



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Propuesta tecnológica previa a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**“Prototipo de un sistema domótico configurable a través  
de comandos de voz y mensajes de texto”**

**AUTOR**

**ALOMOTO TOMALÁ MARIO ENRIQUE**

**PROFESOR TUTOR**

**ING. SÁNCHEZ AQUINO JOSÉ MIGUEL, MACI.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2018**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero expresar mi más grande agradecimiento a Dios y a mis padres Jhonny y Reina por el apoyo incondicional, por guiarme en los caminos de la vida con valores y principios que son fundamentales para su trayectoria.

En segundo lugar, quiero agradecer a cada profesor que impartió sus conocimientos en las aulas en lo largo de mi vida universitaria, por la amistad brindada y paciencia. A mis compañeros/as de clase por haber compartido momentos inolvidables en cada viaje o reunión.

Finalmente, quiero agradecer a mi tutor el ing. José Sánchez Aquino, por haberme extendido la mano, lo cual me permitió continuar con el desarrollo de la presente propuesta tecnológica y a su vez culminarla con éxito, agradecido por la paciencia que me brindo en cada revisión del proyecto.

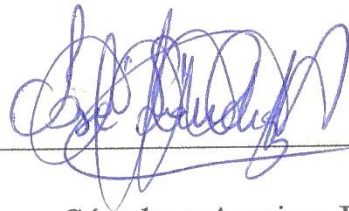
Alomoto Tomalá Mario Enrique

**Autor.**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación denominado: “PROTOTIPO DE UN SISTEMA DOMÓTICO CONFIGURABLE A TRAVÉS DE COMANDOS DE VOZ Y MENSAJES DE TEXTO”, elaborado por la estudiante ALOMOTO TOMALÁ MARIO ENRIQUE, de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante para que inicia los trámites legales correspondientes.

La Libertad, Enero del 2019.



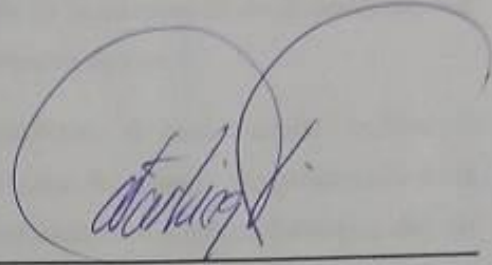
Ing. Sánchez Aquino José, MACI.

## TRIBUNAL DE GRADO



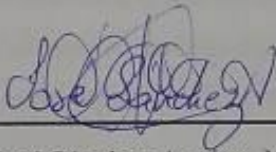
---

Ing. Freddy Villao Santos, MSc.  
**DECANO DE FACULTAD**



---

Ing. Washington Torres Guin, MSc.  
**DIRECTOR DE CARRERA**



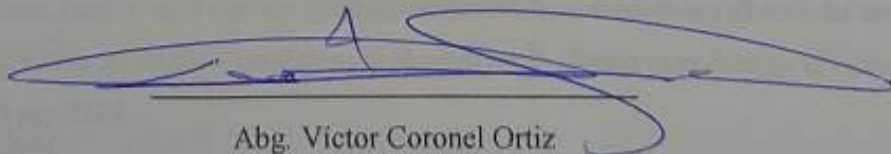
---

Ing. José Sánchez Aquino, MACI.  
**PROFESOR TUTOR**



---

Ing. Luis Enrique Chuquimarca, M.E.  
**TUTOR DE ÁREA**



---

Abg. Víctor Coronel Ortiz  
**SECRETARIO GENERAL**

## RESUMEN

La presente propuesta de titulación está basado en el control y automatización del hogar, domótica, el cual propone desarrollar un prototipo electrónico configurable que permita realizar control on/off, a través de la integración de dispositivos con tecnología IoT (internet de las cosas) y comandos de voz.

El prototipo incorpora un pequeño micrófono, el cual permite realizar el entrenamiento de los comandos de voz por parte del usuario y/o propietario de la casa, que a su vez se utilizarán para el control inalámbrico (encendido/apagado) de los elementos que se requieran controlar remotamente.

Los sistemas domótico en el mercado requieren de trabajos de albañilería para adaptar sus módulos de control al tendido eléctrico del hogar, lo que representa una inversión al propietario de la casa. Para el control de elementos de campo de manera inalámbrica del sistema domótico, se usan unos pequeños dispositivos denominados interruptores inalámbricos, cada uno se conectará de manera automática a la red inalámbrica. Como complemento, estos dispositivos se adaptan al tendido eléctrico del hogar y para su implementación será necesario conceptos básicos de instalaciones eléctricas en hogares.

El sistema domótico a través de sensores permite controlar el consumo de energía siendo un beneficio económico al propietario de la casa; el control energético va direccionado a luminarias que en caso de no detectar presencia después de un tiempo determinado, el panel domótico envía la orden de apagar la luminaria.

Finalmente, el panel domótico portará un número de celular para el envío y recepción de mensajes de texto. En caso de estar en modo seguro, el prototipo domótico envía mensajes de alerta en caso de detectar presencia dentro del hogar; asimismo, recibir SMS con los parámetros de configuración de la red wifi del hogar, activar y desactivar el modo seguro, y, desactivar la alarma para detener el envío de alertas por SMS.

Los resultados que se obtuvieron del sistema domótico en función a sus diferentes modos de operatividad: 99% de efectividad en modo seguro portando un número móvil de la compañía Claro, 86.67% en control energético y de acuerdo a una conexión a internet optima, 100% para el control inalámbrico on/off.

## **ABSTRACT**

The following proposal is based on the control and automation of home, domotics, which proposes the development of an electronic prototype that can be configurable; this configurable system allows to control 'on' and 'off' through the integration of devices with technology IoT (Internet of things) and voice commands.

The prototype incorporates a small microphone, which permits the user or owner of home to realize the training of voice commands. These commands of voice, at the same time, will be used for the wireless control (on and off) of the elements that require to be controlled remotely.

Domotic systems in the market require masonry work to adapt their control modules to the electrical wiring of the home, which represents an investment to the owner of the house. For the control of field elements wirelessly of the home automation system, small devices called wireless switches are used, each one will connect automatically to the wireless network of the home. As a complement, these devices adapt to the electric wiring of the home and for its implementation will be necessary basic concepts of electrical installations in homes.

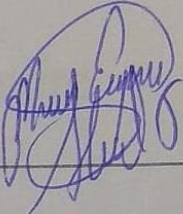
Likewise, the domotics prototype will allow the user to control the consume of energy through some sensors; this becomes a benefit for the house owner in the economic aspect; the energy control is directed to luminaires, in case that any presence be detected in any part of the house, the domotics prototype will send the command of turning off of the light after a determined time.

Finally, the domotic panel will carry a cell phone number for sending and receiving text messages. In case of being in safe mode, the domotic prototype sends alert messages in case of detecting presence inside the home; also, receive SMS with the configuration parameters of the Wi-Fi network of the home, activate and deactivate the safe mode, and, deactivate the alarm to stop the sending of alert by SMS.

The results obtained from the home automation system according to their different modes of operation: 99% of results in the secure mode port in a mobile number of the company Claro, 86.67% in energy control and according to a connection to optimal internet, 100% for wireless control on / off.

## **DECLARACIÓN**

El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

**ALOMOTO TOMALÁ MARIO ENRIQUE**

# Contenido

|  |     |
|--|-----|
| AGRADECIMIENTO   | I   |
| APROBACIÓN DEL TUTOR   | II  |
| TRIBUNAL DE GRADO  | III |
| RESUMEN  | IV  |
| ABSTRACT   | V   |
| DECLARACIÓN  | VI  |
| INTRODUCCIÓN   | 1   |
| CAPÍTULO I   | 2   |
| 1.1 ANTECEDENTE  | 2   |
| 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO   | 4   |
| 1.3 OBJETIVO DEL PROYECTO  | 5   |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL   | 5   |
| 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS  | 5   |
| 1.4 RESULTADOS ESPERADOS   | 6   |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN  | 6   |
| 1.6 METODOLOGÍA  | 8   |
| 2.1 MARCO CONTEXTUAL   | 10  |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL   | 11  |
| 2.3 MARCO TEÓRICO  | 17  |
| 2.4 DESARROLLO   | 18  |
| 2.4.1 COMPONENTES FÍSICOS Y LÓGICOS  | 18  |
| 2.4.1.1 COMPONENTES FÍSICOS  | 18  |
| 2.5 DISEÑO DE LA PROPUESTA   | 33  |
| 2.5.1 DISEÑO FÍSICO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN  | 33  |
| 2.5.2 DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL PROTOTIPO DOMÓTICO  | 35  |
| 2.5.3 DISEÑO LÓGICO DEL SISTEMA DOMÓTICO   | 37  |
| 2.5.4 DISEÑO DE LA PLACA PCB DEL CIRCUITO PARA CONECTAR<br>SENSORES DE MOVIMIENTO Y SISTEMA DE ALIMENTACIÓN. | 43  |
| 2.5.5 DISEÑO FÍSICO DEL PANEL DOMÓTICO   | 48  |
| 2.5.6 DISEÑO DE LA PLACA PCB DEL INTERRUPTOR INALÁMBRICO   | 49  |
| 2.5.8 ELABORACIÓN DE CARCASA PARA LOS SENSORES PIR – HC-<br>SR501  | 56  |



|   |    |
|---|----|
| 2.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD                         | 60 |
| 2.6.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA                          | 60 |
| 2.6.2 COSTO DEL PROYECTO                            | 60 |
| 2.6.2.1 COSTO DEL PANEL DOMÓTICO                    | 60 |
| 2.6.2.2 COSTO DEL PROTOTIPO INTERRUPTOR INALÁMBRICO | 61 |
| 2.7 RESULTADOS                                      | 65 |
| 2.8 CONCLUSIONES                                    | 82 |
| 2.9 RECOMENDACIONES                                 | 83 |
| REFERENCIAS   | 84 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Arquitectura cliente servidor.                         | 11 |
| Figura 2. Características UDP                                    | 13 |
| Figura 3: LCD 16x2   | 21 |
| Figura 4: Convertidor I2C  | 21 |
| Figura 5. Disipador de calor                                     | 28 |
| Figura 6. Datos técnicos 7805.                                   | 29 |
| Figura 7. Capacitores.   | 29 |
| Figura 8.Resistencias  | 29 |
| Figura 9. Baquelita  | 29 |
| Figura 10. Bornera de dos pines                                  | 29 |
| Figura 11.Espadines hembra y macho                               | 30 |
| Figura 12. Conector para baterías                                | 30 |
| Figura 13. Software IDE arduino                                  | 31 |
| Figura 14.Software Dreonweaver                                   | 32 |
| Figura 15. Eagle PCB   | 32 |
| Figura 16. Freecad   | 33 |
| Figura 17. Plataforma IoT Blynk.                                 | 33 |
| Figura 18. Diagrama de bloques del sistema domótico              | 34 |
| Figura 19. Control on/off vía comando de voz                     | 34 |
| Figura 20. Control on/off vía app                                | 35 |
| Figura 21.Diagrama de conexiones.                                | 36 |
| Figura 22. Pistas de circuito para sensores de movimiento.       | 43 |
| Figura 23. Baquelita libre de impureza.                          | 43 |
| Figura 24. Baquelita con el diseño listo para el planchado.      | 44 |
| Figura 25. Planchado del circuito.                               | 44 |
| Figura 26. Placa lista para quitarle el papel fotográfico        | 45 |
| Figura 27. Uso del marcador permanente para remarcar pistas      | 45 |
| Figura 28. Baquelita en ácido férrico para quitar el cobre       | 46 |
| Figura 29. Circuito PCB listo para ensamblar                     | 46 |
| Figura 30. Diagrama del sistema de alimentación                  | 47 |
| Figura 31. Sistema de alimentación del panel domótico ensamblado | 47 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 32. Prototipo domótico   | 48 |
| Figura 33. Interior del panel de control  | 48 |
| Figura 34. Pistas del circuito del interruptor inalámbrico                                      | 49 |
| Figura 35. Impresión del circuito diseñado en Eagle PCB   | 49 |
| Figura 36. Baquelita lista para el proceso de transferencia de tinta                            | 50 |
| Figura 37. Método termotransferible   | 50 |
| Figura 38. Método termotransferible aplicado en el circuito impreso del interruptor inalámbrico | 51 |
| Figura 39. Placa PCB del interruptor inalámbrico en ácido férrico                               | 51 |
| Figura 40. Placa PCB del interruptor inalámbrico listo para realizar los agujeros.              | 52 |
| Figura 41. Placa del interruptor inalámbrico  | 52 |
| Figura 42. Diseño de la base para la carcasa del interruptor inalámbrico                        | 53 |
| Figura 43. Revestimiento de la carcasa general para el interruptor inalámbrico.                 | 53 |
| Figura 44. Tapa lateral de la carcasa para el interruptor inalámbrico                           | 54 |
| Figura 45. Diseño 3D de la carcasa para el interruptor inalámbrico                              | 54 |
| Figura 46. Prototipo físico de los interruptores inalámbricos                                   | 55 |
| Figura 47. Página de configuración del interruptor inalámbrico                                  | 56 |
| Figura 48. Carcasa de sensores de movimiento  | 56 |
| Figura 49. Parte frontal de la carcasa  | 57 |
| Figura 50. Parte interior de la carcasa   | 58 |
| Figura 51. Parte lateral de la carcasa  | 58 |
| Figura 52. Parte superior de la carcasa   | 59 |
| Figura 53. Base de la carcasa   | 59 |
| Figura 54. Gráfico de consumo del panel domótico  | 63 |
| Figura 55. Gráfico de consumo por envío de SMS del panel domótico                               | 63 |
| Figura 56. Costo por créditos en blynk  | 65 |
| Figura 57. Comandos extraídos del módulo de reconocimiento de voz                               | 66 |
| Figura 58. Parámetros que se deben configurar en el módulo sim900                               | 67 |
| Figura 59. Conexión a una red wifi  | 68 |
| Figura 60. Conexión a la plataforma Blynk   | 69 |
| Figura 61. Datos extraídos de la memoria EEPROM   | 71 |
| Figura 62. Instrucciones para el control de interruptor inalámbrico                             | 74 |
| Figura 63. Control on/off via app Blynk   | 74 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 64. Pasos para cambio de clave del prototipo domótico                                  | 75 |
| Figura 65. Pasos para el cambio de número móvil del propietario                               | 76 |
| Figura 66. Envío de SMS en caso de error al ingreso del menú principal del prototipo domótico | 77 |
| Figura 67. Mensaje recibido del prototipo domótico  | 77 |
| Figura 68. Envío de SMS de alerta al número previamente configurado                           | 78 |
| Figura 69. SMS recibido del prototipo domótico en su modo de emergencia                       | 79 |

## ÍNDICE DE TABLAS

| ITEM      | DESCRIPCIÓN  | PÁGINA |
|-----------|--|--------|
| Tabla 1.  | Datos técnicos de arduino mega.                                      | 19     |
| Tabla 2:  | Datos técnicos del ESP01.  | 20     |
| Tabla 3:  | Datos técnicos del teclado matricial 4x4.                            | 22     |
| Tabla 4:  | Datos técnicos del SIM900.   | 22     |
| Tabla 5.  | Datos técnicos del módulo de reconocimiento de voz.                  | 23     |
| Tabla 6.  | Datos Técnicos del sensor PIR HC-SR501.                              | 24     |
| Tabla 7.  | Datos técnicos del regulador de voltaje LM2596.                      | 25     |
| Tabla 8.  | Datos técnicos diodo 1N5399.   | 25     |
| Tabla 9.  | Datos técnicos Batería pikcell.                                      | 26     |
| Tabla 10. | Datos técnicos de interruptor inalámbrico.                           | 27     |
| Tabla 11. | Datos técnicos AMS1117.  | 30     |
| Tabla 12. | Costo de los componentes del prototipo domótico.                     | 61     |
| Tabla 13. | Costo de los componentes del prototipo interruptor inalámbrico.      | 62     |
| Tabla 14. | Muestreo de consumo del panel domótico.                              | 62     |
| Tabla 15. | Consumo de corriente   | 63     |
| Tabla 16. | Tabla de consumo de componentes del interruptor inalámbrico.         | 64     |
| Tabla 17. | Resultado de prueba: conexión sistema domótico – Blynk, caso 1.      | 69     |
| Tabla 18. | Resultado de prueba: conexión sistema domótico – Blynk, caso 2.      | 70     |
| Tabla 19. | Resultado de prueba: conexión sistema domótico – Blynk, caso 3.      | 70     |
| Tabla 20. | Pruebas de control por comando de voz.                               | 73     |
| Tabla 21. | Pruebas de control vía aplicación móvil.                             | 73     |
| Tabla 22. | Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa, caso 1. | 79     |
| Tabla 23. | Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa, caso 2. | 80     |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 24. Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa, caso 3 | 80 |
| Tabla 25. Pruebas de control energético.                                      | 81 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexos 1. Manual técnico del panel domótico          | 87 |
| Anexos 2. Manual de usuario del panel domótico       | 90 |
| Anexos 3. Manual técnico del interruptor inalámbrico | 96 |

# INTRODUCCIÓN

El control y automatización de casas dentro de la provincia de Santa Elena es un campo que no ha sido explorado, esto se debe a que las empresas afines solo se dedican a la seguridad del hogar o negocios a través de implementación de sistemas de seguridad, tales como instalación de cámaras de seguridad, alambrado eléctrico de alto voltaje o contratación de personal de seguridad. Y en otros casos de manera artesanal se colocan vallas de púas en los cerramientos de la casa.

La presente propuesta tecnológica tiene como objetivo principal diseñar un prototipo electrónico basado en el control y automatización de elementos de campo que funcionan por control on/off dentro el hogar, a través de la voz. El proceso para realizar el encendido y/o apagados de objetos está basado en comandos de voz los cuales son previamente entrenados por el usuario.

Este informe está constituido por dos capítulos, en el capítulo I se trata temas tales como: control y automatización de casas, seguridad artesanal, entre otros, también se definen los objetivos que se desean alcanzar dentro del marco tecnológico de casas inteligentes.

En el capítulo II se dividirá en dos secciones importantes; fundamentación teórica, diseño y desarrollo de la presente propuesta tecnológica. En la primera sección hace referencia a la reseña al contexto del proyecto, los conceptos teóricos de los componentes electrónicos. Se presenta un estudio de tecnología IoT (internet de las cosas) como definición de control y automatización, tipos de redes, normas de cableado eléctrico y protocolos de comunicación.

En la segunda sección se describe de manera detallada los componentes electrónicos que se utilizan en el desarrollo del prototipo para el control a inalámbrico. Uso de lenguajes open source, lógica de control, envío de trama por broadcast, comandos AT, entre otros que se mencionaran en el desarrollo de este informe.

# CAPÍTULO I

## 1.1 ANTECEDENTE

La domótica apareció en los 70' con pruebas piloto en automatización de edificios, a medida de los años 80' y 90' se fueron implementando una alta gama de tecnologías a estos sistemas [1]; hoy en día hay un sin número de empresas alrededor del mundo que se dedican a esta línea de automatización.

Actualmente, la manera de controlar elementos de campo es mediante un dispositivo ya sea este un Smartphone, Tablet, iPad, etc., inclusive sistemas realmente complicados que requerirían muchos recursos para llevar a cabo un proyecto de tal magnitud, como es el uso de paneles de control digital, desarrollo de sistemas, y en algunos casos la inteligencia artificial y redes neuronales[2].

Las medidas de seguridad en los sistemas domóticos son basados en activación de cámaras, emisión de alertas, botones de pánico, etc., los cuales tienen ventajas y desventajas debido a que se requiere una respuesta sumamente rápida para evitar pérdidas materiales o visitas no deseadas en el hogar. [3]

Los sistemas domóticos en la actualidad no tienen la capacidad de configurarse dependiendo de lo que el usuario o propietario de la casa requiera controlar; por lo tanto, estos sistemas que se implementan son denominados como estáticos.

Por lo general, las empresas que se dedican a este tipo de automatización en nuestro país venden sus productos que son desarrollados e importado de otros países, que con respecto a tema económico los precios van dependiendo de los servicios que ofrecen. Es importante mencionar que los equipos que se emplean para implementar sistemas domóticos en el hogar, tienen un alto valor comercial por ser considerados equipos industriales, lo cual representa una limitante para adquirirlos.

Enmarcando el tema a nivel local; las empresas que se dedican a brindar algún tipo de seguridad para negocios o casas, se basan en sistemas de video vigilancia, sistemas de alarma, monitoreo electrónico, entre otros. Sin embargo, los sistemas antes mencionados no podrían ser denominados como domóticos porque fundamentalmente son considerados como un sistema o servicio de seguridad.

Empresas desarrolladoras de línea domótica con distribuidores en Ecuador como Insteon, ofrecen sus productos a través de ventas online o propiamente en su sitio web. Los productos técnicamente están direccionados a una vivienda donde sus planos de construcción sean los adecuados para la instalación de sus equipos [4].

En caso de adquirir los equipos y adecuarlos a una vivienda ya construida, se vería modificado el tendido eléctrico, se realizarían trabajos adicionales de albañilería y pintura. La adecuación de la vivienda estaría de acuerdo a los compartimientos, al grado de dificultad de los trabajos de albañilería y el presupuesto del propietario. En caso que el propietario desee controlar otro actuador, debe comprar otro módulo o en su defecto remover uno de los módulos ya instalados, lo que representaría trabajos de albañilería adicionales.

La gran mayoría de productos de la línea domótica de cualquier fabricante, son vendidos por kits. Dentro del kit contiene la controladora domótica con sus accesorios los cuales son limitados que en algunos casos vienen 2 o 3 interruptores para encender o apagar actuadores, ya sea cableado o inalámbrico. Los precios del kit varían dependiendo de la marca del fabricante y de acuerdo a los accesorios que contenga, existen precios que van desde los \$150 hasta los \$400 aproximadamente [5] comprando en tiendas online; que por desconocimiento de las personas estos productos son difícilmente adquiridos.

En caso de que el usuario necesite más accesorios entonces debe realizar la debida compra en la tienda online, los accesorios también varían su precio de acuerdo al fabricante. Los precios van desde los \$50 hasta los \$80 aproximadamente [6], por tanto, abarcar el control de luminarias y actuadores sabiendo que una casa por lo general tiene compartimientos tales como: cocina, sala, comedor, baño y dos habitaciones, y por otro lado adquirir módulos para detección de presencia, el precio por automatizar una casa es elevado.

Por lo mencionado anteriormente se propone realizar un sistema domótico que constará de un panel de control y de dispositivos para el control on/off de forma remota, capaces de conectarse a la red inalámbrica de la vivienda; envío de mensajes de texto en caso de emergencia y control de consumo energético.



## **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto está enfocado al universo de la domótica, automatización de un hogar por medio de un dispositivo capaz de integrar tecnologías IoT, el cual permita a los usuarios controlar elementos de campo mediante órdenes enviadas por la voz a través de un micrófono; controlar objetos que funcionan de manera manual (control on/off), permitiendo a los usuarios optimizar tiempos y recursos económicos.

El presente prototipo domótico tendrá la capacidad de ser configurable a través de la voz y mediante mensajes de texto; la voz se usará únicamente para el entrenamiento de los comandos a usar posteriormente para el control inalámbrico; la configuración por SMS se debe a que el dispositivo se conecta a la red GSM, con la ventaja de ser para cualquier operadora del país (Ecuador), permitiendo al usuario elegir la operadora que desee.

El presente tema constará con sensores detectores de movimiento que permitirá al usuario monitorear su casa en situaciones que lo requiera; el modo de seguridad del prototipo realizará el envío de mensajes de texto al usuario en caso de detectar presencia en cualquier parte de la casa como complemento de seguridad.

Adicionalmente, se utilizan los mismos detectores de movimiento con otro propósito, controlar el consumo energético de la casa, haciendo de este prototipo un producto esencial para el hogar. Su funcionamiento va de acuerdo a la detección de movimientos en el tiempo que el propietario haya configurado y cambios de estados. En el primer tiempo realiza un censo obteniendo un estado en caso de que haya personas, en el segundo tiempo realiza otro sensado y de acuerdo al estado obtenido realiza el siguiente proceso: si en el segundo estado censó que hay personas entonces se mantienen las luces prendidas caso contrario se apagan.

Para el control inalámbrico on/off se usan pequeños dispositivos denominados interruptores inalámbricos configurables, los cuales se conectan a la red doméstica del hogar previo a la configuración del usuario con el propósito de recibir órdenes de parte del prototipo domótico. El interruptor crea una red inalámbrica y un pequeño servidor para las configuraciones, los mismos que puede realizarse a través del navegador de una computadora o un celular inteligente.

Es posible cambiar los datos de la red inalámbrica que crea el interruptor inalámbrico, también el comando que recibirá por parte del prototipo domótico para el control inalámbrico. Para complementar este pequeño dispositivo, no será necesario realizar trabajos complementarios (albañilería) para controlar luminarias, puesto que se adaptan al cableado eléctrico de la casa.

Para complementar esta propuesta, el prototipo domótico se conectará a una plataforma IoT para efecto del control desde cualquier parte del mundo. La plataforma IoT nos permite realizar el control on-off de manera remota a través de internet desde una aplicación compatible con los sistemas Android o IOS.

## **1.3 OBJETIVO DEL PROYECTO**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar el prototipo de un sistema domótico configurable por sms y voz, integrando microcontroladores y tecnología IoT, que permita controlar elementos de campo en el hogar de forma inalámbrica.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un prototipo de panel domótico de bajo costo para el control on/off a distancia, control energético y seguridad del hogar.
- Configurar parámetros de la red inalámbrica en el panel de control domótico mediante recepción de SMS.
- Diseñar un interruptor inalámbrico configurable capaz de adaptarse a la red eléctrica y enlace de comunicación con el panel domótico para el control de actuadores en el hogar a través de la red wifi, comandos de voz y control vía app.
- Desarrollar una interfaz gráfica amigable con el usuario mediante codificación HTML para la configuración de los interruptores inalámbricos.
- Realizar pruebas del sistema domótico del enlace de comunicación entre el panel domótico y los interruptores inalámbricos.

## **1.4 RESULTADOS ESPERADOS**

Una vez concluida el desarrollo de la propuesta tecnológica empleando adecuadamente tecnologías IoT se espera lograr los siguientes resultados:

- Evitar que luminarias de los diferentes compartimientos de la vivienda se mantenga encendidos innecesariamente, haciendo que el sistema domótico sea viable para el propietario.
- Realizar el envío de mensajes de texto al usuario o propietario de la casa en caso de emergencia en el hogar, logrando la confiabilidad del prototipo domótico en tema de seguridad.
- Implementación un prototipo configurable a través mensajes de textos, panel de control domótico y entrenamiento de comando a través de la voz.
- Control on/off de actuadores a través de comandos de voz de manera local y mediante una aplicación móvil desde cualquier lugar con conexión a internet.
- Configurar los interruptores inalámbricos a través del ingreso a una dirección IP desde el navegador web de un teléfono móvil o pc.
- Pruebas del enlace de comunicación vía wifi entre el panel domótico y los interruptores inalámbricos funcionando correctamente.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

La presente propuesta tecnológica en comparación con dispositivos comercializados pretende cubrir servicios tales como: mensajería de texto, control de energía eléctrica, control de actuadores por comandos de voz y aplicación móvil, seguridad de hogar con tecnología de bajo costo pero que garantizan el correcto funcionamiento del sistema y que además esté al alcance de cambios tecnológicos que se vayan presentando.

El sistema domótico permite al usuario configurar parámetros que son esenciales para sus diferentes funcionalidades. En el caso de ingreso a la vivienda y el panel domótico este en modo de seguridad, el tiempo de envío de mensajes de texto al propietario en caso de emergencias, el tiempo para el control energético.

Para complementar la solución planteada, el prototipo domótico utilizará la voz para el modo de configuración de los comandos, los mismos que se usarán para enviar órdenes el cual permita realizar el control on/off de elementos de campo, por ejemplo: encender y apagar luces; y, por otro lado, como medida de seguridad, en caso de detección de movimientos se enviará un mensaje de texto al propietario de la casa (en casos específicos), permitiendo optimizar tiempo para la emergencia.

Los planes de operadoras móviles en Ecuador ya sean prepago o pospago por lo general incluyen un paquete ilimitado o una cantidad aceptable de sms, los cuales no es muy común utilizarlos; el sistema domótico utilizaría los mensajes para el envío de sms de alerta en caso de seguridad del hogar. En caso de no contratar un plan, una recarga móvil mínima es suficiente puesto que el costo de un sms es de 0.10 centavos aproximadamente, lo cual representa una inversión que es sostenible. Dispuesto a la resolución TEL-052-02-CONATEL-2012, la vigencia de las recargas a los teléfonos celulares no tendrán fecha de caducidad [7]; presentando al usuario un ahorro económico en caso de que no existan algún tipo de emergencia en caso de que él no se encuentre en casa.

Además el presente proyecto ayudará a controlar el consumo de energía eléctrica del hogar; usando los mismos recursos en tema de seguridad del sistema domótico, y esto se fundamenta en que en ocasiones los miembros de la vivienda suelen dejar encendido los artefactos, por ejemplo: bombillos en las habitaciones, ventiladores, etc., de esta manera bajar el costo de la planilla de consumo eléctrico mensual por descuido de los habitantes en el hogar e indirectamente ayudar en tema de recursos no renovables del país.

Los interruptores inalámbricos del sistema domótico, se adaptará a las normativas eléctricas, normas de cableado estructurado existentes, lo que permitirá al usuario realizar las conexiones de los interruptores sin dificultades. El propietario no invertirá en mano de obra por trabajos de albañilería, redecoración de la vivienda, entre otros gastos varios.

Además de controlar lámparas, estos interruptores tienen la posibilidad de conectarse directamente a un tomacorriente y conectar sobre él cualquier actuador que funcione a 110v para el control on/off.

Finalmente, para las configuraciones necesarias del panel domótico y los interruptores inalámbricos, el usuario y/o propietario de la casa podrán hacerlo mediante unas interfaces graficas amigables que, sin tener conocimientos de redes inalámbricas o relacionarse con temas como internet de las cosas y sus protocolos de comunicación, no se verá en dificultades técnicas.

## **1.6 METODOLOGÍA**

La siguiente propuesta estará sustentada en las siguientes metodologías.

### **INVESTIGACIÓN EXPLORATORÍA**

Esta investigación se basa en opiniones de expertos de cómo opera el tema de internet de las cosas, domótica y casas inteligentes, los resultados se reflejan en esta propuesta. Los métodos usados son:

- Consultas bibliográficas
- Foros
- Consultas online
- Observaciones

### **INVESTIGACIÓN APLICADA**

A partir de la recolección de datos de una investigación básica se genera este tipo de investigación la cual sirve para identificar los problemas sobre los que se intervendrá y para definir las estrategias para la solución.

A continuación se detallan las fases donde se aplicaran los métodos de investigación:

#### **FASE 1**

##### **Investigación preliminar**

El principio fundamental de esta fase es realizar una previa consulta general y a su vez la recopilación de información necesaria para posteriormente analizar, delimitar necesidades y procesos del proyecto para finalmente proponer una solución.

En esta fase se pretende determinar los requerimientos de hardware y software para abarcar los objetivos planteados del proyecto.

## **FASE 2**

### **Diseño e implementación de software y hardware**

En esta fase se aplicaran los conocimientos adquiridos en el periodo de formación académica para la implementación de la solución de la propuesta tecnológica, donde se definen los componentes tecnológicos, la estructura del prototipo general, diseños en 3D.

## **FASE 3**

### **Evaluación**

Con la evaluación de los procesos de seguridad, control inalámbrico, control energético, configuraciones, protocolos de comunicación, envió datos a una plataforma IoT, entre otros procesos, se ratifica lo elaborado en las fases anteriores.

## **CAPÍTULO II**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **2.1 MARCO CONTEXTUAL**

La domótica dentro de la provincia de Santa Elena es un tema que ha sido poco explorado, por lo general para tener un control o monitoreo en casa, es contratar una empresa de seguridad. La empresa de seguridad se encarga de implementar cámaras, tendidos eléctricos, sirenas, entre otros complementos de seguridad, fuera de ello vendría lo que se llama mantenimiento en caso de desperfectos del sistema.

Lo mencionado en el párrafo anterior son complementos que se pueden utilizar para la automatización del hogar, adicional se pueden implementar mejoras para proponer otras soluciones en cuestión de seguridad o a su vez abarcar la exigencia del propietario de la casa, como es el caso de un control energético para el ahorro mensual de la planilla de la empresa eléctrica.

El prototipo domótico está programado por defecto para usarse en una casa con los compartimientos estándares: sala, cocina, baño, 3 cuartos y adicionalmente el control para la puerta de la entrada principal a la vivienda. Por efecto de la configuración del sistema domótico le permite ser escalable y por ende tiene la posibilidad de cambiar por otros compartimientos.

Para la demostración del funcionamiento del prototipo domótico en el hogar, se implementara en las oficinas docentes facsistel de la universidad estatal Península de Santa Elena, ubicada en el cantón La Libertad perteneciente a la Provincia de Santa Elena; un tablero tendrá las conexiones eléctricas del hogar con la finalidad de demostrar el control inalámbrico y los sensores mencionados en el desarrollo de este informe se implementaran en diferentes áreas de las oficinas.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### DOMÓTICA

La domótica es aquella que integra una serie de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento de confort, de seguridad, de ahorro energético, de las facilidades de comunicación, y de las posibilidades de entretenimiento. [8]

Teniendo un concepto claro de domótica es necesario definir puntos relevantes en esta propuesta tecnológica. El prototipo domótico se enfoca a la seguridad, el control energético y el control on-off.

### ARQUITECTURA CLIENTE – SERVIDOR

Los servidores son hosts con software instalado que les permite proporcionar información, por ejemplo correo electrónico o páginas Web, a otros hosts de la red. Cada servicio requiere un software de servidor diferente. Por ejemplo, para proporcionar servicios Web a la red, un host necesita un software de servidor Web.

Los clientes son computadoras host que tienen instalado un software que les permite solicitar información al servidor y mostrar la información obtenida. Un explorador Web, como Internet Explorer, es un ejemplo de software cliente.

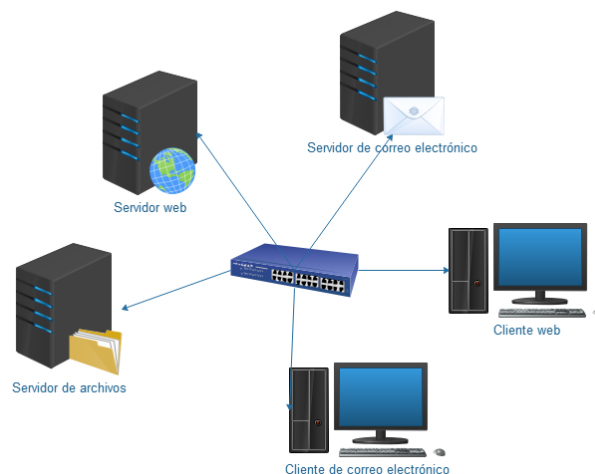


Figura 1. Arquitectura cliente servidor. Elaborado por el autor.



La arquitectura cliente – servidor dentro del prototipo domótico no existe como tal, y esto se debe a que todos los dispositivos se conectan a la red inalámbrica del hogar y el router les asigna una IP diferente convirtiéndolos en host o un cliente. Un host no necesariamente tiene que ser una pc o un teléfono móvil, la presente propuesta incorpora dispositivos wifi ya especificados anteriormente, los cuales nos permite tener una conexión con un router. [9]

Mediante el modo de configuración de los interruptores inalámbricos nos permite englobar el concepto de arquitectura cliente – servidor, estos dispositivos a través de una red que se crea automáticamente se pueden configurar con tan solo ingresar a la ip 192.16.4.1, un cliente arbitrario ingresa a la dirección IP solicita al servidor una página de configuración.

## **PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN**

### **UDP**

UDP se considera un protocolo de transporte de máximo esfuerzo, descrito en RFC 768. UDP es un protocolo de transporte liviano que ofrece la misma segmentación y rearmado de datos que TCP, pero sin la confiabilidad y el control del flujo de TCP. UDP es un protocolo tan simple que, por lo general, se lo describe en términos de lo que no hace en comparación con TCP.

Como se muestra en la ilustración, las siguientes características describen a UDP:

- Sin conexión: UDP no establece una conexión entre los hosts antes de que se puedan enviar y recibir datos.
- Entrega no confiable: UDP no proporciona servicios para asegurar que los datos se entreguen con confianza. UDP no cuenta con procesos que hagan que el emisor vuelva a transmitir los datos que se pierden o se dañan.
- Reconstrucción de datos no ordenada: en ocasiones, los datos se reciben en un orden distinto del de envío. UDP no proporciona ningún mecanismo para rearmar los datos en su secuencia original. Los datos simplemente se entregan a la aplicación en el orden en que llegan.
- Sin control del flujo: UDP no cuenta con mecanismos para controlar la cantidad de datos que transmite el dispositivo de origen para evitar la

saturación del dispositivo de destino. El origen envía los datos. Si los recursos en el host de destino se sobrecargan, es probable que dicho host descarte los datos enviados hasta que los recursos estén disponibles. A diferencia de TCP, en UDP no hay un mecanismo para la retransmisión automática de datos descartados. [10]

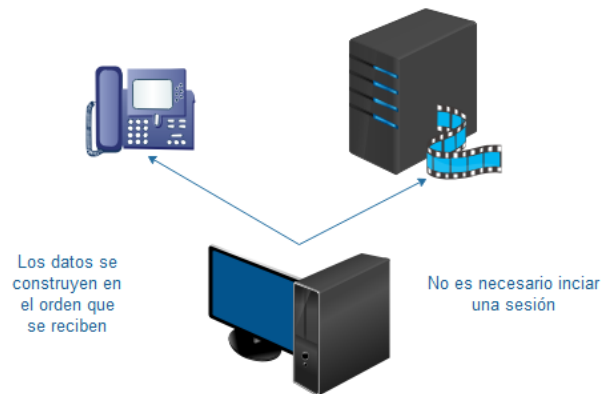


Figura 2. Características UDP. Elaborado por el autor.

El uso del protocolo UDP dentro de este proyecto tecnológico es fundamental para el control on/off inalámbrico. De acuerdo a la fundamentación teórica es cierto que los paquetes enviados por este protocolo no son confiables o no hay una retroalimentación de envío de datos por paquetes perdidos, pero también es cierto que no es necesario iniciar algún tipo de sesión entre los dispositivos (emisor-receptor) y algo muy relevante es que el envío de datos no ocupa un ancho de banda importante como el protocolo TCP dentro de la red.

El uso del protocolo UDP dentro de este proyecto tecnológico es fundamental puesto que tanto el panel domótico y los interruptores inalámbricos (que se mencionaran en el desarrollo de este informe) lo utilizan para el envío de paquetes de datos los cuales contienen el comando con el que realiza el control on-off.

No es necesario para el prototipo iniciar sesión entre dispositivos (domótico – interruptor inalámbrico), como es un protocolo abierto, el panel domótico para control inalámbrico solo debe enviar el paquete que contiene el comando a través del broadcast asignado a la red, como los datos son enviados por broadcast, el

interruptor inalámbrico que este configurado con dicho comando será el que hará el control on-off.

### **PUERTO DE RED**

Un puerto es un identificador numérico de cada segmento, que se utiliza para realizar un seguimiento de conversaciones específicas y de servicios de destino solicitados. Cada mensaje que envía un host contiene un puerto de origen y un puerto de destino. [11]

### **PUERTO DE DESTINO**

El cliente coloca un número de puerto de destino en el segmento para informar al servidor de destino el servicio solicitado. Por ejemplo: el puerto 80 se refiere a HTTP o al servicio Web. Cuando un cliente especifica el puerto 80 en el puerto de destino, el servidor que recibe el mensaje sabe que se solicitan servicios Web. Un servidor puede ofrecer más de un servicio simultáneamente. [12]

### **PUERTO DE ORIGEN**

El número de puerto de origen es generado de manera aleatoria por el dispositivo emisor para identificar una conversación entre dos dispositivos. Esto permite establecer varias conversaciones simultáneamente. En otras palabras, un dispositivo puede enviar varias solicitudes de servicio HTTP a un servidor Web al mismo tiempo. El seguimiento de las conversaciones por separado se basa en los puertos de origen. [13]

Para el control inalámbrico on/off se utilizó el puerto 2807 en conjunto con protocolo UDP ya mencionado, por cuestión de seguridad el puerto es un número arbitrario por el cual se enviarán los comandos desde el panel domótico hasta los interruptores inalámbricos.

### **INTERNET DE LAS COSAS**

Podríamos definir el Internet de las cosas como la consolidación a través de la red de redes de una "red" que alojase una gran multitud de objetos o dispositivos, es decir, poder tener conectada a esta todas las cosas de este mundo como podrían ser vehículos, electrodomésticos, dispositivos mecánicos, o simplemente objetos tales

como calzado, muebles, maletas, dispositivos de medición, biosensores, o cualquier objeto que nos podamos imaginar. [14]

También es importante definir que el tema IoT tiene un gran impacto dentro de los microcontroladores y por ende a la robótica y afines; la domótica no está exento y es un punto fuerte para el tema, puesto que se trata de crear tráfico de datos los cuales encapsulan información de sensores de todo tipo, con la finalidad de llevar todo a internet. En el siguiente concepto se mencionará la forma crear tráfico a través de internet

### **PLATAFORMA IoT**

Una plataforma IoT es la base para que dispositivos estén interconectados y se genere un ecosistema propio.

Generalmente hay cuatro plataformas que se refieren a menudo a “plataformas IoT”:

- Plataformas de conectividad / M2M: Estas plataformas se centran principalmente en la conectividad de los dispositivos conectados a través de redes de telecomunicaciones (por ejemplo, tarjetas SIM), pero rara vez en el procesamiento y enriquecimiento de los diferentes conjuntos de datos de los sensores.
- Backends. IaaS: Infraestructura como servicio backends que proporciona alojamiento y potencia de procesamiento para aplicaciones y servicios. Estos backends solían ser optimizados para aplicaciones de escritorio y móviles, pero IoT ahora también está en foco.
- Plataformas de software específicos de hardware: Algunas compañías que venden dispositivos conectados han construido su propio backend. Les gusta referirse al backend como una plataforma IoT. Dado que la plataforma no está abierta a nadie más en el mercado es discutible si se debe llamar una plataforma IoT.
- Extensiones / software para empresas de consumo. Existentes paquetes de software empresariales y sistemas operativos como Microsoft Windows 10 están permitiendo que cada vez más la integración de los dispositivos IoT.

Actualmente, estas extensiones a menudo no son lo suficientemente avanzadas como para clasificarse como una plataforma completa de IoT, pero pueden llegar pronto. [15]

Una plataforma IoT es necesario para las comunicaciones entre dispositivos a través de internet, aquellas plataformas operan mediante protocolos ya establecidos por lo que los usuarios solo deben seguir parámetros para subir u obtener datos. Por lo general las plataformas IoT brindan su servicio de nube a sus usuarios pero con ciertos tipos de restricciones, aquellas restricciones van de acuerdo a la cantidad de espacio o variables que utilizará, a partir de ahí se tendrá que comprar algún tipo de servicio adicional por un costo definido por la empresa que presta el servicio.

Para la presente propuesta se utiliza la plataforma IoT Blynk, con esta plataforma nos permite usar 9 variables, con las cuales se controlan los interruptores inalámbricos ya mencionados en este informe.

### **IMPRESIONES 3D**

La impresión 3D, también conocida como manufactura por adición, es un proceso por el cual se crean objetos físicos colocando un material por capas en base a un modelo digital. Todos los procesos de impresión 3D requieren que el software, el hardware y los materiales trabajen en conjunto.

La tecnología de impresión 3D puede utilizarse para crear todo tipo de cosas, desde prototipos y piezas simples hasta productos finales altamente técnicos, como piezas para aeronaves (inglés), edificios ecológicos, implantes médicos que pueden salvar vidas e incluso órganos artificiales que se producen con capas de células humanas. [16]

El uso de impresiones 3D dentro de la presente propuesta es para darle un toque comercial absoluto al proyecto, además que el tema de impresiones en 3D va ganando mucho terreno en diferentes áreas de conocimiento y este proyecto debe estar a la vanguardia de aquellos cambios tecnológicos que se vayan presentando.

Los interruptores inalámbricos que se ha estado mencionando es un prototipo nuevo, claro está que existen en el mercado muchos artículos similares y con diferentes funciones. Pero como un objeto nuevo se debe considerar la estética que

es lo más atractivo para el usuario y es aquí donde entra el tema de diseños e impresiones en 3D.

## 2.3 MARCO TEÓRICO

A continuación se detallarán artículos estudiados por el autor que han servido como guía para la elaboración del presente proyecto de titulación, los cuales están ordenados por fecha de publicación.

En la tesis de **Diseño y construcción de un prototipo de control domótico inalámbrico para discapacitados. (2013)**, la presente propuesta de titulación está basado en el control on-off de artículos del hogar a través de un control de Radio frecuencia (RF) con modulación ASK, prototipo direccionado a los discapacitados. Los resultados demostraron que la confiabilidad del prototipo es del 100%, mientras que los enlaces de comunicación de radiofrecuencia con línea de vista alcanzaban 18,70 metros y sin línea de vista se atenuaba obteniendo un alcance de 9,90 metros. [17]

En la tesis de **Diseño de un sistema domótico inalámbrico para controlar parámetros domiciliarios y de un área educativa en la ciudad de Ibarra. (2016)**, el presente trabajo de titulación de la universidad Técnica del Norte, propone dar a conocer el impacto de la Domótica en el hogar y la influencia de esta tecnología en Ecuador. El sistema domótico usa comunicación por módulos Xbee debido a que son dispositivos para comunicación abierta; el prototipo realiza comparaciones con sistemas domóticos comerciales donde los parámetros de comparación son los siguientes: velocidad de transmisión, comunicación, tecnología, aplicabilidad, eficiencia y costo. Los resultados demostraron que el sistema propuesto está al nivel tecnológico con sistemas comerciales. [18]

La tesis sobre **Aplicación de la plataforma hardware y software raspberry pi II y el módulo de conectividad de red inalámbrica photon wi-fly, para el diseño de aplicaciones domóticas basadas en tecnología wi-fi. (2016)**, el presente trabajo propuso realizar un control domótico basado en el internet de las cosas, programación con raspberry pi, programación en javascript para páginas web. Se

diseño un interfaz a través de una página web para que el usuario mediante una conexión a internet pueda realizar el control. [19]

En el artículo de investigación sobre **Sistema de control domótico de bajo costo: un respaldo a la generación ecológica de energía eléctrica en Colombia. (2016)**, el trabajo publicado en la revista Tecnura consiste en desarrollar un sistema domótico que sea de bajo costo el cual realice un control de energía eléctrica. El sistema fue implementado en una vivienda en la ciudad de San José con el objetivo de controlar luminarias. Los resultados obtenidos fue la disminución de consumo total de la vivienda en un 3,75%. [20]

En la tesis sobre **Estudio del modelo de referencia de internet de las cosas (IoT), con la implementación de un prototipo domótico. (2016)**, la presente propuesta realiza un modelado básico de un prototipo domótico aplicado a la realidad. Casas inteligentes e internet de las cosas son los términos que se basa el proyecto, donde sus ejes principales para este prototipo son: seguridad, iluminación y climatización. [21]

## **2.4 DESARROLLO**

### **2.4.1 COMPONENTES FÍSICOS Y LÓGICOS**

#### **2.4.1.1 COMPONENTES FÍSICOS**

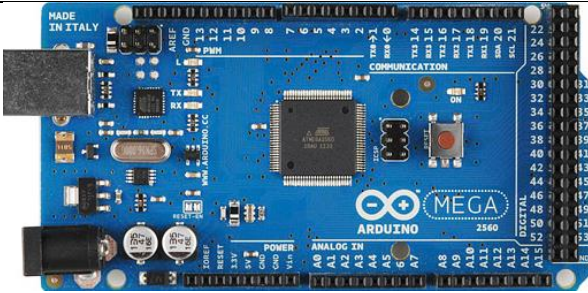
Para el desarrollo del presente proyecto de titulación es necesario conocer detalladamente todos los componentes electrónicos que integra el prototipo domótico.

#### **COMPONENTES FÍSICOS DEL PROTOTIPO DOMÓTICO**

##### **CONTROLADOR ARDUINO MEGA**

El prototipo domótico usa como tarjeta de adquisición de datos y toma de decisiones un Arduino mega. Se seleccionó este tipo de controlador por la diversidad de módulos que son compatibles y la fácil adquisición en cualquier tienda electrónica local. Además porque está a la vanguardia de nuevas tecnologías como es el caso del internet de las cosas (Iot) y esto se debe a que su compilador es de código

abierto. A continuación se presentan las características principales que nos ofrece Arduino en su versión ATMEGA 2560.

| DATOS TÉCNICOS                 |  |
|--------------------------------|--|
| <b>IMAGEN</b>                  |  |
| Modelo                         | ARDUINO MEGA 2560 REV3   |
| Voltaje operativo              | 5 [v]  |
| Voltaje de entrada             | 7 – 12 [v]   |
| Voltaje de entrada máx.        | 6 – 20 [v]   |
| E/S digitales                  | 54   |
| E/S analógicas                 | 16   |
| Pines PWM                      | 15   |
| Corriente DC por cada Pin E/S: | 40 [mA]  |
| Memoria flash                  | 256 [KB] – (8 [KB] usados por el bootloader)                                       |
| SRAM                           | 8 [KB]   |
| EEPROM                         | 4 [KB]   |
| Clock speed                    | 16 [Mhz]   |
| Comunicación                   | Serial<br>SDA – SLC  |

*Tabla 1. Datos técnicos de arduino mega. Tomados del datasheet*

### **MÓDULO WIFI ESP8266 – 01S**

El prototipo domótico usa un módulo wifi para conectarse a la red inalámbrica del hogar y posteriormente realizar el control de elementos de campo. Gracias a sus pines TX y RX es posible tener una comunicación de tipo serial con Arduino mega 2560, el mismo que envía ordene a través de comandos AT que básicamente es el lenguaje de máquina para tener una interacción M2M.



Adicionalmente se usan estos pequeños dispositivos que integran lo que denominando dentro del proyecto interruptores inalámbricos, el cual recibirá órdenes del controlador principal a través de la red inalámbrica. En el desarrollo de este informe se explicara de manera detallada el funcionamiento; a continuación se presenta una tabla con los datos técnicos del módulo wifi esp-01S.

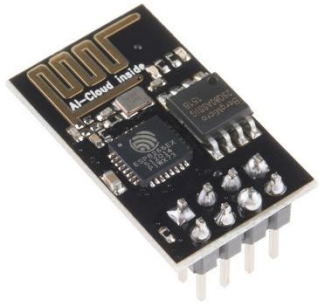
| DATOS TÉCNICOS                        |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>IMAGEN</b>                         |  |
| Modelo                                | ESP8266 – 01S  |
| Voltaje de alimentación usb           | 3.3 [v]  |
| Voltaje de entrada/salida             | 3.3 [v]  |
| Frecuencia de reloj                   | 8 [Mhz]  |
| E/S digitales                         | 4  |
| Instruction RAM                       | 80 [KB]  |
| Data RAM                              | 96[KB]   |
| Memoria flash                         | 4[MB]  |
| UART                                  | 1  |
| 802.11 b/g/n                          |  |
| Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP           |  |
| Wake up and transmit packets in < 2ms |  |
| Wake up and transmit packets in < 2ms |  |

Tabla 2: Datos técnicos del ESP01. Tomado del datasheet

## LCD 16X2

Se elige este tipo de pantalla LCD como parte del panel del prototipo domótico, haciendo que la interfaz gráfica sea amigable con el usuario.

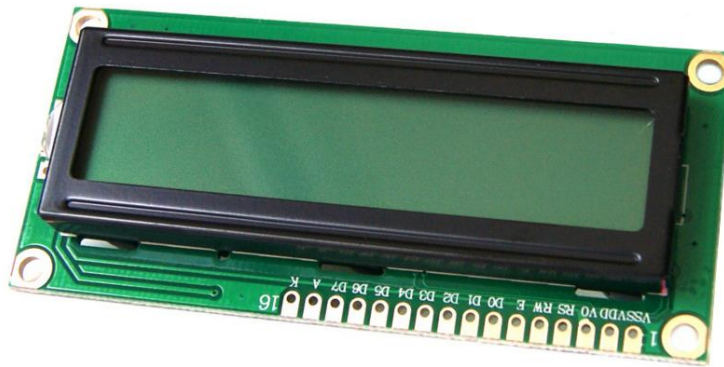


Figura 3: LCD 16x2. [www.hetpro-store.com](http://www.hetpro-store.com)

### **CONVERTIDOR I2C**

Una de las desventajas del LCD 16x2 es que necesita de varios pines del controlador del prototipo domótico para que funcione correctamente, para evitar conexiones innecesarias para su funcionamiento se eligió la comunicación SDA y SCL. Este pequeño dispositivo se conecta a los pines del LCD convirtiéndolos en 4 para la comunicación. El protocolo de comunicación SDA y SCL se detallara en el desarrollo de este documento.

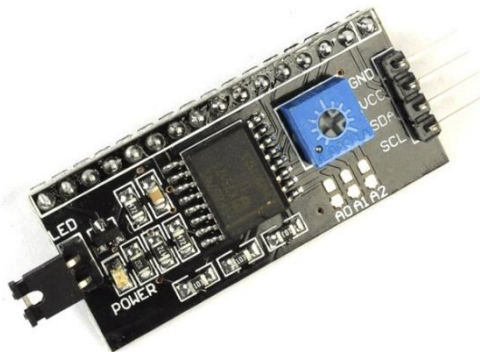


Figura 4: Convertidor I2C. [www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com)

### **TECLADO MATRICIAL 4X4**

Para complementar el panel de control del prototipo domótico el cual sirve para las configuraciones del mismo, se eligió un teclado matricial de dimensiones 4x4. A continuación se presentan los datos técnicos de la membrana matricial 4x4.


| DATOS TÉCNICOS        |  |
|-----------------------|--|
| IMAGEN                |  |
| Maximum Rating        | 24 VDC, 30 mA  |
| Interface             | 8-pin access to 4x4 matrix   |
| Operating temperature | 32 to 122 °F (0 to 50°C)   |
| Dimensions            | Keypad, 2.7 x 3.0 in (6.9 x 7.6 cm)<br>Cable: 0.78 x 3.5 in (2.0 x 8.8 cm)         |

Tabla 3: Datos técnicos del teclado matricial 4x4. Tomado del datasheet

### GPRS/GSM SIM 900

El prototipo domótico consta de un módulo sim900 para el envío de SMS en caso de emergencias en el hogar y a su vez, la recepción de SMS con las configuraciones necesarias por parte del usuario y/o propietario de la casa.


| DATOS TÉCNICOS                     |  |
|------------------------------------|--|
| IMAGEN                             |  |
| Totalmente compatible con Arduino  |  |
| Conexión con el puerto serial      |  |
| Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 Mhz |  |
| GPRS multi-slot clase 10/8         |  |
| GPRS mobile station clase B        |  |
| Compatible GSM fase 2/2+           |  |
| TCP/UP embebido                    |  |
| Consumo de 1.5 mA (susp)           |  |

Tabla 4: Datos técnicos del SIM900. [www.hetpro-store.com](http://www.hetpro-store.com)

### MÓDULO DE RECONOCIMIENTO DE VOZ ELECHOUSE V3

Para el control on/off de elementos de campo en el hogar, se usa comandos de voz para su activación. Estos comandos de voz deben ser entrenados previamente por el usuario y/o propietario de la casa y luego cargarlos para que el panel domótico pueda receptarlos y realizar el control a distancia a través de la red inalámbrica del hogar hasta los interruptores inalámbricos. A continuación se presenta una tabla con las especificaciones técnicas más importantes del módulo de reconocimiento de voz.


| DATOS TÉCNICOS  |   |
|---|---|
| IMAGEN  |  |
| Voltaje:  | 4.5 - 5.5 [V]   |
| Current:  | <40mA   |
| Digital Interface:  | 5V TTL level for UART interface and GPIO  |
| Analog Interface:   | 3.5mm mono-channel microphone connector + microphone pin interface                  |
| Size:   | 31mm x 50mm   |
| 31mm x 50mm   | 99% (under ideal environment)   |
| Support maximum 80 voice commands, with each voice 1500ms (one or two words speaking) |   |
| Support maximum 80 voice commands, with each voice 1500ms (one or two words speaking) |   |

Tabla 5. Datos técnicos del módulo de reconocimiento de voz.  
[http://www.elechouse.com/elechouse/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=2254](http://www.elechouse.com/elechouse/index.php?main_page=product_info&products_id=2254)

## SENSOR DE MOVIMIENTO PIR HC-SR501

Para abarcar lo que se denomina control energético del hogar y además la detección de personas para el uso eventual de emergencias, el sensor pir hc-sr501 es una alternativa, puesto que el prototipo domótico es escalable, es decir, se puede implementar cualquier otro módulo de detección de persona con la condición de que este tenga los 3 pines generales que son de referencia internacional (voltaje, dato y tierra). Fundamentalmente las personas desprendemos calor el cual es emitido por radiación infrarroja, los mismos que son receptados por el sensor de movimiento en su Angulo de detección.

A continuación se detallan los datos técnicos del sensor pir HC-SR501 para complementar el prototipo domótico.

| DATOS TÉCNICOS  |   |
|---|---|
| IMAGEN  |  |
| Sensor piroeléctrico (Pasivo) infrarrojo (También llamado PIR)  |   |
| El módulo incluye el sensor, lente, controlador PIR BISS0001, regulador y todos los componentes de apoyo para una fácil utilización |   |
| Rango de detección: 3 m a 7 m, ajustable mediante trimmer (Sx)  |   |
| Lente fresnel de 19 zonas, ángulo < 100°  |   |
| Salida activa alta a 3.3 V  |   |
| Tiempo en estado activo de la salida configurable mediante trimmer (Tx)   |   |
| Redisparo configurable mediante jumper de soldadura   |   |
| Consumo de corriente en reposo: < 50 $\mu$ A  |   |
| Voltaje de alimentación: 4.5 VDC a 20 VDC   |   |

Tabla 6. Datos Técnicos del sensor PIR HC-SR501. <https://electronilab.co/tienda/sensor-de-movimiento-pir-hc-sr501/>

## REGULADOR DE VOLTAJE LM2596

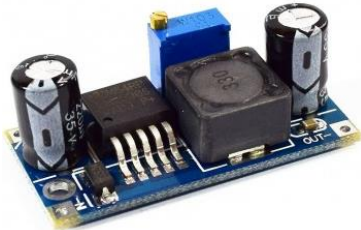
| DATOS TÉCNICOS  |  |
|---|--|
| IMAGEN  |  |
| Convertidor DC-DC                                     |  |
| Voltaje de entrada: 4.5V a 40V DC                     |  |
| Voltaje de salida: 1.23V a 37V DC                     |  |
| Corriente de Salida: máx. 3A, 2.5A recomendado        |  |
| Potencia de salida: 25W                               |  |
| Regulación de voltaje: $S(u) \leq 0.5\%$ .            |  |
| Protección frente a inversión de polaridad: NO        |  |
| Dimensiones: 43mm*21mm*13mm                           |  |
| Protección de sobre-temperatura: SI (apaga la salida) |  |

Tabla 7. Datos técnicos del regulador de voltaje LM2596. <https://naylorlampmechatronics.com/conversores-dc-dc/196-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-3a-lm2596.html>

## DIODO RECTIFICADOR 1N5399

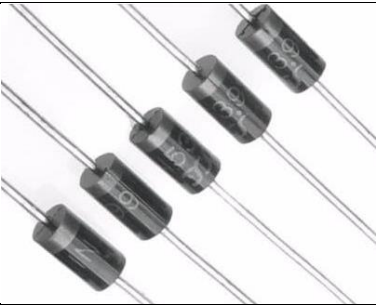
| DATOS TÉCNICOS  |  |
|---|--|
| IMAGEN  |  |
| Tensión máxima de bloqueo de CC (VDC) = 1000 volts          |  |
| Caída de tensión máxima en sentido directo (VFM)= 1,4 volts |  |
| Corriente promedio máxima en sentido directo (IF) = 1,5 Amp |  |
| Capacitancia total (CT) a VR=4V y f=1MHz =25 pF             |  |

Tabla 8. Datos técnicos diodo 1N5399. [https://www.ecured.cu/Diodo\\_1N5399](https://www.ecured.cu/Diodo_1N5399).

## BATERIA 9V 600 mAh

El panel domótico porta una batería de 9v con un amperaje de 600 mAh el cual es el encargado de dotar de voltaje y corriente al circuito electrónico para su funcionamiento en caso de un corte de energía eléctrica en casa. La batería se carga conectando el adaptador de pared. Es importante destacar que la batería puede ser escalable por lo que el usuario podrá adquirir otra batería para una mayor duración. A continuación se especifican los datos técnicos de la batería.

| DATOS TÉCNICOS |   |
|----------------|---|
| IMAGEN         |  |
| Material       | Litio   |
| Voltaje        | 9[v]  |
| Capacidad      | 600 [mAh]   |
| Tamaño         | 48x26x17 [mm]   |
| Color          | Plomo y azul  |

Tabla 9. Datos técnicos Batería pikcell. [www.sites.google.com](http://www.sites.google.com)

## COMPONENTES FÍSICOS DEL PROTOTIPO INTERRUPTOR INALÁMBRICO

Para el control on/off de los elementos de campo que se desee controlar de manera arbitraria por parte del usuario y/o propietario de casa, se usa un pequeño dispositivo que tiene una estrecha relación al panel domótico. A continuación se detallan los componentes electrónicos que este interruptor inalámbrico está compuesto.

## MÓDULO RELAY 1 CANAL

Para el control de elementos de campo en el hogar es necesario tener un dispositivo que tenga la capacidad de abrir o cerrar circuitos eléctricos a través de un circuito electrónico. Por ello se seleccionó el relay de un canal, es un módulo que puede realizar las acciones antes mencionadas, también es importante destacar que los componentes que se detallaran a continuación son de bajo costo y de fácil adquisición.

| DATOS TÉCNICOS                |   |
|-------------------------------|---|
| IMAGEN                        |  |
| Canal de salida               | 1   |
| Voltaje de funcionamiento     | 24 [V]  |
| Relé de tensión de carga      | 125VAC/250VAC<br>28VDC/30VDC  |
| Corriente de operación        | 10A   |
| Voltaje de la bobina (relé)   | 5V  |
| Modo de disparo               | Bajo nivel de disparo   |
| Diodo de protección           | En cada bobina  |
| Diodo LED indicador           | Estado para cada canal  |
| Consumo de corriente (bobina) | 20mA  |
| Tamaño                        | 4.0cm x 1.5cm x 2.0cm   |
| Peso                          | 14 gramos   |

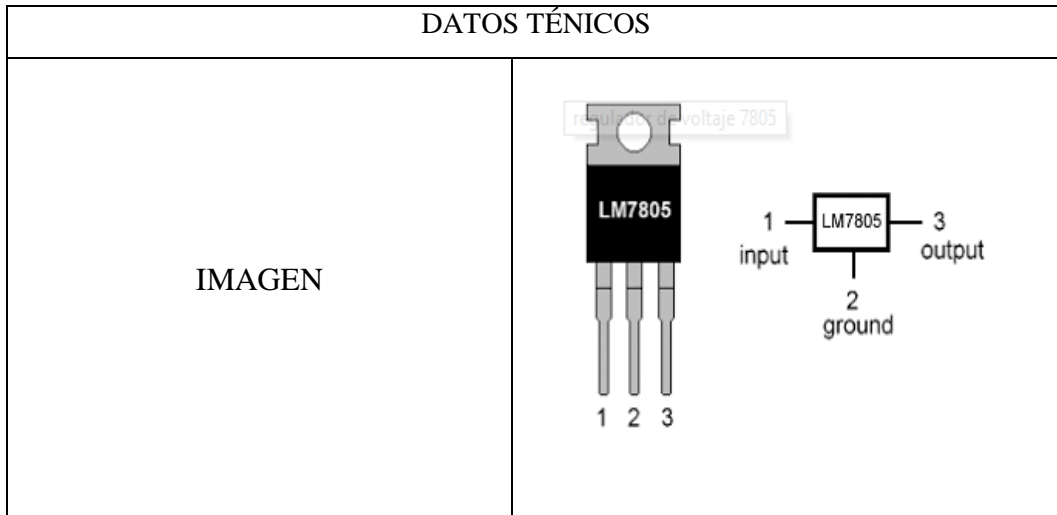
Tabla 10. Datos técnicos de interruptor inalámbrico. [www.vistronica.com](http://www.vistronica.com)

## REGULADOR 7085

El prototipo interruptor inalámbrico es el encargado de controlar los circuitos eléctricos mediante un circuito electrónico, en su etapa de potencia se necesita



reguladores de voltaje para la alimentación del integrado 7805 el cual proporciona el voltaje adecuado para el funcionamiento del relay de un canal, a su vez el voltaje para la etapa de potencia de 3.3v. A continuación se detallan los datos técnicos del integrado 7805.



| Parameter                | Symbol              | Conditions  | MC7805/LM7805                   |      |      | Unit              |    |
|--------------------------|---------------------|---|---------------------------------|------|------|-------------------|----|
|                          |                     |   | Min.                            | Typ. | Max. |                   |    |
| Output Voltage           | VO                  | T <sub>J</sub> = +25 °C   | 4.8                             | 5.0  | 5.2  | V                 |    |
|                          |                     | 5.0mA ≤ I <sub>O</sub> ≤ 1.0A, P <sub>O</sub> ≤ 15W<br>V <sub>I</sub> = 7V to 20V | 4.75                            | 5.0  | 5.25 |                   |    |
| Line Regulation (Note1)  | Regline             | T <sub>J</sub> = +25 °C   | V <sub>O</sub> = 7V to 25V      | -    | 4.0  | 100               | mV |
|                          |                     |   | V <sub>I</sub> = 8V to 12V      | -    | 1.6  | 50                |    |
| Load Regulation (Note1)  | Regload             | T <sub>J</sub> = +25 °C   | I <sub>O</sub> = 5.0mA to 1.5A  | -    | 9    | 100               | mV |
|                          |                     |   | I <sub>O</sub> = 250mA to 750mA | -    | 4    | 50                |    |
| Quiescent Current        | I <sub>Q</sub>      | T <sub>J</sub> = +25 °C   | -                               | 5.0  | 8.0  | mA                |    |
| Quiescent Current Change | ΔI <sub>Q</sub>     | I <sub>O</sub> = 5mA to 1.0A  | -                               | 0.03 | 0.5  | mA                |    |
|                          |                     | V <sub>I</sub> = 7V to 25V  | -                               | 0.3  | 1.3  |                   |    |
| Output Voltage Drift     | ΔV <sub>O</sub> /ΔT | I <sub>O</sub> = 5mA  | -                               | -0.8 | -    | mV/°C             |    |
| Output Noise Voltage     | V <sub>N</sub>      | f = 10Hz to 100KHz, T <sub>A</sub> = +25 °C                                       | -                               | 42   | -    | μV/V <sub>O</sub> |    |
| Ripple Rejection         | RR                  | f = 120Hz<br>V <sub>O</sub> = 8V to 18V   | 62                              | 73   | -    | dB                |    |
| Dropout Voltage          | V <sub>Drop</sub>   | I <sub>O</sub> = 1A, T <sub>J</sub> = +25 °C                                      | -                               | 2    | -    | V                 |    |
| Output Resistance        | r <sub>O</sub>      | f = 1KHz  | -                               | 15   | -    | mΩ                |    |
| Short Circuit Current    | I <sub>SC</sub>     | V <sub>I</sub> = 35V, T <sub>A</sub> = +25 °C                                     | -                               | 230  | -    | mA                |    |
| Peak Current             | I <sub>PK</sub>     | T <sub>J</sub> = +25 °C   | -                               | 2.2  | -    | A                 |    |

Figura 5. Disipador de calor. [www.ebay.es](http://www.ebay.es)

## DISIPADOR DE ALUMINIO

En la etapa de regulación de voltaje a 5v, el integrado necesita disipar su energía a través de calor por lo que el 7805 (figura 4) tiende a calentarse, por ellos para disipar esa energía en forma de calor se utiliza un disipador de aluminio; la finalidad de que el interruptor inalámbrico mantenga estable su temperatura.

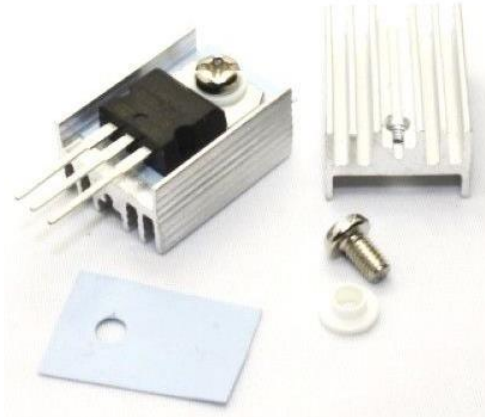


Figura 6. Datos técnicos 7805. /[www.electrontools.com](http://www.electrontools.com)

## CAPACITORES ELECTROLITICOS

Los capacitores son parte del conjunto fundamental para la elaboración de una placa pcb, y, la utilidad dentro de estos interruptores inalámbricos es el mantener constante el voltaje que proporciona la batería.



Figura 7. Capacitores. <http://www.maxelectronica.cl>

## REGULADOR AMS1117

Anteriormente se mencionó dos etapas de potencias, la primera eventualmente es de utilidad para la regulación de 5v, voltaje que se proporciona al relay, en esta segunda fase el voltaje se regula a 3.3v para la alimentación del wifi esp8266-01S que se mencionó anteriormente adjuntando sus datos técnicos. Para la regulación a 3.3v se usa este pequeño modulo a continuación.


| DATOS TÉCNICOS              |   |
|-----------------------------|---|
| IMAGEN                      |  |
| Integrado                   | Chip AMS1117-3.3  |
| Rango de voltaje de entrada | 4.75V-7V  |
| Voltaje de salida           | 3.3V, 800mA (la corriente de carga no puede exceder 800ma)                          |
| Indicador de encendido      | Led rojo  |
| Tamaño                      | 8.6 x 12.33 mm  |

Tabla 11. Datos técnicos AMS1117. [www.mercadoribre.com.ec](http://www.mercadoribre.com.ec)

A continuación se presentaran componentes electrónicos que son fundamentales dentro de la elaboración de un circuito impreso (PCB), como son: capacitores, resistencias, baquelita virgen, conector de batería, espadines hembras – macho, borneras.

## RESISTENCIA

Nos permite limitar el paso de corriente de acuerdo a los valores de resistencia por sus colores, la utilidad es importante en los circuitos pcb y su uso fundamental es proteger los indicadores del interruptor inalámbrico

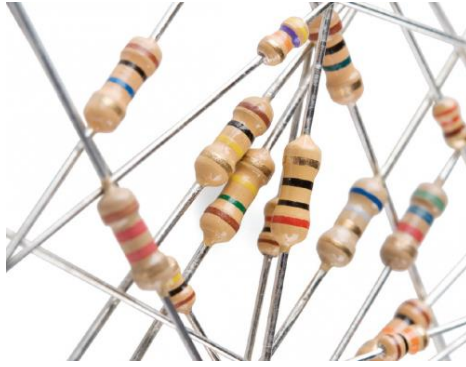


Figura 8. Resistencias. <https://cursos.mcielectronics.cl>

## **BAQUELITA VIRGEN**



Figura 9. Baquelita. <https://www.ebay.es>.

## **BORNERAS**



Figura 10. Bornera de dos pines. <https://www.ebay.es>.

## ESPADINES MACHO/ HEMBRA

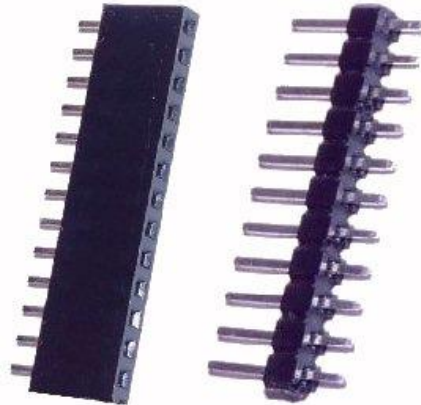


Figura 11. Espadines hembra y macho.  
<https://www.diarioelectronico hoy.com>.

## CONECTOR DE BATERIA



Figura 12. Conector para baterías.  
<https://www.electronicoscaldas.com>.

### 2.4.1.2 COMPONENTES LÓGICOS

#### IDE ARDUINO V.1.8.5

El software de código abierto Arduino (IDE) hace que sea fácil escribir código y subirlo a la pizarra. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux. El entorno está escrito en Java y está basado en Processing y otro software de código abierto. Este software se puede usar con cualquier placa Arduino.

Consulte la página [Cómo comenzar](#) para obtener instrucciones de instalación

La IDE arduino es un potente compilador de microcontroladores, que día a día se está actualizando en nuevas tecnologías. Compilador de costo \$0 y de código abierto (open source) que permite a desarrolladores de hardware y software crear nuevos complementos para uso general.

#### Ventajas del compilador Ide Arduino

- Compatible con microcontroladores de otras marcas.
- Diversidad de librerías
- Programación en lenguaje C
- Actualización automática de librerías y microcontroladores. [22]

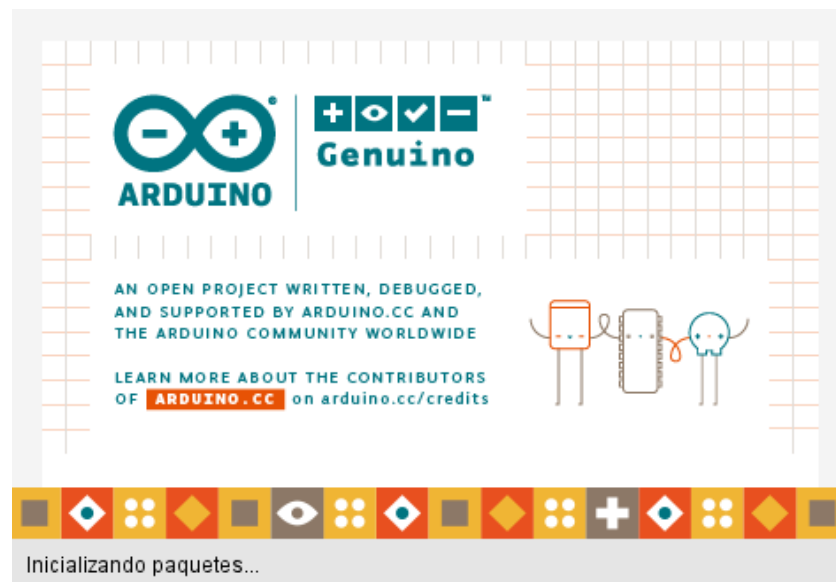


Figura 13. Software IDE arduino. Elaborado por el autor

#### DREAMWEAVER CS6

Es una aplicación en programa de estudio que está destinada a la construcción, diseño y edición de sitios, vídeos y aplicaciones Web basados en estándares. Creado inicialmente por Macromedia (actualmente producido por Adobe Systems) es un programa enfocado al sector del diseño y la programación web. Además de contar su propio visualizador de líneas de código que se puede ver en tiempo real. [23]



Figura 14. Software Drem Weaver. Elaborado por el autor

## **EAGLE PCB**

Eagle PCB pertenece a la empresa Autodesk, el cual desarrolla software de diferentes ingenierías y de entre ellas la electrónica. Eagle es un software destinado a diseños para realizar circuitos impresos, por su alta gama de librerías es un programa esencial para el desarrollo de circuitos. [24]



Figura 15. Eagle PCB. Elaborado por el autor.

## **FREECAD**

FreeCAD es una aplicación de modelado paramétrico CAD / CAE 3D. Está hecho principalmente para el diseño mecánico, pero también sirve para todos los demás usos donde necesite modelar objetos 3D con precisión y control sobre el historial de modelado. [25]



Figura 16. Freecad. Elaborado por el autor.

## **BLYNK**

Blynk es una plataforma con aplicaciones iOS y Android para controlar Arduino, Raspberry Pi y los gustos a través de Internet. Es un panel digital donde puede crear una interfaz gráfica para su proyecto simplemente arrastrando y soltando widgets. [26]



Figura 17. Plataforma IoT Blynk.

## **2.5 DISEÑO DE LA PROPUESTA**

### **2.5.1 DISEÑO FÍSICO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN**

A través de un diagrama de bloques intuitivos se pretende mostrar el modo de operación del prototipo domótico en tema de control on/off a distancia mediante comandos de voz. Los interruptores inalámbricos deben estar conectados a la red inalámbrica del hogar para que operen de manera satisfactoria.



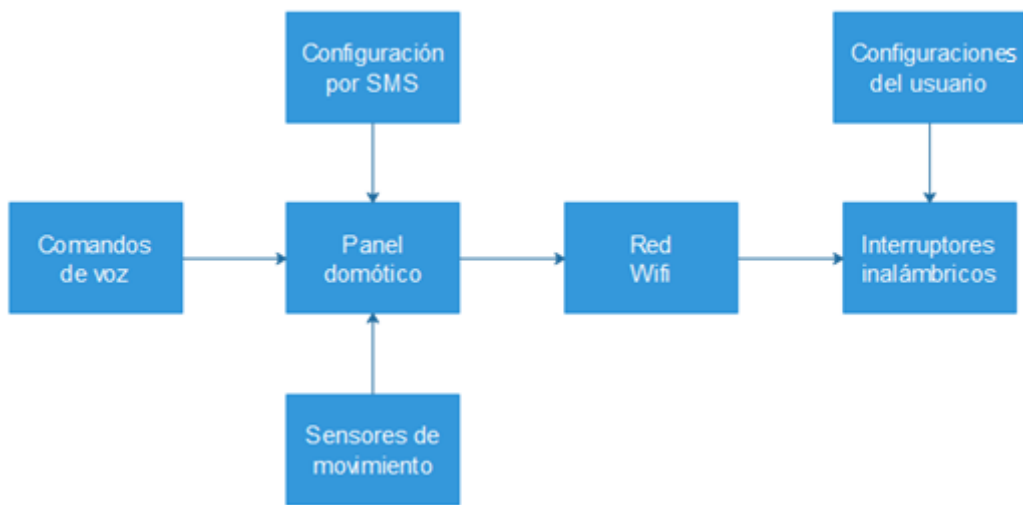


Figura 18. Diagrama de bloques del sistema domótico. Elaborado por el autor.

El control on-off no solamente opera con el comando de voz del usuario, adicionalmente con una aplicación móvil es posible realizar el control a través de internet, el uso de la aplicación es muy intuitiva por tanto no es necesario tener un conocimiento amplio para usarla.

Es relevante destacar que en modo de ahorro de energía los sensores de movimiento detectan la presencia de personas y en caso de no haber presencia, envían la orden para apagar el bombillo que este en la habitación. Este modo es posible desactivarlo en caso de que usuario lo requiera.

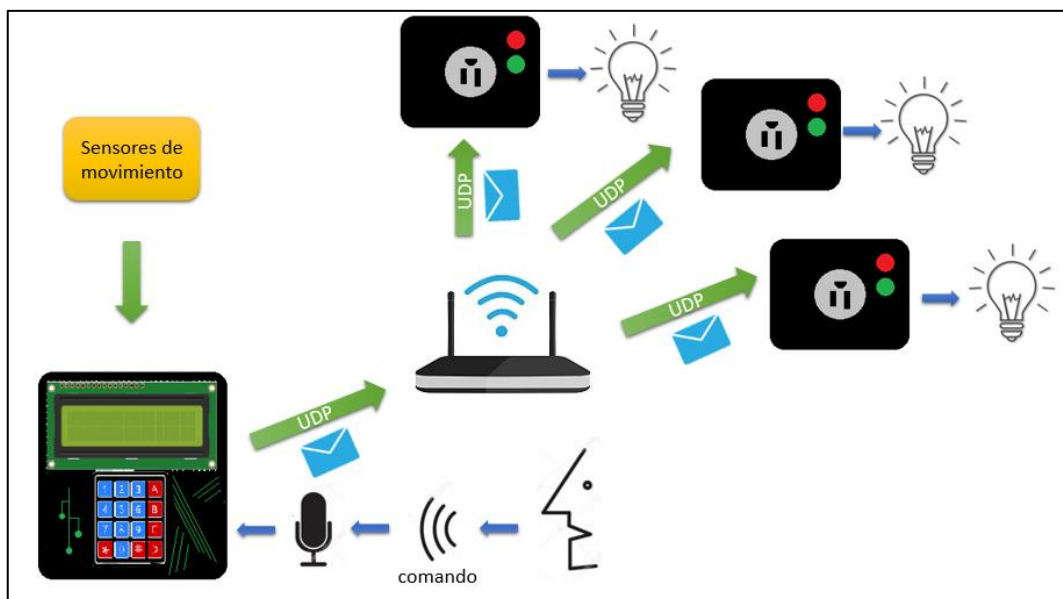


Figura 19. Control on/off vía comando de voz. Elaborado por el autor

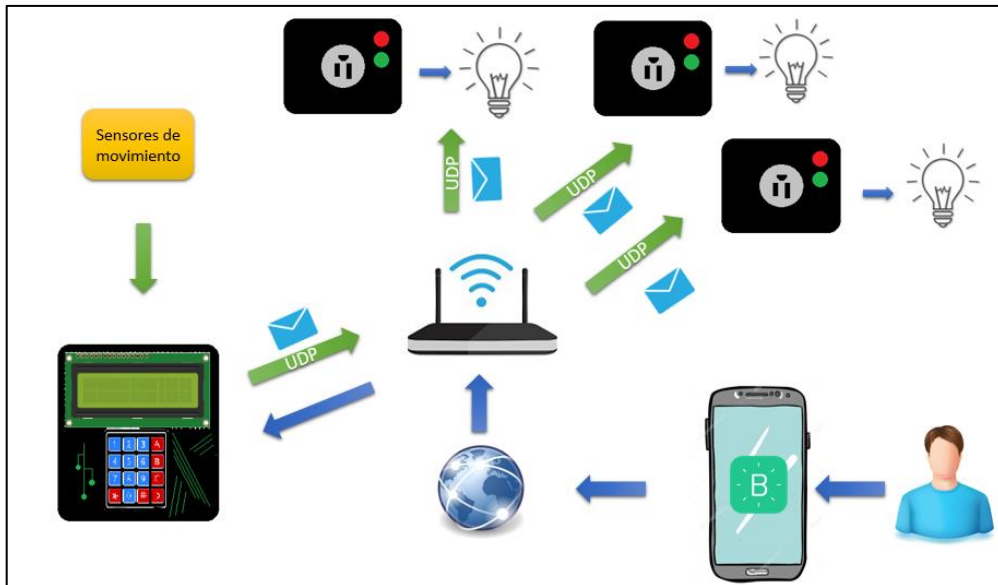


Figura 20. Control on/off vía app. Elaborado por el autor

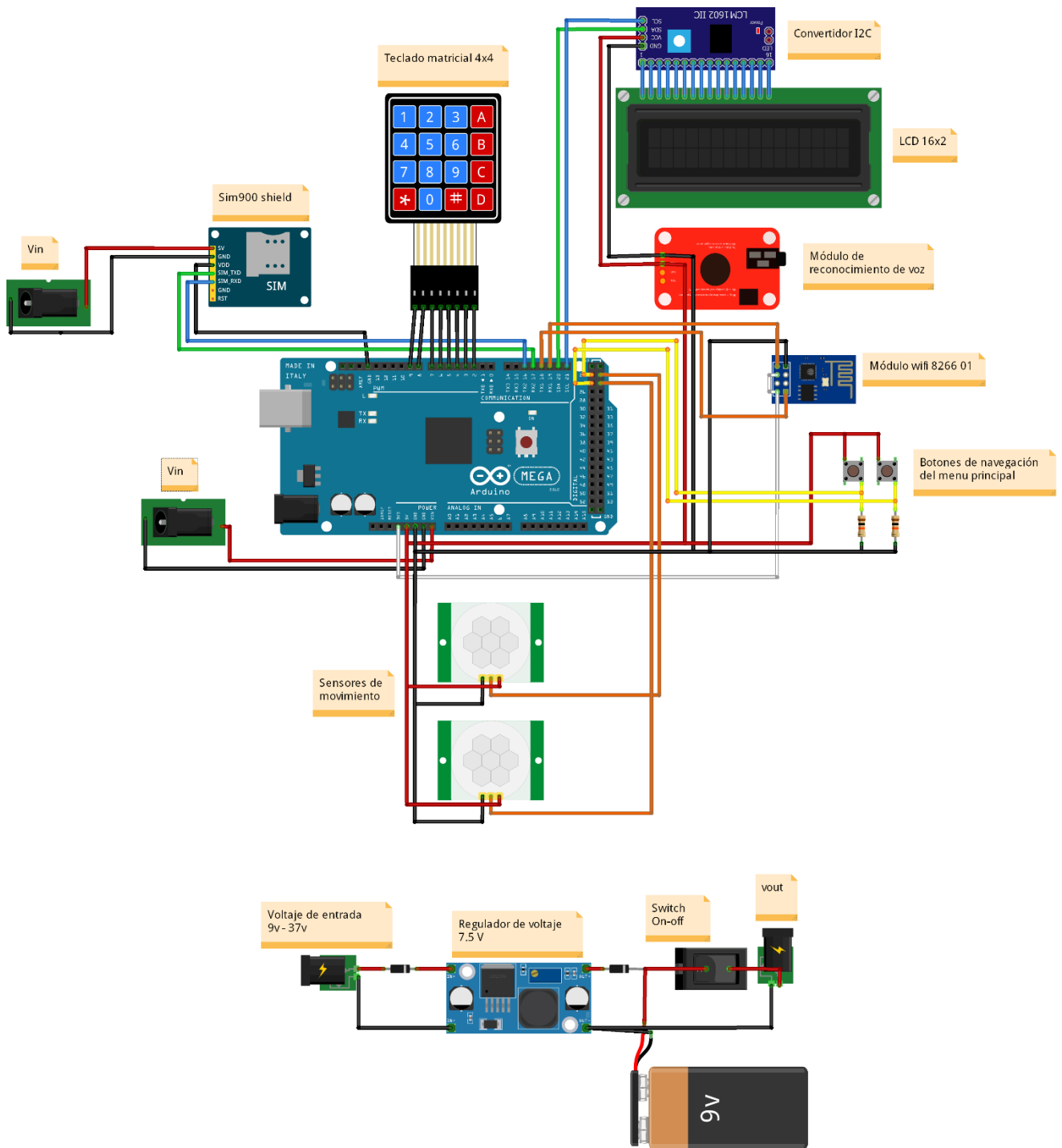
### 2.5.2 DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL PROTOTIPO DOMÓTICO

En el diagrama de la figura 21, se visualiza las conexiones físicas del prototipo domótico, el cual consta de los sensores de movimiento que se han detallado en el desarrollo de este informe. El número de sensores es escalable por lo que el usuario puede conectar más, los cuales deben funcionar a 5V y tener un pin de dato que usualmente traen estos tipos de sensores.

El arduino mega es el encargado de realizar las decisiones programadas de acuerdo a las condiciones de datos adquiridos por los sensores de movimiento, tanto en el modo seguro y el modo ahorro de energía. El módulo wifi es el que permite la conexión con el punto de acceso a internet de casa para posteriormente realizar el control on/off ya sea por comando de voz o directamente desde la app Blynk.

Un teclado matricial y un display de 16x2 para el menú de configuraciones, el ingreso al menú previo ingreso de contraseña o clave de acceso.

Un módulo sim900 para la recepción de mensajes de texto con las configuraciones respectivas del prototipo domótico por parte del usuario, y el envío de sms en caso de alerta por error de ingreso de contraseña y por alertas en caso de detectar intrusos en casa.

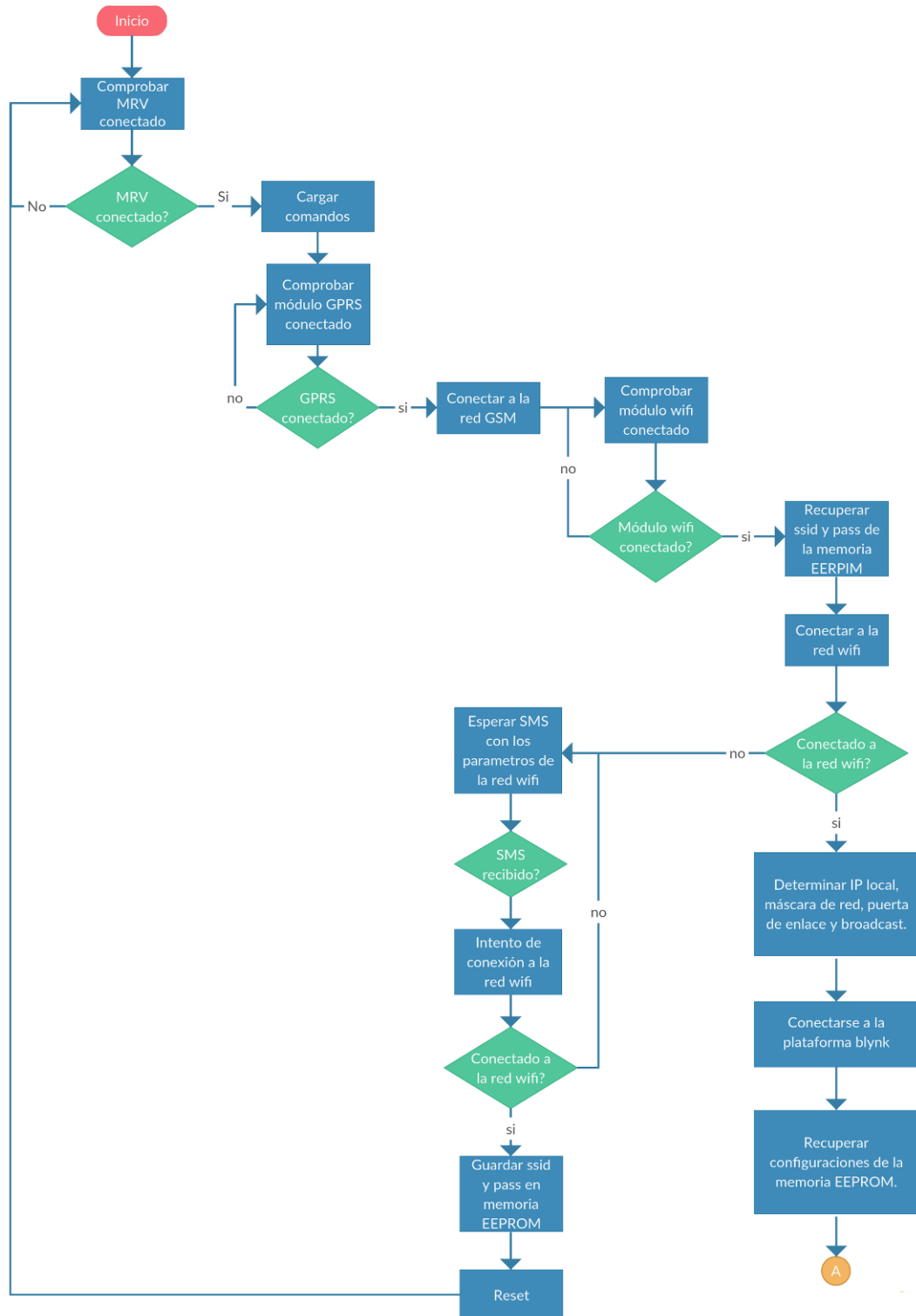


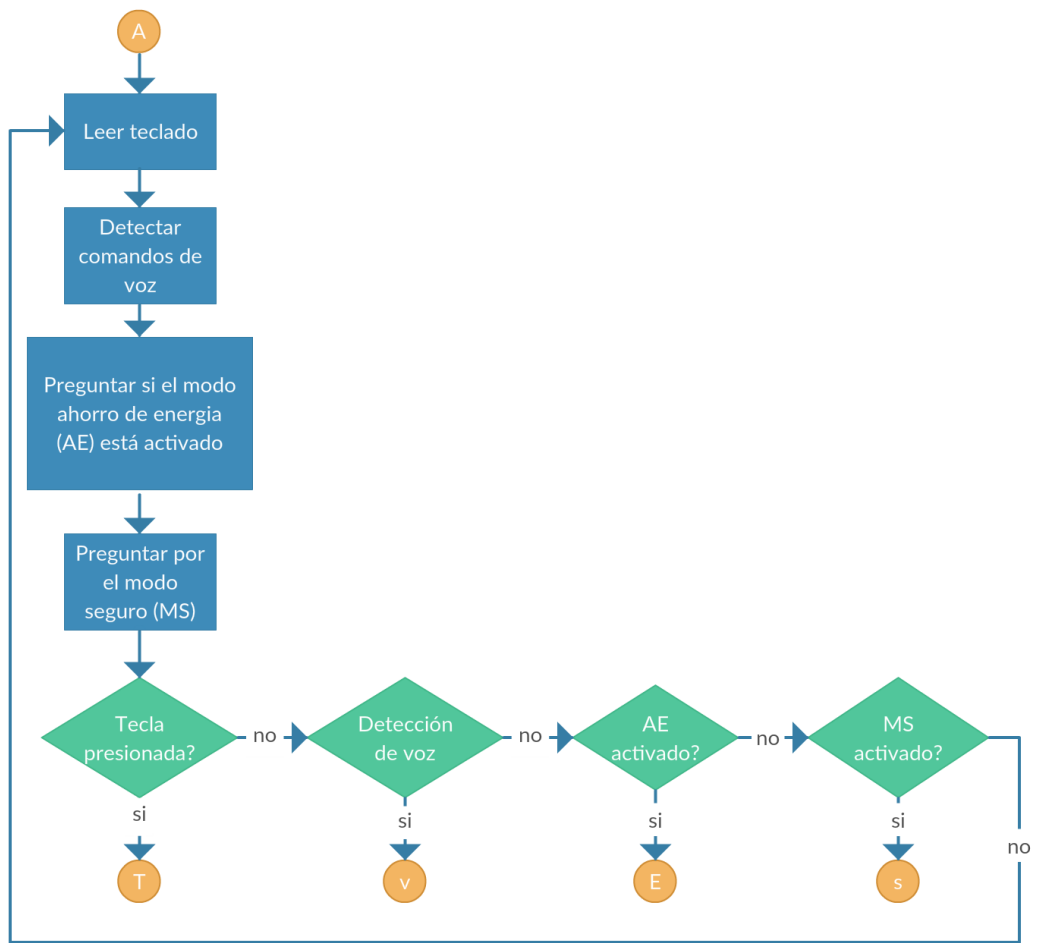
fritzing

Figura 21. Diagrama de conexiones. Elaborado por el autor

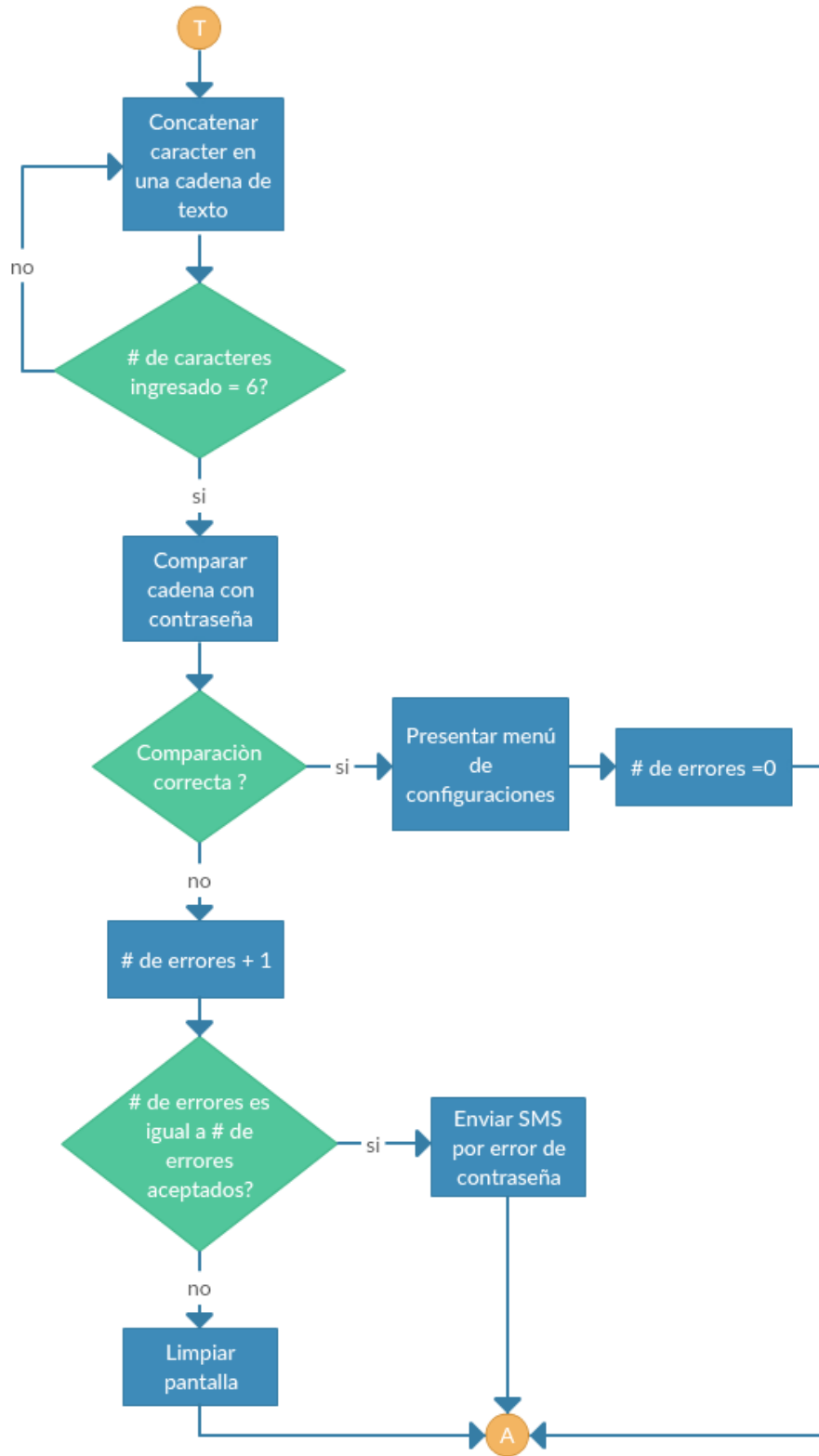
### 2.5.3 DISEÑO LÓGICO DEL SISTEMA DOMÓTICO

Lógica de control de conexión para la conexión a la red GSM, red inalámbrica y recuperación de datos de la memoria EEPROM.

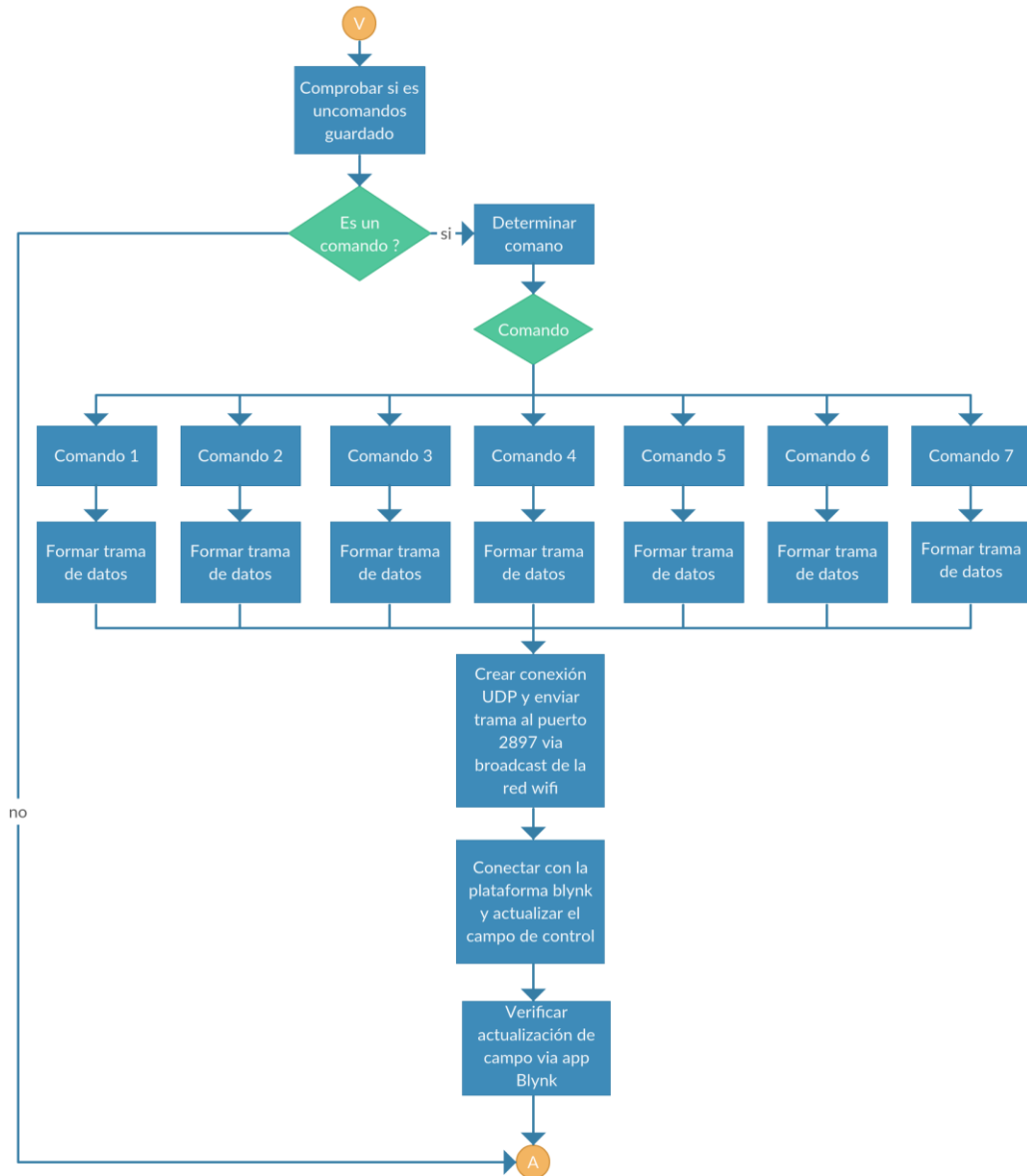




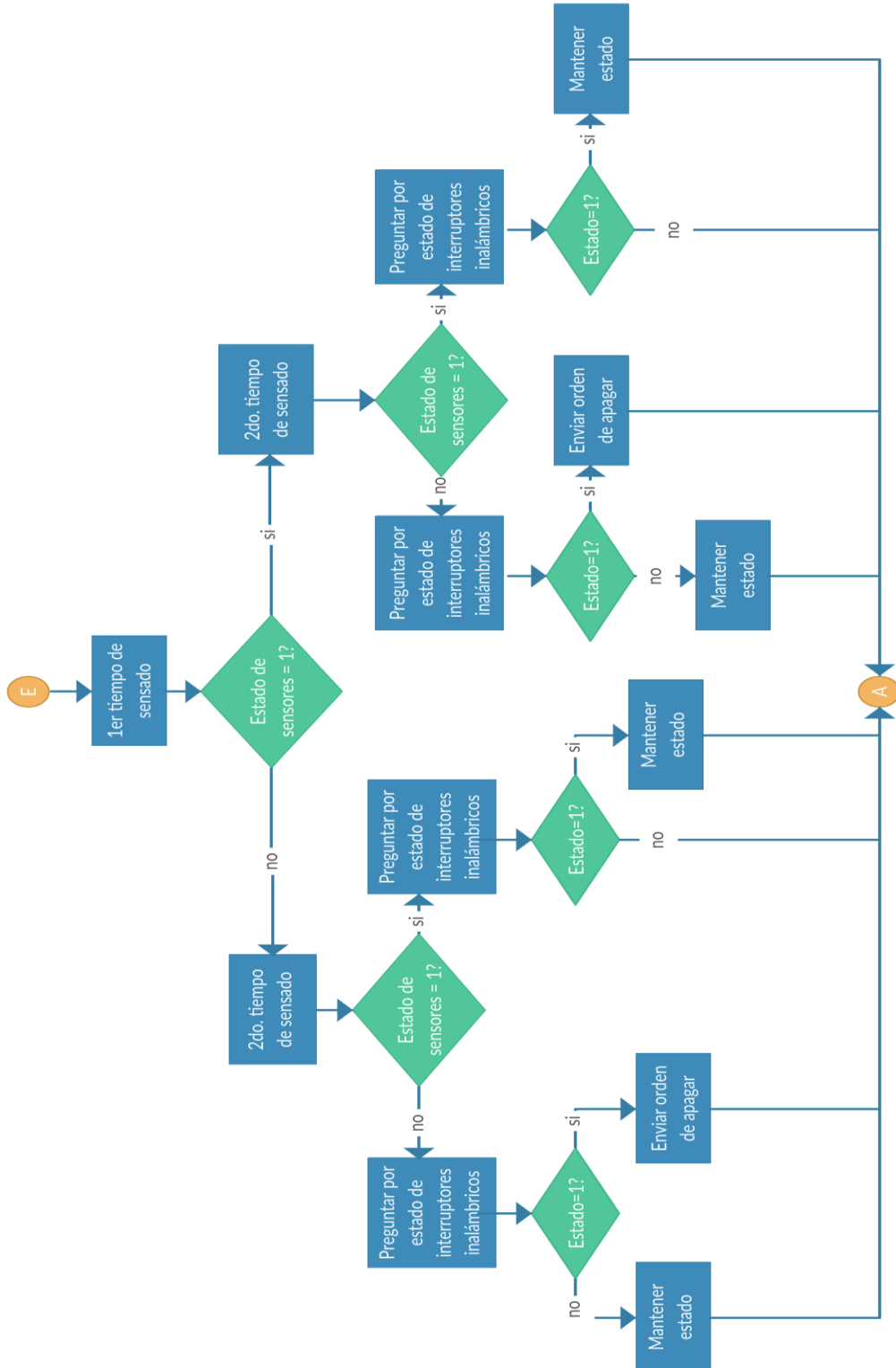
**Lógica de control para el ingreso al menú principal.**



## Lógica de control on/off por comandos de voz y via App Blynk

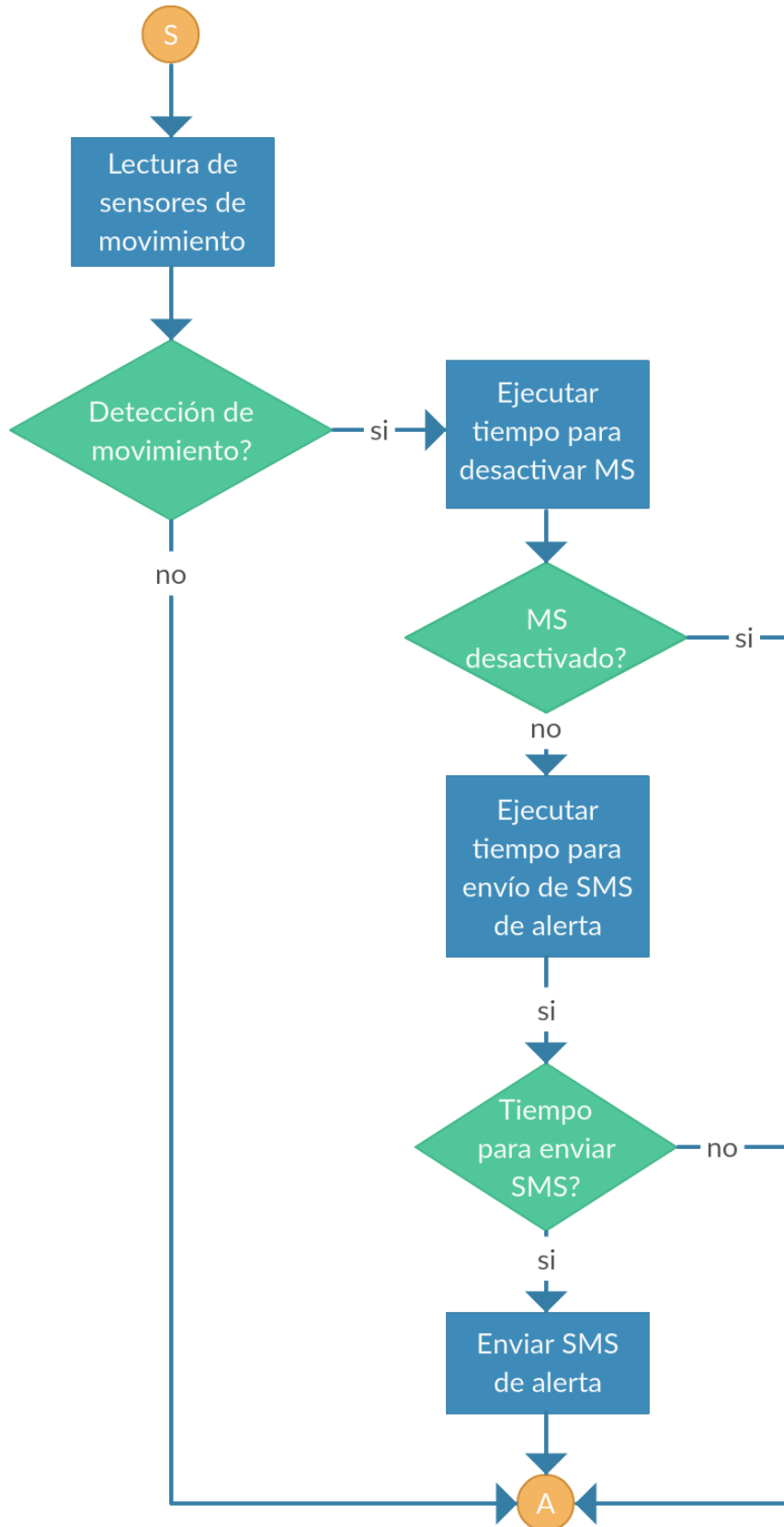


## Lógica del modo de ahorro de energía del prototipo domótico





## Lógica del modo seguro del prototipo domótico



#### 2.5.4 DISEÑO DE LA PLACA PCB DEL CIRCUITO PARA CONECTAR SENSORES DE MOVIMIENTO Y SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

El diseño de las pistas del circuito se realizó en el programa Eagle PCB el cual ya se ha mencionado, por su amplia gama de librerías y su licencia gratis para usuario que se registran a su dominio. A pesar de que se hace uso de la licencia gratis es posible utilizar las herramientas necesarias para elaborar pistas. En la siguiente imagen se muestra el diseño finalizado listo para impresión.

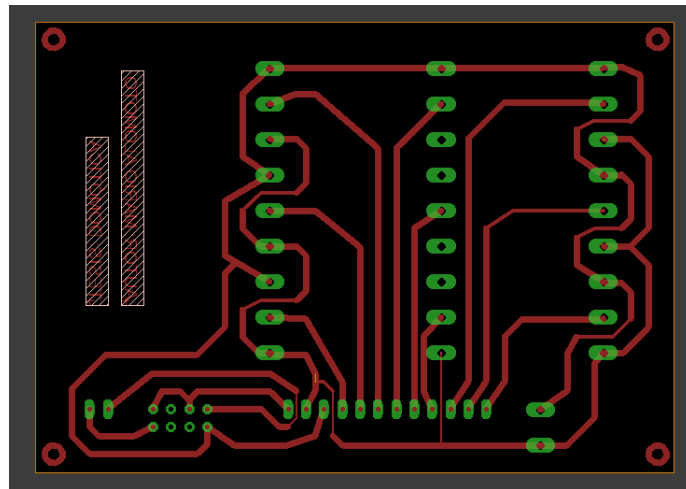


Figura 22. Pistas de circuito para sensores de movimiento. Elaborado por el autor

Para el proceso de quemar circuito impreso es necesario limpiar la baquelita virgen con un trozo de lana de acero, de manera que quede pulcro para hacer el planchado del papel fotográfico con el diseño impreso en el mismo. En la siguiente imagen se presenta la baquelita libre de impurezas y cortado a la medida.

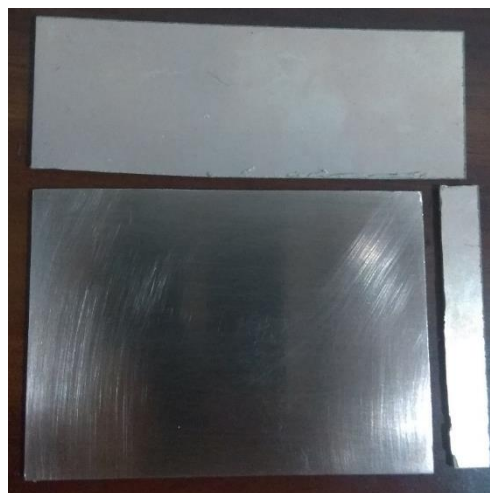
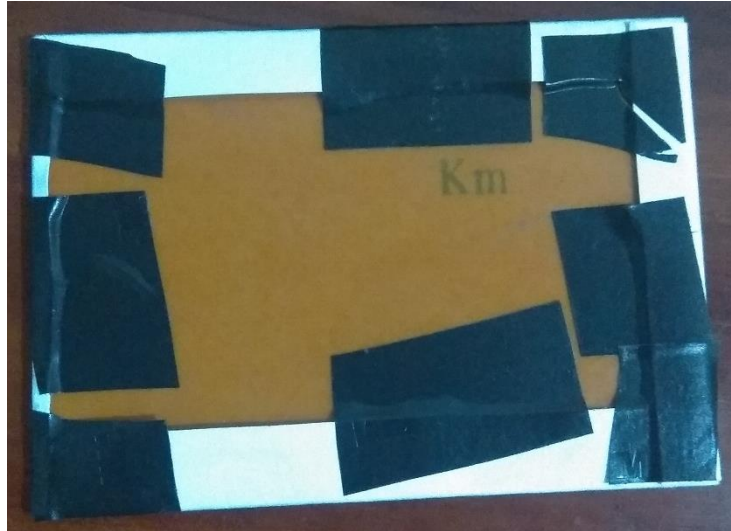


Figura 23. Baquelita libre de impureza. Elaborado por el autor

Luego de cortar el diseño del circuito y montarlo en la baquelita de frente se dio paso al planchado.



*Figura 24. Baquelita con el diseño listo para el planchado. Elaborado por el autor.*

Pasamos la plancha desde una esquina hacia otra por un tiempo aproximado de 15 minutos.



*Figura 25. Planchado del circuito. Elaborado por el autor.*

Luego de este procedimiento, colocamos la placa en agua para que se pueda retirar el papel fotográfico.

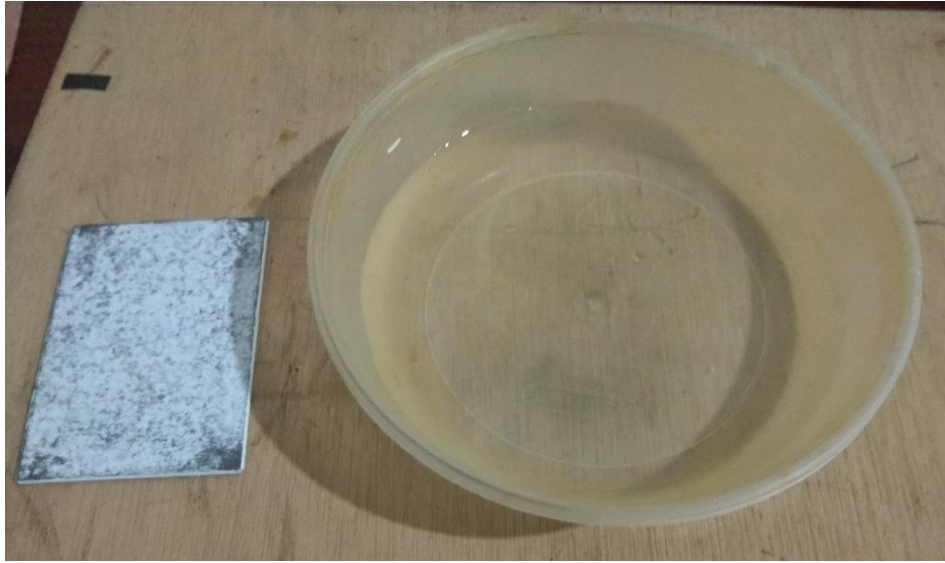


Figura 26. Placa lista para quitarle el papel fotográfico. Elaborado por el autor.

Después de quitar el papel fotográfico, se produjeron errores en la transferencia de las pistas y por tanto se utilizó un marcador permanente para resaltar las pistas faltantes.

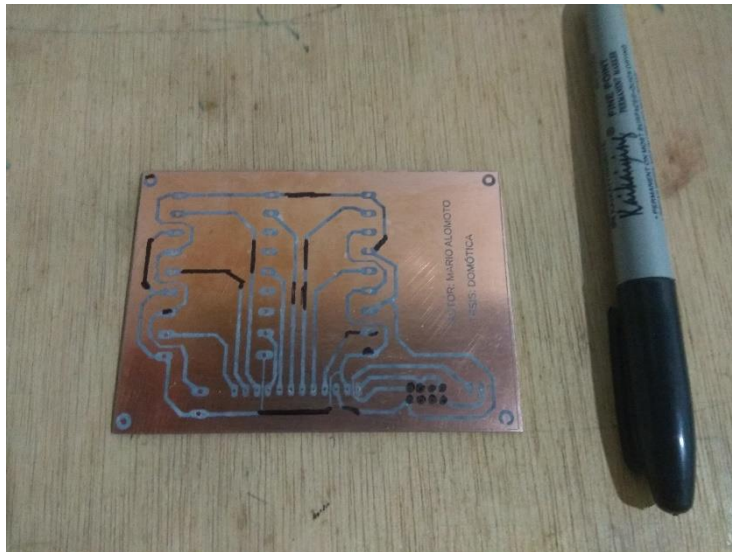


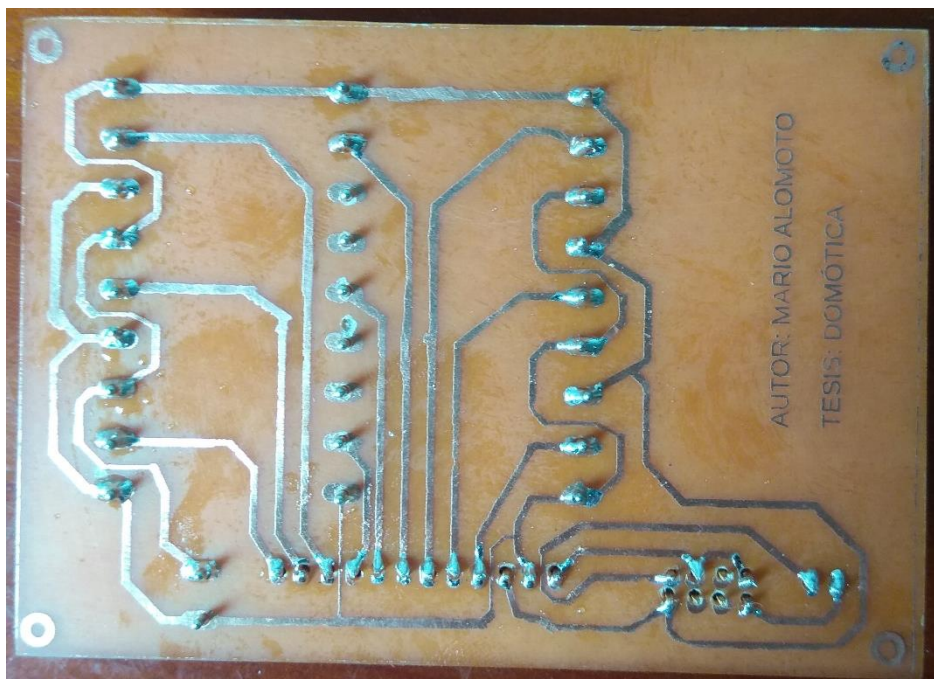
Figura 27. Uso del marcador permanente para remarcar pistas. Elaborado por el autor.

En un recipiente de plástico o vidrio se vertió agua con ácido férrico para quitar el cobre innecesario de la baquelita, de tal manera que solo queden las pistas cubiertas por el marcador permanente y la impresión.



*Figura 28. Baquelita en ácido férrico para quitar el cobre.  
Elaborado por el autor*

Luego de haber quitado el cobre restante de la baquelita, se procedió a quitar las impurezas con un trozo de lana de acero. Después realizar los agujeros respectivos con un taladro y una broca de 1mm y finalmente soldar los componentes electrónicos en la baquelita.



*Figura 29. Circuito PCB listo para ensamblar. Elaborado por el autor.*



Diagrama realizado en Eagle pcb para el sistema de alimentación del sistema domótico.

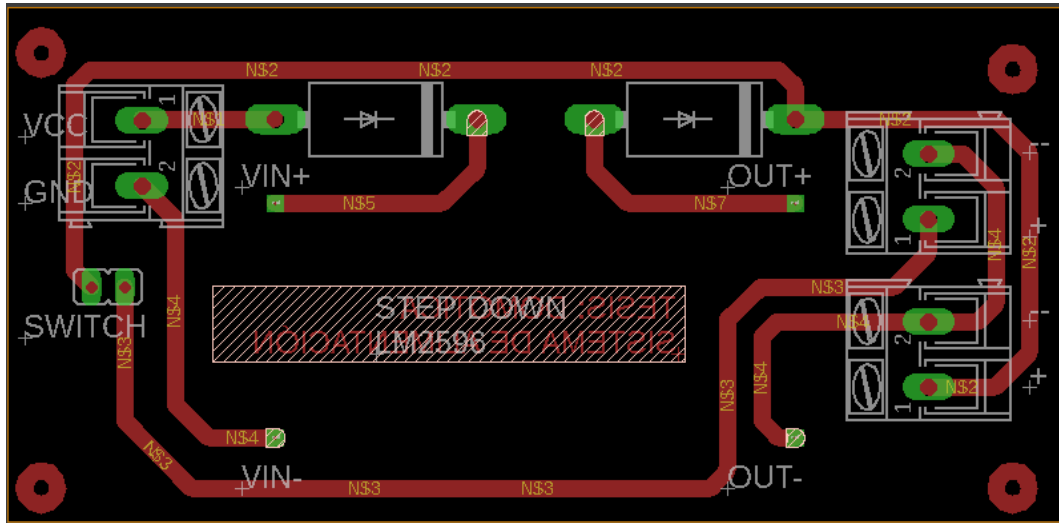


Figura 30. Diagrama del sistema de alimentación. Elaborador por el autor.



Figura 31. Sistema de alimentación del panel domótico ensamblado. Elaborado por el autor.

### 2.5.5 DISEÑO FÍSICO DEL PANEL DOMÓTICO

A continuación se presenta el diseño físico del panel domótico, el cual consta de un panel para realizar las configuraciones en los procesos como es el de ahorro de energía, modo seguro, cambio de número de propietario de casa, entre otros. Un cable con enchufe para conectar a un tomacorriente de casa.



Figura 32. Prototipo domótico. Elaborado por el autor.



Figura 33. Interior del panel de control. Elaborado por el autor.

### 2.5.6 DISEÑO DE LA PLACA PCB DEL INTERRUPTOR INALÁMBRICO

Para el diseño del circuito del interruptor inalámbrico se utilizó Eagle PCB tal como el circuito para el panel domótico. En la figura 32, se presenta las pistas del circuito antes de la impresión en papel fotográfico.

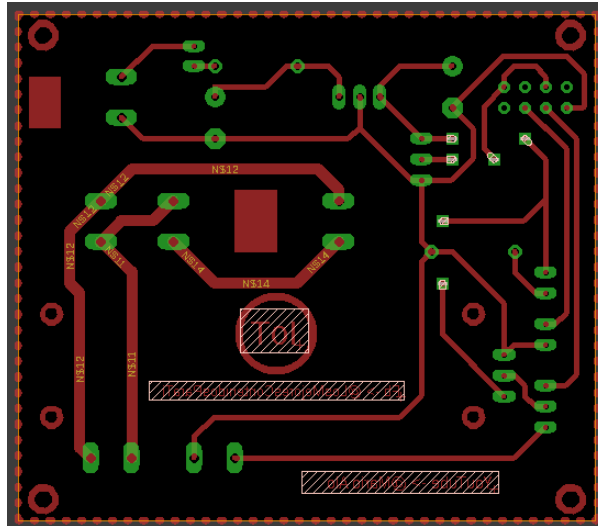


Figura 34. Pistas del circuito del interruptor inalámbrico.  
Elaborado por el autor

Después de haber impreso el circuito en papel fotográfico, se procedió a hacer los cortes a la medida tanto de la baquelita como de la impresión.

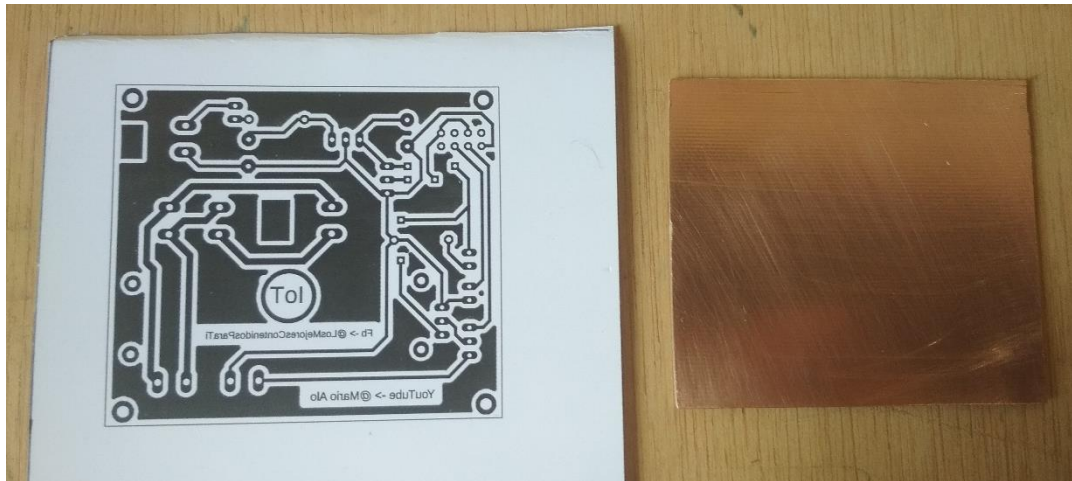
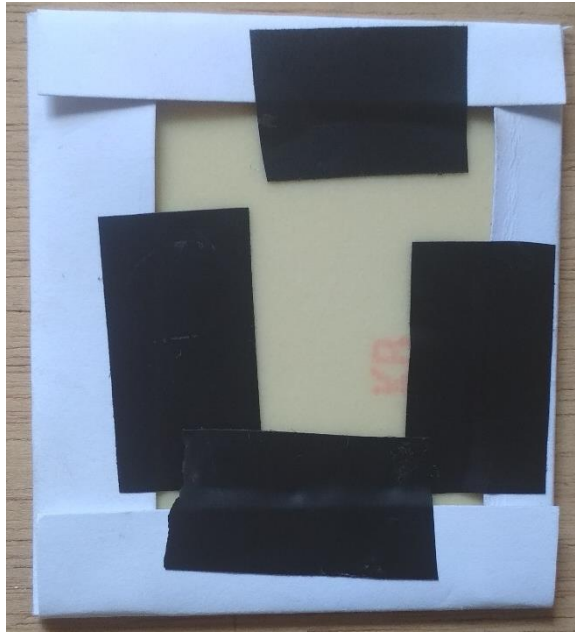


Figura 35. Impresión del circuito diseñado en Eagle PCB. Elaborado por el autor.

Realizado los cortes respectivos se procedió a colocar los elementos para el proceso de transferencia de tinta impresión – baquelita.





*Figura 36. Baquelita lista para el proceso de transferencia de tinta. Elaborado por el autor.*

Pasar la plancha de esquina a esquina de manera muy suave, repitiendo el mismo procedimiento por 15 minutos aproximadamente.



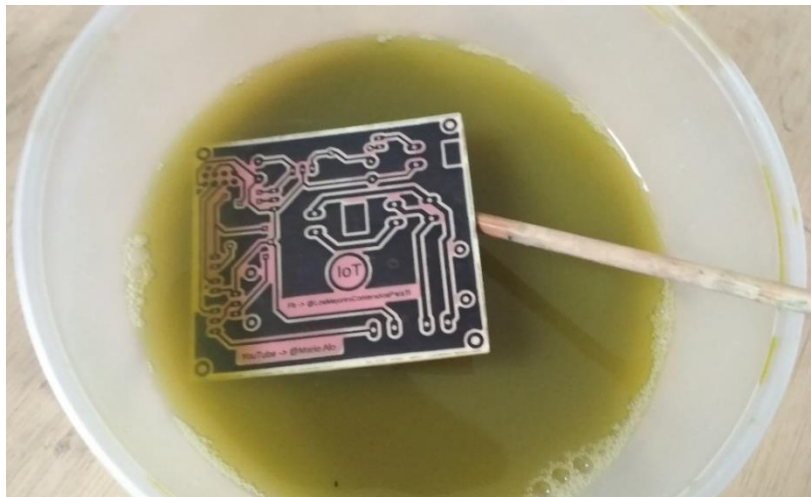
*Figura 37. Método termotransferible. Elaborado por el autor.*

Luego de transcurrir los 15 minutos, se procedió a quitar el papel fotográfico colocando la placa pcb en agua.



*Figura 38. Método termotransferible aplicado en el circuito impreso del interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.*

Colocar la placa PCB del interruptor inalámbrico en ácido férrico de tal manera que quite el cobre innecesario.



*Figura 39. Placa PCB del interruptor inalámbrico en ácido férrico. Elaborado por el autor.*

Enjuagar con agua del grifo, pasarle con un trozo de lana de acero para quitar las impurezas. Con un taladro y una broca de 1mm, se realizó los agujeros donde posteriormente se realizará el soldado de los componentes electrónicos.



Figura 40. Placa PCB del interruptor inalámbrico listo para realizar los agujeros. Elaborado por el autor.

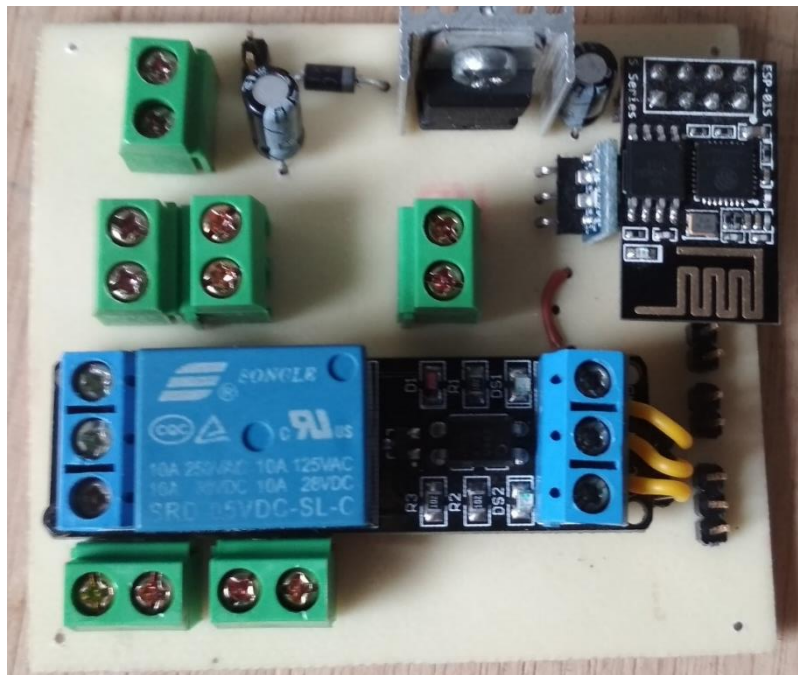


Figura 41. Placa del interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.

### 2.5.7 DISEÑO EN 3D DE CARCASA PARA EL INTERRUPTOR INALÁMBRICO

Se elaboró un diseño 3D para la carcasa del interruptor inalámbrico en el software de modelamiento denominado FREECAD. Continuación se muestran las diferentes partes del diseño, tales como la base, el revestimiento y la tapa para la batería.

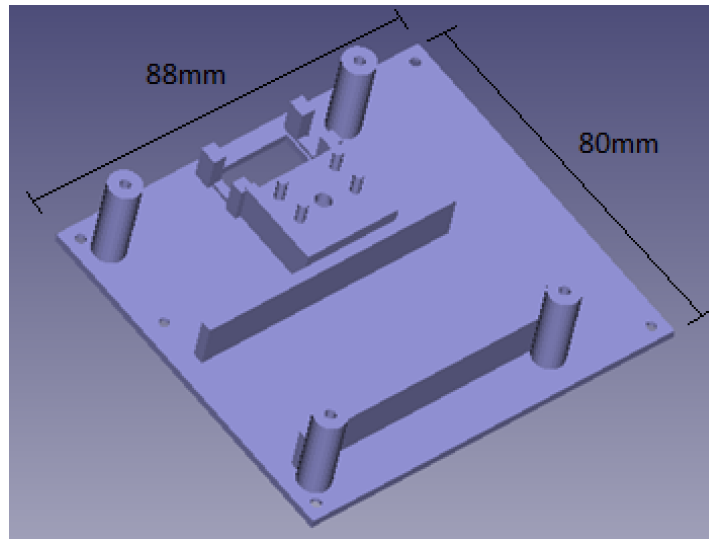


Figura 42. Diseño de la base para la carcasa del interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.

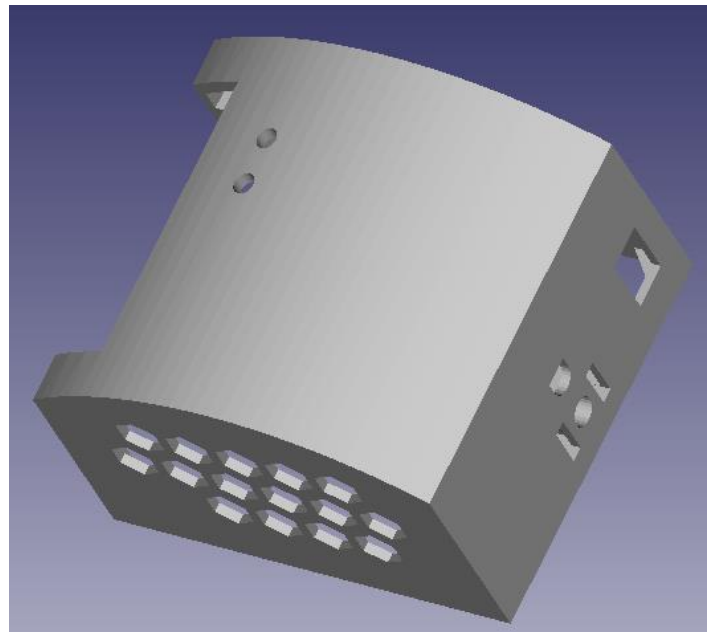
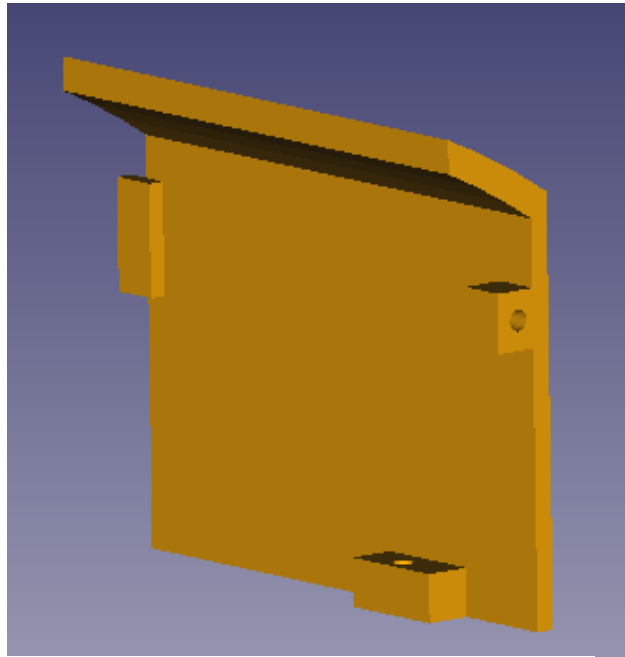
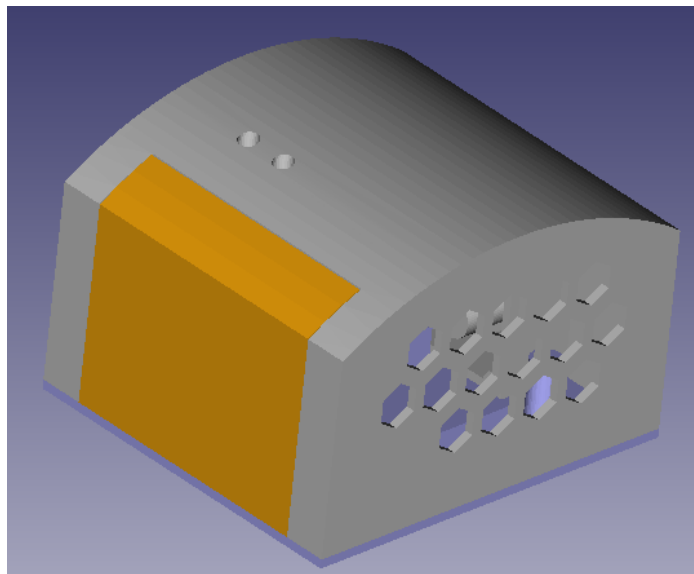


Figura 43. Revestimiento de la carcasa general para el interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.



*Figura 44. Tapa lateral de la carcasa para el interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.*



*Figura 45. Diseño 3D de la carcasa para el interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.*



*Figura 46. Prototipo físico de los interruptores inalámbricos. Elaborado por el autor.*

## **CONFIGURACIÓN INTERRUPTOR INALÁMBRICO**

Para realizar las diferentes configuraciones para los dispositivos denominados interruptores inalámbricos, el usuario se debe conectar a la red inalámbrica que crea el mismo dispositivo ya sea desde un celular inteligente o desde una computadora, luego entrar a la dirección IP 192.168.4.1. En la figura x, se muestra la interfaz que carga el navegador del servidor; en el primer recuadro se configura la red inalámbrica del hogar con los datos del nombre de la red (ssid) y la contraseña (pass), en el segundo recuadro se configura el nombre de la red que crea el propio dispositivo (nombre de la red y contraseña) y finalmente el tercer recuadro configurar el comando de voz con el cual se accionará el dispositivo (control on/off).

La codificación para la interfaz de configuración del interruptor inalámbrico se desarrolló en el programa dreamweaver, luego se adjuntó esa codificación en la programación del microcontrolador esp01S realizada en la IDE arduino.



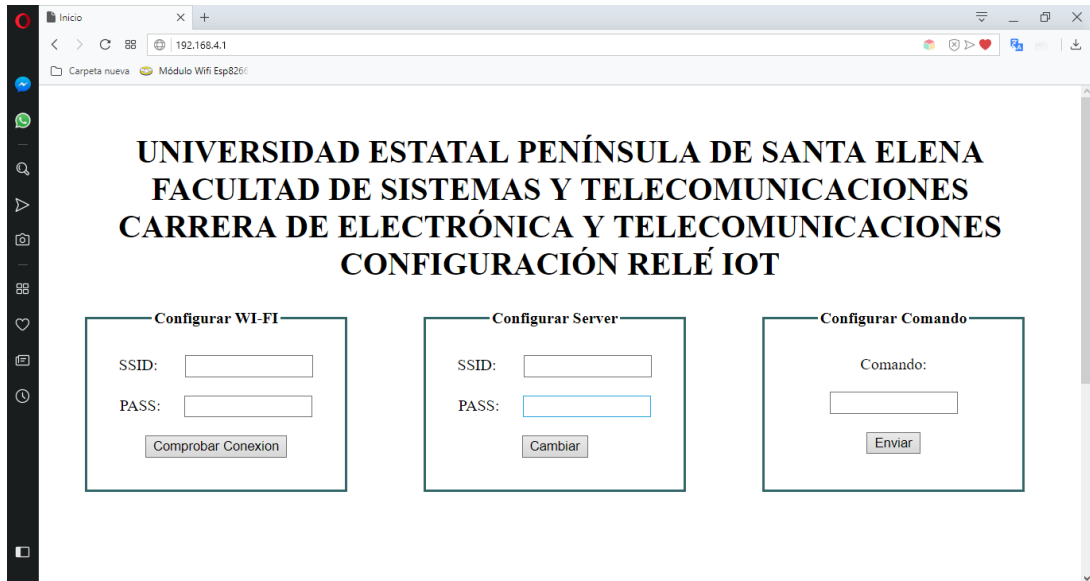


Figura 47. Página de configuración del interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.

### 2.5.8 ELABORACIÓN DE CARCASA PARA LOS SENSORES PIR – HC-SR501

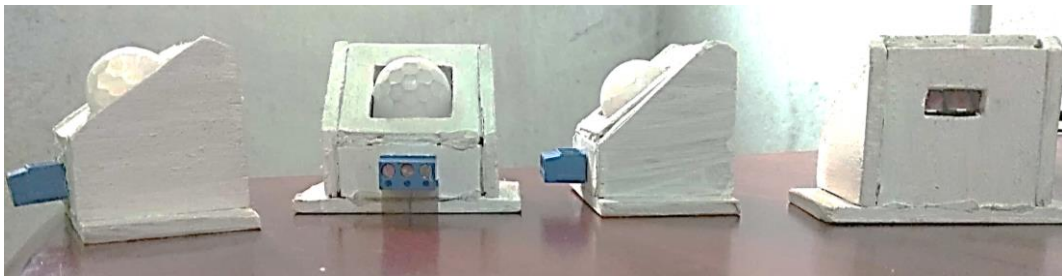
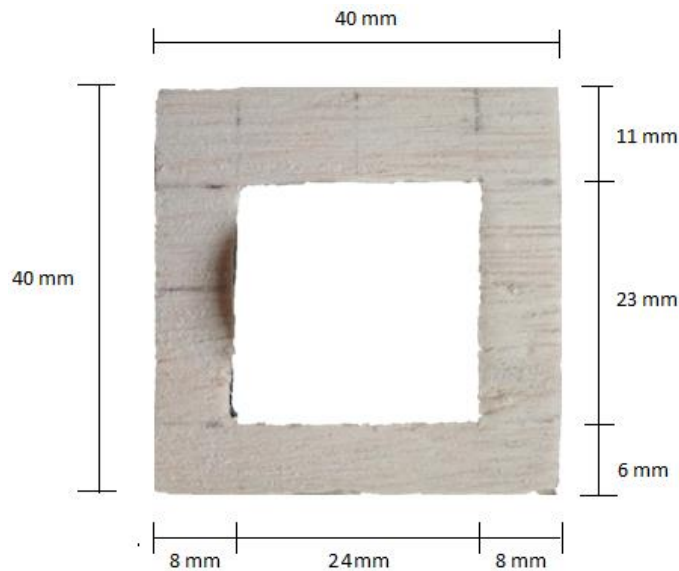


Figura 48. Carcasa de sensores de movimiento. Elaborado por el autor

A continuación se detallarán el material y las medidas que se utilizaron para la elaboración de la carcasa protectora para los sensores de movimiento. La idea fundamental de la elaboración de la carcasa es darle un toque comercial al prototipo con todos sus accesorios. Se compró un trozo de plywood; las dimensiones estarán de acuerdo a la cantidad de carcasas que se elaboraron. Es importante destacar que el material es muy fácil de adquirir y de bajo coste. Para realizar los cortes también estará de acuerdo al usuario, puede utilizar herramientas profesionales como no profesionales.

## PARTE FRONTAL

Cortar un trozo de plywood para definir la parte frontal de la carcasa, el cual es el más importante debido a que es donde se ubicó el sensor de movimiento además de definir la dirección y eventualmente el foco para la detección de movimiento, el mismo que se detalló anteriormente. Las medidas son las siguientes.



*Figura 49. Parte frontal de la carcasa. Elaborado por el autor*

## PARTE INFERIOR

Así mismo como la parte frontal, se cortó un trozo de plywood con las medidas de la figura 47, a diferencia de la otra, aquí se adicionó unos agujeros para que pueda incorporarle una bornera de 3 pines, los cuales son Vcc, Gnd y data para la conexión con el prototipo domótico.



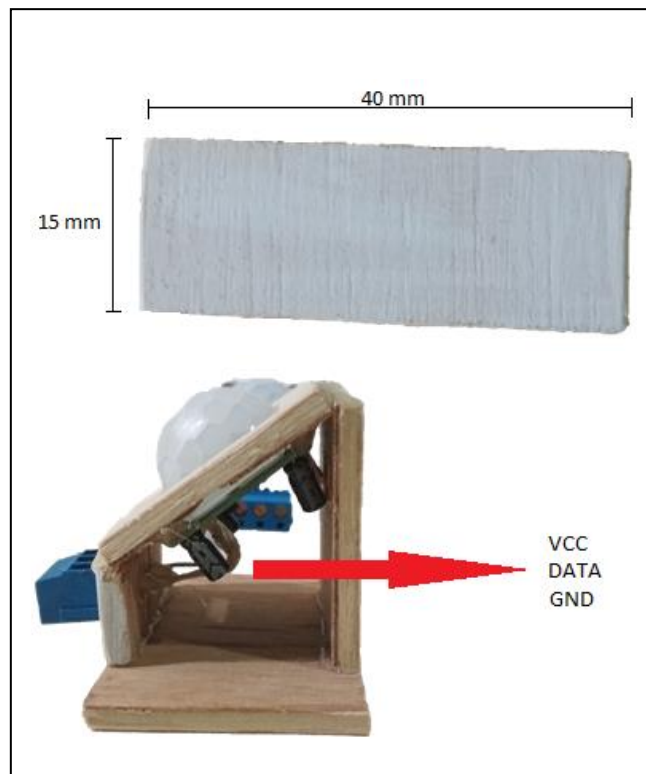


Figura 50. Parte interior de la carcasa. Elaborado por el autor

## PARTES LATERALES

Cortando dos trozos de plywood y con las medidas en la imagen 48, se logró cerrar toda la carcasa en sus partes laterales dándole una forma cúbica. Como el diseño es simétrico estas mismas medidas sirven tanto del lado izquierdo como el derecho.

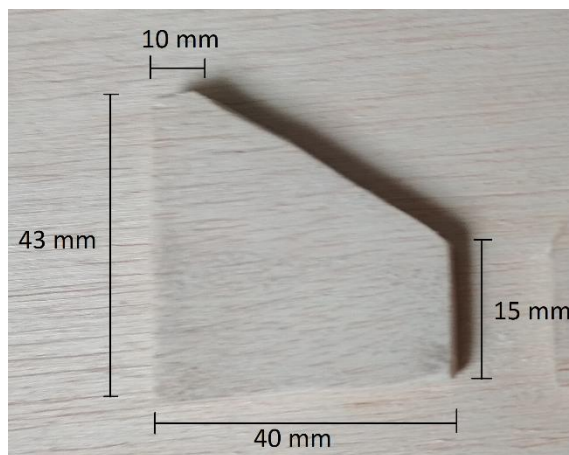


Figura 51. Parte lateral de la carcasa. Elaborado por el autor

## PARTE SUPERIOR

Sabiendo que el funcionamiento del sensor de movimiento depende de ajustar la sensibilidad y un tiempo de retardo, se consideró dejar una pequeña abertura para poder modificar los parámetros ya mencionados. En la imagen 49, se detalla las medidas.

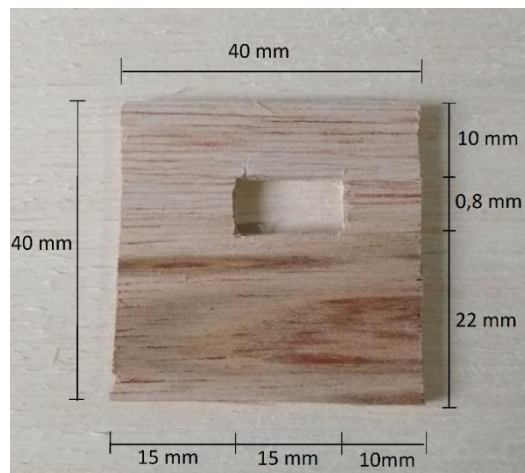


Figura 52. Parte superior de la carcasa. Elaborado por el autor

## BASE

Para complementar toda la carcasa fue necesario elaborar la base, que es lo fundamental en el diseño de cualquier módulo. En la imagen a continuación se detallan las medidas.

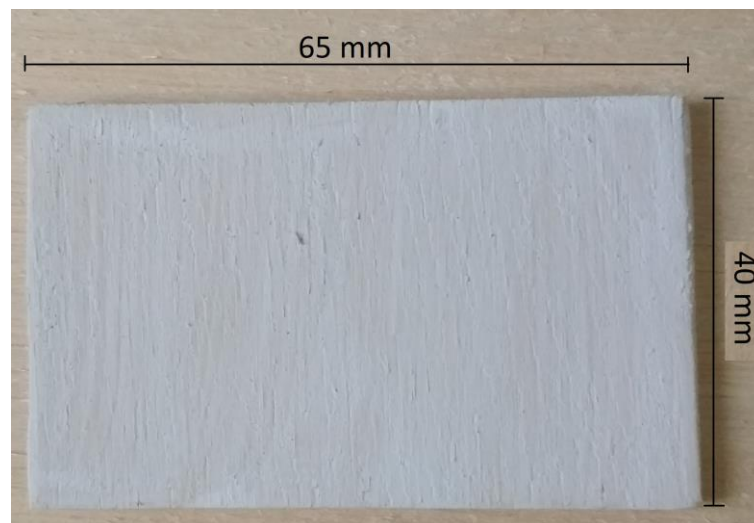


Figura 53. Base de la carcasa. Elaborado por el autor

## **2.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

### **2.6.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA**

El panel domótico está basado en Arduino que es un hardware open source por tanto hay un número importante de módulos compatibles con el hardware; empresas muy conocidas como SparkFun Electronics, Pololu Robotics and Electronics, Adafruit, entre otras empresas fabricantes, crean sensores de diferentes índoles con sus respectivas librerías, compatibles con Arduino y otros microcontroladores. El costo por sensores o actuadores son relativamente bajos en comparación a módulos industriales, costos que son muy atractivos para desarrolladores, además que está al alcance para poder adquirirlos en cualquier tienda de componentes electrónicos.

Los componentes electrónicos del sistema domótico en general son de buena calidad, por el impacto que tienen las tecnologías que se basan en hardware open source. Por el tiempo de uso del sistema domótico se realizaría el mantenimiento preventivo y en caso de mal funcionamiento de algún componente, sólo se necesitaría un reemplazo del mismo.

Para la implementación del sistema domótico, es necesario un conocimiento muy elemental de instalaciones eléctricas en los hogares y esto se debe a que los interruptores inalámbricos están diseñados para operar en dos posibles situaciones; la primera situación hipotética es colocar el interruptor inalámbrico a lado de un interruptor de pared, por tanto se debe realizar un conexión sencilla para operar satisfactoriamente. En el segundo caso es sencillamente conectarlo a un tomacorriente directamente y conectar en su respectivo tomacorriente lo que se desee controlar.

### **2.6.2 COSTO DEL PROYECTO**

#### **2.6.2.1 COSTO DEL PANEL DOMÓTICO**

El presupuesto del panel domótico para el envío de los comandos a la red inalámbrica del hogar hasta los interruptores inalámbricos, se detalla en la siguiente tabla.

| ITEM     | CANT. | DESCRIPCIÓN            | P. UNIT. | P. TOTAL  |
|----------|-------|------------------------|----------|-----------|
| 1        | 1     | CAJA HERMÉTICA         | \$ 22,00 | \$ 22,00  |
| 2        | 1     | ARDUINO MEGA           | \$ 25,00 | \$ 25,00  |
| 3        | 1     | MÓDULO DE REC. DE VOZ  | \$ 65,00 | \$ 65,00  |
| 4        | 1     | MÓDULO WIFI ESP8266 01 | \$ 10,00 | \$ 10,00  |
| 5        | 1     | MÓDULO SIM900 SHIELD   | \$ 60,00 | \$ 60,00  |
| 6        | 2     | ADAPTADOR 12V 1A       | \$ 7,00  | \$ 14,00  |
| 7        | 1     | TECLADO MATRICIAL 4X4  | \$ 4,00  | \$ 4,00   |
| 8        | 1     | LCD 16X2               | \$ 10,00 | \$ 10,00  |
| 9        | 2     | CONVERTIDOR i2c        | \$ 5,00  | \$ 10,00  |
| 10       | 1     | TOMACORRIENTE          | \$ 4,00  | \$ 4,00   |
| 11       | 2     | BAQUELITA VIRGEN       | \$ 1,50  | \$ 3,00   |
| 12       | 13    | BORNERAS 3 PINES       | \$ 0,25  | \$ 3,25   |
| 13       | 2     | JACK                   | \$ 0,30  | \$ 0,60   |
| 14       | 2     | PULSADORES             | \$ 0,50  | \$ 1,00   |
| 15       | 2     | RESISTENCIAS           | \$ 0,05  | \$ 0,10   |
| 16       | 1     | ESPADINES HEMBRA       | \$ 0,50  | \$ 0,50   |
| 17       | 20    | JUMPERS                | \$ 0,20  | \$ 4,00   |
| 18       | 4     | SENSORES PIR HC-SR501  | \$ 3,00  | \$ 12,00  |
| 19       | 1     | SWITCH                 | \$ 0,50  | \$ 0,50   |
| 20       | 1     | PLYWOOD 60X60 CM       | \$ 5,00  | \$ 5,00   |
| 21       | 1     | Step down lm2596       | \$ 3,00  | \$ 3,00   |
| 22       | 2     | Diodos 1N5399          | \$ 0,50  | \$ 1,00   |
| 23       | 1     | Baqueleta sin perforar | \$ 3,00  | \$ 3,00   |
| SUBTOTAL |       |                        |          | \$ 260,95 |
| IVA 12%  |       |                        |          | \$ 31,31  |
| TOTAL    |       |                        |          | \$ 292,26 |

Tabla 12. Costo de los componentes del prototipo domótico. Elaborado por el autor.

### 2.6.2.2 COSTO DEL PROTOTIPO INTERRUPTOR INALÁMBRICO

El presupuesto del prototipo de los interruptores inalámbricos se considera por unidad elaborada. En caso de que el usuario requiera otro módulo, debe considerar el costo del mismo. En la siguiente tabla se detalla el costo de cada elemento.

| ITEM | CANT. | DESCRIPCIÓN            | P. UNIT. | P. TOTAL |
|------|-------|------------------------|----------|----------|
| 1    | 1     | Carcasa                | \$ 15,00 | \$ 15,00 |
| 2    | 1     | MÓDULO WIFI ESP8266 01 | \$ 10,00 | \$ 10,00 |
| 3    | 1     | MÓDULO RELAY 1 CANAL   | \$ 3,00  | \$ 3,00  |
| 4    | 6     | BORNERA DE 2 PINES     | \$ 0,25  | \$ 1,50  |
| 5    | 10    | JUMPERS                | \$ 0,20  | \$ 2,00  |
| 6    | 1     | ESPADINES MACHO        | \$ 0,50  | \$ 0,50  |
| 7    | 1     | ESPADINES HEMBRA       | \$ 0,50  | \$ 0,50  |
| 8    | 1     | REG. 7805              | \$ 0,80  | \$ 0,80  |
| 9    | 1     | DISIPADOR              | \$ 1,00  | \$ 1,00  |

|          |   |                  |          |          |
|----------|---|------------------|----------|----------|
| 10       | 1 | BAQUELITA VIRGEN | \$ 1,50  | \$ 1,50  |
| 11       | 2 | SWITCH           | \$ 0,50  | \$ 1,00  |
| 12       | 2 | DIODO LED        | \$ 0,20  | \$ 0,40  |
| 13       | 1 | RESISTENCIA 1K   | \$ 0,05  | \$ 0,05  |
| 14       | 1 | BATERIA 9V       | \$ 10,00 | \$ 10,00 |
| 15       | 1 | REG. ASM1117     | \$ 1,00  | \$ 1,00  |
| 16       | 2 | CAPACITORES 1UF  | \$ 0,15  | \$ 0,30  |
| SUBTOTAL |   |                  |          | \$ 48,55 |
| IVA 12%  |   |                  |          | \$ 5,83  |
| TOTAL    |   |                  |          | \$ 54,38 |

Tabla 13. Costo de los componentes del prototipo interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.

## Consumo de corriente del panel domótico

| No. | Corriente [mA] | No. | Corriente [mA] |
|-----|----------------|-----|----------------|
| 1   | 118            | 16  | 120            |
| 2   | 120            | 17  | 119            |
| 3   | 122            | 18  | 119            |
| 4   | 115            | 19  | 119            |
| 5   | 117            | 20  | 121            |
| 6   | 123            | 21  | 118            |
| 7   | 115            | 22  | 115            |
| 8   | 116            | 23  | 115            |
| 9   | 118            | 24  | 119            |
| 10  | 122            | 25  | 119            |
| 11  | 120            | 26  | 118            |
| 12  | 120            | 27  | 123            |
| 13  | 115            | 28  | 122            |
| 14  | 125            | 29  | 120            |
| 15  | 123            | 30  | 118            |

Tabla 14. Muestreo de consumo del panel domótico. Elaborado por el autor.

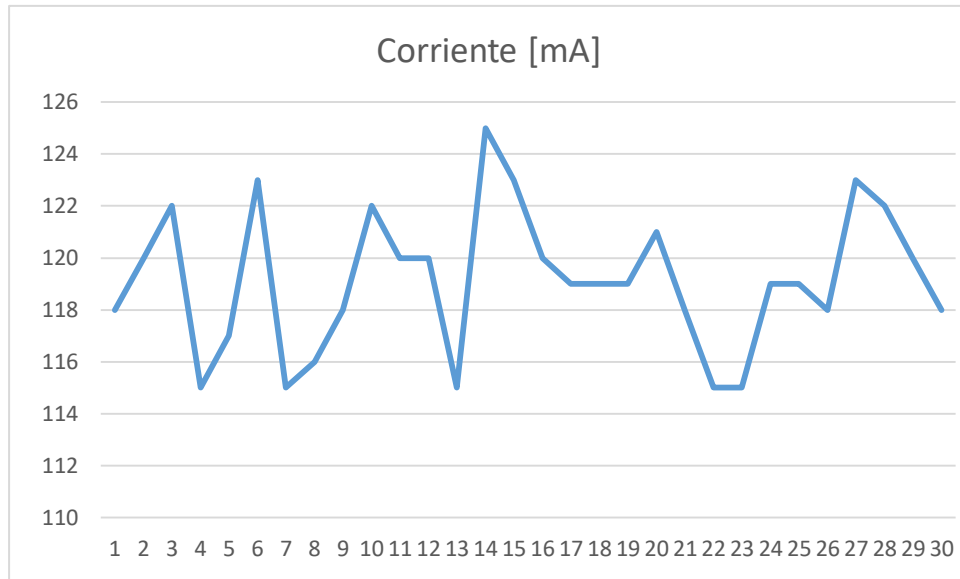


Figura 54. Gráfico de consumo del panel domótico. Elaborado por el autor.

### Consumo de corriente por envíos de SMS

| No. | Corriente [mA] |
|-----|----------------|
| 1   | 189            |
| 2   | 195            |
| 3   | 201            |
| 4   | 195            |
| 5   | 186            |
| 6   | 187            |
| 7   | 196            |
| 8   | 202            |
| 9   | 201            |
| 10  | 194            |
| 11  | 205            |
| 12  | 196            |
| 13  | 198            |
| 14  | 202            |
| 15  | 190            |

Tabla 15. Consumo de corriente por envío de SMS. Elaborado por el autor.

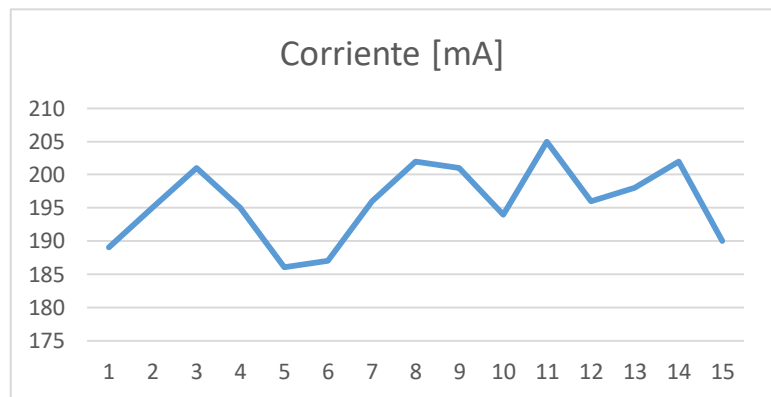


Figura 55. Gráfico de consumo por envío de SMS del panel domótico. Elaborado por el autor.

### Duración de batería del panel domótico

El panel domótico consta con una batería de 9v y 600mA. El promedio de consumo por funcionamiento estándar es de 119,13 mA.

$$\text{Duración de batería} \approx \frac{\text{Carga de batería}}{\text{consumo del panel domótico}}$$

$$\text{Duración de batería} \approx \frac{600 \text{ mAh}}{119,13 \text{ mA}}$$

$$\text{Duración de batería} \approx 5.03 \text{ horas}$$

### **Duración de batería del panel domótico por envíos de SMS**

El promedio de consumo por envíos de SMS de 195.80 mA aproximadamente.

$$\text{Duración de batería} \approx \frac{\text{Carga de batería}}{\text{consumo del panel domótico}}$$

$$\text{Duración de batería} \approx \frac{600 \text{ mAh}}{195.80 \text{ mA}}$$

$$\text{Duración de batería} \approx 3.06 \text{ horas}$$

### **Consumo del interruptor inalámbrico.**

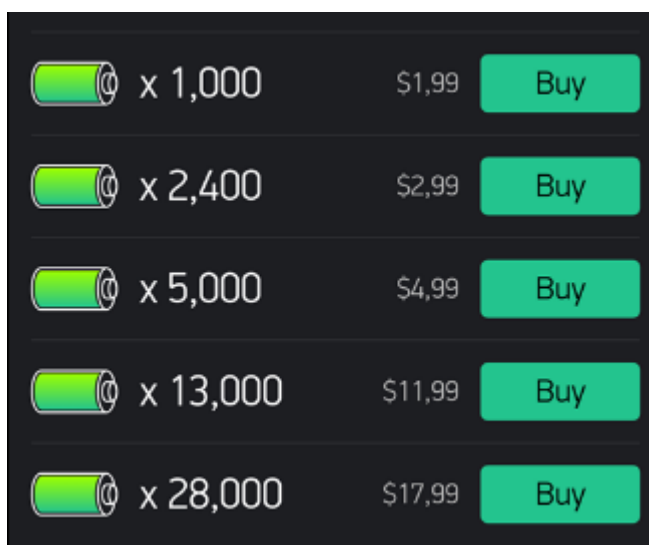
Este análisis de la duración de la batería del interruptor inalámbrico está basado en el consumo de los componentes electrónicos y sus consumos en su máxima trabajo operativo.

| Componente             | Consumo [mA] |
|------------------------|--------------|
| <b>Wifi esp8266 01</b> | 80           |
| <b>Relay</b>           | 20           |
| <b>Indicador On</b>    | 10           |
| <b>Indicador wifi</b>  | 5            |

Tabla 16. Tabla de consumo de componentes del interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.

## **COSTO DE CRÉDITOS EN LA PLATAFORMA BLYNK**

La aplicación móvil de la plataforma IoT para el control del interruptor inalámbrico que opera con 2000 créditos que trae por defecto la app para uso general. Hay varios widget multipropósitos de acuerdo al proyecto que se esté desarrollando. Para la presente propuesta el uso de botones on-off son indispensables para el control, cada botón tiene un costo de 200 créditos dentro de la app y por tanto como usuario free se tiene opción a 10 botones. Si el usuario desea controlar más de 10 elementos debe comprar créditos. A continuación se detalla los diferentes paquetes que el usuario puede comprar.

A screenshot of the Blynk app's credit purchase screen. It features a dark background with five rows of credit packages. Each row includes a green battery icon with a '@' symbol, the quantity of credits, the price in US dollars, and a green 'Buy' button.






|  |         |     |
|--|---------|-----|
|  x 1,000    | \$1,99  | Buy |
|  x 2,400    | \$2,99  | Buy |
|  x 5,000   | \$4,99  | Buy |
|  x 13,000 | \$11,99 | Buy |
|  x 28,000 | \$17,99 | Buy |

Figura 56. Costo por créditos en blynk. Elaborado por el autor.

## **2.7 RESULTADOS**

### **CARGAR COMANDOS GUARDADOS EN LA MEMORIA EEPROM**

En la figura 55, se muestra los comandos extraídos del módulo de reconocimiento de voz los cuales esta definidos por el usuario para posteriormente realizar el control on-off por comandos de voz.



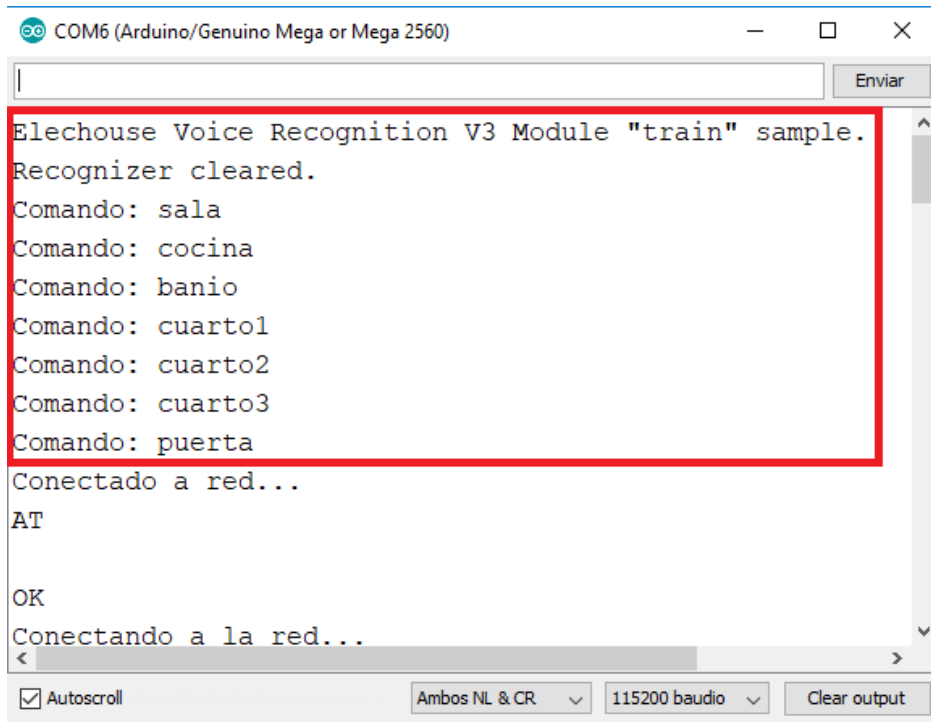


Figura 57. Comandos extraídos del módulo de reconocimiento de voz. Elaborado por el autor.

## CONEXIÓN A LA RED GSM

El prototipo domótico tiene un chip GSM con su respectivo número móvil de la operadora que más este familiarizado el usuario. Hay varios parámetros que se deben configurar mediante comandos AT que envía el microcontrolador hacia el modulo sim 900, parámetros que son elementales para saber si el prototipo está conectado a la red GSM, recibir mensajes de texto, determinar la compañía móvil.

A continuación, en la figura 56 se presentan los comandos AT para las configuraciones antes mencionadas.

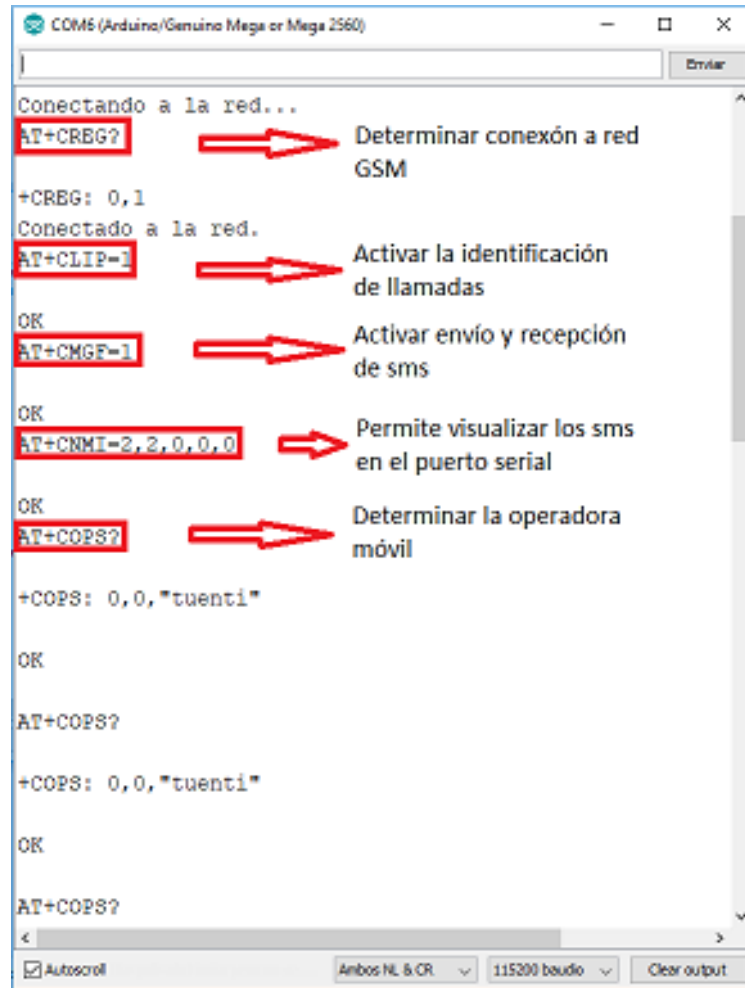


Figura 58. Parámetros que se deben configurar en el módulo sim900.  
Elaborado por el autor.

## CONEXIÓN A LA RED INALÁBRICA

Para la conexión inalámbrica a la red wifi, el prototipo debe recuperar los parámetros (nombre de la red y contraseña) que están almacenados en la memoria eeprom. El microcontrolador le envía comandos AT al módulo wifi esp8266 01, los cuales permiten realizar la conexión, además determinar la dirección IP, la puerta de enlace y la máscara de red que le asigna el router.

Con los datos obtenidos de la red inalámbrica, el prototipo domótico realiza una operación internamente para determinar la dirección de broadcast; dirección que se usa para el envío de los comandos para la activación o desactivación de los interruptores inalámbricos. En la figura 57, se presenta un ejemplo de conexión a la red wifi, además de visualizar los datos de la red.

```
COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
MODO CLIENTE
Recuperando datos de Red de memoria eeprom...

Nombre de red: Alo_T
Contraseña: 123alot456@1
AT+CWJAP="Alo_T","123alot456@1"
.....Conectado a la red
Conectado a: Alo_T
Ip local: 192.168.1.12
Gateway: 192.168.1.1
Mask: 255.255.255.192
Broadcast: 192.168.1.63
AT+CWQAP: OK
[27234]
```

Figura 59. Conexión a una red wifi. Elaborado por el autor.

## CONEXIÓN A LA PLATAFORMA IoT BLYNK

**Objetivo:** Verificar la conexión entre el panel domótico y la plataforma Blynk de acuerdo a la conexión a internet.

**Descripción:** Para el control on-off de manera remota es necesario que el prototipo domótico se conecte a una plataforma IoT, para realizar la tarea planteada se utiliza una librería que proporciona la misma plataforma con la finalidad de ayudar al programador. La librería se encarga de realizar la conexión en tiempo real entre el prototipo domótico y la plataforma, y, para verificar que se exista la conexión, se realizan paulatinamente varios ping.

Descarga app en la tienda de google: Blynk.

Autenticación: b36c3c61749a4322a0ccf31923c947a2

En la figura 58, se visualiza los procedimientos que emplea el panel domótico para realizar la conexión con la plataforma Blynk.

```

/ _ )// _ _ _ _ // _
/ _ // // // _ \ ' /
/ _ _ // \ _ , // // // \ _ \
      / _ _ / v0.5.3 on Arduino Mega

Give Blynk a Github star! => https://github.com/blynk

[27748] Connecting to Alo_T
[30799] AT version:1.1.0.0(May 11 2016 18:09:56)
SDK version:1.5.4(baaeeabb)
Ai-Thinker Technology Co. Ltd.
Jun 13 2016 11:29:20
OK
[39860] +CIFSR:STAIP,"192.168.1.12"
+CIFSR:STAMAC,"60:01:94:0a:79:96"
[39861] Connected to WiFi
[50309] Ready (ping: 11ms).
122333

```

Figura 60. Conexión a la plataforma Blynk. Elaborado por el autor.

| <b>PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE EL SISTEMA DOMÓTICO Y LA PLATAFORMA BLYNK</b> |                           |                   |                           |                 |
|--|---------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>CASO 1: Calidad regular de conexión a internet.</b>                         |                           |                   |                           |                 |
| <b>#Prueba</b>   | <b>Variable</b>           | <b>Valor [ms]</b> | <b>Variable</b>           | <b>Criterio</b> |
| <b>1</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | Timeout           | <b>Estado del sistema</b> | No conectado    |
| <b>2</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | Timeout           | <b>Estado del sistema</b> | No conectado    |
| <b>3</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | Timeout           | <b>Estado del sistema</b> | No conectado    |
| <b>4</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | Timeout           | <b>Estado del sistema</b> | No conectado    |
| <b>5</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | Timeout           | <b>Estado del sistema</b> | No conectado    |

Tabla 17. Resultado de prueba: conexión sistema domótico – Blynk, caso 1. Elaborado por el autor.

| <b>PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE EL SISTEMA DOMÓTICO Y LA PLATAFORMA BLYNK</b> |                           |                   |                           |                 |
|--|---------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>CASO 2:</b> Calidad buena de conexión a internet.                           |                           |                   |                           |                 |
| <b>#Prueba</b>   | <b>Variable</b>           | <b>Valor [ms]</b> | <b>Variable</b>           | <b>Criterio</b> |
| <b>1</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 800               | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |
| <b>2</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 1000              | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |
| <b>3</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 1200              | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |
| <b>4</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | Timeout           | <b>Estado del sistema</b> | No conectado    |
| <b>5</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | Timeout           | <b>Estado del sistema</b> | No conectado    |

*Tabla 18. Resultado de prueba: conexión sistema domótico – Blynk, caso 2. Elaborado por el autor.*

| <b>PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE EL SISTEMA DOMÓTICO Y LA PLATAFORMA BLYNK</b> |                           |                   |                           |                 |
|--|---------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>CASO 3:</b> Calidad muy buena de conexión a internet.                       |                           |                   |                           |                 |
| <b>#Prueba</b>   | <b>Variable</b>           | <b>Valor [ms]</b> | <b>Variable</b>           | <b>Criterio</b> |
| <b>1</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 11                | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |
| <b>2</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 4                 | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |
| <b>3</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 1                 | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |
| <b>4</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 15                | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |
| <b>5</b>   | <b>Tiempo de conexión</b> | 6                 | <b>Estado del sistema</b> | Conectado       |

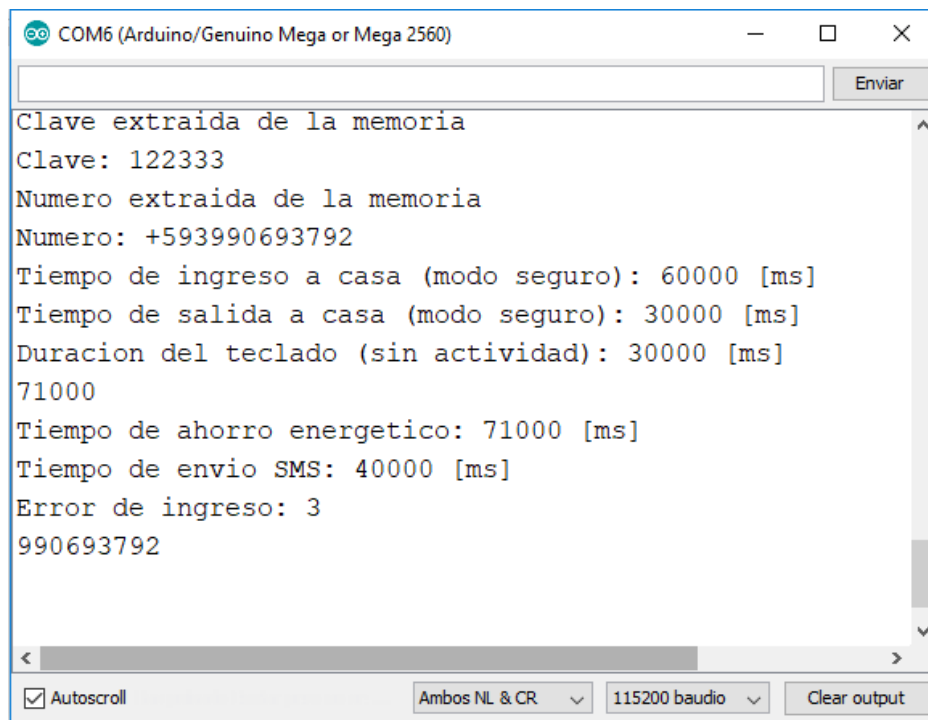
*Tabla 19. Resultado de prueba: conexión sistema domótico – Blynk, caso 3. Elaborado por el autor.*

## RECUPERAR CONFIGURACIONES DESDE LA MEMORIA EEPROM

El prototipo domótico debe recuperar cierto parámetros de tiempo para diferentes funciones, por ejemplo, el tiempo para enviar mensajes de texto al usuario en caso de emergencia, o, el tiempo para el ahorro energético.

También se recupera de la memoria eeprom el número móvil del usuario a quien le llegaran los mensajes de alerta, además de recuperar la contraseña para el ingreso a las funcionalidades.

A continuación, en la figura 59 se presentan las configuraciones extraídas desde la memoria eeprom del microcontrolador.



```
COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
Clave extraida de la memoria
Clave: 122333
Numero extraida de la memoria
Numero: +593990693792
Tiempo de ingreso a casa (modo seguro): 60000 [ms]
Tiempo de salida a casa (modo seguro): 30000 [ms]
Duracion del teclado (sin actividad): 30000 [ms]
71000
Tiempo de ahorro energetico: 71000 [ms]
Tiempo de envio SMS: 40000 [ms]
Error de ingreso: 3
990693792
```

Figura 61. Datos extraídos de la memoria EEPROM. Elaborado por el autor.

## CONTROL POR COMANDOS DE VOZ Y VIA APP BLYNK

**Objetivo:** verificar el envío de datos entre el panel domótico y los interruptores inalámbricos

Para el control por comandos de voz, el usuario debe decir uno de los siete comandos que están configurados; el prototipo domótico crea una trama de datos con el comando, luego crea una conexión UDP y envía la trama al puerto 2807 por la ip del broadcast de la red wifi.

La orden enviada por la ip broadcast de la red inalámbrica es internamente. Para la actualización del campo de control dentro de la plataforma IoT se ejecutan otras instrucciones que son parte de la librería Blynk, los cuales se reflejan en la aplicación.

La aplicación Blynk realiza un control bidireccional, es decir que, aparte de visualizar lo que sucede internamente en la red wifi, el usuario puede realizar el control desde cualquier parte del mundo con solo tener acceso a internet y tener instalada la app.

| <b>PRUEBA DE CONTROL INALÁMBRICO PANEL DOMÓTICO – INTERRUPTORES</b> |                |                         |                         |                            |                          |                                    |                           |
|---|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>CASO 1: Control por comandos de voz.</b>                         |                |                         |                         |                            |                          |                                    |                           |
| <b># Prueba</b>   | <b>Comando</b> | <b>Estado del lugar</b> | <b>Comando recibido</b> | <b>Calidad de internet</b> | <b>Envío de dato UDP</b> | <b>Datos recibidos (Int.Inal.)</b> | <b>Estado del Control</b> |
| 1   | Cocina         | Libre de ruido          | OK                      | Muy buena                  | OK                       | OK                                 | OK                        |
| 2   | Cocina         | Ruido Ambiente          | OK                      | Muy buena                  | OK                       | OK                                 | OK                        |
| 3   | Cocina         | Ruido Ambiente          | X                       | Muy buena                  | X                        | X                                  | X                         |
| 4   | Sala           | Libre de ruido          | OK                      | Buena                      | OK                       | OK                                 | OK                        |
| 5   | Sala           | Ruido Ambiente          | OK                      | Regular                    | OK                       | OK                                 | OK                        |
| 6   | Sala           | Ruido Ambiente          | X                       | Muy buena                  | X                        | X                                  | X                         |
| 7   | Banio          | Ruido Ambiente          | X                       | Muy buena                  | X                        | X                                  | X                         |
| 8   | Banio          | Ruido Ambiente          | OK                      | Buena                      | OK                       | OK                                 | OK                        |
| 9   | Comedor        | Ruido Ambiente          | OK                      | Regular                    | OK                       | OK                                 | OK                        |

|    |         |                |    |           |    |    |    |
|----|---------|----------------|----|-----------|----|----|----|
| 10 | Comedor | Ruido Ambiente | OK | Regular   | X  | X  | X  |
| 11 | Comedor | Libre de ruido | OK | Regular   | X  | X  | X  |
| 12 | Cuarto1 | Ruido Ambiente | OK | Muy buena | OK | OK | OK |
| 13 | Cuarto1 | Ruido Ambiente | OK | Buena     | OK | OK | OK |
| 14 | Cuarto2 | Ruido Ambiente | OK | Muy buena | OK | OK | OK |
| 15 | Cuarto2 | Ruido Ambiente | X  | Buena     | X  | X  | X  |

Tabla 20. Pruebas de control por comando de voz. Elaborado por el autor.

El ruido ambiente en las pruebas realizadas fue provocado por música de fondo, conversaciones entre los integrantes de la familia, el sonido del televisor, sonido de animales.

| <b>PRUEBA DE CONTROL INALÁMBRICO PANEL DOMÓTICO – INTERRUPTORES</b> |                            |                          |                                    |
|---|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| <b>CASO 2:</b> Control vía aplicación móvil blynk.                  |                            |                          |                                    |
| <b>#Prueba</b>  | <b>Calidad de internet</b> | <b>Envío de dato UDP</b> | <b>Datos recibidos (Int.Inal.)</b> |
| 1   | Muy buena                  | OK                       | OK                                 |
| 2   | Muy buena                  | OK                       | OK                                 |
| 3   | Muy buena                  | OK                       | OK                                 |
| 4   | Muy buena                  | OK                       | OK                                 |
| 5   | Buena                      | OK                       | OK                                 |
| 6   | Buena                      | OK                       | OK                                 |
| 7   | Buena                      | OK                       | OK                                 |
| 8   | Buena                      | OK                       | OK                                 |
| 9   | Regular                    | X                        | X                                  |
| 10  | Regular                    | X                        | X                                  |
| 11  | Regular                    | X                        | X                                  |
| 12  | Regular                    | X                        | X                                  |

Tabla 21. Pruebas de control vía aplicación móvil. Elaborado por el autor.



```

COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
|
Enviar
AT+CIPSTART=4,"UDP","192.168.1.63",2807
OK
AT+CIPSEND=4,4
>sala
VR Index      Group  RecordNum  Signature
0             NONE   0           sala

AT+CIPSTART=4,"UDP","192.168.1.63",2807
OK
AT+CIPSEND=4,6
>cocina
VR Index      Group  RecordNum  Signature
1             NONE   1           cocina

AT+CIPSTART=4,"UDP","192.168.1.63",2807
OK
AT+CIPSEND=4,5
>banio
VR Index      Group  RecordNum  Signature
2             NONE   2           banio

```

Figura 62. Instrucciones para el control de interruptor inalámbrico. Elaborado por el autor.



Figura 63. Control on/off via app Blynk. Elaborado por el autor.

## ERROR DE CONTRASEÑA PARA INGRESO AL MENÚ PRINCIPAL

Para el cambio de clave o contraseña para ingresar al menú principal del prototipo domótico. Ingresar a la opción 2 previamente hacer valida la clave al ingreso del menú, y como parte de la seguridad que brinda el prototipo es importante escribir la clave que va a ser reemplazado y si esta correcto se procede a digitar la nueva clave, caso contrario no se realizara el cambio.

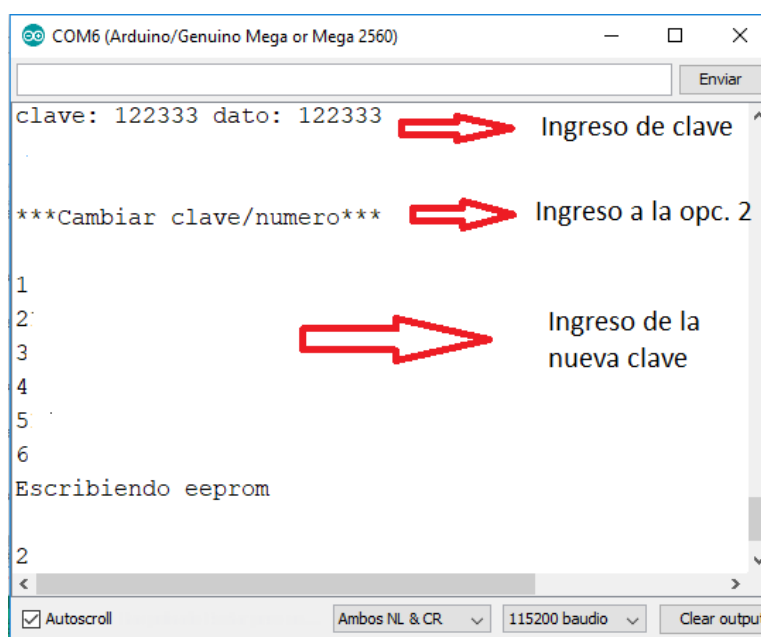


Figura 64. Pasos para cambio de clave del prototipo domótico. Elaborado por el autor.

## CAMBIO DE NÚMERO DEL USUARIO

Para el cambio de número móvil del usuario o propietario de la casa, debe ingresar al menú principal del prototipo domótico, haciendo valida la contraseña previamente. Ingresar a la opción 2, como parte de la seguridad que brinda el prototipo es importante escribir el número que va a ser reemplazado y si esta correcto se procede a digitar el número nuevo, caso contrario no se realizara el cambio. Realizado el cambio del número móvil, el prototipo vuelve a realizar el enlace con la plataforma Blynk.

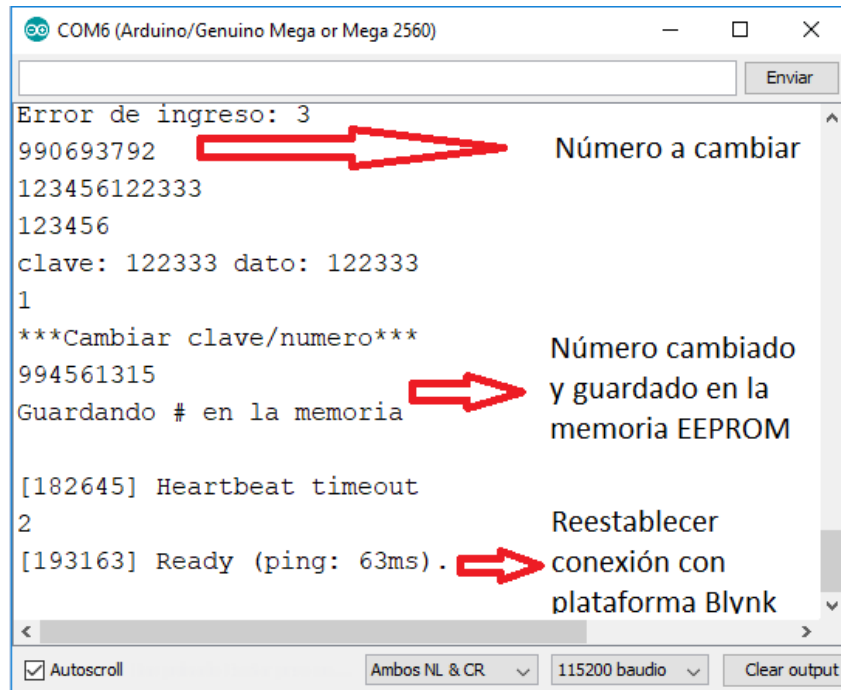


Figura 65. Pasos para el cambio de número móvil del propietario. Elaborado por el autor.

## ENVÍO DE SMS EN CASO DE ERROR DE INGRESO DE CONTRASEÑA

El envío de SMS al usuario o propietario de casa se suscita cuando se digita de manera errónea la clave del prototipo domótico para el ingreso al menú principal. Dependiendo de número de ingresos erróneos que tenga configurado el usuario, al momento de digitar la clave y llegar al número determinado de toleración por ingreso erróneo, se envía un mensaje de precaución al número móvil que este configurado.

A diferencia del envío de SMS en el modo seguro del prototipo domótico, en caso de error por contraseña solo se enviara un único mensaje por cada vez que se llega al límite de toleración por ingreso de contraseña errona.

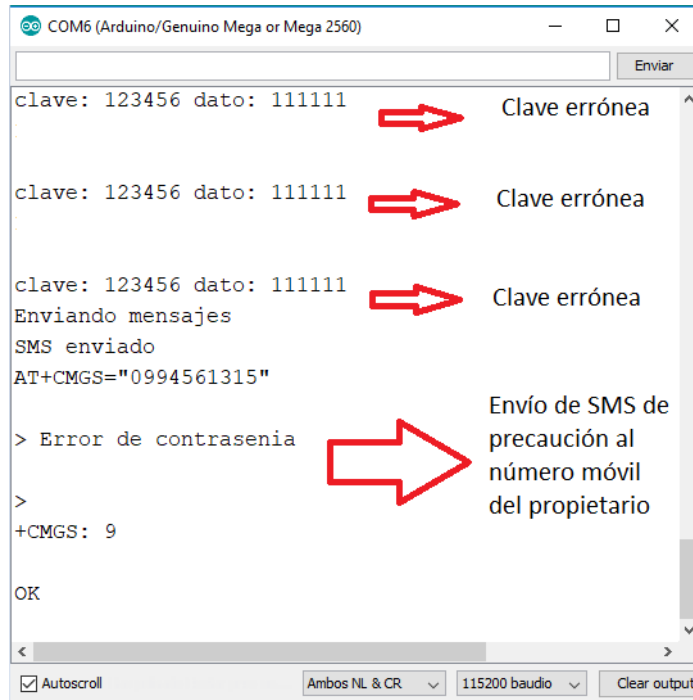


Figura 66. Envío de SMS en caso de error al ingreso del menú principal del prototipo domótico. Elaborado por el autor.

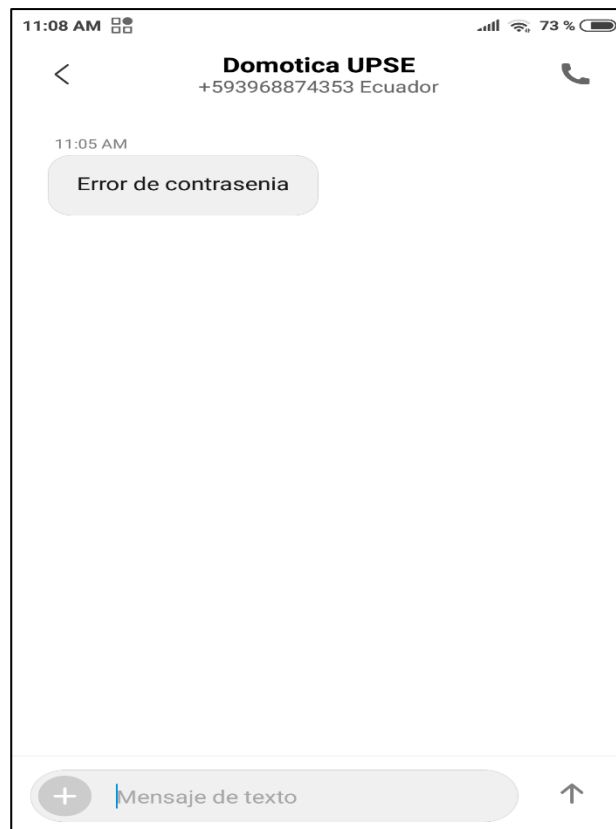
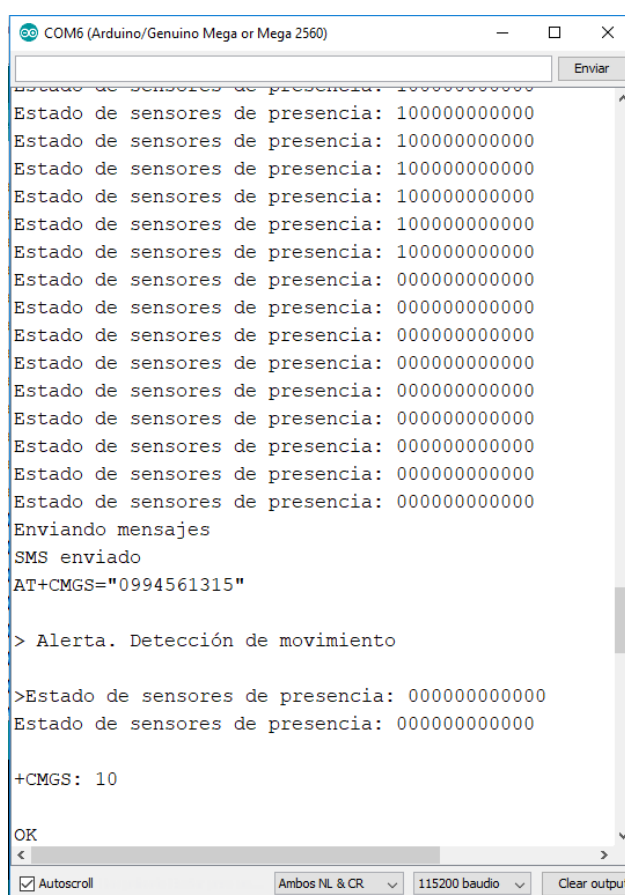


Figura 67. Mensaje recibido del prototipo domótico. Elaborado por el autor.

## MODO SEGURO Y ENVÍO DE SMS EN CASO DE EMERGENCIA

**Objetivo:** verificar el envío de SMS con la operadora Claro, Tuenti y CNT de acuerdo a la cobertura.

**Descripción:** El modo seguro del prototipo domótico se ejecuta si el usuario o propietario de casa ingresa al menú y activa dicho modo. Su funcionamiento es el siguiente: al momento de activar el modo, entra en un modo de espera de acuerdo al tiempo configurado, después de ese tiempo comienza a detectar presencia por parte de los sensores. En caso de detectar movimiento se activa un tiempo para que el usuario pueda desactivar dicho modo (tiempo que esta previamente configurado), y en caso de no desactivar el modo seguro a tiempo, el prototipo entrará en modo de envío de SMS de alerta cada cierto tiempo hasta que se reciba un mensaje con la orden de desactivar modo seguro, o en su defecto, desactivar el modo seguro a través del menú de configuraciones del sistema domótico.



```
COM6 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
Estado de sensores de presencia: 100000000000
Estado de sensores de presencia: 100000000000
Estado de sensores de presencia: 100000000000
Estado de sensores de presencia: 100000000000
Estado de sensores de presencia: 100000000000
Estado de sensores de presencia: 100000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000
Enviando mensajes
SMS enviado
AT+CMGS="0994561315"

> Alerta. Detección de movimiento

>Estado de sensores de presencia: 000000000000
Estado de sensores de presencia: 000000000000

+CMGS: 10

OK
<
```

Figura 68. Envío de SMS de alerta al número previamente configurado.  
Elaborado por autor.

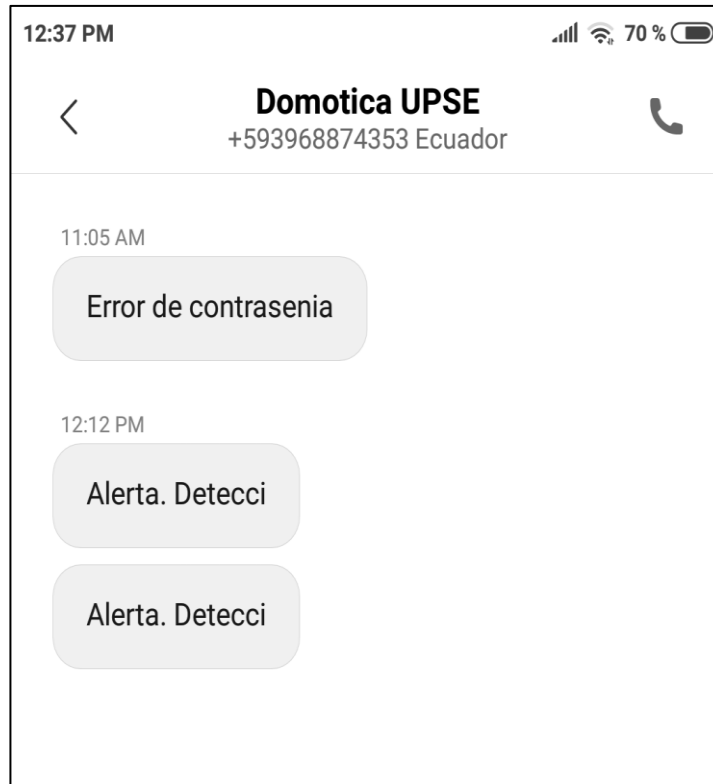


Figura 69. SMS recibido del prototipo domótico en su modo de emergencia. Elaborado por el autor.

| <b>Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa</b> |                  |                        |                         |
|--|------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Caso 1: Operadora claro</b>                                     |                  |                        |                         |
| <b>#Prueba</b>   | <b>Cobertura</b> | <b>Mensaje enviado</b> | <b>Mensaje recibido</b> |
| 1  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 2  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 3  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 4  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 5  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 6  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 7  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 8  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 9  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 10   | Regular          | OK                     | OK                      |

Tabla 22. Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa, caso 1. Elaborado por el autor.

| <b>Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa</b> |                  |                        |                         |
|--|------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Caso 2: Operadora CNT</b>                                       |                  |                        |                         |
| <b>#Prueba</b>   | <b>Cobertura</b> | <b>Mensaje enviado</b> | <b>Mensaje recibido</b> |
| 1  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 2  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 3  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 4  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 5  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 6  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 7  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 8  | Regular          | X                      | X                       |
| 9  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 10   | Regular          | OK                     | OK                      |

Tabla 23. Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa, caso 2. Elaborado por el autor.

| <b>Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa</b> |                  |                        |                         |
|--|------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Caso 3: Operadora Tuenti</b>                                    |                  |                        |                         |
| <b>#Prueba</b>   | <b>Cobertura</b> | <b>Mensaje enviado</b> | <b>Mensaje recibido</b> |
| 1  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 2  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 3  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 4  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 5  | Buena            | OK                     | OK                      |
| 6  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 7  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 8  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 9  | Regular          | OK                     | OK                      |
| 10   | Regular          | X                      | X                       |

Tabla 24. Pruebas de envío de SMS de alerta al propietario de la casa, caso 3. Elaborado por el autor.

Durante una emergencia, el sistema domótico envía mensajes de alerta al propietario de la casa. Se tomó una muestra de 10 mensajes por operadora, de los cuales con la compañía Claro se obtuvo una efectividad del 99%, mientras que con las operadoras CNT y Tuenti un 95%. El margen de error del 4% de efectividad por operadoras se debe al lugar donde esté implementado el sistema domótico, puesto que la cobertura no es la misma para todas las operadoras.

## **CONTROL ENERGÉTICO**

**Objetivo:** Verificar el control energético del sistema domótico.

**Descripción:** Enviar la orden de apagar a los interruptores inalámbricos a través de la red inalámbrica del hogar. Es importante mencionar que el control energético del sistema domótico se ejecuta cuando esta activada la opción.

Para verificar el correcto envío de órdenes a través de la red wifi del hogar, se realizaron 15 pruebas, que se detallan en la tabla 21. El estado de los sensores indica 1 cuando existe presencia en el compartimiento donde está instalado el sensor con su respectivo interruptor inalámbrico, mientras que el 0 indica que no existe presencia.

| <b>#Prueba</b> | <b>Estado de sensores<br/>Tiempo 1</b> | <b>Estado de sensores<br/>Tiempo 2</b> | <b>Orden a enviar</b> | <b>Orden enviada</b> | <b>Orden Recibida (int. Inalám.)</b> |
|----------------|--|--|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| <b>1</b>       | 0                                      | 0                                      | No                    | No                   | No                                   |
| <b>2</b>       | 0                                      | 1                                      | No                    | No                   | No                                   |
| <b>3</b>       | 1                                      | 0                                      | Si                    | Si                   | Si                                   |
| <b>4</b>       | 1                                      | 1                                      | No                    | No                   | No                                   |
| <b>5</b>       | 1                                      | 0                                      | Si                    | Si                   | Si                                   |
| <b>6</b>       | 1                                      | 0                                      | Si                    | Si                   | Si                                   |
| <b>7</b>       | 1                                      | 1                                      | No                    | No                   | No                                   |
| <b>8</b>       | 1                                      | 0                                      | Si                    | Si                   | Si                                   |
| <b>9</b>       | 1                                      | 0                                      | Si                    | Si                   | Si                                   |
| <b>10</b>      | 0                                      | 0                                      | No                    | No                   | No                                   |
| <b>11</b>      | 1                                      | 1                                      | No                    | No                   | No                                   |
| <b>12</b>      | 1                                      | 0                                      | Si                    | Si                   | Si                                   |
| <b>13</b>      | 1                                      | 0                                      | Si                    | Si                   | Si                                   |
| <b>14</b>      | 1                                      | 0                                      | No                    | No                   | No                                   |
| <b>15</b>      | 1                                      | 0                                      | No                    | No                   | No                                   |

*Tabla 25. Pruebas de control energético. Elaborado por el autor.*

Durante las pruebas se determinó que el sistema domótico realiza el control energético en un 86,67 % de efectividad, dado que de las 15 pruebas que se realizaron, 13 se ejecutaron correctamente.



## **2.8 CONCLUSIONES**

Los mensajes de textos de emergencia en caso de que los sensores detecten presencia en el modo seguro del sistema domótico, se envían de acuerdo al tiempo que el usuario tenga configurado, el cual puede ser 1, 2, o hasta 10 minutos para el envío. El mensaje llega a su destinatario en el tiempo estándar que tarda un mensaje de texto de móvil a móvil, 5 segundos en promedio.

Los parámetros de configuración que son recibidos por SMS, se aplican correctamente en el sistema domótico. De acuerdo a las pruebas realizadas con la operadora claro se obtuvo un 99% de efectividad mientras que con las operadora CNT y Tuenti se obtuvo un 95% por efecto de conectividad a la red GSM.

Los comandos se configuran de acuerdo a las características de la voz que define a una persona en específico en cuanto a ritmo, el tono e intensidad, lo que implica que al no cumplirse los parámetros indicados los comandos no se ejecutarán, debiendo volver a realizar el entrenamiento de los comandos de voz.

El control de actuadores a través de la aplicación móvil Blynk, se efectúa en un 100% cuando el servicio de internet de la red inalámbrica del hogar está en óptimas condiciones.

Los parámetros de configuración para los interruptores inalámbricos que son recibidos mediante la interfaz gráfica, se guardan en la memoria interna permitiendo la conexión automática a la red wifi cada vez que se enciende el dispositivo.

Los paquetes de datos con los comandos de control que envía el panel domótico a los interruptores inalámbricos a través de la red wifi, se reciben en aproximadamente 1 a 2 segundos después de haber realizado el control por comandos de voz o vía aplicación móvil.

## **2.9 RECOMENDACIONES**

Las configuraciones de tiempo para las funcionalidades del sistema domótico (modo seguro, ahorro energético, envío de SMS de alertas), deben tener un desfase de 1 minuto aproximadamente.

Para mantener una comunicación estable del panel domótico y la plataforma Blynk, el router de la casa debe tener un sistema de alimentación externa en caso de cortes de energía eléctrica.

Para obtener un 99% de efectividad en envíos de SMS de alerta al propietario de la casa, se recomienda que el sistema domótico porte un número móvil claro, dado que esta operadora tiene una mayor cobertura en comparación a las demás compañías móviles del país.

Para mejorar el reconocimiento de voz para el control inalámbrico del sistema domótico en futuros trabajos, se puede reemplazar el módulo Elechouse v3 por el módulo Ld3320, el cual tiene una efectividad de reconocimiento voz de un 95% según el fabricante en comparación al 99% pero en un ambiente ideal (lugar libre de ruido) del módulo que incluye el panel domótico.

Para futuros trabajos, se recomienda desarrollar una herramienta en ambiente web que mejore la interfaz gráfica para el usuario, o aplicación móvil que permita integrar las configuraciones de todos los interruptores inalámbricos.

Para futuros trabajos, diseñar un nuevo circuito electrónico para los interruptores inalámbricos de modo que funcionen únicamente conectando el dispositivo a la corriente AC.

## Referencias

- [1]. USEDOMOTIX, “Origen de la domótica”, 2018. [Online]. Available: <https://usedomotix.com/historia-de-la-domotica-origen-y-evolucion/>
- [2]. M. Henríquez & P. Palma, “Automatic Control of Environmental Conditions in Domotics using Artificial Neural Networks”, 2011. [Online]. Available: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642011000300014&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642011000300014&script=sci_arttext&tlng=en)
- [3]. J. Elliot, “Sistemas de seguridad para casas inteligentes”, 2018. [Online]. Available: <https://www.mansionglobal.com/es/articles/sistemas-de-seguridad-para-casas-inteligentes-110819>
- [4]. Insteon, “Productos Insteon”, 2018. [Online]. Available: <https://www.insteon.com/products/>
- [5]. MercadoLibre, “Kit de domótica”, 2018. [Online]. Available: [https://listado.mercadolibre.com.ec/kit-de-domotica#D\[A:kit%20de%20domotica\]](https://listado.mercadolibre.com.ec/kit-de-domotica#D[A:kit%20de%20domotica])
- [6]. MercadoLibre, “Interruptores inalámbricos”, 2018. [Online]. Available: [https://listado.mercadolibre.com.ec/interruptor-inalambrico-insteon#D\[A:interruptor%20inalambrico%20insteon\]](https://listado.mercadolibre.com.ec/interruptor-inalambrico-insteon#D[A:interruptor%20inalambrico%20insteon])
- [7]. Resolución 01-01-CONATEL-2012, “Las recargas telefónicas no caducan desde hoy”, 2012. El concejo nacional de telecomunicaciones (CONATEL). eltelégrafo.
- [8]. J. Suntaxi, “Diseño y construcción de un prototipo de control domótico inalámbrico para discapacitados”, 2013. [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6350?locale=de>
- [9]. A. Ramírez, “Clientes y servidores”, 2015. [Online]. Available: [https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf\\_ccna1\\_v5.pdf](https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf_ccna1_v5.pdf)
- [10]. A. Ramírez, “Protocolo de datagramas de usuario (UDP)”, 2015. [Online]. Available: [https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf\\_ccna1\\_v5.pdf](https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf_ccna1_v5.pdf)

- [11]. A. Ramírez, “Direccionamiento de puertos TCP y UDP”, 2015. [Online]. Available:  
[https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf\\_ccna1\\_v5.pdf](https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf_ccna1_v5.pdf)
- [12]. A. Ramírez, “Puerto de destino”, 2015. [Online]. Available:  
[https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf\\_ccna1\\_v5.pdf](https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf_ccna1_v5.pdf)
- [13]. A. Ramírez, “Puerto de origen”, 2015. [Online]. Available:  
[https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf\\_ccna1\\_v5.pdf](https://julioestrepo.files.wordpress.com/2015/03/pdf_ccna1_v5.pdf)
- [14]. Domodesk, “¿Qué es iot (Internet de las cosas)?”, 2018. [Online]. Available: <https://www.domodesk.com/221-a-fondo-que-es-iot-el-internet-de-las-cosas.html>
- [15]. A. Cárdenas, “¿Qué es una plataforma IoT?”, 2016. [Online]. Available:  
<https://secmotoc.com/plataforma-iot/>
- [16]. Autodesk, “¿Qué es la impresión 3D?”, 2018. [Online]. Available:  
<https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>
- [17]. S. Llumiquinga & J. Aníbal, “Diseño y construcción de un prototipo de control domótica inalámbrico para discapacitados”, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2013.
- [18]. O. Patiño & D. Rubén, “Diseño de un sistema domótico Inalámbrico para controlar parámetros domiciliarios y de un Área educativa en la ciudad de Ibarra”, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2016.
- [19]. C. Cevallos, “Aplicación de la plataforma hardware y software raspberry pi II y el módulo de conectividad de red inalámbrica photon wi-fly, para el diseño de aplicaciones domóticas basadas en tecnología wi-fi”, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, 2016.
- [20]. M. I. S. S. D. I. B. M. E. Parada, «Sistema de control domótico de bajo costo: un respaldo a la generación ecológica de energía eléctrica en Colombia,» *Tecnura*, p. 132, 2016.
- [21]. J. Peña, & G. Suñillo, “Estudio del modelo de referencia de internet de las cosas (Io), con la implementación de un prototipo domótico”, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2016.
- [22]. Arduino, “Arduino IDE”, 2018. [Online]. Available:  
<https://www.arduino.cc>

- [23]. J. Estrada, “Qué es Dreamweaver”, 2010. [Online]. Available: <https://www.emaze.com/@ALWLWQFZ>
- [24]. Autodesk, “EAGLE PCB”, 2018. [Online]. Available: <https://latinoamerica.autodesk.com>
- [25]. Freecad, “Getting started”, 2018. [Online]. Available: [https://www.freecadweb.org/wiki/Getting\\_started](https://www.freecadweb.org/wiki/Getting_started)
- [26]. Blynk, “Plataforma IoT Blynk”, 2018. [Online]. Available: <https://www.blynk.cc>
- [27]. J. M. Torreblanca, “Domótica para ingenieros”, Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A., 2015.
- [28]. J. M. Rivas, “Manual ilustrado para la instalación domótica”, Gewiss, Cenate Sotto, Italia, 2009.
- [29]. J. C. Martín, “Instalaciones domóticas”, Madrid: Editex, 2010.

# ANEXOS

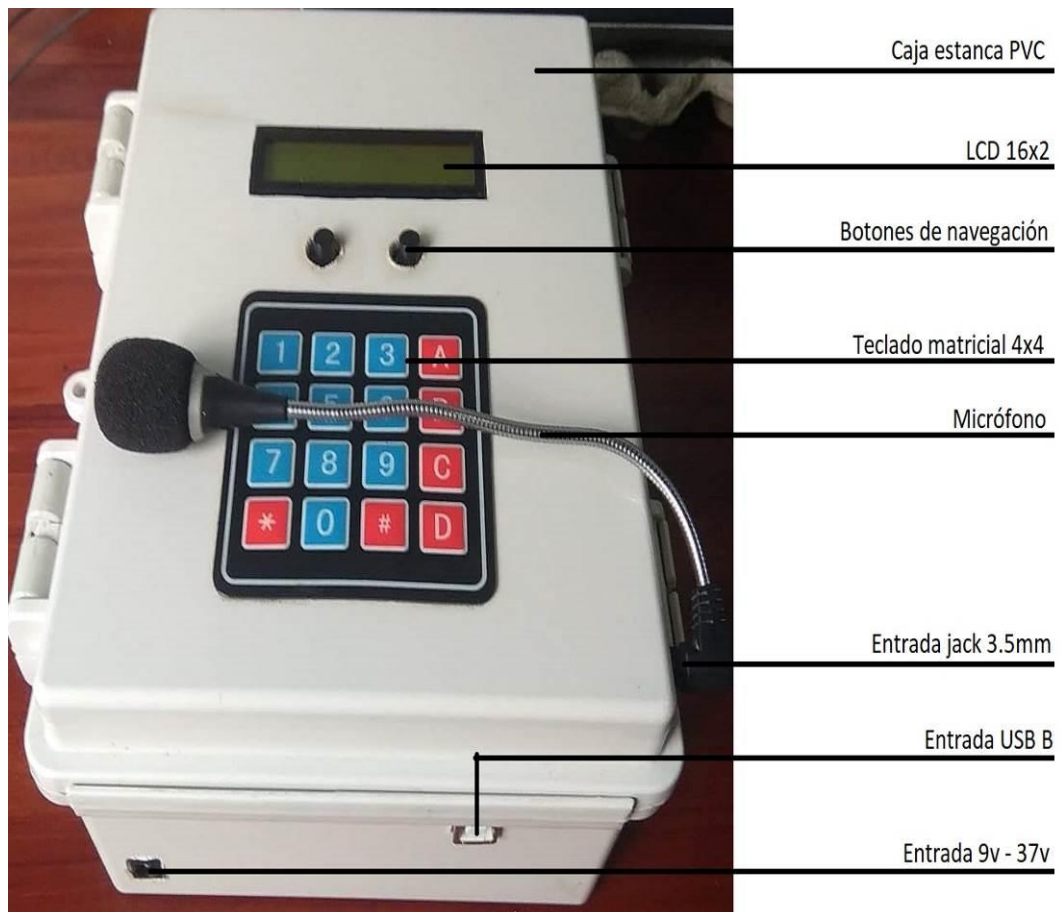
## Anexos

### Anexos 1. Manual técnico del panel domótico

A continuación se presenta las partes del prototipo domótico.

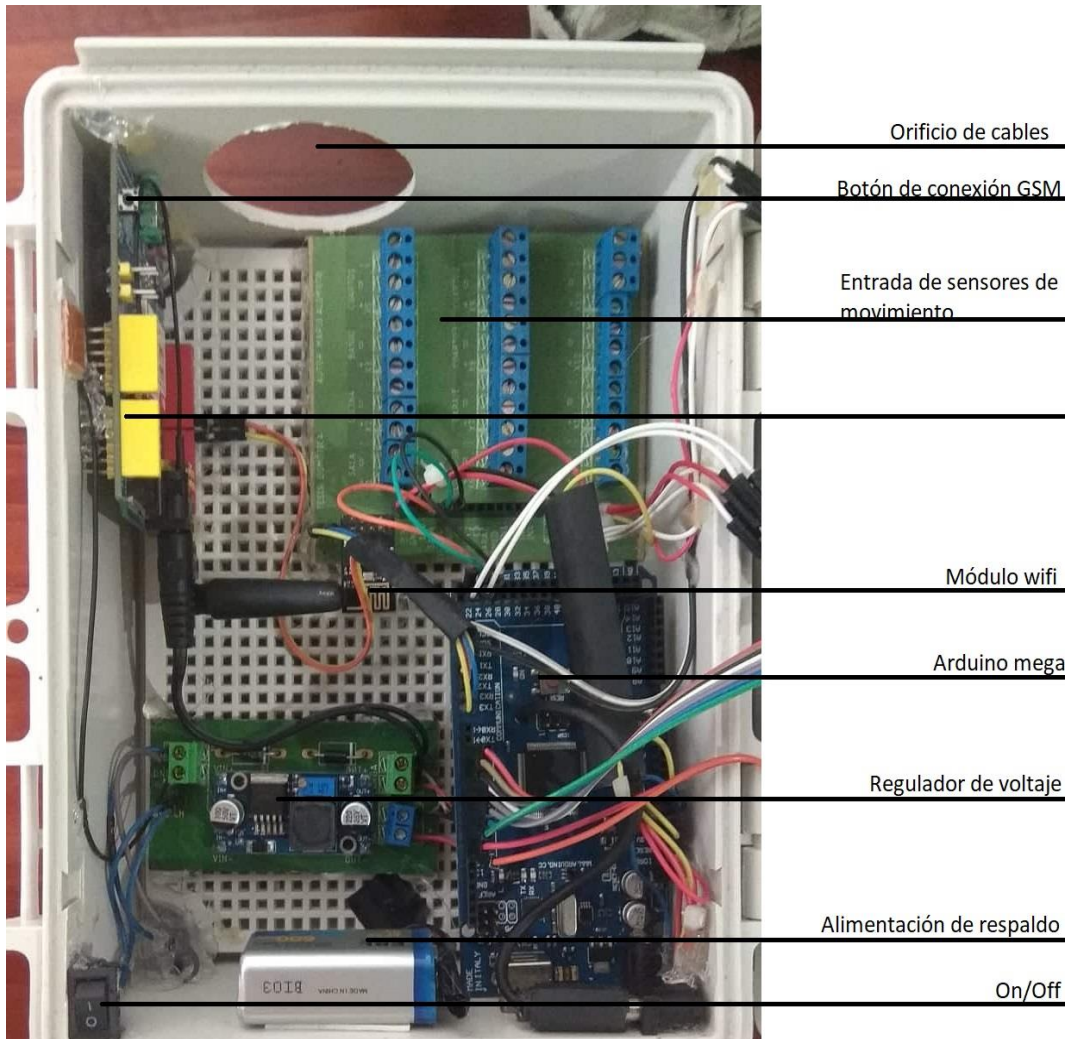
#### Parte frontal.

El teclado matricial se utiliza para realizar las configuraciones del prototipo domótico, los cuales se pueden visualizar en el LCD de 16x2. Los Botones de navegación son para ir adelante y atrás dentro del menú de configuraciones. El micrófono es el canal por donde el usuario debe decir los comandos configurados previamente para el control on/off de manera inalámbrica.



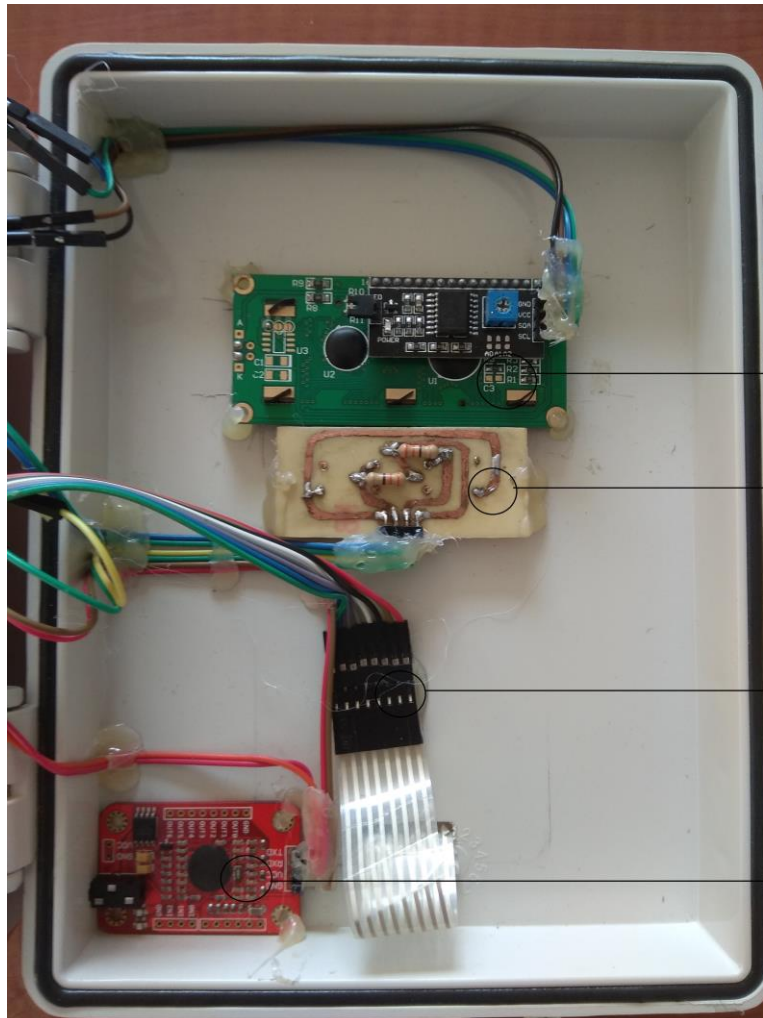
## Parte interior del prototipo domótico

El prototipo domótico consta de dos cargadores, el primer cargador alimenta el módulo sim900 para la conexión a la red de la operadora móvil, mientras que el segundo cargador alimenta el controlador, el módulo wifi y a los sensores que el usuario incluya. También consta de un switch para el encendido y apagado del prototipo domótico.





## Parte interior del prototipo domótico (tapa de la caja)



LCD 16x2

Circuito de botones  
de navegación

Cable del teclado  
matricial 4x4

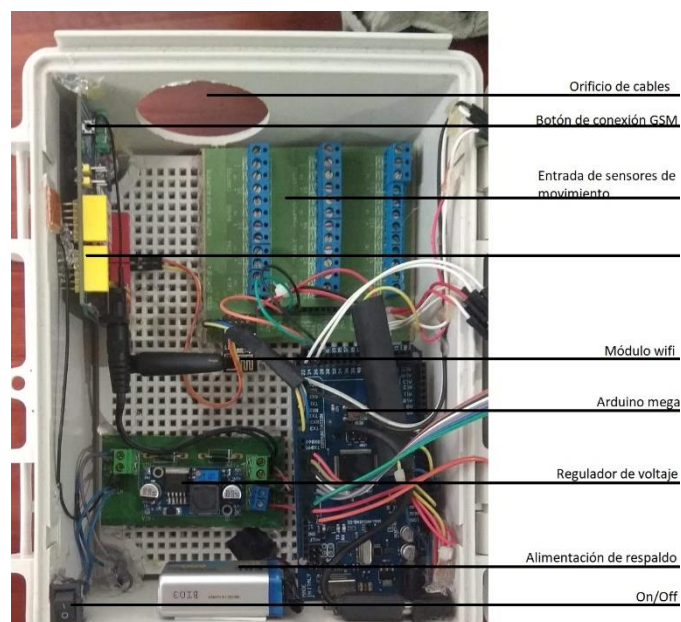
Módulo de  
reconocimiento  
de voz

## Anexos 2. Manual de usuario del panel domótico

### Encendido y conexión a la operadora móvil.

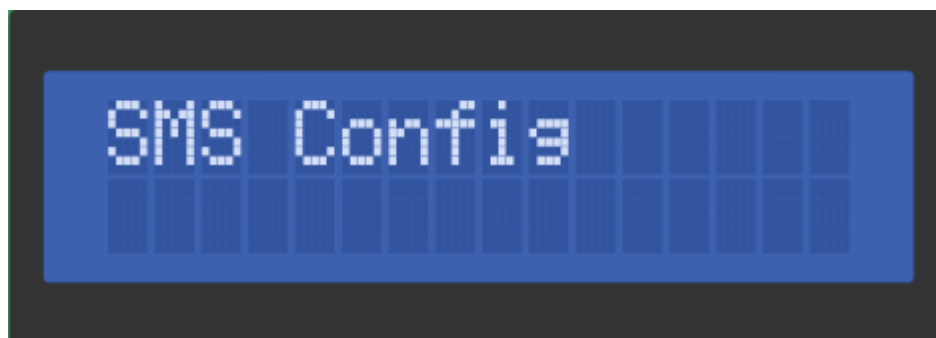
Para encender el prototipo domótico se debe conectar el enchufe a un tomacorriente de casa.

A continuación cambiar el estado del switch de off a On; luego mantener presionado por 3 segundos el botón para poder conectarse a la operadora móvil.



### Configurar parámetros de la red wifi

Cuando se enciende por primera vez el prototipo domótico, se tratará de conectarse a una red wifi que no existe puesto que no hay nada guardado en la memoria y por tanto el usuario debe configurarlo a través de un mensaje de texto.



El mensaje de texto debe tener los parámetros de la red wifi a la que se vaya a conectar el prototipo domótico, la estructura no está estandarizada por tanto, para hacer más sencilla la configuración por parte del usuario, el SMS se estructura de la siguiente manera: red:Nombre\_de\_la\_red,pass:Contraseña\_de\_la\_red. Si al usuario se le dificulta estructurar el SMS, entonces separar cada parámetro con una coma (,).

El prototipo domótico recibirá el SMS con los parámetros de la red wifi e intentará realizar la conexión, si los datos son correctos, este le pedirá que apague y encienda de nuevo.



**Nota:** Este procedimiento de cambiar de conexión de red inalámbrica se puede realizar mientras el prototipo domótico este operativo.

### **Activar modo seguro**

El modo seguro del prototipo domótico le da la confiabilidad al usuario de poder salir de casa. El prototipo prioriza los estados de los sensores detectores de presencia, en caso de un cambio de estado, se envía un mensaje de alerta al número del usuario que está guardado en la memoria. A continuación se presentan los pasos para activar el modo seguro.

1. Ingrese la contraseña para ingresar al menú principal
2. Dirigirse a la opción “Modo seguro”
3. Digitar el número de la opción.
4. Presionar 1 para activar.

Luego del paso 4, el prototipo entrara en un estado de transición para que el usuario pueda salir de casa. Aquel estado dura el tiempo que está configurado por el usuario y por ende se puede cambiar cuando se requiera.

**Nota:** También se puede activar el modo seguro a través de un mensaje de texto. El SMS que debe enviar el usuario al número móvil del prototipo domótico es el siguiente: “AlarmaOn”.

### **Desactivar modo seguro**

Para desactivar el modo seguro del prototipo domótico ya sea por un mensaje de alerta o porque simplemente el usuario está en casa y no es necesario mantener el modo seguro activado. La primera forma para desactivar el modo seguro es ingresando al menú y a través de las opciones desactivar.

1. Ingrese la contraseña para ingresar al menú principal
2. Dirigirse a la opción “Modo seguro”
3. Digitar el número de la opción.
4. Presionar 2 para desactivar.

Otra forma para desactivar el modo seguro del prototipo domótico es mediante la recepción de un SMS por parte del usuario. El mensaje de texto que debe enviar el usuario al número móvil del prototipo domótico es el siguiente: “AlarmaOff”.

**Nota:** En caso de detectar presencia, el prototipo domótico enviara SMS cada cierto tiempo, al momento de desactivar el modo seguro también se desactivara el envío de mensajes de alerta.

### **Cambiar contraseña**

1. Ingresar la contraseña para el ingreso al menú principal.
2. Presionar la opción 2 del menú.
3. Presionar la opción 1 del submenú.
4. Ingresar la contraseña que será reemplazada (por seguridad).
5. Ingresar la nueva contraseña.

## Cambiar número del usuario

El prototipo domótico en caso de emergencia en modo seguro envía mensajes de texto número móvil del usuario, por tanto se podría presentar que se necesite reemplazar el número. A continuación se presentan los pasos para poder hacerlo.

1. Ingresar la contraseña para el ingreso al menú principal.
2. Presionar la opción 2 del menú.
3. Presionar la opción 2 del submenú.
4. Ingresar el número que será reemplazado (por seguridad).
5. Ingresar el número nuevo.

## Grabar comandos

El prototipo domótico puede almacenar hasta 255 comandos de voz, de los cuales se utilizan 7 para el control inalámbrico. En caso que el comando no sea reconocido, el usuario debe volver a entrenar el comando de la siguiente manera.

1. Conectar el cable usb a la pc.
2. Abrir una interfaz serial (Puede ser originalmente la de arduino)
3. Desde el prototipo. Ingresar al menú principal.
4. Digitar opción 4 del menú.
5. Escribir la siguiente sintaxis para volver a entrenar el comando: sigtrain \_\_numero\_del\_comando\_\_ \_\_comando\_\_

```
***Grabar comandos***
sigtrain 0 sala → Sintaxis
-----
Record: 0 Speak now → Decir el comando
Record: 0 Speak again → por el micrófono
Record: 0 Cann't matched
Record: 0 Speak now
Record: 0 Speak again → Repetir el
Record: 0 Cann't matched → comando
Record: 0 Speak now
Record: 0 Speak again
Record: 0 Cann't matched → No coinciden los
Record: 0 Speak now → comandos
Record: 0 Speak again
Record: 0 Success → Comando guardado
Success: 1
Record 0 Trained → Comprobación del
SIG: sala → comando
```

6. De ser necesario, es posible volver a entrenar el mismo u otro comando de voz.
7. Para salir del modo de entrenamiento de comandos de voz, el usuario debe presionar uno de los botones para la navegación de menú principal.

**Nota:** Luego de realizar el entrenamiento de los comandos de voz, es importante que el usuario revise el siguiente apartado que es acerca de cómo cargar comandos para el control inalámbrico.

### **Cargar comandos de voz**

1. Ingresar al menú principal
2. Ingresar a la opción 5.
3. Se muestran 7 apartados donde el usuario debe digitar el número del comando. Ejemplo; si el usuario digita 1 deberá ver en la tabla que comando desea ingresar. En caso que desee reemplazar un solo comando entonces el usuario debe presionar la tecla 0 para retroceder al menú principal

| Tabla de comandos |              |
|-------------------|--------------|
| 00                | Sala         |
| 01                | Cocina       |
| 02                | Banio (Baño) |
| 03                | Cuarto1      |
| 04                | Cuarto2      |
| 05                | Cuarto3      |
| 06                | Puerta       |
| 07                | Patio        |

|    |            |
|----|------------|
| 08 | Comedor    |
| 09 | Garaje     |
| 10 | Cochera    |
| 11 | Balcón     |
| 12 | Jardín     |
| 13 | Bodega     |
| 14 | Radio      |
| 15 | Ventilador |
| 16 | Lámpara    |

### **Configuraciones del teclado**

Ingresando a la opción 6 del menú principal, se muestran 2 configuraciones adicionales acerca del teclado. El primero (1) corresponde al número de toleración por ingreso de contraseña errónea y el segundo (2) al tiempo que dura teclado sin actividad

## **Configuración TIME i/o HOME**

Ingresando a la opción 7 del menú principal, el usuario podrá configurar:

1. El tiempo de toleración para el ingreso a casa cuando el modo seguro está activado.
2. El tiempo que permite al usuario salir de casa después de haber activado el modo seguro.
3. El tiempo para el envío de SMS en caso de emergencia.

**Nota:** Los tiempos no deben coincidir uno con otro.

## **Opciones IoT**

Ingresando a la opción 8 del menú principal, el usuario podrá visualizar los siguientes parámetros de la red inalámbrica.

- 1) Dirección del broadcast de la red wifi.
- 2) El puerto de red (2807).

**Nota:** Las opciones en este apartado están incluidos para futuras configuraciones del prototipo domótico.

## **Energético**

Ingresando a la opción 9 del menú principal, el usuario podrá realizar las siguientes configuraciones del prototipo domótico.

1. Activar el modo de ahorro de energía.
2. Desactivar el modo de ahorro de energía.
3. El tiempo para el sensado en los compartimientos de casa para detectar presencia.

### Anexos 3. Manual técnico del interruptor inalámbrico

A continuación se presenta las conexiones físicas del interruptor inalámbrico.

