var puerta = new five.Servo(9);
12   puerta.to(0);
13   var ventana = new five.Button(8);
14   var ventana_corriente = new five.Led(13);
```

Figura 33. Inicialización de variables.

Firmata es un protocolo genérico para la comunicación con microcontroladores desde software instalado en una computadora o dispositivo, Firmata se puede implementar en cualquier arquitectura de microcontroladores y para este proyecto de desarrollo su objetivo es controlar la tarjeta Arduino. El formato de comunicación de datos utiliza mensajes MIDI pero no implementa la estructura de forma completa.

Para poder usar el protocolo Firmata es necesario tener el IDE de desarrollo de Arduino que, para este caso se utiliza la versión 1.8.3, una vez ejecutado el IDE, en el apartado de “Archivo/Ejemplos/Firmata/StandardFirmata” se localizara el código del protocolo Firmata en su versión 2.1 (véase Figura 34) solo se hace click sobre la opción de StandardFirmata y enseguida se desplegara en la pantalla principal del IDE para poder implementarlo en la tarjeta Arduino Mega 2560. Para poder implementarlo es necesario que la tarjeta Arduino Mega 2560 se encuentre conectada a la computadora que contiene el IDE de desarrollo, para que este pueda compilar el código (primero revisa si existen errores de sintaxis o errores lógicos) y posteriormente, poder cargarlo a la tarjeta Arduino Mega.

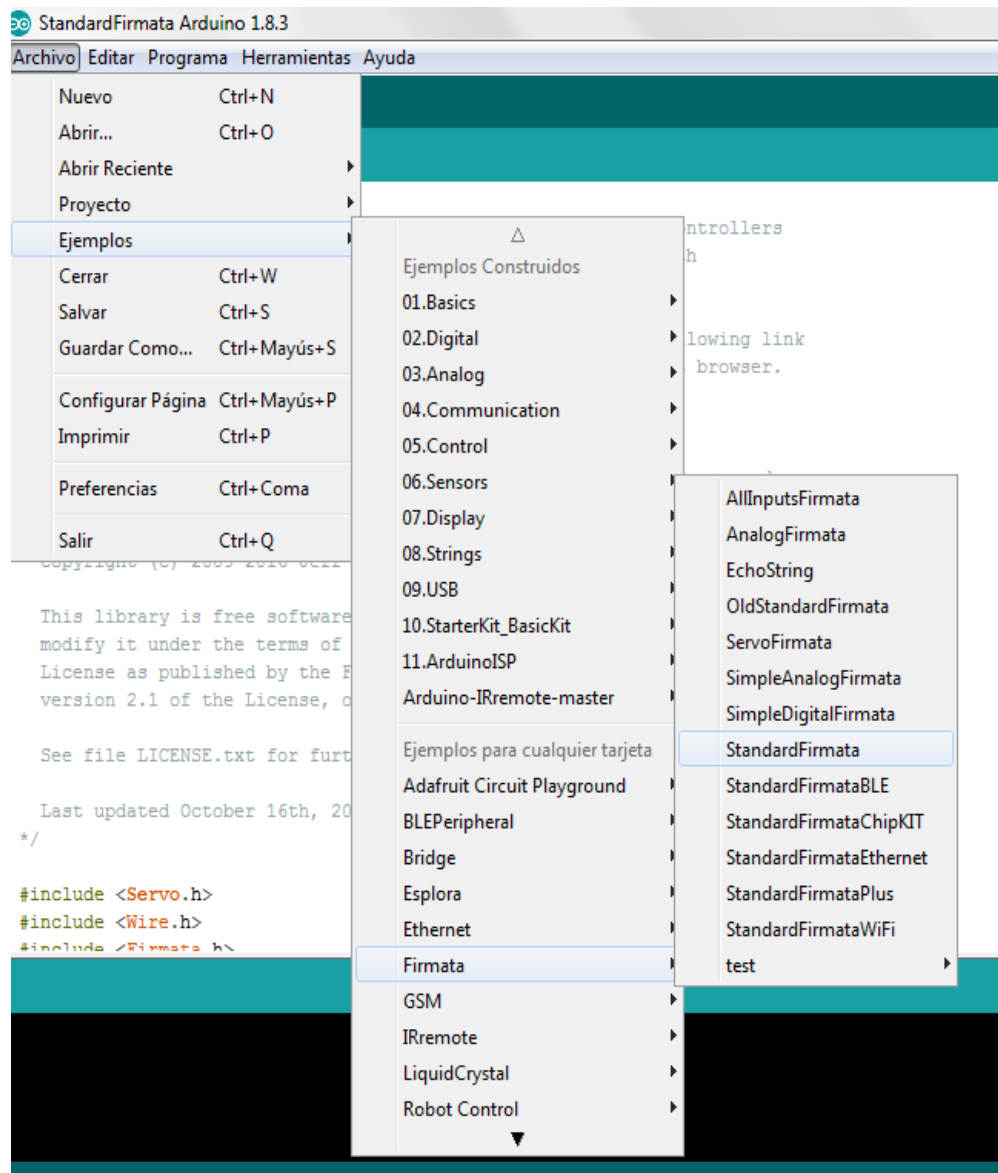


Figura 34. Protocolo Firmata por medio del IDE de desarrollo para Arduino.

La conexión a la base de datos se establece a través de PHP, por medio de una clase llamada Conexión que contiene las variables que a su vez fijan los valores, como por ejemplo, el nombre del host al que se va a conectar, que en este caso es localhost por medio del puerto 8282, el nombre de la base de datos que contiene la tabla “lista”, el usuario con privilegios que está asociado al control de la base de datos llamado root y la contraseña para acceder a la base de datos. Utilizando la extensión de datos de PHP (PHP Data Object - PDO) define una interfaz ligera para poder acceder a la base de datos. En la parte de la inserción de datos se ocupa un

arreglo que define las variables que contienen los valores establecidos por medio del método POST, en el cual, contienen el número id del elemento, el nombre del elemento, el estado en el que se encuentra el elemento y la fecha en la que cambió de estado el elemento para que puedan ser insertados en la tabla hacia los campos correspondientes, por ultimo para mostrar la tabla en la interfaz gráfica de la aplicación, se tiene un botón llamado “Ver tabla” (véase Figura 35) que despliega un modal en el cual contiene un archivo PHP que retorna la representación JSON del valor dado, es decir, de los datos contenidos en la tabla “lista” de la base de datos de la aplicación web.



*Figura 35. Botón que despliega la tabla con la información de los estados.*

Contando con los archivos de PHP ya programados para la inter comunicación de la base de datos en conjunto con los elementos de la casa domótica, lo siguiente es programar la interacción de la aplicación web con el archivo que ejecuta la inserción de los datos relacionados a los elementos del hogar. Para este proceso se utiliza AJAX (Asynchronous JavaScript And XML - JavaScript asíncrono y XML) que consiste en una tecnología asíncrona, esto significa que los datos adicionales solicitados al servidor no interfieren con el funcionamiento de la aplicación web, además con AJAX podemos ejecutar el archivo PHP por medio de JQuery. Empieza con la asociación del id del elemento (que se genera en el archivo HTML de la aplicación web), después, el id del elemento se define en conjunto con la función “click” junto con el id del elemento “recorte2” que pertenece a la luz de la sala, enseguida se establece una condición que pregunta si el elemento que contiene el id tiene la clase “cuartooscuro”, en caso de que sea verdadero, envía los datos por medio de un método POST en el que señala el nombre del elemento y el estado

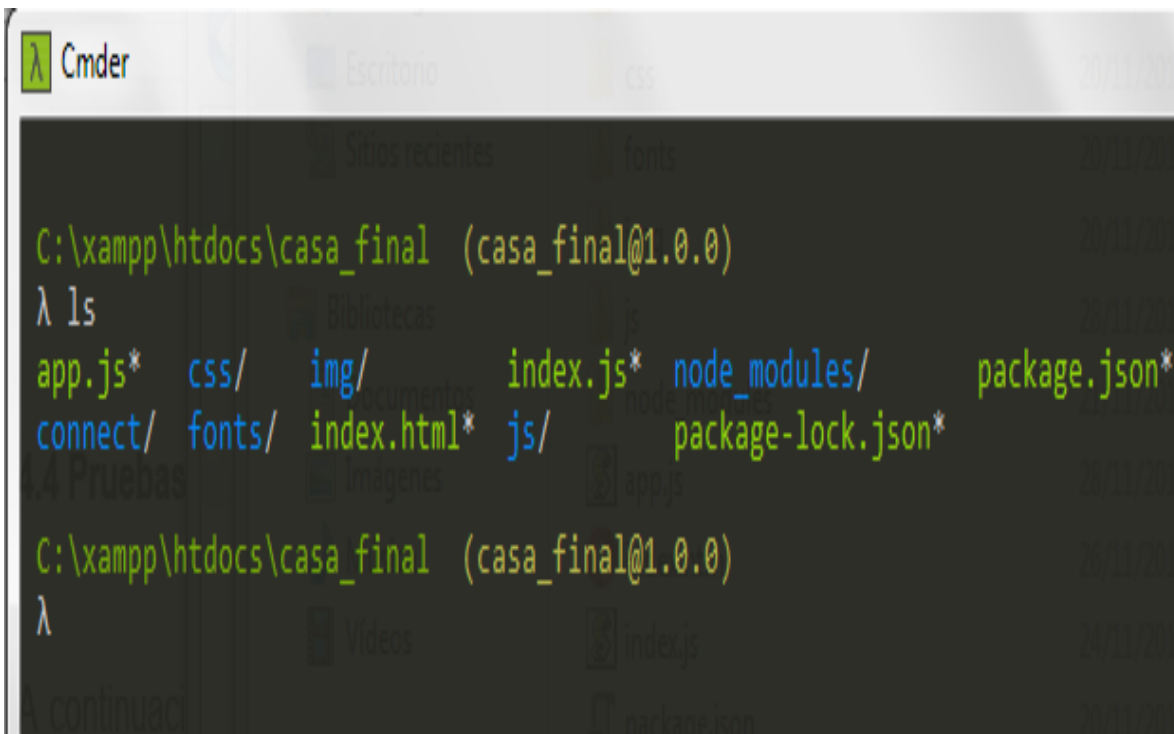
que en este caso es “Apagado” (véase Figura 36) al archivo PHP “insertar.php”, en caso contrario se insertan los mismos datos con excepción del estado que cambia por “Encendido” todo esto gracias a la tecnología AJAX.

```
1  $(document).ready(function(){
2      $('#recorte2').click(function(){
3          if($('#recorte2').hasClass('cuartooscuro')){
4              $.ajax({url: "connect/insertar.php",
5                  type: "POST",
6                  data: {elemento : "Luz_sala",
7                      estado: "Apagado"
8                  },
9                  success: function(result){
10
11                      });
12          }
13          else
14          {
15              $.ajax({url: "connect/insertar.php",
16                  type: "POST",
17                  data: {elemento : "Luz_sala",
18                      estado: "Encendido"
19                  },
20                  success: function(result){
21
22                      });
23          }
24      });
25  });
```

Figura 36. AJAX interactúa con el archivo de PHP “insertar.php”.

#### 4.4 Pruebas

A continuación, se muestran capturas y fotografías sobre el funcionamiento de la aplicación web junto con el modelo del hogar domótico. En primer lugar se debe abrir una consola (CMD) en el cual se ejecuta el script dentro del directorio de la aplicación web que contiene la programación lógica con JavaScript y Johnny Five de los elementos de la casa, en este caso se ejecuta el archivo “app.js” (véase Figura 37).



```

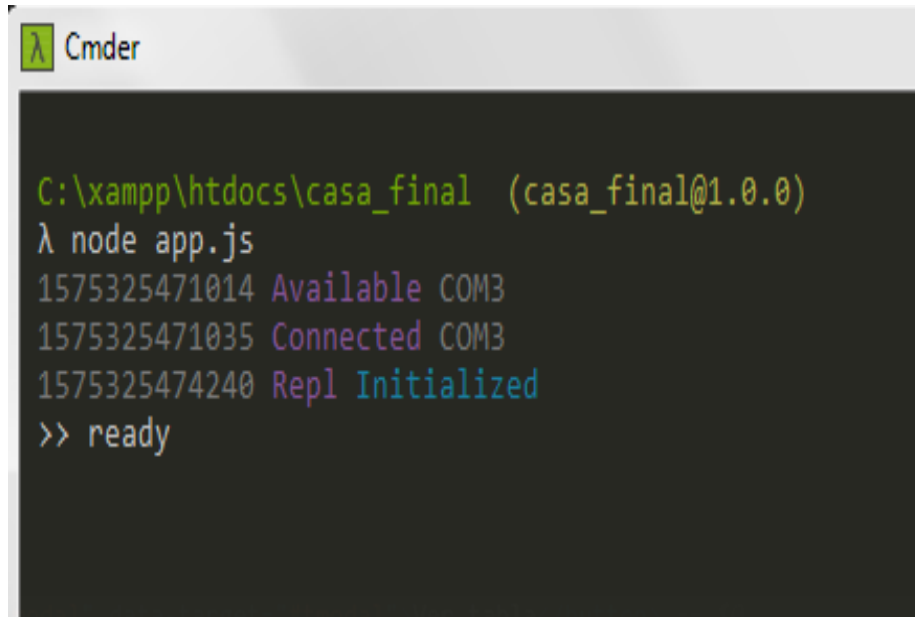
C:\xampp\htdocs\casa_final (casa_final@1.0.0)
λ ls
app.js*  css/  img/  index.js*  node_modules/  package.json*
connect/  fonts/  index.html*  js/  package-lock.json*

C:\xampp\htdocs\casa_final (casa_final@1.0.0)
λ

```

Figura 37. Ubicación del archivo “app.js” con CMD.

El siguiente paso es conectar el hogar domótico por medio del puerto USB con el equipo de cómputo que contiene la aplicación web, después ejecutar el archivo “app.js” con el comando “node app.js”, aquí se establece una comunicación por medio del puerto serial que, automáticamente, ejecuta la apertura de un puerto COM3 (véase Figura 38) que sirve para establecer la comunicación entre la tarjeta Arduino y el modelo de la casa por medio de datos, cuando la consola indica el mensaje de “ready” (véase Figura 38), quiere decir que el servidor se está ejecutando satisfactoriamente y listo para ser usado.

A screenshot of a Windows Command Prompt window titled "Cmder". The window shows the following text:

```
C:\xampp\htdocs\casa_final (casa_final@1.0.0)
λ node app.js
1575325471014 Available COM3
1575325471035 Connected COM3
1575325474240 Repl Initialized
>> ready
```

*Figura 38. Ejecución del script "app.js" listo para usarse.*

Se procede a comprobar la interacción de la aplicación web con el hogar. Por medio del diagrama de los diferentes ambientes de la casa, se hace click sobre todas y cada una de las habitaciones del hogar para encender las luces, esta acción conlleva también a la inserción de la información de los elementos a la base de datos, se debe hacer click sobre la imagen de la puerta para poder abrirla y físicamente se debe abrir la ventana para que la aplicación web detecte y muestre el estado en que se encuentra (véase Figura 39).

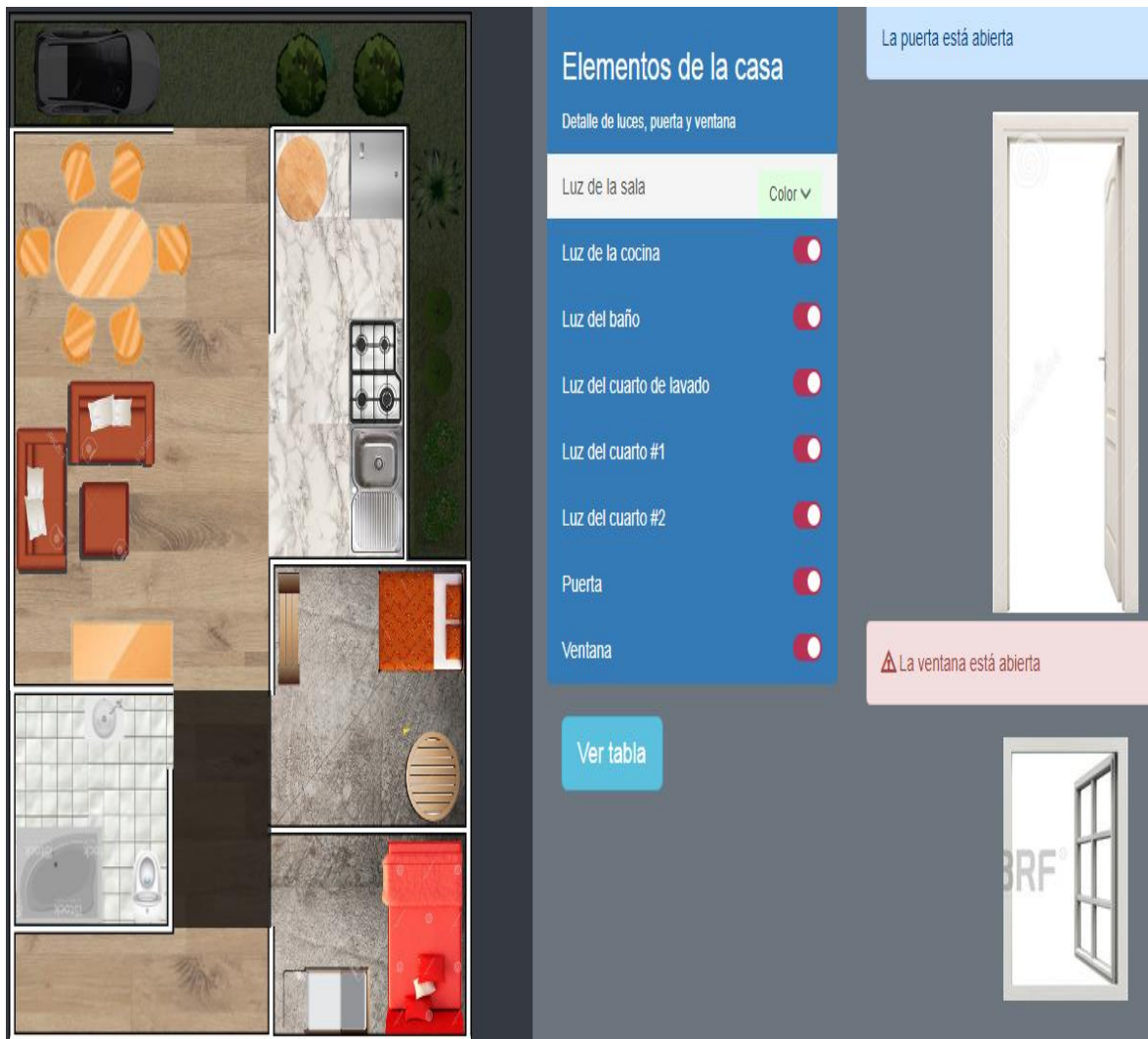


Figura 39. Interfaz gráfica de la aplicación web en uso.

En la Figura 40, se muestra una fotografía del modelo de la casa con el resultado de las acciones ejecutadas en la Figura. 39, es decir, con las luces encendidas, la puerta y ventana abierta. En seguida, se verifica la información de la base de datos haciendo click sobre el botón “Ver tabla” (véase Figura 35) por medio de un modal para visualizar la tabla con los datos automáticamente insertados en la base de datos tales como el id del elemento, nombre, estado y fecha del cambio de estado del elemento (véase Figura 41). Para comprobar la información, se ejecuta phpmyadmin para ver la base de datos “casa” con la tabla “lista” (véase Figura 42).



*Figura 40. Modelo del hogar domótico en funcionamiento.*

## Tabla del estado de los elementos de la casa

Show **50** entriesSearch: 

Id	Elemento	Estado	Fecha
148	Luz_bano	Encendido	02-12-2019 18:16:19
149	Luz_lavado	Encendido	02-12-2019 18:16:19
150	Luz_cocina	Encendido	02-12-2019 18:16:20
151	Luz_cuarto #1	Encendido	02-12-2019 18:16:20
152	Luz_cuarto #2	Encendido	02-12-2019 18:16:21
153	Puerta	Abierta	02-12-2019 18:16:22
154	Ventana	Abierta	02-12-2019 18:16:27
155	Puerta	Cerrada	02-12-2019 18:16:53
156	Ventana	Cerrada	02-12-2019 18:16:55
157	Luz_cuarto #2	Apagado	02-12-2019 18:17:04
158	Luz_cuarto #1	Apagado	02-12-2019 18:17:05
159	Luz_cocina	Apagado	02-12-2019 18:17:05

Figura 41. Vista de la tabla con los datos insertados automáticamente.

id	elemento	estado	fecha
148	Luz_bano	Encendido	02-12-2019 18:16:19
149	Luz_lavado	Encendido	02-12-2019 18:16:19
150	Luz_cocina	Encendido	02-12-2019 18:16:20
151	Luz_cuarto #1	Encendido	02-12-2019 18:16:20
152	Luz_cuarto #2	Encendido	02-12-2019 18:16:21
153	Puerta	Abierta	02-12-2019 18:16:22
154	Ventana	Abierta	02-12-2019 18:16:27
155	Puerta	Cerrada	02-12-2019 18:16:53
156	Ventana	Cerrada	02-12-2019 18:16:55
157	Luz_cuarto #2	Apagado	02-12-2019 18:17:04
158	Luz_cuarto #1	Apagado	02-12-2019 18:17:05
159	Luz_cocina	Apagado	02-12-2019 18:17:05
160	Luz_bano	Apagado	02-12-2019 18:17:06
161	Luz_lavado	Apagado	02-12-2019 18:17:06

Figura 42. Visualización de la tabla desde phpmyadmin.

En este apartado se muestran varias capturas de pantalla de la aplicación web, cada una acompañada de una fotografía del hogar domótico de los elementos del modelo, en el cual refleja el resultado esperado que tiene la interacción de éste con la aplicación web en la zona de la derecha. Se debe tener una interacción física con la ventana, debido a que es la única que tiene un funcionamiento diferente ya que el usuario tiene que abrirla para que la aplicación web refleje el resultado de la acción, cabe mencionar que dentro de la aplicación web, el plano del hogar y el menú de elementos de la casa están vinculados entre sí, es decir que las

activaciones que se ejecuten en el plano de la casa se visualizaran en el menú y viceversa, de igual manera están vinculadas la imagen de la puerta y la imagen de la ventana con su correspondiente sección del menú de los elementos.

La Figura 43 muestra la activación de la luz del cuarto número dos en la que se hizo click con el botón izquierdo del mouse dentro de la aplicación web sobre la habitación antes mencionada, se ilumina la zona del plano de la casa que ha sido seleccionada y dentro del menú de “Elementos de la casa” se marca de color azul debido a la activación del botón deslizante del elemento seleccionado, reflejando el resultado que en este caso, es el encendido de la luz del cuarto número dos como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 43.

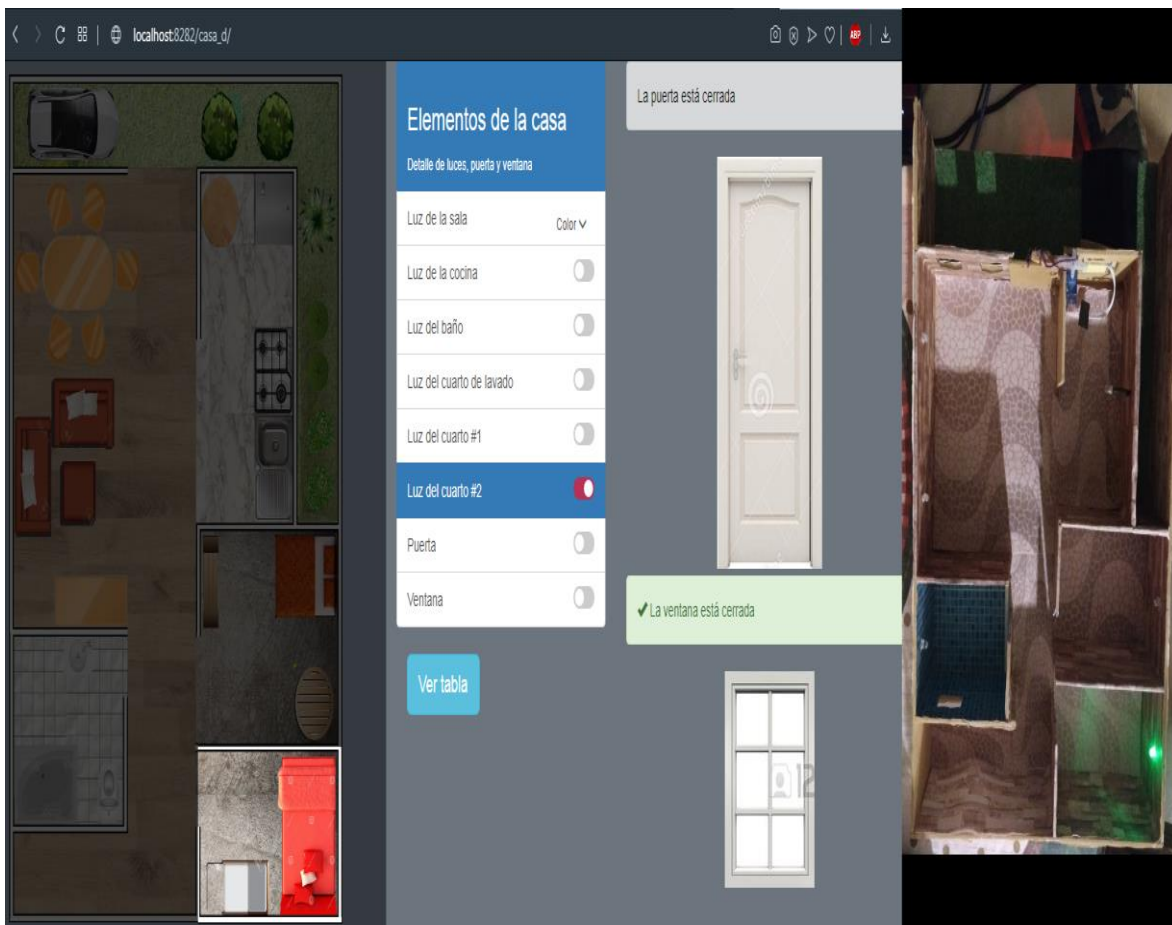


Figura 43. Activación de la luz del cuarto número dos con el resultado de la activación.

La Figura 44 muestra la activación de la luz del cuarto número uno en la que se hizo click dentro de la aplicación web sobre la habitación antes mencionada, se ilumina la zona del plano de la casa que ha sido seleccionada y dentro del menú de “Elementos de la casa” se marca de color azul debido a la activación del botón deslizante del elemento seleccionado, reflejando el resultado que en este caso, es el encendido de la luz del cuarto número uno como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 44.

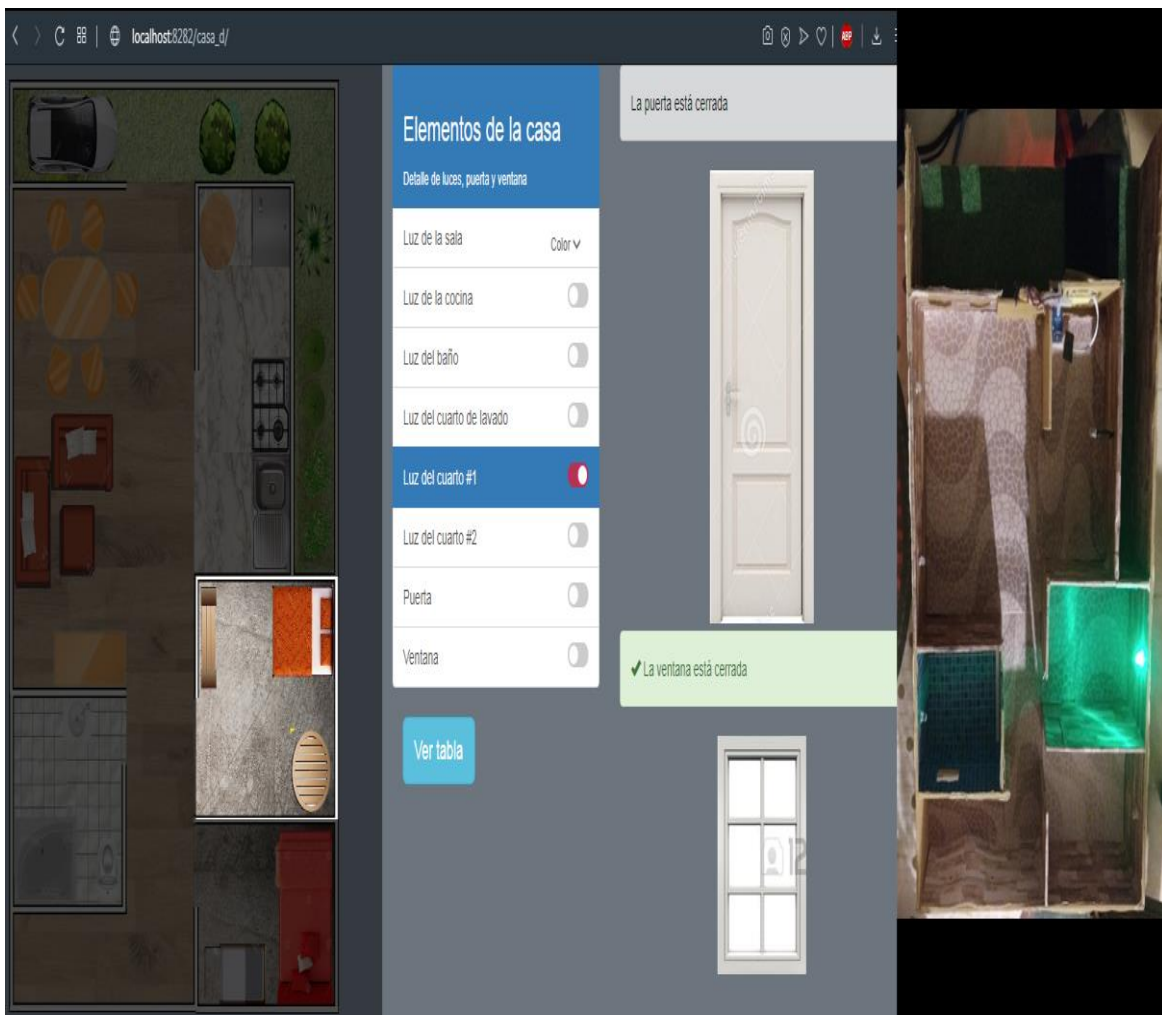


Figura 44. Activación de la luz del cuarto número uno con el resultado de la activación.

La Figura 45 muestra la activación de la luz de la cocina en la que se hizo click dentro de la aplicación web sobre la habitación antes mencionada, se ilumina la zona del plano de la casa que ha sido seleccionada y dentro del menú de “Elementos de la casa” se marca de color azul debido a la activación del botón deslizante del elemento seleccionado, reflejando el resultado que en este caso, es el encendido de la luz de la cocina como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 45.

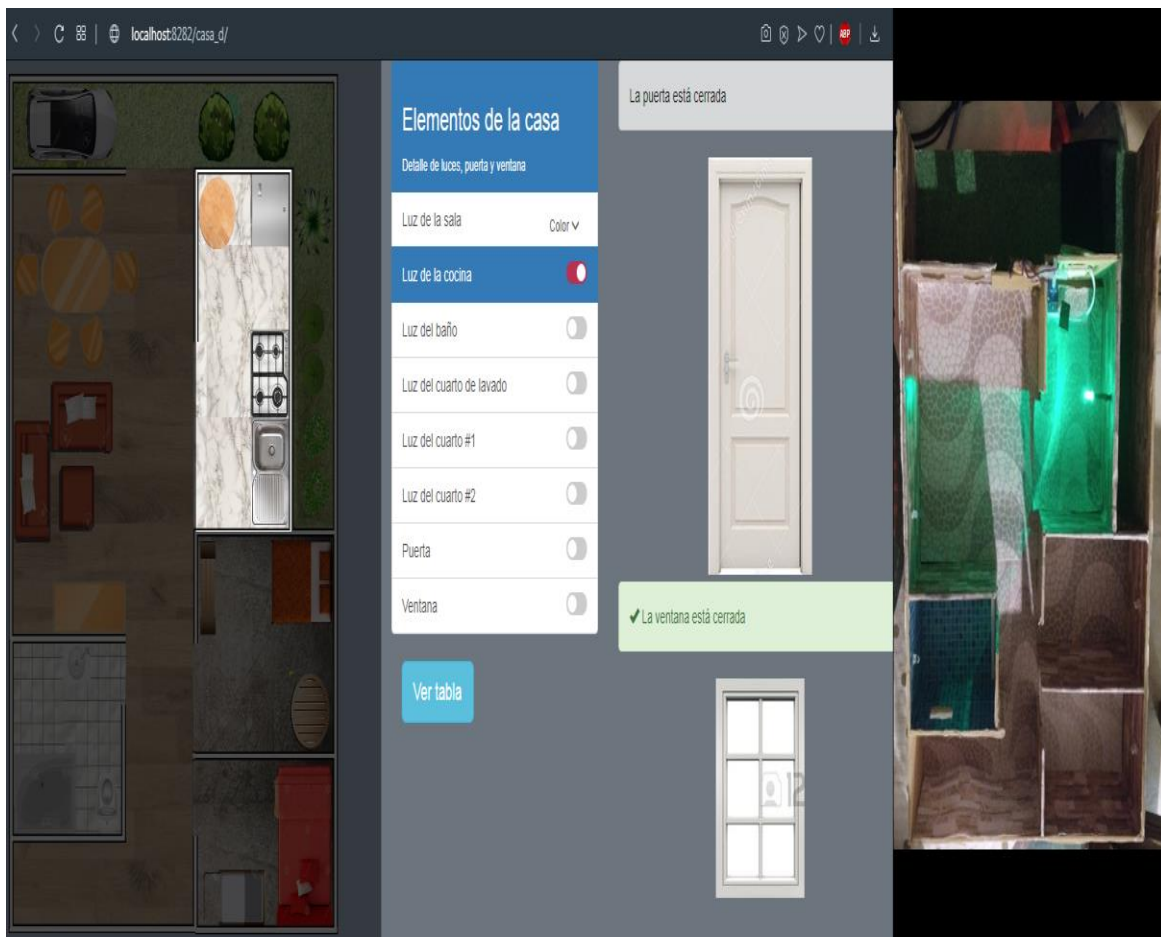


Figura 45. Activación de la luz de la cocina con el resultado de la activación.

La Figura 46 muestra la activación de la luz del cuarto de lavado en la que se hizo click dentro de la aplicación web sobre la habitación antes mencionada, se ilumina la zona del plano de la casa que ha sido seleccionada y dentro del menú de “Elementos de la casa” se marca de color azul debido a la activación del botón deslizante del elemento seleccionado, reflejando el resultado que en este caso, es el encendido de la luz del cuarto de lavado como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 46.

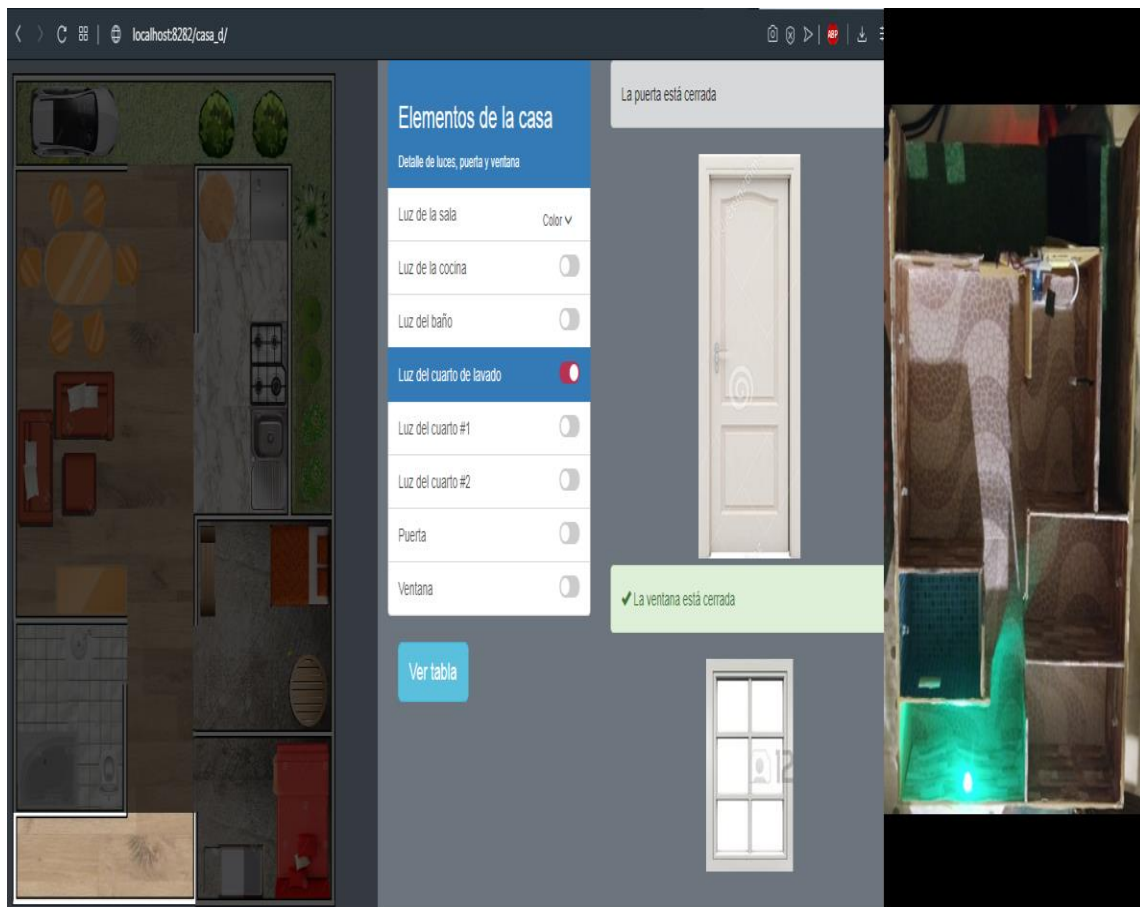


Figura 46. Activación de la luz del cuarto de lavado con el resultado de la activación.

La Figura 47 muestra la activación de la luz del baño en la que se hizo click dentro de la aplicación web sobre la habitación antes mencionada, se ilumina la zona del plano de la casa que ha sido seleccionada y dentro del menú de “Elementos de la casa” se marca de color azul debido a la activación del botón deslizante del elemento seleccionado, reflejando el resultado que en este caso, es el encendido de la luz del baño como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 47.

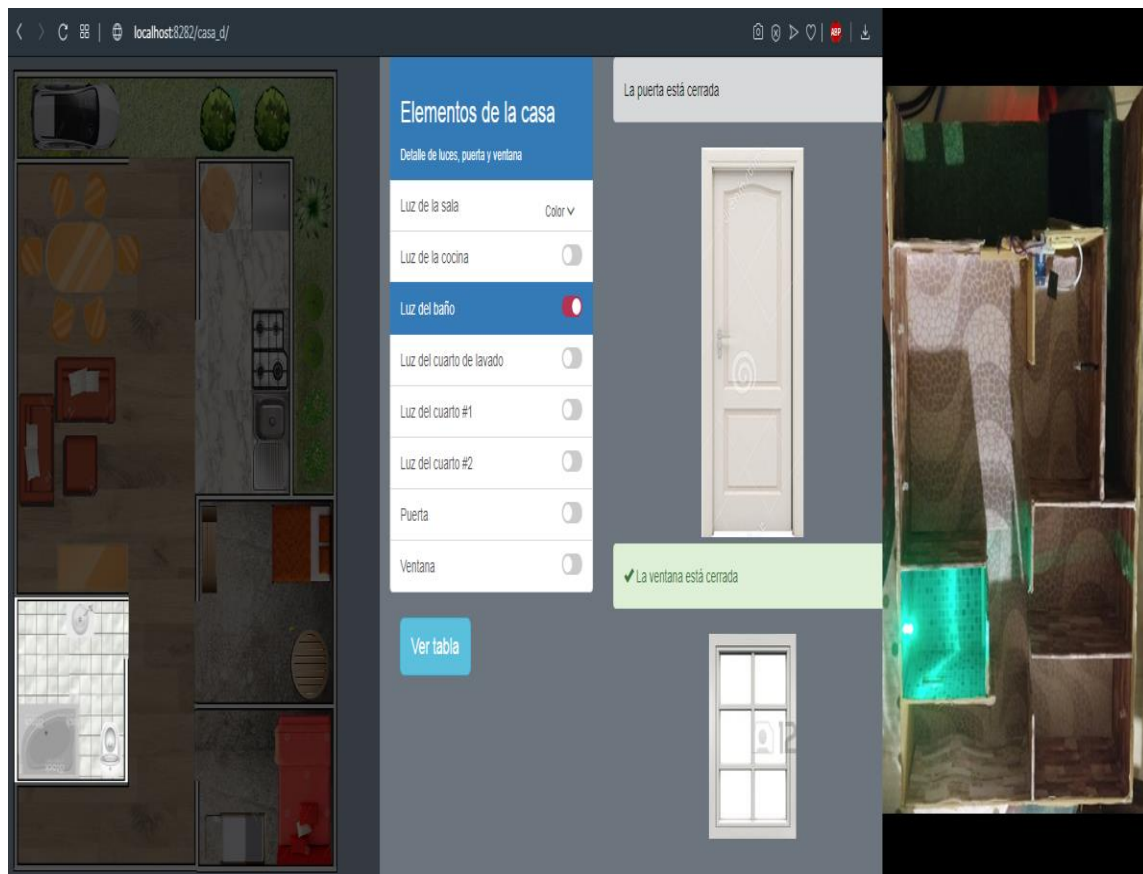


Figura 47. Activación de la luz del baño con el resultado de la activación.

La Figura 48 muestra la activación de la luz de la sala en la que se hizo click dentro de la aplicación web sobre la habitación antes mencionada, se ilumina la zona del plano de la casa que ha sido seleccionada y dentro del menú de “Elementos de la casa” se marca de color azul debido a la activación del elemento seleccionado, reflejando el resultado que, en este caso, es el encendido de la luz de la sala como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 48.

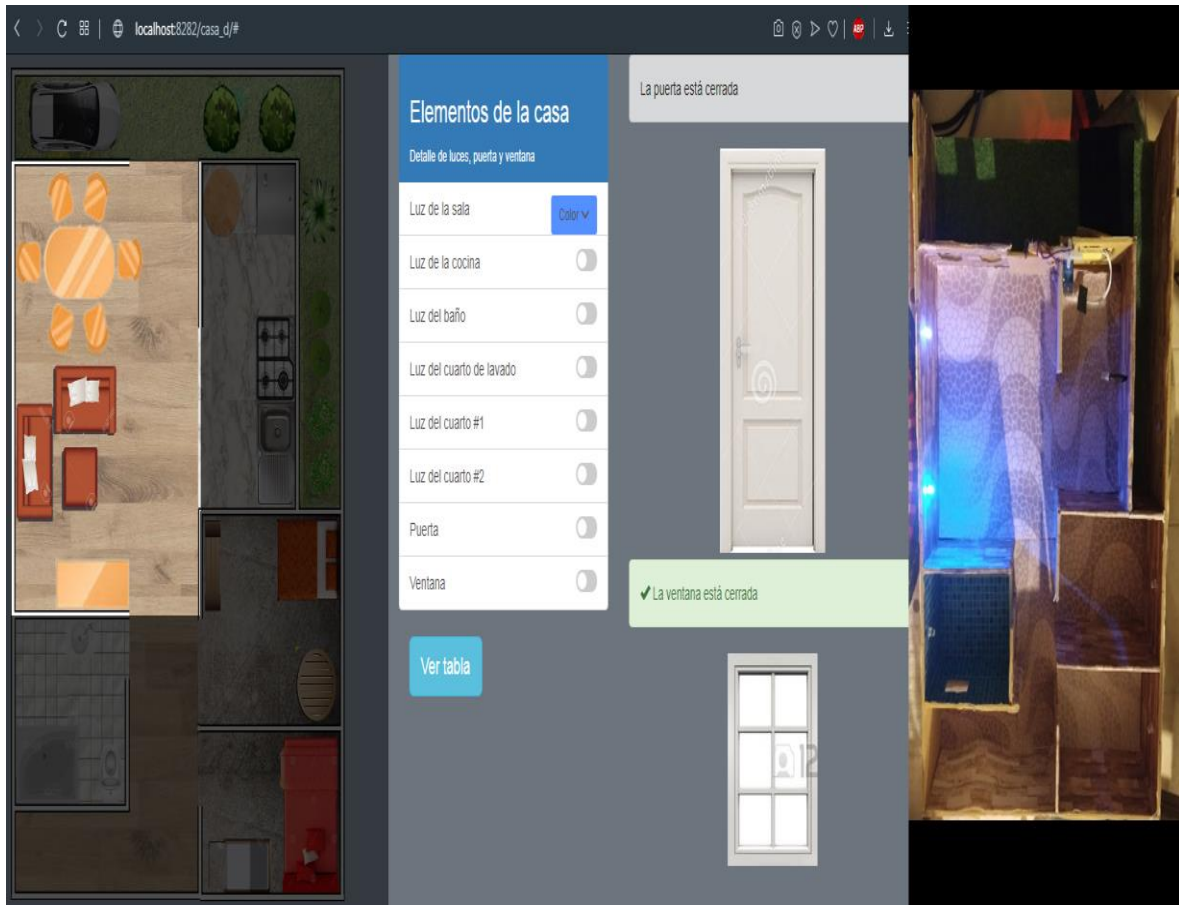


Figura 48. Activación de la luz de la sala con el resultado de la activación.

La Figura 49 muestra la activación de la puerta en la que se hizo click dentro de la aplicación web del elemento antes mencionado, se visualiza la imagen de una puerta abierta en la aplicación web, esto quiere decir que ha sido ejecutada la acción de abrir la puerta y dentro del menú de “Elementos de la casa”, se marca de color azul debido a la activación del botón deslizante del elemento seleccionado, reflejando el resultado que en este caso, es la apertura de la puerta como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 49.

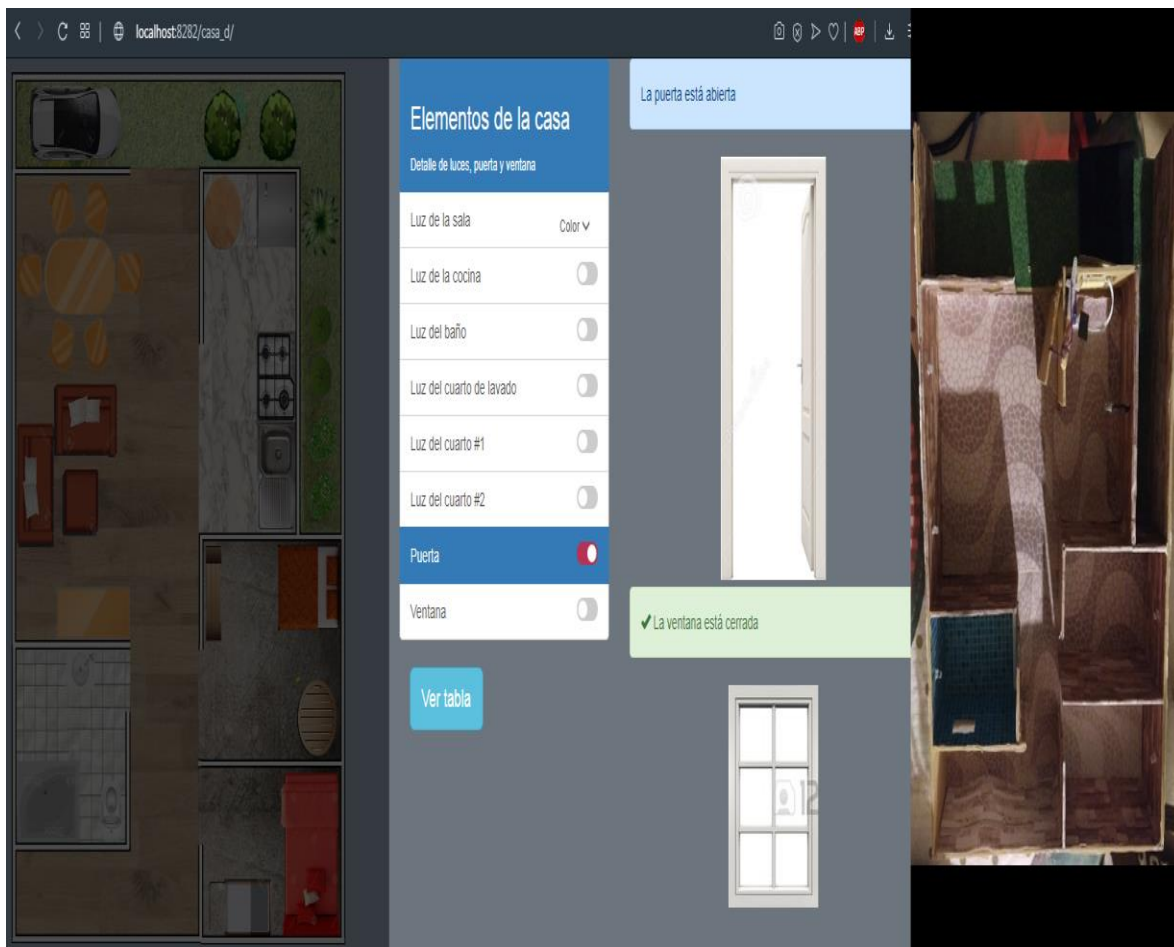


Figura 49. Activación de la puerta con el resultado de la activación.

La Figura 50 muestra el resultado de abrir la ventana físicamente, ya que es el único elemento en el que el usuario debe tener una interacción física para obtener la visualización dentro de la aplicación web, que consiste en observar el cambio de una imagen de una ventana abierta a cerrada o viceversa según se encuentre el estado de esta y dentro del menú de “Elementos de la casa” se marca de color azul, debido a la activación del botón deslizante del elemento de nombre ventana, reflejando el resultado que en este caso, es la abertura de la ventana como se muestra en la parte de la derecha de la Figura 50.

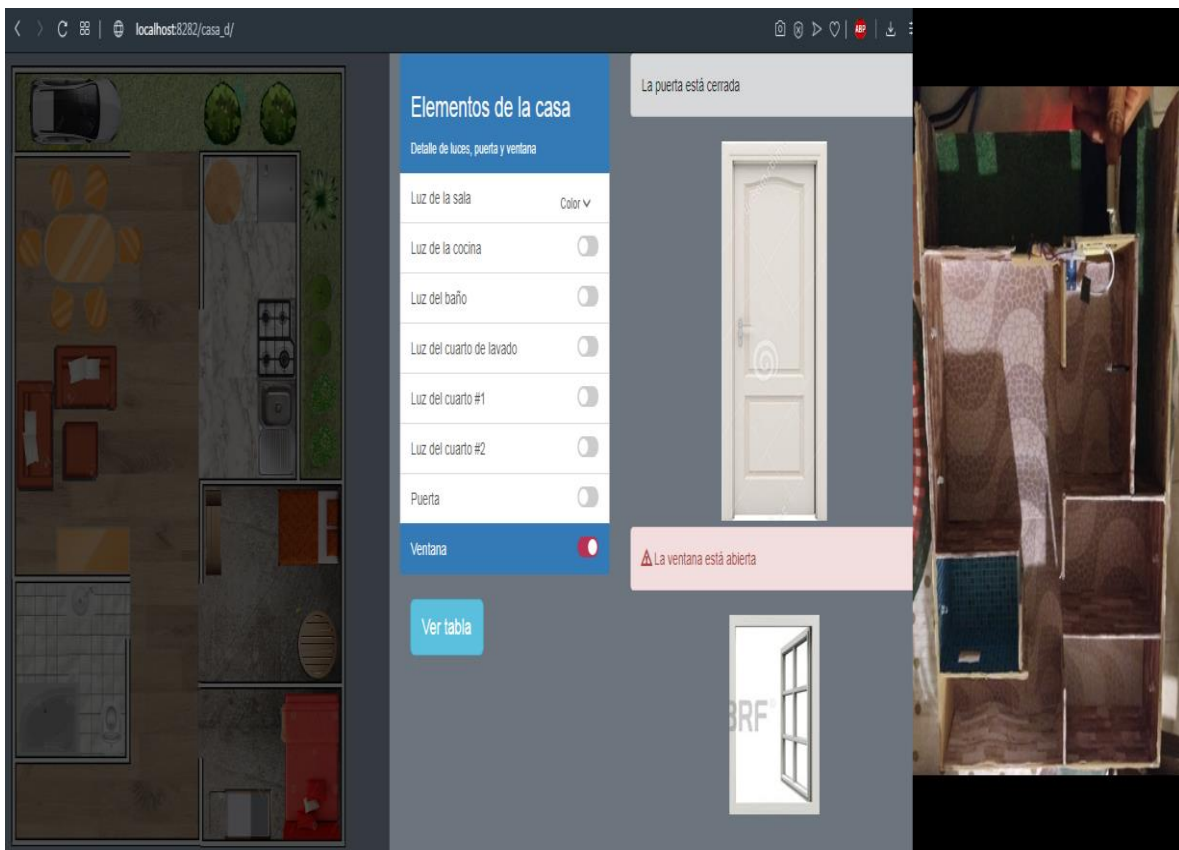


Figura 50. Resultado de abrir la ventana.

Finalmente, se presentan en las figuras 51 a la 54, unas capturas de pantalla de la aplicación web en dispositivos móviles, lo cual deja ver, como dicho sistema funciona tanto en un navegador web de computadora de escritorio como en móvil. En esta ocasión dentro de un teléfono inteligente solo se muestra el menú de los elementos del hogar, de esta manera, se puede tener una visualización y control más práctico con el fin de no saturar de imágenes la pantalla del dispositivo móvil.

En la figura 51 se puede observar solo el menú de elementos del hogar domótico visto desde un teléfono inteligente, por medio del navegador web Firefox en una red de área local.

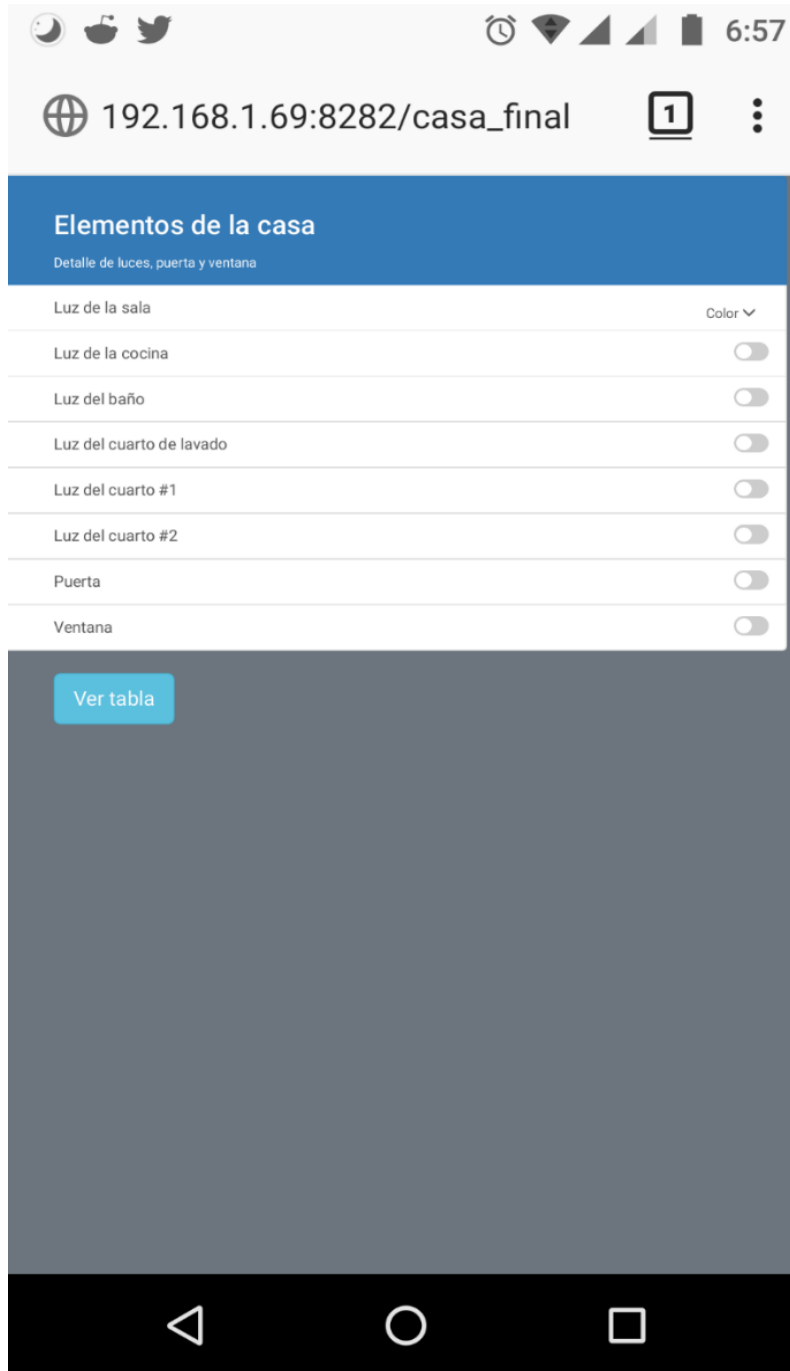


Figura 51. Menú de elementos del hogar visto desde un teléfono inteligente.

En la figura 52 se puede observar la captura de pantalla que contiene el modal de la tabla de la base de datos, esto es el resultado de hacer click sobre el botón “Ver tabla” (véase Figura 35) visto desde un teléfono inteligente por medio del navegador web Firefox.

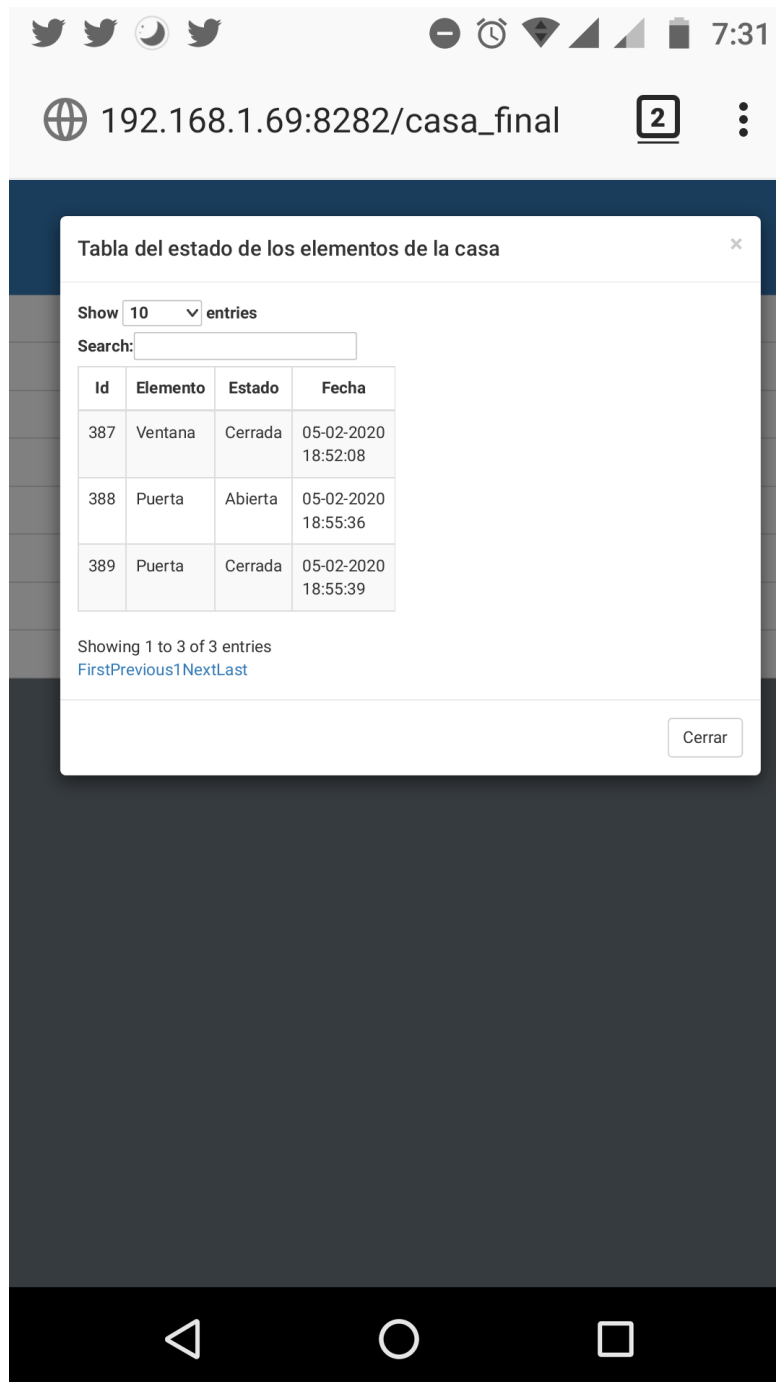


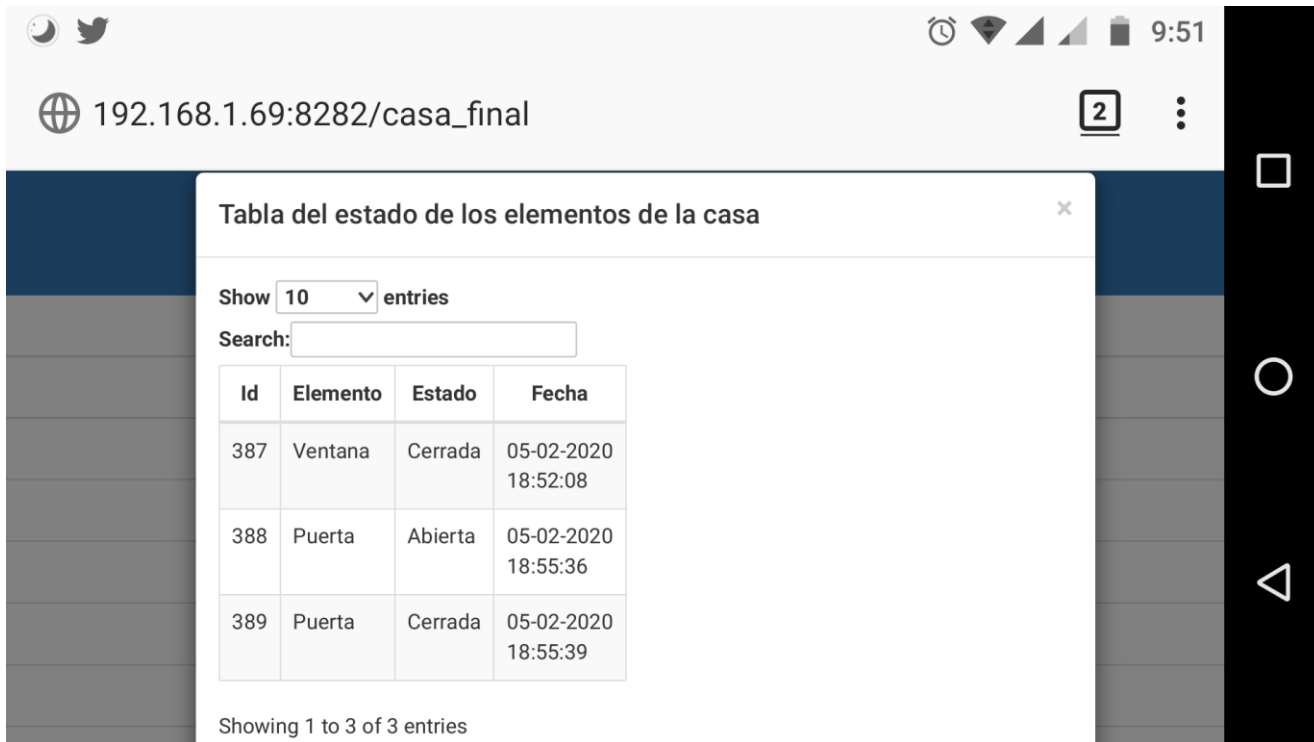
Figura 52. Modal con la información visto desde un teléfono inteligente.

En la figura 53 se puede observar el menú de los elementos del hogar doméstico visto de forma horizontal desde un teléfono inteligente, por medio del navegador web Firefox en una red de área local.



Figura 53. Menú de elementos del hogar en vista horizontal.

En la figura 54 se observa la captura de pantalla que contiene el modal de la tabla que contiene los datos insertados, esto desde un teléfono inteligente por medio del navegador web Firefox visto de manera horizontal en una red de área local.



The screenshot shows a mobile browser interface with a modal window titled "Tabla del estado de los elementos de la casa". The modal contains a table with 3 entries. The table has columns for Id, Elemento, Estado, and Fecha. The data rows are:

Id	Elemento	Estado	Fecha
387	Ventana	Cerrada	05-02-2020 18:52:08
388	Puerta	Abierta	05-02-2020 18:55:36
389	Puerta	Cerrada	05-02-2020 18:55:39

Below the table, it says "Showing 1 to 3 of 3 entries". The browser address bar shows "192.168.1.69:8282/casa\_final". The time is 9:51.

Figura 54. Modal de la tabla vista de forma horizontal.

## 5. Conclusión y trabajo futuro

En este trabajo de investigación se pudo cumplir de manera satisfactoria y exitosa la propuesta mencionada en un principio sobre el desarrollo de un sistema de control en el área de la domótica, en el cual se logró con éxito la conectividad a base de datos en conjunto con el modelo de un hogar por medio del plano de una casa, además, se logra la automatización gracias a la integración de hardware y software en el cual se inserta la información de manera automática sobre el cambio de estados de cada uno de los elementos sensados del modelo del hogar tales como las luces de la habitaciones en el cual, la aplicación registra el estado de encendido y apagado, la puerta principal que verifica la apertura o cierre de esta y la detección del estado de la ventana ya sea abierta o cerrada, todo registrado y controlado mediante una aplicación web para su funcionamiento en una red de área local mediante la dirección IP host 127.0.0.1 o mejor conocida como localhost por medio de un servidor apache para lograr el acceso a la base de datos para que consecuentemente se puedan insertar los datos correspondientes al cambio de estado de los elementos.

Se describió como crear una conexión a una infraestructura como servicio de Pubnub que, gracias a este, se puede tener una respuesta en tiempo real del estado de los elementos que tienen integrados sensores dentro de la casa.

La aplicación al ser web, puede ejecutarse en cualquier navegador web como por ejemplo google Chrome, Opera, Internet Explorer, Firefox y además tiene una gran adaptabilidad en diferentes sistemas operativos como por ejemplo Windows, IOS, Linux a excepción de equipos con arquitecturas de 32 bits de los sistemas operativos antes mencionados. Todo enfocado en la innovación y el futuro de las tecnologías de la información que conlleva en gran medida con el internet de las cosas. Además, debido a que la aplicación Web es responsiva puede ejecutarse en cualquier dispositivo móvil, sin importar el sistema operativo, que el mismo utilice.

Como trabajo futuro se establece la posibilidad de:

- Crear una aplicación para dispositivos móviles y teléfonos inteligentes tanto para sistema operativo Android como iOS que cuente con todas las funcionalidades que tiene la aplicación web descritas en este trabajo de investigación.
- Integrar un módulo Bluetooth a la tarjeta de desarrollo Arduino para poder tener una visualización y control inalámbrico de la aplicación con el hogar domótico.
- Añadir cámaras de video que se activen por medio de sensores de movimiento informando todo esto tanto a la aplicación web como a la base de datos para fines de monitoreo.

## 6. Bibliografía.

- [1] D. Valtchev and I. Frankov. Service gateway architecture for a smart home. 2002. doi:10.1109/35.995862
- [2] J. Duckett, HTML & CSS Design and build Websites. Firth Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2011.
- [3] A. Goldstein. HTML5 y CSS3. Madrid: Anaya Multimedia-Anaya Interactiva. 2011.
- [4] MEDIAactive. Aprender HTML5, CSS3 y Javascript con 100. Barcelona: Marcombo, S.A. 2013.
- [5] H. Beati. PHP: Creación de páginas Web dinámicas 1ª edición. Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino. 2011
- [6] L. Welling and L. Thomson. Desarrollo Web con PHP y MySQL. 5ª Edición. Madrid: Anaya Multimedia-Anaya Interactiva. 2017.
- [7] J. Sánchez. Servidores de Aplicaciones Web. España: Autoedición. 2011
- [8] Sublime Text (2012). A sophisticate text editor for code, markup and prose. [online] Sublime Text. Available at: <http://www.sublimetext.com> [Accessed 21 Sep. 2016].
- [9] L. Jacob. Bootstrap 4 Quick Start: Bootstrap creative. 2018.
- [10] Arduino (2005). The world's leading open-source hardware and software ecosystem. [online] Arduino. Available at: <http://www.arduino.cc/en/Main/Software> [Accessed 15 Jul 2017].
- [11] JQuery (2006). Fast, small, and feature-rich JavaScript library. [online] JQuery. Available at: <http://jquery.com/download> [Accessed 18 Apr 2019].
- [12] Node.js (2009). Node.js® es un entorno de ejecución para JavaScript construido con el motor de JavaScript V8 de Chrome. Available at: <http://nodejs.org/es/download/> [Accessed 30 Oct 2018].
- [13] M. Banzi and M. Shiloh. Make: Getting Started with Arduino 3rd edition The Open Source Electronics Prototyping Platform. California: published by Marker Media, Inc. 2014.
- [14] PubNub (2010). APIs for Connected Experiences: Build solutions combining in-app chat, live notifications, device control, and more. [online] PubNub. Available at: <http://www.pubnub.com/docs/web-javascript/pubnub-javascript-sdk> [Accessed 30 Oct 2018].
- [15] P.M Corcoran and J. Desbonnet. Browser-style interfaces to a home automation network, IEEE Transactions on Consumer Electronics, 43(4), 1063–1069, 1997.
- [16] D. Trincherio, R. Stefanelli, D. Brunazzi, A. Casalegno, M. Durando and A. Galardini. Integration of smart house sensors into a fully networked (web) environment. 2011. doi: 10.1109/ICSENS.2011.6127374
- [17] C.D. Nugent, D.D. Finlay, Y.P. Tsumaki and Prassler E. Home Automation as a Means of Independent Living, IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. 5(1), 1-9, 2008.
- [18] M. Aguinaga. Corea construye la primera ciudad del futuro, Directivos construcción, 186, 60-92, 2006.

- [19] K. Medilla and D. Bambang. Smart home using local area network (lan) based arduino mega 2560, 127-131, 2016. doi: 10.1109/ICWT.2016.7870866
- [20] R. Acker and M. Massoth. Secure Ubiquitous House and Facility Control Solution. Fifth International Conference on Internet and Web Applications and Services, 262-267, 2010. doi: 10.1109/ICIW.2010.45
- [21] T. Shih-Pang, L. Bo-Rong, P. Jun-Long and L. Chia-Ju. An Application of Internet of Things with Motion Sensing on Smart House. 2014. doi: 10.1109/ICOT.2014.6956600
- [22] Z. Meftah, K. Okba, H. Belgacem, and S. Hamza. Smart house simulation based multi-agent system and internet of things. 2017. doi: 10.1109/MATHIT.2017.8259717
- [23] A. Al-Ali, T. Landolsi, M. Hassan, M. Ezzeddine, M. Abdelsalam and M. Baseet. An IoT-Based Smart Utility Meter. 2018. doi: 10.1109/ICSGSC.2018.8541314
- [24] J.A. Núñez Rodríguez. Diseño e integración de un sistema de Adquisición de Datos mediante el uso de Arduino y Raspberry-pi. Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5750/Tesis.pdf>, 2014.
- [25] O.N. Zavala Valdez. Luminaria domótica controlada por una interface desarrollada en código abierto. Universidad Nacional Autónoma de México sitio web: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/luminaria-domotica-controlada-por-una-interface-desarrollada-en-codigo-abierto-135846> 2015.
- [26] M. Pérez Alvares and D.M. Rodríguez Alzati. Estructura de control: Diseño de un sistema de tanques no interactuantes para controlar nivel por medio de sensores haciendo uso de un microcontrolador tipo Arduino. Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/estructura-de-control-diseno-de-un-sistema-de-tanques-no-interactuantes-para-controlar-nivel-por-medio-de-sensores-hac-199847> 2018.
- [27] K. Medilla and D.P. Bambang. Smart home Using Local Area Network (LAN) Based Arduino Mega 2560. 2016, doi: 10.1109/ICWT.2016.7870866
- [28] M. Zouai, O. Kazar, B. Haba and H. Saouli. Smart house simulation based multi-agent system and internet of things. 2017, doi: 10.1109/MATHIT.2017.8259717
- [29] PubNub (2009). APIs for Connected Experiences: Build solutions combining in-app chat, live notifications, device control, and more. PubNub. Available at: <https://www.pubnub.com/company/> [Accessed 09 Nov 2019].
- [30] Rackspace (1998). Expertos apasionados, comprometidos con usted para alcanzar el éxito. Rackspace. Available at: <https://www.rackspace.com/es-mx/library/what-is-iaas/> [Accessed 09 Nov 2019].
- [31] PubNub (2009). APIs for Connected Experiences: Build solutions combining in-app chat, live notifications, device control, and more. PubNub. Available at: <https://www.pubnub.com/learn/glossary/what-is-real-time-computing/> [Accessed 09 Nov 2019].

- [32] Xampp (2004). XAMPP es el entorno más popular de desarrollo con PHP. Available at: <https://www.apachefriends.org/es/download.html> [Accessed 15 Ene 2018].
- [33] Firmata (2018). Protocol for communicating with microcontrollers from software on a host computer. Firmata. Available at: <https://github.com/firmata/arduino> [Accessed 06 Nov 2018].
- [34] Francisco Garcés-González, Luz A. Sánchez-Gálvez, Mario Anzures-García. Rodrigo Balbuena-Ortega, Mariano Larios-Gómez y Sully Sánchez-Gálvez. Sistema de Control para la Visualización y Activación en la Domótica: Un Caso de Uso. Avances en la Transformación Digital hacia la industria 4.0". Ed. Alfa-Omega. 2019. Aceptado.