



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN
Y CONTROL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL**

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
AUTOMATIZACIÓN PARA HOGARES CON APLICACIÓN
INTERACTIVA PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL BASADA EN LA
PLATAFORMA GINGA.**

AUTOR: ENRÍQUEZ VILLARROEL, BELÉN ALEXANDRA
DIRECTOR: ING. VILLAMARÍN ZAPATA, DIEGO FERNANDO

SANGOLQUÍ

2018



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de titulación, ***“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA HOGARES CON APLICACIÓN INTERACTIVA PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL BASADA EN LA PLATAFORMA GINGA.”*** fue realizado por la señorita ***BELÉN ALEXANDRA ENRÍQUEZ VILLARROEL***, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, Agosto del 2018



ING. DIEGO VILLAMARÍN

C.C: 1716598113



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **BELÉN ALEXANDRA ENRÍQUEZ VILLARROEL**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA HOGARES CON APLICACIÓN INTERACTIVA PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL BASADA EN LA PLATAFORMA GINGA.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, Agosto del 2018

BELÉN ENRÍQUEZ

C.C: 1725042426



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

AUTORIZACIÓN

Yo, **BELÉN ALEXANDRA ENRÍQUEZ VILLARROEL** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA HOGARES CON APLICACIÓN INTERACTIVA PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL BASADA EN LA PLATAFORMA GINGA.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, Agosto del 2018

BELÉN ENRÍQUEZ

C.C: 1725042426

DEDICATORIA

*A mi familia por ser ejemplo de fortaleza y mostrarme
el camino hacia la superación.*

A mis amigos por el apoyo y el cariño brindado.

AGRADECIMIENTO

A mi tutor, el Ingeniero Diego Villamarín, no solo por la dedicación, la ayuda y los conocimientos que me brindó en el transcurso de este proyecto, sino también por regalarme su gran amistad y confianza.

A mi mamá, Mónica, por toda su paciencia y fortaleza. Gracias por ser mi guía y estar junto a mí en todo momento, siempre estaré infinitamente agradecida.

A mi papá, Raúl, por enseñarme que la constancia y el trabajo arduo dan los mejores frutos, gracias por todas tus palabras de aliento y tu orientación cuando me veías tambalear, tú eres la principal razón de que yo sea la profesional que soy ahora.

A mis hermanos Andrés y Agustín, por toda la paciencia, los consejos y los momentos juntos.

A todos mis amigos, porque sin ustedes esta lucha habría sido infinitamente más difícil.

A Claudia, George, Nadia, Darío y Andy, por años de amistad incondicional, por todo su apoyo y las mejores experiencias.

A Carlos por toda la ayuda y consejos, por estar conmigo en todo momento y creer en mi aun cuando ni yo misma lo hacía.

El presente trabajo es el símbolo de un largo camino recorrido y las palabras se quedan cortas para expresar el profundo agradecimiento a todos aquellos que estuvieron en el camino y ayudaron a que este lejano sueño sea hoy una realidad, gracias infinitas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DEL DIRECTOR	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
Capítulo 1: Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e importancia	5
1.3. Alcance.....	7
Capítulo 2: Marco teórico	10
1.4. Domótica, tecnologías aplicadas al hogar	10
2.1.1. Conceptos básicos	10
2.1.2. Normativa y normalización.....	14
2.1.3. Arquitectura de las instalaciones	14
1.5. La televisión digital terrestre y su interactividad	21
2.1.4. La televisión digital terrestre (TDT) y su incursión en el Ecuador	21

2.1.5. Sistema de televisión digital	23
2.1.6. Interactividad para la televisión digital	24
2.1.7. Lenguajes de programación para GINGA	25
Capítulo 3: Diseño e implementación del sistema para la automatización del hogar	27
1.6. Instalación	27
3.1.1. Descripción de la instalación	27
3.1.2. Planos de la instalación.....	28
1.7. Diseño del sistema para la automatización del hogar	28
3.1.3. Descripción del sistema y las funciones a realizar	28
3.1.4. Descripción de los elementos.....	29
3.1.5. Planos con la ubicación de los elementos	37
3.1.6. Diagramas eléctricos y electrónicos.....	38
3.1.7. Nivel domótico del sistema.....	40
1.8. Diseño de la base de datos	42
1.9. Implementación del sistema para la automatización del hogar	43
3.1.8. Instalación de elementos.....	44
3.1.9. Programación del controlador.....	47
Capítulo 4: Diseño y desarrollo de la aplicación interactiva	54
1.10. Consideraciones de diseño.....	54
1.11. Desarrollo de la aplicación en Ginga	55
1.12. Desarrollo de la aplicación móvil.	62
Capítulo 5: Pruebas y resultados	66
1.13. Pruebas	66

5.1.1. Pruebas de funcionamiento del sistema.....	66
5.1.2. Pruebas de usabilidad de la aplicación.....	68
1.14. Resultados	69
5.1.3. Resultados de pruebas de funcionamiento	69
5.1.4. Resultados de pruebas de usabilidad.....	71
5.1.5. Resultado financiero de implementación	78
Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones	81
1.15. Conclusiones	81
1.16. Recomendaciones	82
Referencias	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Dispositivos dispuestos en la instalación.</i>	29
Tabla 2. <i>Características Raspberry Pi 3.</i>	30
Tabla 3. <i>Características sensor de movimiento PIR HC-SR501.</i>	31
Tabla 4. <i>Características sensor de flama KY-026.</i>	31
Tabla 5. <i>Características sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2.</i>	32
Tabla 6. <i>Características módulo relé.</i>	33
Tabla 7. <i>Características ojo de buey.</i>	34
Tabla 8. <i>Características tiras de LEDs RGB.</i>	34
Tabla 9. <i>Características cerradura eléctrica.</i>	35
Tabla 10. <i>Características motor DC reductor.</i>	35
Tabla 11. <i>Nomenclatura de dispositivos.</i>	39
Tabla 12. <i>Recursos utilizados de la plataforma de Firebase.</i>	42
Tabla 13. <i>Disponibilidad de material y servicios.</i>	45
Tabla 14. <i>Disposición del cable multipar en la instalación.</i>	46
Tabla 15. <i>Variables del programa del controlador.</i>	47
Tabla 16. <i>Pantallas de la aplicación interactiva para la TDT.</i>	58
Tabla 17. <i>Pantallas adicionales implementadas en la aplicación móvil.</i>	63
Tabla 18. <i>Pruebas de funcionamiento del sistema.</i>	66
Tabla 19. <i>Escenarios implementados.</i>	70
Tabla 20. <i>Tiempo de respuesta del sistema “DomoITV”.</i>	70
Tabla 21. <i>Costo de los dispositivos del sistema completo.</i>	78

Tabla 22. <i>Costos de desarrollo e instalación.</i>	79
Tabla 23. <i>Costos de mantenimiento por hora.</i>	79
Tabla 24. <i>Costo total del sistema.</i>	79
Tabla 25. <i>Costo de los dispositivos del prototipo.</i>	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. a) Sistemas centralizados b) Sistemas descentralizados	15
Figura 2. a) Topología tipo estrella. b) Topología tipo anillo. c) Topología tipo bus.	16
Figura 3. Componentes para el sistema ISDB-Tb.	23
Figura 4. Maqueta a escala.	27
Figura 5. Arquitectura del sistema domótico implementado.	28
Figura 6. Raspberry Pi 3.	30
Figura 7. Sensor de movimiento PIR HC-SR501.	30
Figura 8. Modulo sensor de flama KY-026.	31
Figura 9. Sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2.	32
Figura 10. Sensor magnético.	32
Figura 11. Módulo relé.	33
Figura 12. Ojo de buey LED Tipo Panel 6W	33
Figura 13. Tira de LEDs RGB.	34
Figura 14. Cerradura eléctrica 12V DC.	35
Figura 15. S330018 Motor DC reductor 12V 33 RPM.	35
Figura 16. Sirena 110dB DC 12V.	36
Figura 17. Cable multipar 16 pares SBYU (16X2X0.4).	36
Figura 18. Cable TopFlex H05V-K y H07V-K.	36
Figura 19. EITV Smartbox	37
Figura 20. Nivel domótico de la instalación.	41
Figura 21. Programación del controlador, sección accesos.	49

<i>Figura 22.</i> Programación del controlador, sección alarmas.	50
<i>Figura 23.</i> Programación del controlador, sección iluminación.....	51
<i>Figura 24.</i> Programación del controlador, sección persianas.....	52
<i>Figura 25.</i> Envío y recepción de datos hacia la nube desde el controlador.	53
<i>Figura 26.</i> Interconexión de datos entre aplicación interactiva y base de datos.....	55
<i>Figura 27.</i> Sintaxis de programación para NCL y LUA.	57
<i>Figura 28.</i> Bloque de interpretación de datos.....	60
<i>Figura 29.</i> Simulación de envío y recepción de datos hacia la nube desde la aplicación.	60
<i>Figura 30.</i> Carga de la aplicación en el decodificador.....	61
<i>Figura 31.</i> Configuración de la red en EITV Smartbox.....	61
<i>Figura 32.</i> Sintaxis de programación en AppInventor.	62
<i>Figura 33.</i> Envío y recepción de datos hacia la nube desde la aplicación móvil (registro). ...	64
<i>Figura 34.</i> Envío y recepción de datos hacia la nube desde la aplicación móvil.....	65
<i>Figura 35.</i> Resultados sección contenidos.....	72
<i>Figura 36.</i> Resultados sección navegación.....	73
<i>Figura 37.</i> Resultados sección tiempo de respuesta.....	74
<i>Figura 38.</i> Resultados sección utilidad y satisfacción.	75
<i>Figura 39.</i> Resultados sección manual.	76
<i>Figura 40.</i> Resultados sección manual de usuario y comparación edades.	77
<i>Figura 41.</i> Resultados sección aprendizaje.....	77

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del diseño y la implementación del sistema para la automatización de hogares “DomoiTV”. El sistema consta de dos componentes principales, el primero es el área de domótica en la cual se implementan dispositivos como controlador, sensores y actuadores de tal manera que se pueda visualizar y tomar decisiones sobre lo que sucede dentro de una instalación, se abarcan áreas como alarmas de intrusión, alarmas técnicas, control de iluminación, control de persianas, acceso a cámaras y la definición de escenarios pre-programados. El segundo componente es la interfaz de usuario en la cual se implementa una aplicación interactiva para el estándar brasileño de televisión digital terrestre ISDB-Tb basada en la plataforma Ginga, permitiendo integrar los servicios domóticos con la TDT brindando comodidad, seguridad, eficiencia energética, entre otros, además se desarrolla una aplicación para dispositivos móviles que brinde a los usuarios la interoperabilidad y usabilidad en múltiples dispositivos. Se realizan pruebas de funcionamiento y puesta en marcha del sistema domótico, además de las pruebas de usabilidad de la aplicación interactiva en varios dispositivos fijos y móviles, teniendo como resultado un sistema integrado robusto y confiable en cuanto a funcionamiento, y amigable e intuitivo para el usuario.

PALABRAS CLAVE:

- **TDT**
- **ISDB-TB**
- **DOMÓTICA**

ABSTRACT

In this paper we present the results of the design and implementation of a home automation system "DomoTV". The system consists of two main components, the first is the area of home automation in which devices such as controller, sensors and actuators are implemented in such a way that you can visualize and make decisions about what happens inside a facility, covering areas such as intrusion alarms, technical alarms, lighting control, control of blinds, access to cameras and the definition of pre-programmed scenarios. The second component is the user interface in which an interactive application is implemented for the Brazilian standard of digital terrestrial television ISDB-Tb based on the Ginga platform, allowing the integration of home automation services with DTT providing comfort, security, energy efficiency, among others. In addition, a mobile application is developed that provides users with interoperability and usability in multiple devices. Functional testing and setting up of the home automation system are done, in addition to the usability tests of the interactive application in several fixed and mobile devices, delivering as a result a robust and user-friendly integrated system.

KEY WORDS:

- **DTT**
- **ISBD-Tb**
- **DOMOTICS**

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En el ámbito del desarrollo tecnológico, el avance de la electrónica ha contribuido enormemente al crecimiento de las nuevas tecnologías en distintos campos, afectando directamente a la manera en la que vivimos. En la actualidad, se busca crear un impacto, principalmente, en mejorar la calidad de vida mediante la autonomía, el confort y la seguridad, sin dejar de lado la permanente comunicación.

Actualmente la mayoría de edificaciones en el Ecuador son construidas de forma tradicional, es decir carecen de monitorización y control, y aunque proveen los servicios básicos, en comparación con los avances de la tecnología, la automatización de las edificaciones provee una mayor eficiencia lo cual se traduce en una mejor calidad de vida y ahorro energético. En el Ecuador según la empresa de automatización Tecno Global, cada hogar automatizado o que domine sus equipos inteligentes, han evidenciado un ahorro del 20% en sus cuentas. (TecnoGobal, 2016) Además, las edificaciones tanto privadas como públicas han integrado paulatinamente ciertos componentes inteligentes, encargados de recoger información y procesarla para realizar distintas tareas. Según la CEDOM (Asociación Española de Domótica), se prevé un crecimiento lineal del 23.4% de la automatización de hogares en todo el mundo, sin mencionar a países desarrollados como Japón o Estados Unidos donde este mercado alcanza más de 1600 millones de dólares anuales para la tecnología que respecta a la domotización. (R. Alarcón, 2005)

Los avances en la electrónica, las tecnologías de sensores, actuadores, controladores, y las comunicaciones cableadas e inalámbricas permiten el desarrollo exponencial de los ambientes inteligentes. Los entornos inteligentes integran estos dispositivos para obtener conocimientos sobre el medio ambiente y sus habitantes, realizar un tratamiento de las variables obtenidas y aplicar un control sobre las mismas, de tal manera que se mejore las experiencias de los usuarios con su entorno. (Morais., 2015)

Adicionalmente, para que los productos y servicios domóticos tengan éxito, no solo deben ser funcionales tecnológicamente, sino adicionalmente tener aceptación por parte de los usuarios. Gran parte de esta aceptación reside en las interfaces de usuario las cuales posibilitan la interacción del hombre con los sistemas o dispositivos, permitiendo tener un acceso y control mucho más flexible del hogar, desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Las interfaces de usuario son medios de comunicación entre los usuarios y un sistema. Cada interfaz debe ser amigable con el usuario, es decir debe ser de fácil manejo para la mayor cantidad de usuarios posibles; y además debe ser interactiva, y comunicarse con el usuario proporcionando retroalimentación. (M. Fernandez, 2016)

Por otro lado, los nuevos sistemas interactivos de Televisión Digital (iDTV sus siglas en inglés) asumen un papel muy importante en la vida cotidiana moderna. Consumidores alrededor del mundo empiezan a cambiar su interacción con el contenido de audio y video, ya que se aumenta la definición de las imágenes, además de la calidad del audio. Actualmente se ofrecen distintas soluciones de manera que el usuario obtiene nuevas y mejores experiencias multimedia. (Soares, 2007)

Mediante la digitalización de la señal de televisión, se han ido integrando distintas características a los televisores, por ejemplo conexión a internet y acceso a datos. Esta integración ha dado paso a los nuevos servicios de televisión interactiva. Uno de los beneficios que proveen los servicios de la iDTV es el aumento de programación transmitida por un mismo canal, es decir que se pueden transmitir múltiples programas por cada canal, donde se puede variar la calidad para cada transmisión. Al mismo tiempo se permite la recepción del servicio en dispositivos móviles, televisores portátiles, entre otros. Además se ofrecen servicios como canales de radio, encuestas, guías de programas, votaciones, entre muchos otros servicios y aplicaciones. (G. M. Calixto, 2014)

En el Ecuador la señal digital terrestre, es un tema que está a cargo el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), nace el 25 de marzo de 2010 mediante la resolución No. 084-05-CONATEL-2010 (MINTEL, Resolución No. 084-05-CONATEL-2010, 2010), donde se decide adoptar el estándar para la televisión digital ISDB-Tb (Integrated Services Digital Broadcasting). A partir de esta fecha se han ido realizando pruebas e insertando la señal digital mediante etapas. Se tenía previsto finalizar la primera etapa el 30 de junio de 2017 mediante la resolución No. CITDT-2017-01-062 (MINTEL, Resolución No. CITDT-2017-01-062, 2016), la cual comprende áreas como capitales de provincias y cabeceras cantonales o parroquias con población mayor a 500000 habitantes, sin embargo el MINTEL emitió un comunicado donde se informa la extensión del plazo para la culminación de la primera etapa.

A su vez en el Ecuador, el 85.1% de los hogares tienen al menos un televisor, lo que hace que la demanda de televisores sea la más alta por sobre otro equipo electrónico para el hogar.

(Donoso, 2013) Sin embargo no todos los televisores existentes en los hogares cumplen con el estándar para la recepción de la señal digital por lo que en la resolución No. CITDT-2017-01-062, se establece como requisito previo al apagón analógico, alcanzar que el 90% de los televisores en los hogares cumplan con el sintonizado estándar para el estándar ISDB-Tb o en su defecto poseer un decodificador (Set Top Box), en el cual en la mayoría de casos incluyen la plataforma de Ginga. (MINTEL, Resolución No. CITDT-2017-01-062, 2016)

Para satisfacer la necesidad de interactividad para la televisión digital, se presenta Ginga como una solución de software libre que permite el desarrollo de aplicaciones independientemente de los terminales de acceso y de la plataforma del hardware de los fabricantes, brindando accesos a información, educación y servicios sociales a través de la televisión.

Ginga es un software que se encuentra entre el hardware y el sistema operativo (middleware), para el estándar ISDB-Tb (International Standard for Terrestrial Digital Broadcasting), adoptado por la mayor parte de Latinoamérica. Está formado por un conjunto de tecnologías normalizadas, de modo que resulta de fácil aprendizaje y de contenido libre, permitiendo la producción independiente de contenido interactivo. (L. F. G. Soares, 2010)

Ginga soporta dos paradigmas para el desarrollo de aplicaciones: un declarativo, (Ginga-NCL) con lenguaje de contextos anidados (Nested Content Language), y un imperativo, con lenguaje Java (Ginga-J). El entorno de Ginga-NCL es un subsistema lógico del sistema Ginga, el cual procesa objetos NCL, donde se definen cómo están estructurados y relacionados entre ellos, mientras que Ginga-J procesa el contenido de objetos Xlet, donde se programa mediante sentencias o conjunto de instrucciones. (Soares, 2007)

La integración de redes y dispositivos en el hogar, con la interactividad proveniente de la iDTV, es un tema innovador y del cual no se ha desarrollado suficiente estado del arte. En el artículo “Domótica para instaladores” (Creus., 2005) hace referencia al dinamismo de los sistemas domóticos en distintas aplicaciones donde se reafirma el sinnúmero de servicios que se pueden ofrecer para conseguir una mayor calidad de vida en los usuarios. La integración de estos dos temas tiene un gran potencial, el cual se puede aprovechar en beneficio de una sociedad cada vez más exigente en cuanto a tecnología y por supuesto también en beneficio de grupos de personas con capacidades físicas limitadas, ajustándose a sus necesidades y brindando independencia y seguridad.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la actualidad existen varios trabajos tanto en el área de domótica como en el área de la televisión digital terrestre. Sin embargo, existe una carencia en cuanto al estado del arte con respecto a la asociación de estos dos temas. La poca interacción de los sistemas eléctricos y electrónicos con aplicaciones o dispositivos de televisión digital ha motivado este proyecto para fomentar el uso y la integración de estas nuevas tecnologías en favor de la población, puesto que los beneficios de la automatización e integración abarca la mejora de la calidad de vida de los usuarios otorgando una mayor autonomía dentro de su entorno, además de asistir a grupos vulnerables como son personas de la tercera edad, o personas con capacidades limitadas o reducidas.

La domótica como “tecnologías aplicadas al hogar”, brinda distintos beneficios como confort, seguridad y gestión energética, mediante el manejo de sistemas cotidianos como la

iluminación, climatización, comunicación, seguridad, etc. Estos beneficios han contribuido a la penetración de la domótica en el equipamiento con el que se dota a los edificios modernos, esperando una expansión exponencial en el Ecuador en los próximos años. (J. Huidobro, 2007)

El apagón analógico en el Ecuador generará un gran cambio, no solo en el aspecto del entretenimiento, sino también en el área de compras, redes sociales, información, entre otros, brindando al usuario una infinidad de aplicaciones, las cuales tienen un objetivo, mejorar la calidad de vida. Y dado que la televisión es uno de los dispositivos tecnológicos más utilizados por la comunidad, el presente trabajo pretende aprovechar los beneficios que trae la televisión digital terrestre, para brindar un mejor servicio e impulsar el bienestar de los usuarios.

Se ha escogido a la plataforma de Ginga para realizar una interfaz gráfica. Mediante el uso de un canal de retorno la aplicación se usará como medio para la interactividad mediante el usuario y el sistema domótico. Ginga es una plataforma abierta y gratuita que trabaja con el estándar latinoamericano para la televisión (ISDB-Tb), además Ginga es el middleware avalado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para ser aplicado a la televisión digital terrestre (TDT) y a la televisión por protocolo de internet (IPTV). A su vez se implementará una interfaz para dispositivos móviles la cual complemente el sistema de modo que se abarque el concepto del internet de las cosas.

Mediante la integración de una aplicación para la TDT desarrollada con Ginga, con dispositivos domóticos como sensores, actuadores, dispositivos móviles, etc., se pretende obtener un entorno interactivo, controlado y supervisado, manejando sistemas relacionados con la seguridad, la iluminación, los accesos, entre otros. Este sistema podrá ser manejado por todo tipo de usuarios, desde personas que simplemente deseen beneficiarse de una mejor calidad de

vida, pasando por personas de la tercera edad, hasta personas con limitaciones físicas, que se pueden beneficiar enormemente con la ubicuidad del sistema implementado, es decir con el manejo en tiempo real y en cualquier ubicación del mismo, permitiendo de esta manera superar distintas barreras físicas utilizando un medio, fácil, económico e interactivo. (Recuero., 2010)

Las aplicaciones que se le puede dar a este tipo de sistemas son numerosas, y un ejemplo preciso que puede ser destinado para el uso de todo tipo de personas, incluyendo a los grupos vulnerables de personas con discapacidades físicas y de la tercera edad, es la monitorización y la seguridad, mediante la cual el usuario puede verificar cámaras de seguridad o video portero mediante su televisor, y a su vez puede tomar decisiones como abrir o cerrar puertas mediante los mandos, además si alguna alarma de intrusión o de incendio se llegara a activar, se enviará un aviso al sistema de seguridad integrado para que se pueda tomar las acciones pertinentes frente a emergencias, este pequeño ejemplo muestra la versatilidad y las numerosas aplicaciones que tiene el sistema.

El presente proyecto, en una proyección a futuro, se puede presentar como un primer paso para un plan de negocio, en donde se pueda ofrecer este de automatización de hogares con la particularidad de una interfaz de usuario interactiva orientada a la televisión. Se podrá realizar análisis de factibilidad, monto de inversiones para el financiamiento y estrategias para el cumplimiento de objetivos con el fin de emprender un nuevo negocio.

1.3. ALCANCE

De manera que se impulse el uso y la integración de las tecnologías de la automatización del hogar con las de la televisión digital terrestre, en el presente proyecto se plantea el diseño

“DomoITV”, un sistema de automatización para el hogar de nivel 2, según la norma AENOR EA0026:2006. (AENOR, 2006) El cual integre los beneficios de la interactividad de la televisión digital terrestre, mediante la creación de una interfaz gráfica para los usuarios programada en Ginga, mediante la cual se pueda acceder remotamente al sistema domótico implementado.

Dentro del proyecto de titulación “Diseño e implementación de un sistema de automatización para hogares con aplicación interactiva para la televisión digital basada en la plataforma Ginga.”, se implementa un sistema domótico que incluye aspectos relacionados con la seguridad, iluminación, accesos, video, automatización de cortinas, y además la programación de distintos escenarios predeterminados para que se realicen varias tareas en el hogar, bajo una sola orden mediante el control remoto para la TV y con la posibilidad también de hacerlo mediante una aplicación para dispositivos móviles. Este sistema embebido tiene como interfaz de usuario, una aplicación interactiva para la televisión digital terrestre programada en Ginga, mediante la cual se puede obtener datos de sensores y tomar acción sobre los actuadores correspondientes al sistema domótico y paralelamente se tiene una aplicación para dispositivos móviles. En ambos casos tanto en la aplicación para Ginga como en la aplicación móvil pueden ser tanto para el uso local como para el acceso remoto abarcando el concepto de internet de las cosas.

Se examina las distintas opciones para realizar el protocolo de comunicación necesario para relacionar los datos obtenidos de sensores y actuadores provenientes del sistema domótico con la aplicación en Ginga. Se analiza el mejor controlador de acuerdo a las entradas y salidas necesarias, de tal manera que el sistema sea escalable en un futuro y se utilizan sensores y

actuadores universales de tal manera que el costo de la automatización es reducido. Además, se utiliza el almacenamiento de datos en la nube, permitiendo que el sistema tenga un servidor gratuito y pueda ser accedido en cualquier momento y lugar, abarcando el concepto del internet de las cosas.

Para cumplir el propósito del sistema domótico, se incluyen sensores, actuadores y un controlador, los cuales en conjunto con la interfaz de usuario, son capaces de obtener datos del entorno, analizarlos y cambiarlos si es necesario. Con este objetivo, se integran dispositivos como sensores de presencia, gas, humo y luminosidad; identificación por radio frecuencia y cámaras. Además se implementarán actuadores como motores, luminarias, sirenas, entre otros, capaces de cambiar el estado actual de dicho sistema.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

1.4. DOMÓTICA, TECNOLOGÍAS APLICADAS AL HOGAR

2.1.1. CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1.1. DOMÓTICA E INMÓTICA

Durante los años 90 se introduce por primera vez el término *domotique*, el cual se deriva del latín *domus*, que quiere decir casa y del francés *automatique*, del cual se ha derivado la palabra automática.

Según J. Huidobro *et al.* en su publicación “La domótica como solución del futuro” (J. Huidobro, 2007), describe a la domótica como la aplicación de distintas tecnologías como la robótica, la informática y las telecomunicaciones al hogar, brindándole cierto nivel de automatización generando confort, seguridad, eficiencia energética y facilidad en las comunicaciones al usuario. Además la automatización de viviendas, busca la integración de los equipos del hogar, de manera que exista armonía y la mínima intervención de los usuarios.

Debido a la expansión de las telecomunicaciones y el internet se ha incrementado la capacidad de trabajar con la información, facilitando las comunicaciones en cualquier momento y lugar haciendo que los hogares digitales gocen de ciertas ventajas:

- Eficiencia energética
 - Programación para el encendido y apagado de distintos equipos
 - Información sobre consumo energético
 - Instalación de equipos de bajo consumo
- Entretenimiento y confort

- Conexión a internet
- Audio y video
- Control mediante dispositivos portátiles
- Seguridad
 - Sistemas de vigilancia
 - Control de accesos
 - Alarmas de seguridad
- Comunicaciones
 - Conexiones ubicuas
 - Control de dispositivos desde cualquier lugar y en cualquier momento
 - Servicios comunitarios

A su vez, el término inmótica conocido también como sistema para la gestión de edificios, hace referencia a la automatización del sector terciario, como plantas industriales, edificios, oficinas, hoteles, hospitales, aeropuertos, entre otros. El medio y los propósitos son los mismos de la domótica, por lo que ambos términos son muy comúnmente utilizados para este tipo de edificaciones. (K. Ducatel, 2010)

2.1.1.2. DISPOSITIVOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN

Para realizar una instalación es importante tener conocimiento sobre las tecnologías que se van a instalar. Los sistemas para la automatización están conformados por una serie de dispositivos que posibilitan las conexiones y los accesos al medio.

- Pasarela residencial: Dispositivo encargado de trabajar como interfaz entre distintos dispositivos y redes externas.

- Sistema de control: Dispositivo encargado de recibir señales de los sensores y tomar acciones sobre los actuadores, controla el sistema según los parámetros de los usuarios.
- Sensores: Dispositivos capaces de recoger información sobre el medio y enviarla al controlador.
- Actuadores: Dispositivos utilizados por el sistema de control para cambiar el estado de equipos según las necesidades del usuario.

2.1.1.3. PROYECTOS DOMÓTICOS

Como sostiene Creus. A, para el proceso de la automatización de instalaciones, es necesario seguir una metodología que permita controlar paso a paso las etapas de la implementación y poder obtener un seguimiento e incluso el panorama futuro. Las etapas para la implementación de un proyecto domótico son: pre estudio, definición, instalación y entrega. (Creus., 2005)

El pre estudio es una fase de análisis y planificación, en la cual se deben conocer las necesidades actuales y futuras de los usuarios. Estas necesidades determinan las aplicaciones soportadas, los dispositivos y las redes a instalar. A su vez es necesario conocer la oferta del mercado, precios, fiabilidad y garantías.

La definición del proyecto es una guía que será utilizada en el proceso de la instalación, en el cual se detalla todas las aplicaciones que tendrá el sistema, además de los elementos que intervienen en los mismos y su ubicación.

En la fase de la instalación es primordial apoyarse en la planificación, de modo que se verifique constantemente la evolución de la instalación, así como su calidad.

En esta fase se debe tener en cuenta aspectos como la eficacia, la estética y el correcto funcionamiento de los equipos previo a la entrega.

Una vez finalizada la instalación y probados todos los sistemas, es indispensable que el usuario reciba formación sobre el uso básico de los mismos. Además se debe garantizar la entrega con todos equipos funcionales y con la información necesaria para su uso.

2.1.1.4. NIVELES DE INTELIGENCIA DE UNA INSTALACIÓN

Una instalación para ser denominada inteligente debe cumplir con ciertas características, las cuales son agrupadas en un conjunto de normas internacionales.

Según la norma AENOR EA0026:2006, el nivel de domotización es un nivel asignado a una instalación como resultado de un estudio de los dispositivos y aplicaciones existentes en la misma. Existen tres tipos de niveles, Nivel I, II y III, donde estos se definen mediante un puntaje basándose en el número de sensores y actuadores existentes en una instalación y el tipo de utilidad que se les da a los mismos. Los puntajes para cada dispositivo y aplicación se muestran en la tabla del Anexo 1. (AENOR, 2006)

Nivel I: Son instalaciones que poseen un nivel mínimo de aplicaciones y dispositivos domóticos. Debe contar con un puntaje de al menos 13, repartidos en al menos 3 aplicaciones.

Nivel II: Son instalaciones que poseen un nivel intermedio de aplicaciones y dispositivos. Debe contar con un puntaje de al menos 30, repartidos en al menos 3 aplicaciones.

Nivel III: Son instalaciones que poseen un nivel avanzado de aplicaciones y dispositivos. Debe contar con un puntaje de al menos 45, repartidos en al menos 6 aplicaciones.

2.1.2. NORMATIVA Y NORMALIZACIÓN

Las normas son documentos elaborados mediante consensos y con la aprobación de organismos reconocidos, están basadas en resultados con bases en la ciencia, tecnología y experimentación. Son elaboradas para el uso común, como reglas o directrices, con el objetivo de alcanzar un orden determinado. Actualmente existen gran cantidad trabajos de normalización relacionados con la domótica, tanto en organismos nacionales como el INEN, así como en organismos internacionales como el ISO/IEC y AENOR.

2.1.3. ARQUITECTURA DE LAS INSTALACIONES

2.1.3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS

2.1.3.1.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TIPOLOGÍA

La arquitectura de control de la red, hace referencia a la forma en la que están distribuidos los distintos equipos, pueden ser de tres tipos: sistemas centralizados, descentralizados y distribuidos.

Los sistemas centralizados están caracterizados por poseer un nodo central como se muestra en la Figura 1 a), que es el encargado de recibir información de las entradas y toma acciones sobre las salidas correspondientes. Este sistema posee diversas ventajas, entre ellas es que su costo es bastante reducido además de su fácil uso e instalación, y sus elementos son universales. Sin embargo existen ciertos inconvenientes ya que posee un cableado significativo, una modularidad difícil lo que restringe la cantidad de puntos en la instalación y su sistema depende directamente del funcionamiento de la central.

Los sistemas descentralizados son sistemas donde cada nodo de control tiene su propia red de dispositivos y se comunica mediante una misma línea de comunicación con otros nodos como se muestra en la Figura 1 b). Este sistema posee una gran seguridad, posibilidad de rediseño en la red y gran escalabilidad; su coste es moderado y se pueden utilizar equipos universales. El único inconveniente que existe es que se requiere un nivel más complejo de programación y configuración de la red en comparación con los sistemas distribuidos.

Los sistemas distribuidos, Figura 1 c), poseen elementos en su red que actúan de forma independiente unos de otros. Cada uno de estos dispositivos cumple funciones de control y de mando y poseen una misma línea de comunicación. Para este sistema es necesario que exista un protocolo de comunicación de modo que todos los elementos puedan entenderse. Las ventajas de los sistemas distribuidos residen en la versatilidad de la red, ya que es factible realizar rediseños para ampliar la red, además que sus equipos son fiables y el cableado es reducido. Al contrario de los sistemas centralizados y descentralizados, el coste es más elevado y no posee elementos universales, lo que aumenta la complejidad de programación

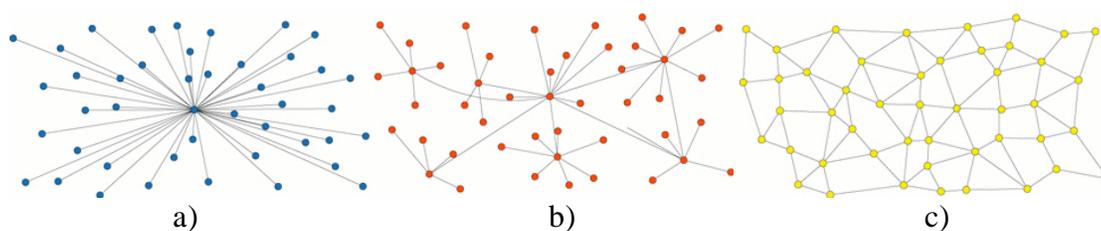


Figura 1. a) Sistemas centralizados b) Sistemas descentralizados
c) Sistemas distribuidos.

2.1.3.1.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TOPOLOGÍA

Los dispositivos domóticos también pueden ser caracterizados por la organización física y lógica de los dispositivos en la red. Existen de varios tipos como: estrella, anillo, bus y malla.

La configuración tipo estrella se caracteriza debido a que los dispositivos de entrada y salida están conectados hasta el nodo de control como se muestra en la Figura 2 a).

La configuración tipo anillo es una configuración donde los dispositivos se conectan a un bucle cerrado, donde los datos se transmiten al rededor del bucle y en una misma dirección como se muestra en la Figura 2 b).

La configuración tipo bus tiene una línea común para todos los sensores y actuadores de una red como se muestra en la Figura 2 c).

La configuración tipo malla posee distintos nodos que permiten el envío de información en todas las direcciones, tiene la capacidad de comunicarse con sus nodos vecinos y de esta manera la información puede llegar a cada uno de ellos como se muestra en la Figura 2 d).

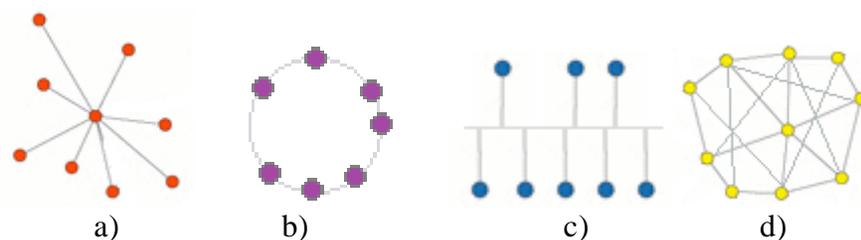


Figura 2. a) Topología tipo estrella. b) Topología tipo anillo. c) Topología tipo bus. d) Topología tipo malla.

2.1.3.1.3. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Los medios de transmisión se utilizan de modo que los dispositivos en una red tengan la habilidad de comunicarse e intercambiar información entre ellos. Los principales medios de transmisión son: corrientes portadoras, par trenzado y señales inalámbricas.

Los sistemas de corrientes portadoras utilizan métodos para la transmisión de datos mediante la instalación eléctrica de baja tensión, permitiendo el acople de los distintos dispositivos a la red eléctrica.

Los sistemas cableados constan de cables específicos para la transmisión, estos pueden ser par trenzado, cables coaxiales o fibras ópticas.

Los sistemas inalámbricos envían la información mediante señales como el infrarrojo, radiofrecuencia, ultrasonidos, bluetooth, entre otros.

2.1.3.2. FASES DE UNA INSTALACIÓN

La Asociación Española de Domótica e Inmótica (CEDOM), menciona que para realizar un proyecto domótico en la etapa de instalación existen fases, de modo que pueda realizar un seguimiento adecuado del proyecto y minimizar fallos. (CEDOM, 2008)

Las fases de una instalación son: pre instalación, instalación, puesta en marcha, entrega y mantenimiento.

2.1.3.2.1. FASE DE PREINSTALACIÓN

La fase de preinstalación se realiza con el objetivo de evitar obras posteriores a la instalación. Consiste en colocar tubería, canalizaciones y cajas que faciliten la implementación del sistema domótico. Los elementos recomendados a colocar en una preinstalación son:

- Caja de distribución que posea protecciones, fuente de alimentación. Se coloca el nodo de control y dispositivos de mando. Se recomienda la instalación de una caja de 24 módulos cada 100m² o por planta.
- Canalización desde el punto de acceso del usuario hasta la caja de distribución.
- Caja de registro junto a cada caja de empalme o derivación de la instalación eléctrica de forma que se puedan ubicar los dispositivos del sistema domótico.
- Canalizaciones independientes (tubos de 20 mm de diámetro) entre cajas de registro, empalme y derivación.

- Cajas de mecanismos domóticos de modo que contengan los equipos domóticos.

2.1.3.2.2. FASE DE INSTALACIÓN

Para garantizar el funcionamiento seguro, una instalación domótica debe cumplir con ciertos requisitos. Entre ellos las protecciones contra picos de corriente y perturbaciones electromagnéticas de manera que se evite cualquier tipo de daño al usuario.

- Requisitos de seguridad: En la fase de instalación se debe garantizar la disponibilidad de materiales de protección contra sobretensiones, choques eléctricos, etc., y si es necesario, con el fin de garantizar la seguridad, realizar un análisis de riesgos.
- Requisitos para la compatibilidad electromagnética: Todas las conexiones e instalación de los equipos debe ejecutarse de tal manera que no les afecte las perturbaciones electromagnéticas de otras fuentes como redes de alimentación de potencia, maquinaria industrial, motores, etc.
- Requisitos para la transmisión por corrientes portadoras: Se deben incluir filtros de desacoplamiento de baja tensión conforme a la norma UNE-EN 50065-4. Además se debe incluir elementos para la protección frente problemas de desadaptación de impedancias o ruido. Se debe también dimensionar el sistema de acuerdo a las impedancias de salida y entrada, lo que permite adecuar las señales para el envío y recepción de datos.
- Requisitos para la transmisión por par trenzado: Se debe aplicar las normas UNE 212002-2 UNE-EN 50290 para los cables de par trenzado, además su instalación debe realizarse para que el cableado no sufra interferencias por parte de la red eléctrica y a su vez cumpla con distancias entre fuentes y módulos.

- Requisitos para la transmisión por señales radiadas: Se necesita comprobar que la transmisión y recepción sea correcta en cada uno de los nodos y ubicar los mismos de modo que no tengan interferencias ni se reduzca la señal.

2.1.3.2.3. FASE DE PUESTA EN MARCHA

De manera que se pueda confirmar la correcta instalación de los dispositivos domóticos, se debe realizar las siguientes comprobaciones:

- Que la instalación realizada coincida con las especificaciones y con el plano entregado.
- Que el cableado y los terminales posean una correcta identificación.
- Que el cableado posea continuidad, y que no existan cortocircuitos.
- Que los dispositivos del fabricante cumplan con los requisitos para la instalación.
- Que se cumplan los requisitos de compatibilidad electromagnética.

Además se debe comprobar el correcto funcionamiento de:

- Sensores
- Actuadores
- Señales de entrada
- Señales de salida
- Interfaz de usuario
- Sistema de avisos y de alarmas
- La restauración del sistema después de un corte de energía.

2.1.3.2.4. FASE DE ENTREGA

La base del proyecto domótico se ejecuta sobre una documentación técnica, en la cual se detalla cada aspecto trascendental de la instalación.

En la documentación técnica se incluye manual de usuario y manual técnico. Se debe especificar que los sistemas no deben ser modificados por el usuario.

Manual de usuario: El manual de usuario debe ser claro, de tal manera que el usuario sea capaz de interpretar cada uno de los puntos. Se sugiere que los manuales de usuario contengan los siguientes puntos:

- Instrucciones de uso y mantenimiento de la instalación.
- Esquemas, tanto unifilar de la instalación eléctrica, como la ubicación de los dispositivos en planos.
- La relación de los equipos instalados y sus principales características técnicas.
- Instrucciones para cambiar los parámetros modificables por el usuario.
- Posibilidades de ampliación de sistema.
- Contacto de la entidad instaladora.
- Acta de entrega del sistema funcional con su respectiva garantía.

Manual técnico: El manual técnico o de instalador pretende revelar información sobre las características más técnicas, las cuales requieren un grado de conocimiento y experiencia superior. Se sugiere que los manuales técnicos contengan los siguientes puntos.

- Características generales de la instalación.
- Planos de la instalación, incluyendo planos de la planta, trazado del sistema de cableado, ubicación de dispositivos.

- Esquema unifilar de la instalación, indicando secciones de control y de potencia.
- Dispositivos instalados con las especificaciones más trascendentales de los mismos, además se debe colocar la relación entre ellos.
- Asignación de entradas y salidas del controlador.

2.1.3.2.5. FASE DE MANTENIMIENTO

La fase de mantenimiento garantiza la confiabilidad del sistema y garantiza que se cumplan todas las normas de seguridad y medioambientales. El mantenimiento está destinado a la conservación de los equipos, a maximizar el rendimiento de los mismos y a que se cumplan las funciones establecidas del sistema.

Las metodologías empleadas para el mantenimiento son: las correctivas, las cuales están destinadas a la corrección de defectos del sistema; las preventivas las cuales prolongan la vida de los equipos; y las predictivas las cual informa del estado permanente del sistema.

Para el mantenimiento se requiere el manual técnico donde se especifica cada fase de la instalación, las conexiones y las especificaciones de los equipos. Con las especificaciones de los equipos se tienen detalles como la vida útil, y el modo de limpieza.

1.5. LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE Y SU INTERACTIVIDAD

2.1.4. LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT) Y SU INCURSIÓN EN EL ECUADOR

La televisión es un medio de comunicación, el cual ha ido evolucionando desde las primeras transmisiones analógicas, hasta las más actuales transmisiones digitales.

La televisión analógica era la única forma de transmisión hasta principios del siglo XXI, su medio de transmisión es el aire, el cual transporta ondas de radio en las bandas UHF (siglas

del inglés Ultra High Frequency, “frecuencia ultra alta”) y VHF (siglas del inglés Very High Frequency, “frecuencia muy alta”). En la televisión analógica existe una relación señal/ruido la cual define la calidad de la imagen, esto puede representar una gran desventaja ya que si existe demasiado ruido en la señal, esta va a aparecer parcial o completamente distorsionada.

Debido a los distintos inconvenientes que presenta la transmisión de la señal analógica, aparece la señal digital como solución. La televisión digital hace referencia al conjunto de tecnologías para la transmisión de audio, video y datos mediante señales digitales. De acuerdo a F. Riberi, la señal digital posee distintas ventajas, como la detección y corrección errores, mediante la reconstrucción de la señal, facilitando el procesamiento y mejora la calidad de audio y video entre otras. (Riberi, 2012)

En el Ecuador desde el año 2009 se analiza los distintos estándares de transmisión y se empieza a adaptar el estándar brasileño ISDB-Tb, el cual es una variación del estándar japonés. El 25 de marzo de 2010 el Ecuador, mediante el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL), firma con Brasil la resolución No. 084-05-CONATEL-2010 (MINTEL, Resolución No. 084-05-CONATEL-2010, 2010), en el cual se pretende la transición del estándar analógico al digital. Entre 2012 y 2013 se realizan las primeras pruebas de transmisión, entregando resultados exitosos. Finalmente en el 2013 los canales de Ecuador TV y Oromar transmitieron su programación mediante la señal digital para las ciudades de Quito y Guayaquil, inaugurando de esta manera la TDT en el Ecuador.

Debido a la adopción de este estándar, en el Ecuador se acoge el middleware de Ginga el cual puede encontrarse embebido en los distintos dispositivos de recepción de la señal digital.

La televisión digital terrestre surge con la necesidad de interacción con el usuario, ya que las transmisiones de audio y video no son suficientes para lograr una completa satisfacción

en el televidente. En la actualidad el televisor sigue siendo uno de los dispositivos más utilizados por las personas, la misión de la TDT es brindar un mejor servicio, proveyendo de mucha más información y servicios a los usuarios.

2.1.5. SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL

La televisión digital terrestre posee un modelo cliente/servidor, en el cual el servidor es un proveedor de contenidos y el cliente es un usuario receptor de los mismos. Los principales puntos que intervienen son: los contenidos como tal (audio, video e información), el sistema de transporte, la modulación y el canal de retorno como se muestra en la Figura 3. Para el audio y el video, la norma ISDB-Tb adopta el formato MPEG-4 (siglas del inglés Moving Picture Experts Group), para el sistema de transporte se necesita la sincronización de audio y video por lo que se utiliza MPEG-2, para la modulación se recibe la información y se coloca en una frecuencia y para el canal de retorno se utiliza un enlace de comunicación bidireccional, generando interactividad con el usuario.

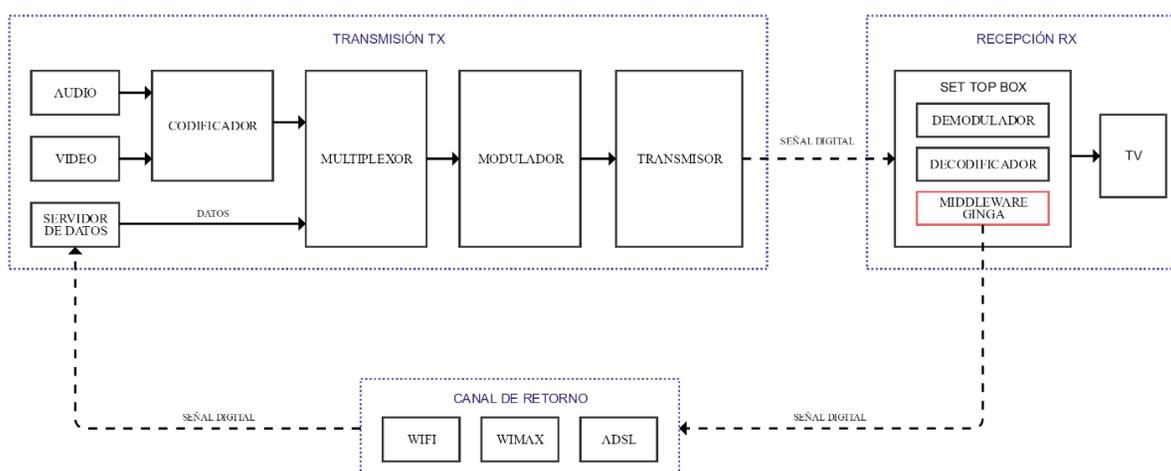


Figura 3. Componentes para el sistema ISDB-Tb.

2.1.6. INTERACTIVIDAD PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL

La interactividad para la televisión digital hace referencia al envío y recepción de datos permitiendo la retroalimentación de información entre el usuario y el televisor. Con la interactividad se pueden ofrecer servicios adicionales a los canales de televisión convencionales donde se concentran distintas funciones para la comunicación. Existen dos tipos de interactividad, la interactividad local y la interactividad remota.

La interactividad local hace referencia al uso de información que se encuentra embebida en un receptor, la cual se modifica o se renueva con cierta periodicidad. Esta información no tiene un canal de retorno. Por el contrario, la interactividad remota si posee un canal de retorno, con el cual el usuario puede interactuar con proveedores de servicios.

2.1.6.1. MIDDLEWARE GINGA

Según F. Almansour *et. al.*, middleware es un software heterogéneo que permite interactuar con distintas aplicaciones, sistemas de software o hardware, redes, entre otros, permitiendo tener una mejor organización entre estos. Un middleware puede trabajar independientemente, facilitando el diseño y la implementación de distintos sistemas en entornos heterogéneos. (F. Almansour, 2017)

El estándar brasileño de Televisión Digital Terrestre (ISDB-Tb), y el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para servicios de Televisión por Protocolo de Internet (IPTV) recomiendan a Ginga como la capa de software que permite el desarrollo de aplicaciones interactivas las cuales trabajan independientemente de los fabricantes de hardware y los

terminales de acceso. Ginga emplea paradigmas tanto declarativos (Ginga NCL) como imperativos (LUA) para el desarrollo de dichas aplicaciones.

2.1.7. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA GINGA

2.1.7.1. GINGA NCL

Ginga-NCL es el subsistema de Ginga a cargo de la presentación de sistemas desarrollados bajo el lenguaje declarativo NCL. Este lenguaje es un lenguaje basado en el estándar de programación XML (siglas del inglés de eXtensible Markup Language, "Lenguaje de Mercado Extensible") lo que proporciona soporte para especificar la sincronización entre objetos y contenido multimedia, alternativas de presentación, exposición en dispositivos múltiples y producción en vivo de programas interactivos. Adicionalmente una de las ventajas para los desarrolladores es el fácil el acoplamiento a este lenguaje.

2.1.7.2. LUA

Lua es un lenguaje de programación imperativo, el cual está diseñado para admitir programación de procedimientos generales. También ofrece un buen soporte para programación orientada a objetos, programación funcional y programación basada en datos. Lua está destinado a ser utilizado como un lenguaje de scripting potente y liviano para cualquier programa que lo necesite. Lua se implementa como una librería, escrita en lenguaje C.

Siendo un lenguaje de extensión, Lua no tiene noción de un programa "principal", solo funciona integrado en un cliente de host, llamado el programa de integración o simplemente el host. Este programa host puede invocar funciones para ejecutar un fragmento de código Lua, puede escribir y leer variables, y puede registrar funciones C para ser llamadas por código Lua.

Mediante el uso de funciones C, Lua puede aumentarse para hacer frente a una amplia gama de dominios diferentes, creando así lenguajes de programación personalizados.

CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL HOGAR

1.6. INSTALACIÓN

3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El sistema domótico es implementado en una maqueta a escala de una casa real, la cual se puede observar en la Figura 4. La maqueta es de una planta y esta tiene las funcionalidades de una casa, posee jardines, parqueadero, habitaciones, área social, cocina y baños, por lo que es ideal para la presentación de un sistema electrónico que muestre los beneficios de la automatización de las instalaciones de una manera integrada.



Figura 4. Maqueta a escala.

3.1.2. PLANOS DE LA INSTALACIÓN

La maqueta propuesta tiene una escala de 1:13 y los planos de la instalación se pueden observar en el Anexo B.

1.7. DISEÑO DEL SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL HOGAR

3.1.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y LAS FUNCIONES A REALIZAR

El sistema domótico implementado posee una arquitectura de control centralizada como se muestra en la Figura 5.

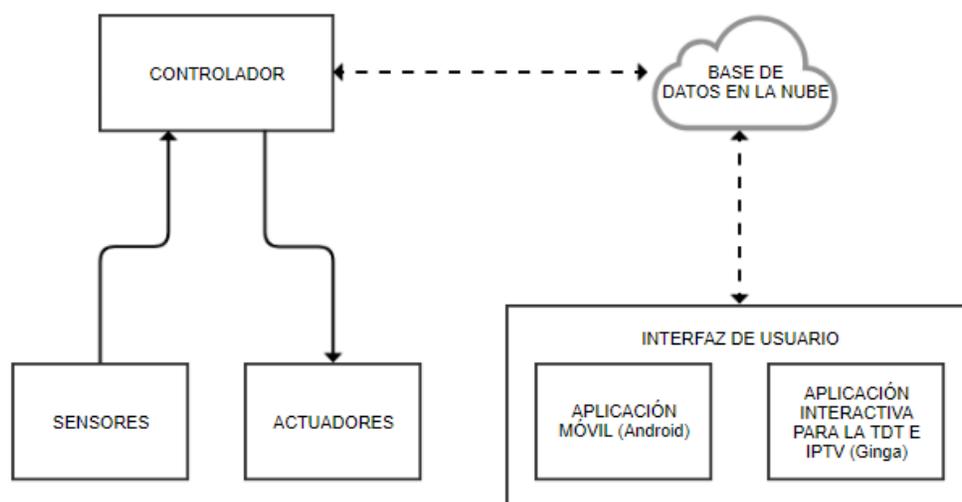


Figura 5. Arquitectura del sistema domótico implementado.

El sistema incluye dispositivos como sensores, actuadores y un controlador, además posee una interfaz de usuario multiplataforma, de manera que el hogar sea un ambiente controlado. Se consideran aspectos como accesos, alarmas, cámaras, iluminación, persianas y control de escenarios pre-programados, con el objetivo de satisfacer necesidades del usuario relacionadas con la seguridad, comunicación, eficiencia energética y confort. Estos aspectos

considerados se dividen en las aplicaciones planteadas en la Tabla 1, donde a su vez se muestran los dispositivos relacionados con estas aplicaciones, los cuales son parte del sistema domótico.

Tabla 1.

Dispositivos dispuestos en la instalación.

Aplicaciones	Dispositivos	Cantidad
Alarmas de intrusión	Detectores de presencia	3
	Llave electrónica	2
	Sirena interior	1
	Contactos magnéticos	3
	Cámaras web	1
	Motor para puertas	1
	Timbre	1
Alarmas técnicas	Detectores de gas butano	1
	Detector de incendios	1
Video portero	Video portero	1
Control de persianas	Motores para persianas	3
Control de iluminación	Circuitos de iluminación	6

Para abarcar el concepto del internet de las cosas, los dispositivos mencionados son controlados mediante una aplicación interactiva para la TDT e IPTV, y mediante una aplicación móvil, pueden ser monitoreados por distintos usuarios con acceso a la plataforma, además de ser un sistema que puede ser conectable a un sistema de seguridad con central de alarmas.

3.1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS

3.1.4.1. CONTROLADOR

Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 es la tercera generación de Raspberry Pi, y es un computador de placa reducida (SBC) de 85 x 53 milímetros, de bajo costo.

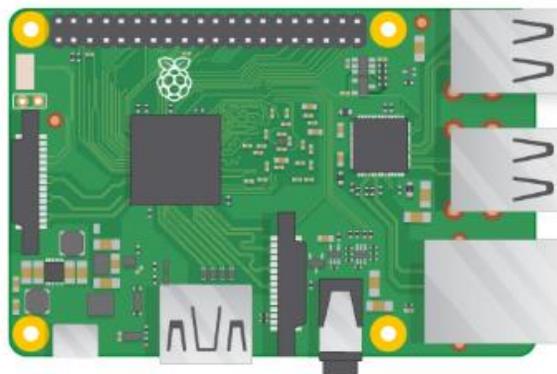


Figura 6. Raspberry Pi 3.

Tabla 2.

Características Raspberry Pi 3.

Procesador	1,2 GHz de 64 bits con cuatro núcleos ARMv8.
WiFi	802.11n Wireless LAN.
Bluetooth	Bluetooth 4.1. Bluetooth Low Energy (BLE).
Puertos	4 puertos USB, puerto Full HDMI, puerto Ethernet
Pines	40 pines GPIO.
Conectores	Conector combo compuesto de audio y vídeo de 3,5 mm.
Interfaces	Interfaz de la cámara (CSI), interfaz de pantalla (DSI).
Tarjeta de memoria	Ranura para tarjetas microSD
Gráficos	Núcleo de gráficos VideoCore IV 3D.
Dimensiones	Dimensiones de placa de 8.5 por 5.3 cm.

3.1.4.2. SENSORES

Sensor de movimiento PIR HC-SR501

Un sensor infrarrojo pasivo o sensor PIR es un sensor electrónico que mide la luz infrarroja (IR) radiada de los objetos situados en su campo de visión. Utilizado para detectores de movimiento.



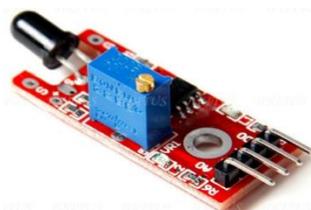
Figura 7. Sensor de movimiento PIR HC-SR501.

Tabla 3.*Características sensor de movimiento PIR HC-SR501.*

Tipo	Sensor piroeléctrico (Pasivo) infrarrojo (También llamado PIR)
Rango de detección	3 m a 7 m, ajustable mediante trimmer (Sx)
Lente fresnal	19 zonas, ángulo < 100°
Redisparo	Configurable mediante jumper de soldadura
Consumo de corriente en reposo	50 mA
Voltaje de alimentación	4.5 VDC a 20 VDC

Modulo sensor de flama KY-026

El Sensor KY-026 es un sensor que tiene la capacidad de detectar llamas o directamente fuego captando las ondas emitidas por la misma, posee un ángulo de detección de 60° y es compatible con cualquier microcontrolador que posea una alimentación de 5 Volts.

**Figura 8.** Modulo sensor de flama KY-026.**Tabla 4.***Características sensor de flama KY-026.*

Voltaje funcional	0 – 15V DC
Tamaño	36mm x 16mm
Angulo de detección	60°
Ajustes	Mediante potenciómetro
Tipo de interfaz	Analógica

Sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2

Este sensor detecta las concentraciones de gas combustible en el aire, ofrece como lectura una tensión analógica. El sensor puede medir concentraciones de gas inflamable de 300

a 10.000 sensor ppm. Puede operar a temperaturas de 20 a 50 ° C y consume menos de 150 mA a 5 V.



Figura 9. Sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2.

Tabla 5.

Características sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2.

Voltaje funcional	0 – 5V DC
Zona de detección	300-10000ppmm de gases característicos 1000 ppmm iso- butano
Sensibilidad	aire/rin del gas típicos > 5
Tiempo de respuesta	< =10s y tiempo de recuperación: < =30s
Pcb tamaño del tablero	3.2 2cm/1.3 x" x 0.8"(1*w)
Tipo de interfaz	Analógico.
Tamaño	40x20mm.

Sensor magnético



Figura 10. Sensor magnético.

Son detectores de contacto magnético y se utilizan para controlar aberturas o vías de acceso a la vivienda como puertas y ventanas.

Consta de dos elementos uno en el marco de ventana o puerta y el otro es un imán en la otra parte de la ventana, cuando se separan se produce un cambio en la fuerza del campo magnético, y envían una señal.

3.1.4.3. ACTUADORES

Módulo Relé 5v a 120v

Es un interruptor electromecánico que permite abrir o cerrar un circuito de altos voltajes por medio de una señal eléctrica aplicada a este.



Figura 11. Módulo relé.

Tabla 6.

Características módulo relé.

Tolerancia	250v AC / 30v DC 10A
Corriente mínima de activación	20 mA
Aislamiento	Entre terminales de control y potencia.

Ojo De Buey Led Tipo Panel 6W

Es una fuente de iluminación con una alta eficiencia energética y una vida útil de larga duración. Es ideal para sustituir a las antiguas bombillas de incandescencia, consiguiendo un ahorro energético del 80%.



Figura 12. Ojo de buey LED Tipo Panel 6W

Tabla 7.*Características ojo de buey.*

Angulo de apertura	30° de ángulo de apertura orientable.
Flujo luminoso	600 lumens
Potencia	6W
Vida útil	25.000 horas
Medidas	Alto: 120mm Ancho: 60mm.

Tira de LEDs RGB**Figura 13.** Tira de LEDs RGB.**Tabla 8.***Características tiras de LEDs RGB.*

Tensión de alimentación	12V DC
Potencia total	4,8 Watt por metro
Longitud	5m
Cantidad de leds	60 led por metro
Ángulo de luz de los leds	120 grados
Colores disponibles	blanco, rojo, verde, amarillo, azul, cian, magenta
Características de uso	tiras flexibles, autoadhesivas y cortables cada 3 leds

Cerradura eléctrica 12V DC

Esta cerradura eléctrica tiene un diseño delgado da la seguridad y la estabilidad para su uso, es de bajo consumo y es de fácil de instalación.



Figura 14. Cerradura eléctrica 12V DC.

Tabla 9.

Características cerradura eléctrica.

Entrada	Regulable desde 50 hasta 80 mm., con una operación a través de la llave Allen en dotación.
Tensión	12V C.C.; 24V C.A. o C.C.
Corriente	0.6A.
Potencia	7.5W.

Motores tubulares para automatización de cortinas

Motores tubulares con interruptor mecánico de subida y bajada y regulación mecánica de los finales de carrera con dispositivo de ajuste.



Figura 15. S330018 Motor DC reductor 12V 33 RPM.

Tabla 10.

Características motor DC reductor.

RPM	12 revoluciones por minuto
Tipo	síncrono
Dimensiones	Cuerpo del motor de diámetro 45mm con adaptador al eje de enrollamiento de diámetro 60mm
Tensión	110VAC

Sirena 12v/110v Alarma Comunitaria Emergencias

Sirena para alarma, emergencia, incendio, etc. Alimentación de 12 V y potencia de 110 dB.



Figura 16. Sirena 110dB DC 12V.

Cable multipar 15 pares SBYU (16X2X0.4)

Cable multipar 15 pares 30 hilos. Código SBYU (15x2x0.4) cable para telecomunicaciones, no blindado, para conexiones de cableado estructurado de telefonía y de sistemas de seguridad electrónica.



Figura 17. Cable multipar 16 pares SBYU (16X2X0.4).

Cable TopFlex H05V-K y H07V-K

Cables extradeslizables y muy flexibles, para instalaciones. Diámetro: 1,5 mm² aconsejado para iluminación y automatización. Cables diseñados bajo las normas internacionales UNE-EN 50525 e IEC 60227.

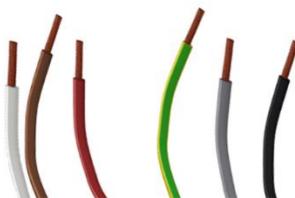


Figura 18. Cable TopFlex H05V-K y H07V-K.

EITV Smartbox

Conversor digital de señal de televisión abierta, tiene soporte a interactividad en el estándar definido para el Sistema Brasileño de TV Digital (DTVi) que permite acceso a diversos aplicativos interactivos transmitidos por los canales de TV.



Figura 19. EITV Smartbox

3.1.5. PLANOS CON LA UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Los dispositivos mencionados en la Tabla 1 se encuentran distribuidos por la instalación como se muestran en los planos N° 3, 4, 5 y 6 del Anexo C.

En el plano N° 3 se puede observar la distribución de los equipos de la sección de iluminación. Existen 9 circuitos de iluminación con 56 puntos de luz, sin embargo de los 9 circuitos en total se realiza la automatización de 6 de ellos, estos circuitos corresponden a las áreas de:

- Dormitorio Master
- Sala
- Comedor
- Cocina
- Corredor
- Jardines

En el plano N° 4 se puede observar la distribución de los equipos de la sección de alarmas de intrusión, mientras que en el plano N° 5 se muestran los dispositivos de la sección de alarmas técnicas, estos dispositivos tienen como fin brindar seguridad al usuario.

En el plano N° 6 se puede observar la distribución de los equipos de la sección de persianas, como se puede observar se tienen 6 persianas de las cuales 3 de ellas son aptas para la automatización de las mismas, estas se encuentran en las áreas de:

- Dormitorio máster
- Sala
- Comedor

3.1.6. DIAGRAMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Los diagramas de las conexiones eléctricas de los dispositivos se realizan según las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en el Anexo D se pueden observar los planos N° 7, 8, 9, 10 y 11, correspondientes a los diagramas eléctricos y electrónicos para cada sección del sistema.

Cada uno de los dispositivos mostrados en los diagramas del Anexo D poseen una nomenclatura única, que facilita su identificación tanto en la aplicación como en la base de datos. El formato para nombrar cada uno de los dispositivos es el siguiente:

Nombre del dispositivo _ Sección de automatización _ Estancia de la instalación

En la Tabla 11, se muestra la nomenclatura utilizada para cada uno de los dispositivos, secciones de automatización y estancias de la instalación.

Tabla 11.*Nomenclatura de dispositivos.*

DISPOSITIVO	NOMENCLATURA
Cámara	CA
Cerradura electrónica	CE
Circuito de iluminación	L
Contacto magnético	CM
Interruptor	SW
Motor	M
Relé	RLY
Sensor de gas	SG
Sensor de incendios	SI
Sensor de movimiento	SM
Sirena	SI
SECCIÓN DE AUTOMATIZACIÓN	NOMENCLATURA
Alarmas de intrusión	AI
Alarmas técnicas	AT
Iluminación	IL
Persianas	PE
ESTANCIA DE LA INSTALACIÓN	NOMENCLATURA
Área social (Sala Comedor)	AS
Cocina	COC
Comedor	COM
Corredor	COR
Dormitorio máster	DM
Jardines	JA
Parqueadero	PA
Puerta exterior	PE
Puerta interior	PI
Puerta trasera	PT
Sala	SA

En cuanto a los diagramas, en el plano N° 7 se puede observar el detalle de pines del controlador que en este caso es una Raspberry PI3, se muestran los pines correspondientes a

las señales de entrada y salida que se utilizan para obtener datos de cada sensor y enviar señales de acción sobre cada actuador que tiene el sistema.

En el plano N° 8 se muestra el diagrama multifilar para el área de iluminación. Como se menciona en el apartado anterior, el área de iluminación se trabaja por secciones o áreas, por lo que el diagrama muestra las conexiones correspondientes a cada circuito de iluminación. En el plano N° 3 en la distribución de elementos, se puede observar el número de puntos de luz, conectados en paralelo, correspondientes a cada circuito.

En el plano N° 9 se muestra el diagrama multifilar de la sección de alarmas de intrusión y en el plano N°10 se muestra el diagrama multifilar de la sección de alarmas técnicas. En los dos diagramas se puede observar las conexiones de cada uno de los sensores y actuadores conjuntamente con las señales de entrada y salida hacia el controlador.

En el plano N° 11 se puede observar el diagrama multifilar de la sección de persianas. Se muestra el diagrama de conexiones de los motores correspondientes a cada persiana y a su vez sus señales de control.

3.1.7. NIVEL DOMÓTICO DEL SISTEMA

El sistema implementado es un sistema robusto, el cual abarca una amplia gama de aplicaciones y dispositivos cumpliendo con 31 puntos para la asignación del Nivel 2, según la norma AENOR EA0026:2006. (AENOR, 2006), el cual es un nivel medio de domotización alcanzado por la instalación. La ponderación de los dispositivos instalados hace referencia a la tabla mostrada en el Anexo A, dando como resultado la puntuación mostrada en la Figura 20.

Aplicación domótica	Dispositivos	Ponderación de la aplicación domótica	
		Nº de dispositivos o condición a cumplir	Puntuación
Alarma de intrusión	Detectores de presencia	1 cada 20 m2	2
	Teclado codificado	Si	1
	Sirena interior	Si	2
	Contactos de ventana y/o impactos	En puntos de fácil acceso	1
	Módulo de habla/escucha, destinado a la escucha en caso de alarma. También se admite cualquier tipo de control que permita conocer si realmente existe unintruso (cámaras web...)	Si	3
Suma parcial alarma de intrusión			9
Alarmas técnicas	Detectores de concentraciones de gas butano y/o natural en zonas donde se prevea que habrá elementos que funcionen con gas	Los necesarios	1
	Detector de incendios	1 en cocina	1
Suma parcial alarmas técnicas			2
Simulación de presencia		Relacionada con las persianas motorizadas y con puntos de luz	3
Suma parcial simulación de presencia			3
Videoportero		Si	1
Suma parcial video portero			1
Control de persianas	Motorización y control de persianas	Todas las de superficie superior a 2 m2	1
Suma parcial control de persianas			1
Control de iluminación	Regulación lumínica con control de escenas	En salón y dormitorios	3
	En jardín o grandes terrazas mediante interruptor crepuscular o interruptor horario	Si	2
	Control de puntos de luz y tomas de corriente más significativas	50% puntos luz	2
Suma parcial control iluminación			7
Programaciones	Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados	Si	2
Suma parcial programaciones			2
Interfaz usuario	Consola o equivalente	Si	2
	Equipo para control a través de internet, WAP	Si	3
Suma parcial interfaz de usuario			5
Red Multimedia	Punto de acceso inalámbrico	WiFi	1
Suma parcial red multimedia			1
Suma Total			31

Figura 20. Nivel domótico de la instalación.

1.8. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

El sistema implementado tiene una orientación hacia el IoT (siglas del inglés Internet of Things, “internet de las cosas”), lo cual hace referencia a que distintas cosas u objetos tengan conexión con el internet. En el área de la automatización de hogares esto se traduce en una conexión de los sensores y actuadores instalados en el hogar a la red de internet, con el fin de supervisar y controlar en tiempo real lo que ocurre dentro de la instalación. Como base para obtener datos en tiempo real a través de una conexión a internet, se necesita primordialmente de una base de datos en la nube. El sistema implementado posee una base de datos en el servidor de Firebase, el cual es un servicio en la nube gratuito. Firebase proporciona distintos servicios como la autenticación de usuarios, la base de datos en tiempo real, el almacenamiento de archivos, entre otros, los cuales son aprovechados por el sistema de automatización. En la Tabla 12 se muestran los recursos consumidos por el sistema de automatización de la plataforma de Firebase y las variables creadas para el uso en el controlador y en las aplicaciones.

Tabla 12.

Recursos utilizados de la plataforma de Firebase.

Servicio	Datos almacenados	
	Variables almacenadas	Descripción de variables
<u>Autenticación:</u>	Identificador	Email del usuario.
Información sobre el registro e inicio de sesión de usuarios de la aplicación.	Proveedores	Proveedor de cuenta con la que el usuario inicia sesión (Email, Facebook, etc.)
	Fecha de creación	Fecha de creación de la cuenta.
	Inicio de sesión	Ultima fecha de inicio de sesión de la cuenta
	UID de usuario	Identificador único de usuario

CONTINÚA 

<u>Almacenamiento:</u>	Nombre	Nombre del usuario de la aplicación (si existe)
	Fotografía	Fotografía del usuario de la aplicación (si existe)
Información sobre los usuarios.	Clave de seguridad	Clave de seguridad para desactivar las alarmas
	ID de la instalación	Identificador único de la instalación
<u>Base de datos en tiempo real:</u>	DB_MPACV1	Indicador de estado del timbre
	DB_MPACV2	Indicador de estado de la puerta exterior
	DB_MPACV3	Indicador de estado de la puerta interior
	DB_MPACV4	Indicador de estado de la puerta de garaje.
	DB_MPALV1	Indicador de estado de la sirena
	DB_MPALV2	Indicador de estado del detector de gas
	DB_MPALV3	Indicador de estado del detector de incendios
	DB_MPALV4	Indicador de estado del detector de presencia del área social
	DB_MPALV5	Indicador de estado del detector de presencia del parqueadero
	DB_MPALV6	Indicador de estado del detector de presencia del pasillo
	DB_MPALV7	Indicador de estado del contacto magnético de la puerta interior
	DB_MPALV8	Indicador de estado del contacto magnético de la puerta posterior
	DB_MPALV9	Indicador de estado del contacto magnético de la ventana del dormitorio máster
	DB_MPESV1	Indicador de estado del escenario 1
	DB_MPESV2	Indicador de estado del escenario 2
DB_MPESV3	Indicador de estado del escenario 3	
DB_MPESV4	Indicador de estado del escenario 4	
DB_MPESV5	Indicador de estado del escenario 5	
Información sobre los dispositivos instalados en la vivienda.	DB_MPILV1	Indicador de estado de la iluminación del dormitorio
	DB_MPILV2	Indicador de estado de la iluminación de la sala
	DB_MPILV3	Indicador de estado de la iluminación del comedor
	DB_MPILV4	Indicador de estado de la iluminación de la cocina
	DB_MPILV5	Indicador de estado de la iluminación del corredor

CONTINÚA 

DB_MPILV6	Indicador de estado de la iluminación de jardines
DB_MPILV7	Indicador de estado de la iluminación color rojo
DB_MPILV8	Indicador de estado de la iluminación color verde
DB_MPILV9	Indicador de estado de la iluminación color azul
DB_MPILV10	Indicador de estado de la iluminación color amarillo
DB_MPILV11	Indicador de estado de la iluminación color cian
DB_MPILV12	Indicador de estado de la iluminación color magenta
DB_MPILV13	Indicador de estado de la iluminación color blanco
DB_MPPES	Indicador de estado de la persiana de la sala
DB_MPPEC	Indicador de estado de la persiana del comedor
DB_MPPED	Indicador de estado de la persiana del dormitorio

1.9. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL HOGAR

3.1.8. INSTALACIÓN DE ELEMENTOS

3.1.8.1. DISPONIBILIDAD DE MATERIAL Y SERVICIOS

Para la instalación del sistema domótico se toma en cuenta las necesidades del usuario y los recursos necesarios para satisfacer dichas necesidades, en la Tabla 13 se muestran los recursos materiales y servicios con los que se cuenta para la instalación del sistema domótico. En la tabla se puede observar que se tiene 15 artículos correspondientes a los recursos materiales, los cuales se encuentran instalados alrededor de la vivienda como se muestra en los planos de distribución de elementos del Anexo C, adicionalmente para la instalación y el correcto funcionamiento del sistema se necesita una conexión a internet mediante el protocolo de comunicación 802.11 (Wifi) y una conexión con la señal abierta de televisión digital, de esta manera se puede acceder a las aplicaciones interactivas para la supervisión y control del sistema domótico.

Tabla 13.*Disponibilidad de material y servicios.*

Recursos	Artículo	Cantidad	
Materiales	Raspberry Pi 3	1	
	Sensor de movimiento PIR HC-SR501	3	
	Modulo sensor de flama KY-026	1	
	Sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2	1	
	Sensor magnético	3	
	Módulo Relé 16 Canales	1	
	Cámara De Seguridad Ip	2	
	Ojo De Buey Led Tipo Panel 6W	56	
	Tira de LEDs RGB 5m	3	
	Cerradura Eléctrica	2	
	Sirena 12v/110v Alarma Comunitaria Emergencias	1	
	Motores tubulares para automatización de cortinas	3	
	Motor Automático Puerta Garaje	1	
	EITV Smartbox	1	
	Pantalla	1	
	Servicios	Wifi	-
		Señal abierta de televisión digital	-

3.1.8.2. PANEL DE DISTRIBUCIÓN

El panel de distribución es un centro de carga ubicado un punto más allá del sistema principal de interrupción y protección de una instalación eléctrica, en este panel se agrupan dispositivos dedicados a servicios eléctricos adicionales a una instalación.

En la implementación del sistema domótico se coloca un panel de distribución con dimensiones de 400 mm de largo, 300 mm de ancho y 200mm de profundidad, de montaje superficial en el cual se montan los siguientes dispositivos:

- Dispositivos de protección contra sobre intensidad
- Módulo controlador del sistema
- Interruptores controlados (relés)

3.1.8.3. TRANSMISIÓN Y CANALIZACIÓN

El modo de transferencia de las señales de control se realiza mediante la transmisión por par trenzado, mediante el cable multipar de 15 pares SBYU. El código de colores de cada par asignado a cada dispositivo se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14.

Disposición del cable multipar en la instalación.

Nº de par	Nº de cable	Cables	Entrada /salida del controlador	Dispositivo
1	1	Azul	GPIO 22	Timbre puerta
	2	Blanco-Azul	GPIO 10	Cerradura puerta exterior
2	3	Naranja	GPIO 09	Cerradura puerta interior
	4	Blanco-Naranja	GPIO 11	Motor puerta garaje
3	5	Verde	GPIO 21	Sirena interior
	6	Blanco-Verde	GPIO 20	Detector de gas
4	7	Marrón	GPIO 16	Detector de incendios
	8	Blanco-Marrón	GPIO 12	Detector de presencia área social
5	9	Gris	GPIO 26	Detector de presencia parqueadero
	10	Blanco-Gris	GPIO 19	Detector de presencia pasillo
6	11	Azul	GPIO 13	Contacto magnético puerta interior
	12	Rojo-Azul	GPIO 06	Contacto magnético puerta patio trasero
7	13	Naranja	GPIO 05	Contacto magnético ventana dormitorio máster
	14	Rojo-Naranja	GPIO 27	Circuito iluminación dormitorio máster
8	15	Verde	GPIO 17	Circuito iluminación sala
	16	Rojo-Verde	GPIO 04	Circuito iluminación comedor
9	17	Marrón	GPIO 03	Circuito iluminación cocina
	18	Rojo-Marrón	GPIO 02	Circuito iluminación corredor
10	19	Gris	GPIO 14	Circuito iluminación jardines
	20	Rojo-Gris	GPIO 15	Cinta RGB Rojo
11	21	Azul	GPIO 24	Cinta RGB Verde
	22	Negro-Azul	GPIO 23	Cinta RGB Azul
12	23	Naranja	GPIO 25	Persiana sala
	24	Negro-Naranja	GPIO 08	Persiana comedor
13	25	Verde	GPIO 07	Persiana dormitorio máster

Adicionalmente el cableado de los elementos que necesitan una alimentación de 110 VAC se la realiza con el cable TopFlex H05V-K y se toma de la red eléctrica de la instalación.

3.1.9. PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR

El controlador implementado es una tarjeta Raspberry Pi3, en la cual se encuentra embebido el programa para el control del sistema de automatización de la instalación, dicho programa se lo realiza en lenguaje Python en su versión 3.0.

Se programan 4 secciones (accesos, alarmas, iluminación y persianas), estas cuatro secciones abarcan los distintos dispositivos domóticos y el controlador toma decisiones en función de los datos recibidos tanto de los sensores como de los datos almacenados en la nube provenientes de la interfaz gráfica, y cambia el estado de los actuadores.

En la Tabla 15 se puede observar las variables que se utilizan en el programa, estas variables corresponden a las entradas y salidas de los sensores y actuadores colocados en la instalación, además se muestran las variables alojadas en la base de datos.

Tabla 15.

Variables del programa del controlador.

Sección	Variable	Tipo	Puerto	Descripción
Accesos	MPACV1	Entrada	GPIO 22	Timbre puerta
	MPACV2	Salida	GPIO 10	Cerradura puerta exterior
	MPACV3	Salida	GPIO 09	Cerradura puerta interior
	MPACV4	Salida	GPIO 11	Motor puerta garaje
	DB_MPACV (1...4)	Lectura /Escritura	-	Variables base de datos
Alarmas	MPALV1	Salida	GPIO 21	Sirena interior
	MPALV2	Entrada	GPIO 20	Detector de gas
	MPALV3	Entrada	GPIO 16	Detector de incendios

CONTINÚA 

	MPALV4	Entrada	GPIO 12	Detector de presencia área social
	MPALV5	Entrada	GPIO 26	Detector de presencia parqueadero
	MPALV6	Entrada	GPIO 19	Detector de presencia pasillo
	MPALV7	Entrada	GPIO 13	Contacto magnético puerta interior
	MPALV8	Entrada	GPIO 06	Contacto magnético puerta patio trasero
	MPALV9	Entrada	GPIO 05	Contacto magnético ventana dormitorio máster
	DB_MPALV (1...9)	Lectura /Escritura	-	Variables base de datos
Escenarios	DB_MPESV (1...5)	Lectura /Escritura	-	Variables base de datos
	MPILV1	Salida	GPIO 27	Circuito iluminación dormitorio máster
	MPILV2	Salida	GPIO 17	Circuito iluminación sala
	MPILV3	Salida	GPIO 04	Circuito iluminación comedor
	MPILV4	Salida	GPIO 03	Circuito iluminación cocina
	MPILV5	Salida	GPIO 02	Circuito iluminación corredor
Iluminación	MPILV6	Salida	GPIO 14	Circuito iluminación jardines
	MPILV7	Salida	GPIO 15	Cinta RGB Rojo
	MPILV8	Salida	GPIO 24	Cinta RGB Verde
	MPILV9	Salida	GPIO 23	Cinta RGB Azul
	DB_MPILV (1...13)	Lectura /Escritura	-	Variables base de datos
	MPPEs	Salida	GPIO 25	Persiana sala
	MPPEc	Salida	GPIO 08	Persiana comedor
Persianas	MPPED	Salida	GPIO 07	Persiana dormitorio máster
	DB_MPPEV(1...15)	Lectura /Escritura	-	Variables base de datos

El lenguaje utilizado para el programa del controlador es Python y la lógica de programación para las distintas secciones se muestra en los diagramas de flujo de las siguientes

figuras. En la Figura 21 se puede observar la sección de accesos, en la Figura 22 la sección de alarmas, en la Figura 23 la sección de iluminación y en la Figura 24 la sección de persianas.

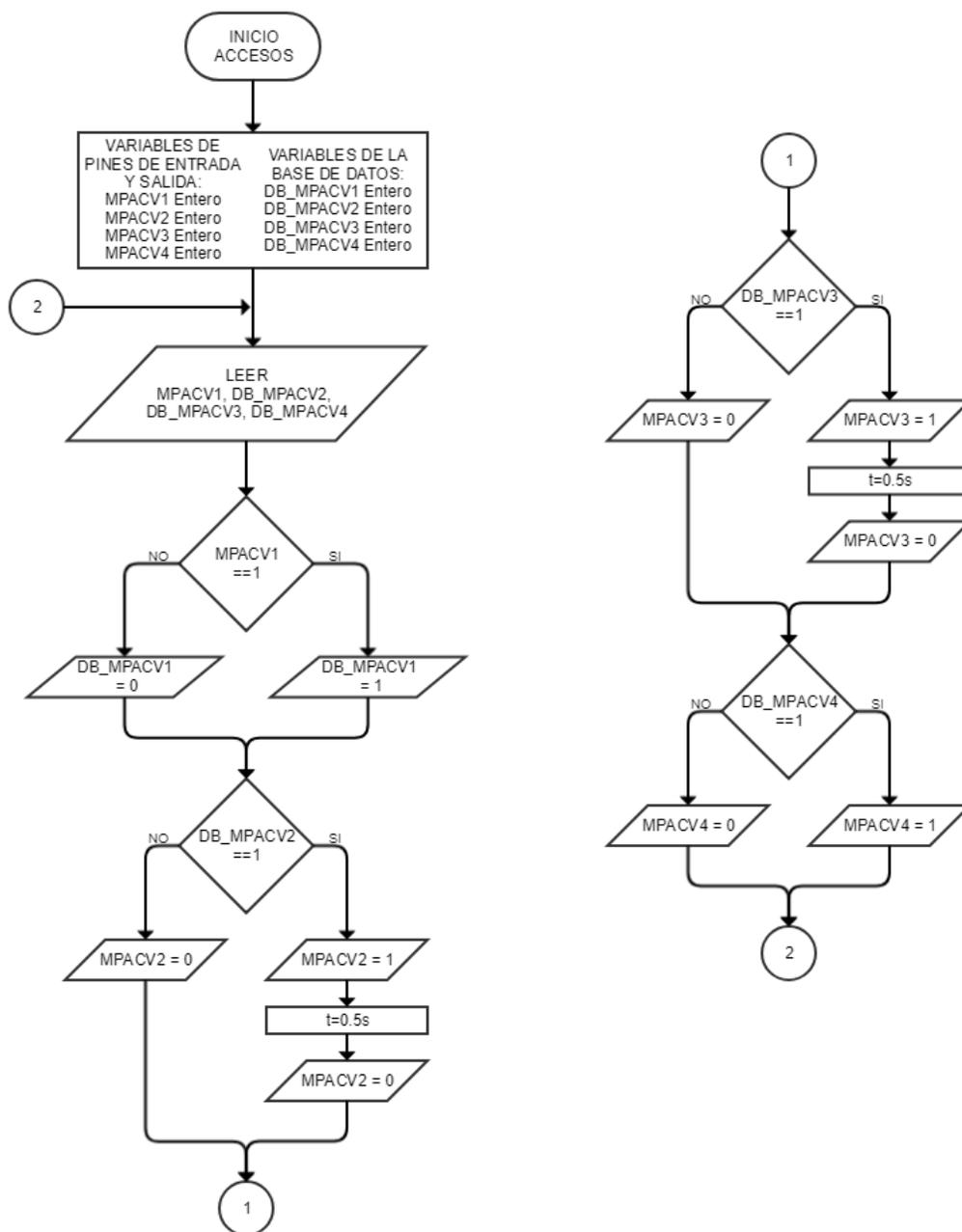


Figura 21. Programación del controlador, sección accesos.

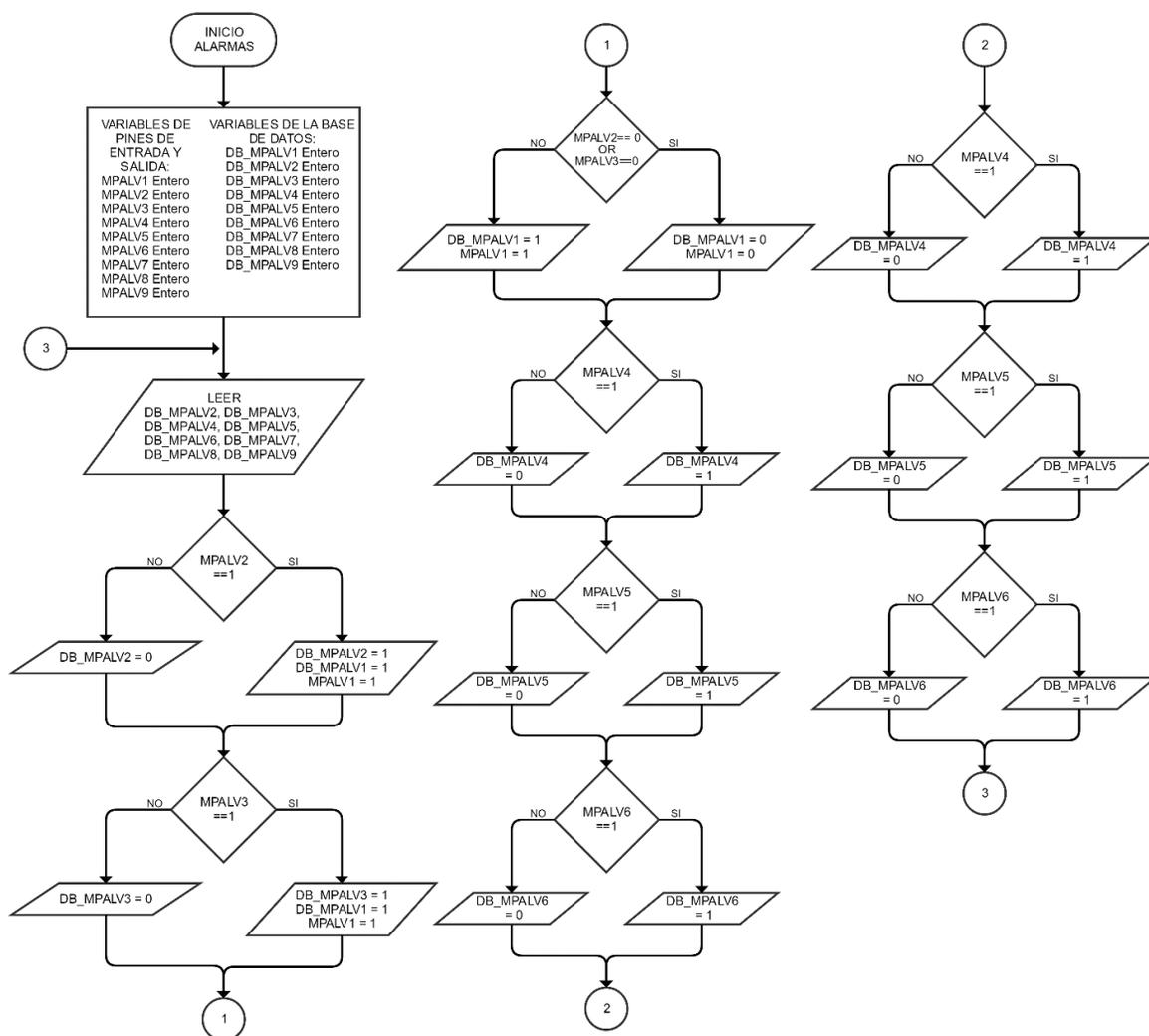


Figura 22. Programación del controlador, sección alarmas.

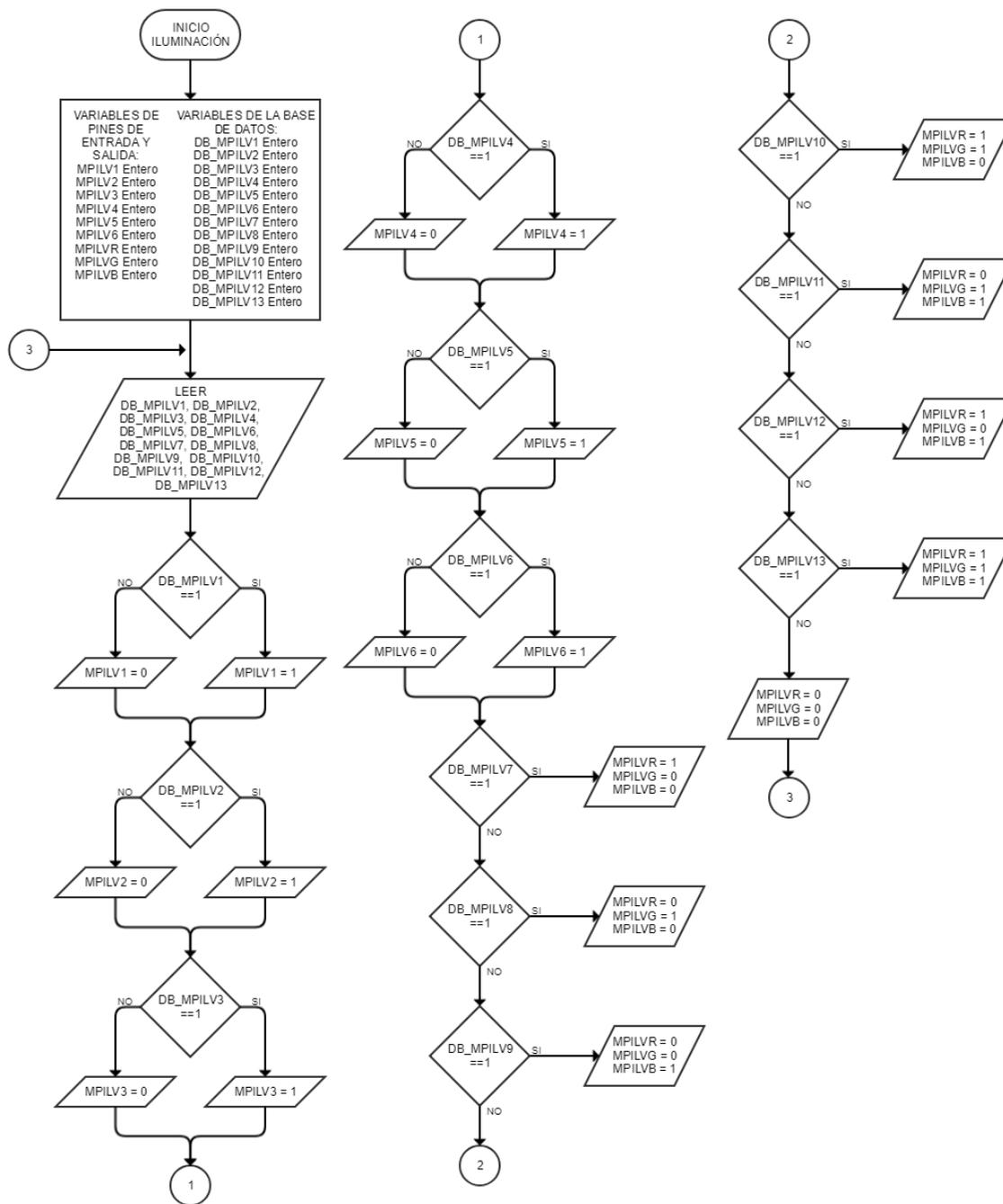


Figura 23. Programación del controlador, sección iluminación.

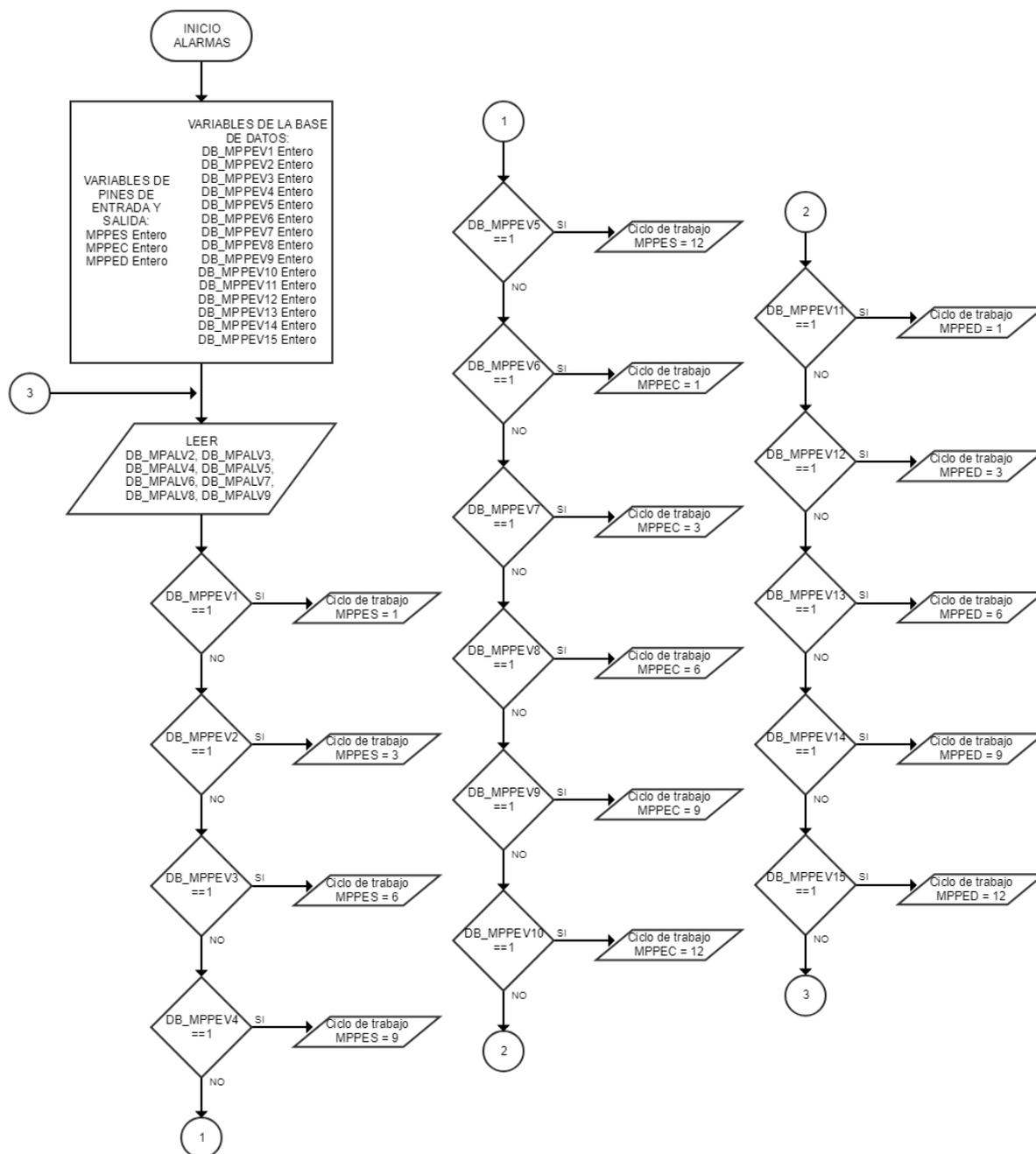


Figura 24. Programación del controlador, sección persianas.

Una vez finalizada la programación del controlador, se realizan pruebas por secciones y en conjunto de todo el sistema para comprobar que el comportamiento es el esperado para los distintos escenarios posibles. En la Figura 25 se muestra un ejemplo del área de iluminación

donde en primera instancia se puede observar que el estado de las luces corresponde al de la base de datos (flechas en color celeste), por otra parte se muestra el instante en el que llega una orden por parte del usuario para encender el circuito de iluminación de la sala, y se envía la señal de control para que el relé correspondiente se active y permita el paso de corriente a los focos de esta estancia (flechas en color naranja).

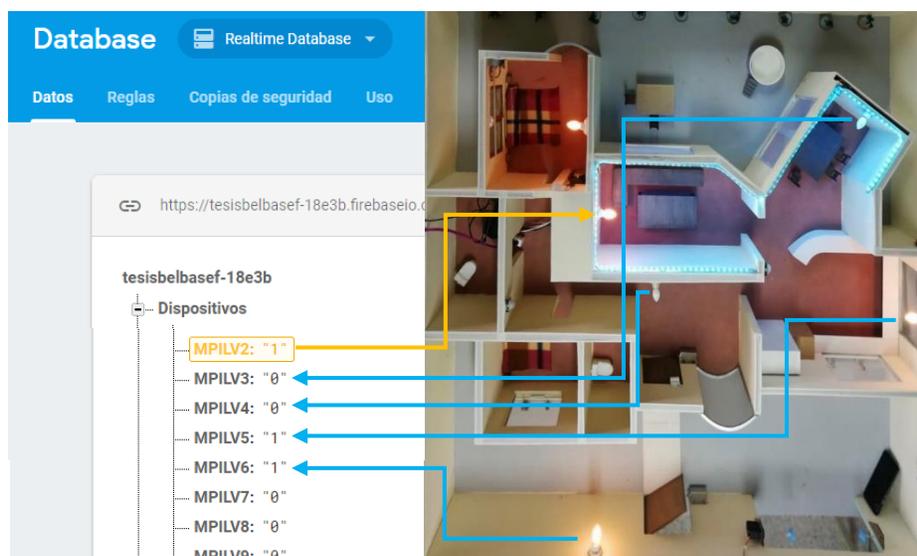


Figura 25. Envío y recepción de datos hacia la nube desde el controlador.

CAPÍTULO 4: DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

INTERACTIVA

1.10. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño de la aplicación en las distintas plataformas se consideran algunos aspectos que son fundamentales para que la experiencia de usuario y la usabilidad permitan aumentar la satisfacción en cuanto a la apreciación del producto y el servicio. Los aspectos considerados son los siguientes:

- **Conocer a los usuarios:** Entre los grupos de usuarios de DomoITV se encuentran los habitantes de viviendas, hogares, residencias, etc., que hayan tenido una instalación del sistema de automatización en sus infraestructuras. Entre estos usuarios se encuentran jóvenes, adultos, personas de la tercera edad y personas con deficiencias motrices, que sean aptos para la comprensión del funcionamiento del sistema domótico.
- **Usabilidad:** La aplicación es multiplataforma, por lo que trabaja en distintos dispositivos (TV, dispositivos móviles), además se toma en cuenta que el diseño en las distintas plataformas armonice, de tal manera que la experiencia del usuario sea de calidad. Esta aplicación para las distintas plataformas debe ser intuitiva para cualquier tipo de usuario, sea para una persona nativa digital o para una persona que no esté familiarizada con el manejo de la tecnología. Se comprueba la usabilidad cuando el usuario es capaz de manejar el sistema sin la necesidad de revisar un manual de usuario.
- **Contenido:** La aplicación posee el contenido relevante para el usuario y con colores que no producen fatiga visual de manera que se asegura la legibilidad del contenido, además es de

fácil navegación y buena estética, lo que hace que la aplicación sea sencilla, intuitiva y tenga un enfoque centrado en el usuario

1.11. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN GINGA

La aplicación “DomoTV” tiene como objetivo principal proveer al usuario del sistema de automatización, la percepción personalizada de los dispositivos instalados en su hogar, de tal manera que el usuario sea capaz de tomar decisiones sobre el comportamiento de dichos dispositivos en beneficio de la comodidad, la seguridad, el ahorro energético, entre otros.

La aplicación realizada abarca distintos entornos de programación, permitiendo la comunicación entre la interfaz de usuario y la base de datos en tiempo real y a su vez con los dispositivos domóticos instalados en el hogar. En la Figura 26 se puede apreciar el flujo que recorre la información desde la etapa correspondiente al lenguaje declarativo de GINGA que representa la parte estructural del programa, hasta la base de datos en tiempo real y viceversa.

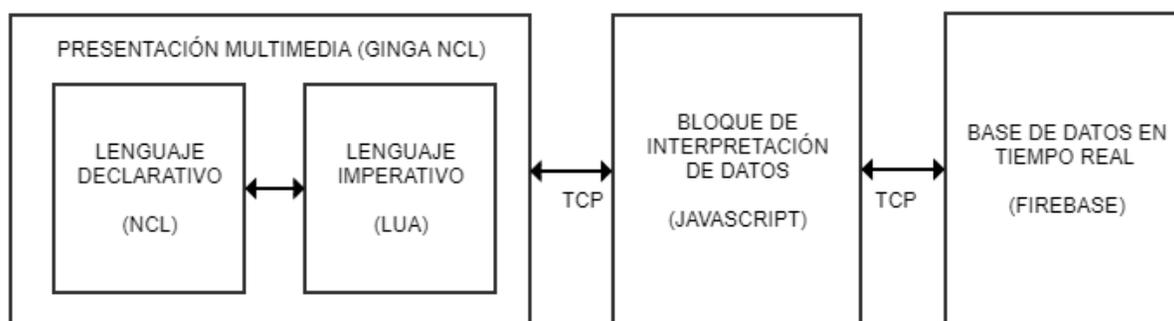


Figura 26. Interconexión de datos entre aplicación interactiva y base de datos.

En la etapa correspondiente al entorno de presentación multimedia (Ginga-NCL) se realiza la programación en el lenguaje NCL y LUA donde la estructura utilizada para el desarrollo de “DomoTV” se muestra en la Figura 27, se puede observar que en la sección de la cabecera del lenguaje NCL se definen los elementos que se van a colocar, mientras que en

el cuerpo se asignan acciones con cada uno de los elementos definidos, en este lenguaje se especifican todos los elementos que le permite al usuario conocer sobre el sistema domótico (botones, indicadores, videos, imágenes, texto, etc.). Adicionalmente en el entorno de LUA se escriben algoritmos que necesitan un cierto nivel de procesamiento, en este lenguaje se envía información acerca del usuario, se recolecta el estado de las variables del sistema domótico y es posible cambiar el estado de las mismas. Se utilizan tres tipos de algoritmos escritos en LUA para enviar información a la base de datos en la nube, el primero permite la conexión de la aplicación a internet mediante el protocolo TCP, el segundo permite el leer y escribir el estado de las variables haciendo uso del primer algoritmo, y el tercer algoritmo es utilizado para definir caracteres alfanuméricos mediante el uso del teclado numérico del control remoto, este algoritmo se utiliza principalmente para el inicio de sesión de usuario.

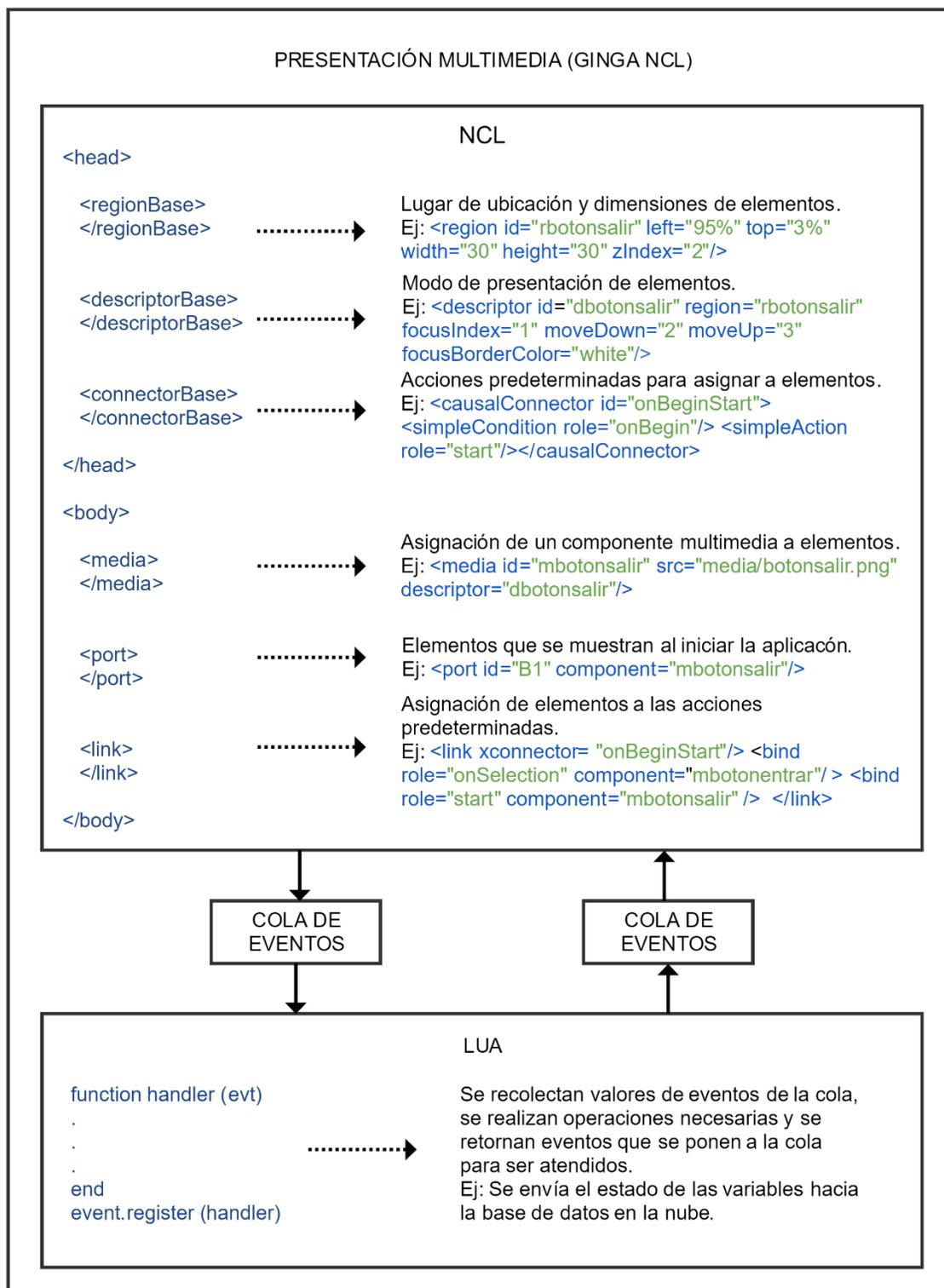


Figura 27. Sintaxis de programación para NCL y LUA.

En base a esta estructura se implementan 12 pantallas en las cuales se puede observar el funcionamiento del sistema domótico y permite la modificación del estado del mismo, sin embargo en esta etapa no se considera el diseño de una pantalla de registro debido a las limitaciones que se tienen en cuanto a los caracteres disponibles en un control para la televisión digital, los cuales son indispensables para un registro seguro por parte del usuario en la base de datos en la nube, por esta razón la pantalla se implementa en la aplicación móvil facilitando el registro al usuario.

En la Tabla 17 se muestran las pantallas implementadas y su función, adicionalmente el manual de usuario de la aplicación interactiva se muestra en el Anexo F.

Tabla 16.

Pantallas de la aplicación interactiva para la TDT.

N°	Pantalla	Funcionamiento
1	Inicio	La pantalla de inicio da la bienvenida al usuario a la aplicación y da la opción de iniciar sesión u obtener ayuda.
2	Inicio de sesión	La pantalla de inicio de sesión permite al usuario ingresar sus datos previamente registrados mediante la aplicación móvil.
3	Menú principal	La pantalla de menú principal muestra las secciones de accesos, alarmas, cámaras, escenarios, iluminación y persianas, para que el usuario pueda visualizar y controlar el sistema domótico.
4	Accesos	La pantalla de accesos muestra al usuario el estado de los siguientes dispositivos: el timbre, la puerta interior, exterior y garaje, se puede cambiar el estado de los mismos, exceptuando el timbre el cual es un indicador.
5	Alarmas	La pantalla de alarmas muestra al usuario los indicadores del estado de los sensores de seguridad: sirena, detector de gas y de incendios, detectores de movimiento y contactos magnéticos.
6	Cámaras	La pantalla de cámaras muestra al usuario el video en tiempo real de la cámara de seguridad instalada en el interior de la vivienda y del video portero.

CONTINÚA 

7	Escenarios	La pantalla de escenarios presenta al usuario distintas opciones de escenas pre-programadas: buenos días, buenas noches, atardece, salgo de casa y viaje, las cuales se pueden utilizar a conveniencia del usuario.
8	Iluminación	La pantalla de iluminación permite modificar el estado de las luces de las siguientes estancias de la vivienda: dormitorio máster, sala, comedor, cocina, corredor y jardines. Se puede modificar la ambientación habilitando las luces RGB.
9	Persianas	La pantalla de persianas permite modificar el estado de las persianas de las siguientes estancias de la vivienda: dormitorio máster, sala, comedor.
10	Usuario	La pantalla de usuario permite al usuario obtener ayuda y cerrar la sesión.
11	Información	La pantalla de información provee al usuario una breve explicación correspondiente al uso del control remoto dentro de la aplicación
12	Ayuda	La pantalla de ayuda provee al usuario con información acerca del contacto para mantenimiento del sistema.

Posteriormente se debe realizar el envío y la validación correspondiente a la autenticación de usuario, además de la recopilación y transmisión del estado de las variables correspondientes a los dispositivos instalados en la vivienda. Esta información provee el usuario mediante la interfaz gráfica y los valores son proporcionados por el algoritmo en LUA, sin embargo debido a la incompatibilidad de este lenguaje de programación con el algoritmo manejado por la base de datos en tiempo real de Firebase se implementa un bloque de interpretación de datos escrito en JavaScript mostrado en la Figura 28, donde se recopila, valida y envía la información para finalmente ser utilizada por la plataforma de Firebase.

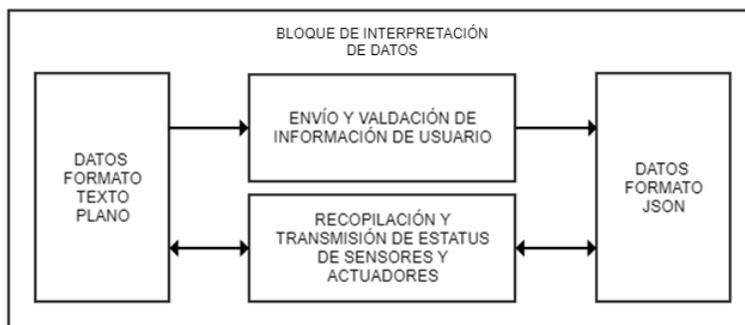


Figura 28. Bloque de interpretación de datos.

Para comprobar el correcto funcionamiento de las distintas pantallas se utiliza el emulador Gingga4Windows, el cual simula las aplicaciones interactivas, de esta forma se puede comprobar el envío y la recepción de información hacia la base de datos en tiempo real de Firebase. En la Figura 29 se presenta un ejemplo de envío y recepción de valores, donde se puede apreciar en primera instancia cómo la aplicación lee el estado en el que se encuentran las variables (flechas en color celeste) y a su vez se evidencia el cambio en la base de datos cuando el usuario realiza una acción (flecha en color naranja).

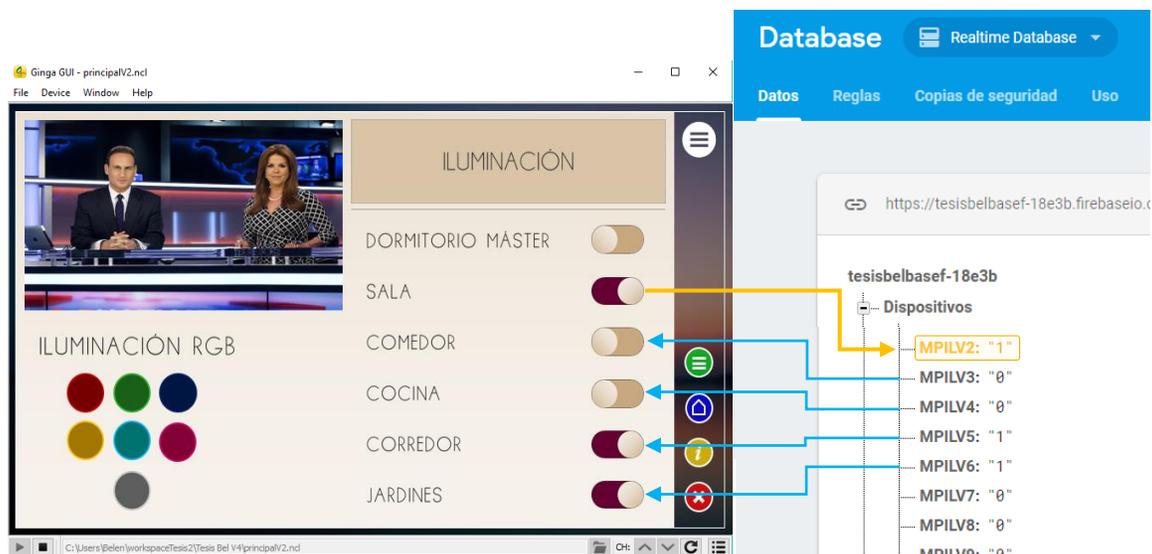


Figura 29. Simulación de envío y recepción de datos hacia la nube desde la aplicación.

Como siguiente paso se necesita embeber el programa comprimido dentro de la memoria ROM del decodificador (STB), para lo que se debe crear una red LAN y acceder a la IP asignada al decodificador desde un navegador, y en la pestaña de aplicaciones embebidas se carga la aplicación como se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Carga de la aplicación en el decodificador.

Posteriormente para utilizar la aplicación es necesario configurar una conexión a internet, los parámetros de red utilizados para este caso se muestra en la Figura 31, a los cuales se accede mediante el menú del decodificador en el área de red.



Figura 31. Configuración de la red en EITV Smartbox.

Una vez finalizada la etapa de programación de todas las pantallas propuestas y completada la fase de configuración del decodificador se tiene como resultado una aplicación embebida que tiene la capacidad de comunicarse con la base de datos en la nube, se envía información referente al usuario para habilitar el acceso a los dispositivos instalados en el hogar y una vez validada esta información se permite el envío de las órdenes para cambiar el estado de dichos dispositivos.

1.12. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL.

La aplicación móvil de “DomoITV” es una extensión de la aplicación interactiva para la TDT, de manera que el usuario tenga información del sistema de forma remota. La aplicación se desarrolla mediante App Inventor, el cual es un entorno de programación de software libre, utilizado para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo de Android, un ejemplo de su sintaxis se muestra en la Figura 32.

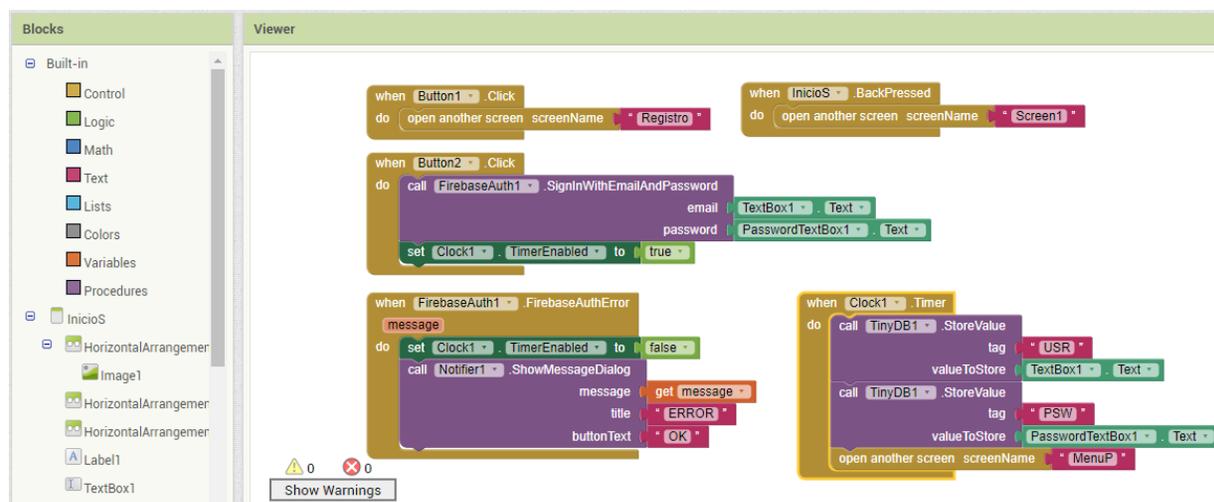


Figura 32. Sintaxis de programación en AppInventor.

La aplicación realizada en App Inventor cuenta con las mismas pantallas implementadas para la aplicación para la TDT mostradas en la Tabla 16, de manera que el diseño armonice en

las distintas plataformas, con la diferencia que en la aplicación móvil se cuenta con una pantalla extra de registro, una pantalla de desactivación de alarmas, una pantalla de usuario mejorada en donde se puede personalizar la misma y finalmente se cuenta con distintas pantallas emergentes que se despliegan si un evento relevante ocurre en el hogar. En la Tabla 17 se muestran las pantallas adicionales implementadas y su función, a su vez manual de usuario de la aplicación móvil se muestra en el Anexo E.

Tabla 17.

Pantallas adicionales implementadas en la aplicación móvil.

N°	Pantalla	Funcionamiento
1	Registro	La pantalla de registro permite al usuario ingresar sus datos y registrarse como usuario de la aplicación.
2	Desactivación	La pantalla de desactivación permite detener la alarma de emergencia, previa la verificación por parte del usuario de los distintos sensores ya sean técnicos (gas, incendios), como de intrusión (movimiento y magnéticos).
3	Usuario	La pantalla de usuario permite al usuario personalizar su perfil, consultar información y cerrar la sesión.
4	Emergentes	Las pantallas emergentes (timbre, sensor de gas y de incendios, sirena) se muestran cuando se activan sensores del sistema que necesitan ser verificados, o cuando existe un evento importante que necesita la confirmación del usuario.

Una vez finalizada la programación de las pantallas de la aplicación móvil se comprueba el envío y recepción de datos a la nube. Como primer ejemplo se envía información de usuario, en la Figura 33 se muestra el registro de un usuario nuevo y su aceptación en la base de datos.

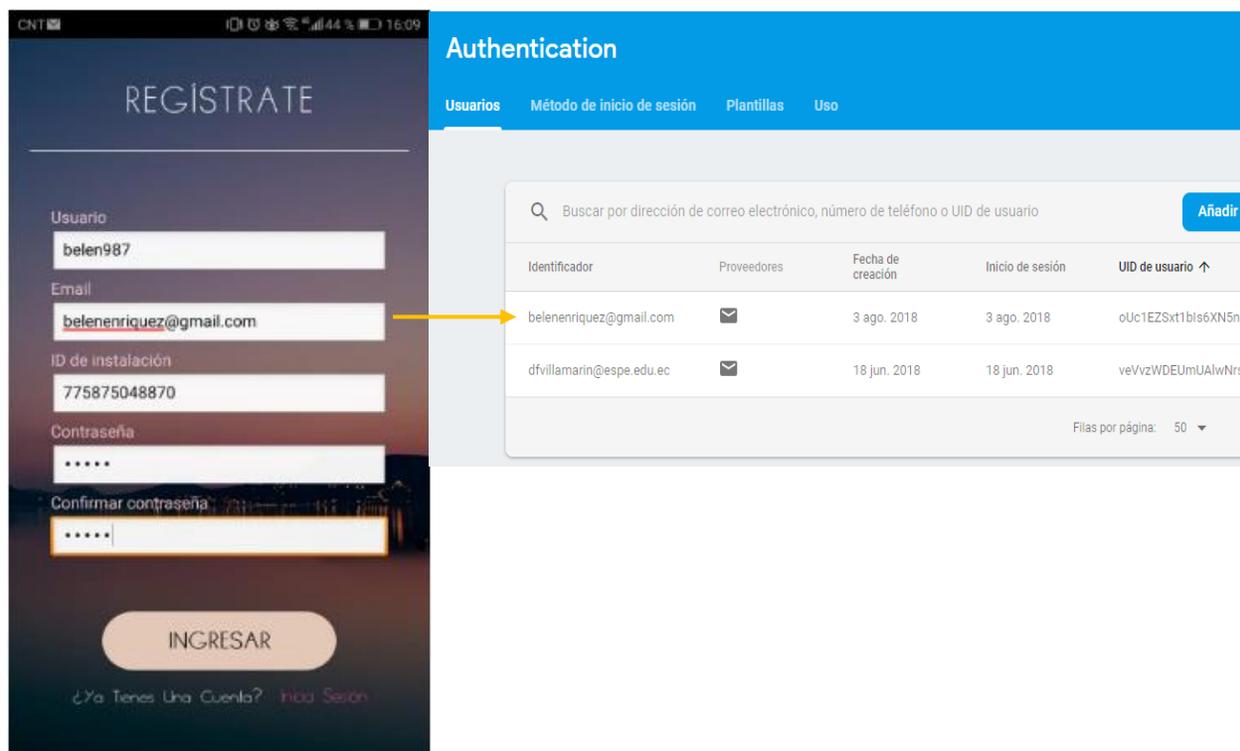


Figura 33. Envío y recepción de datos hacia la nube desde la aplicación móvil (registro).

El siguiente ejemplo muestra la recepción de datos del área de alarmas como se muestra en la Figura 34. Se puede apreciar que el estado de los sensores se ven reflejados en la aplicación móvil (flechas color naranja).

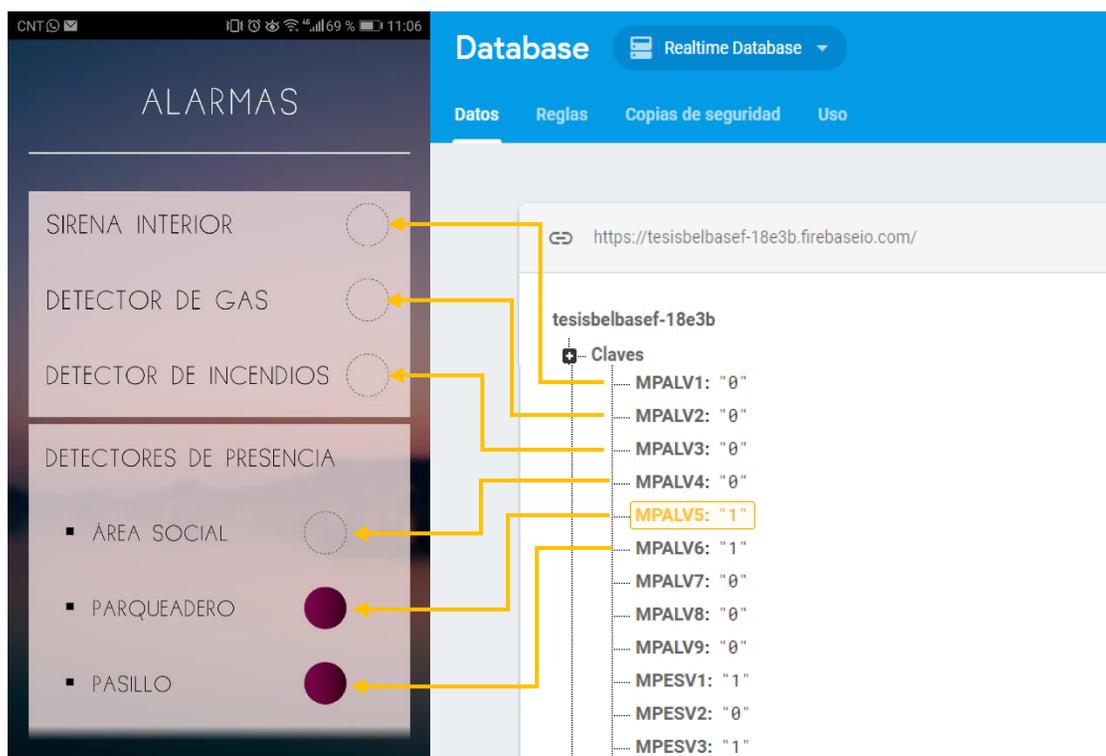


Figura 34. Envío y recepción de datos hacia la nube desde la aplicación móvil.

Una vez finalizada la programación se obtiene una aplicación móvil capaz de almacenar datos de usuarios, recuperar y transmitir datos al sistema domótico en tiempo real y alertar al usuario de cualquier anomalía ocurrida en el hogar.

CAPÍTULO 5: PRUEBAS Y RESULTADOS

1.13. PRUEBAS

5.1.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Son pruebas específicas, concretas y exhaustivas de modo que se valide el correcto comportamiento de un sistema, con las pruebas funcionales se reducen riesgos, se mejora la imagen del producto, entre otros. En base a los requisitos planteados, las pruebas realizadas para verificar la estabilidad y funcionalidad del sistema “DomoITV” tanto en hardware como en software se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18.

Pruebas de funcionamiento del sistema.

Pruebas de componentes de código		
Tipo de prueba	Descripción	Observación
Pruebas unitarias	Se comprueba el correcto funcionamiento de cada componente de código del controlador por separado.	Aprobado
Pruebas de integración	Se comprueba el correcto funcionamiento de todos los componentes de código del controlador de forma conjunta.	Aprobado
Pruebas de código estático	Se realiza la verificación de código estático del controlador.	Aprobado
Pruebas funcionales		
Tipo de prueba	Descripción	Observación
Pruebas de entradas y salidas	Se comprueba el correcto funcionamiento de los pines de entrada y salida del controlador.	Aprobado
Pruebas de dispositivos	Se comprueba el correcto funcionamiento de los sensores, actuadores y controlador.	Aprobado
Pruebas de continuidad	Se comprueba la continuidad del cableado del sistema.	Aprobado

CONTINÚA 

Pruebas de componentes de código		
Tipo de prueba	Descripción	Observación
Pruebas unitarias	Se comprueba el correcto funcionamiento de cada componente de código del controlador por separado.	Aprobado
Pruebas de integración	Se comprueba el correcto funcionamiento de todos los componentes de código del controlador de forma conjunta.	Aprobado
Pruebas de código estático	Se realiza la verificación de código estático del controlador.	Aprobado
Pruebas funcionales		
Tipo de prueba	Descripción	Observación
Pruebas de entradas y salidas	Se comprueba el correcto funcionamiento de los pines de entrada y salida del controlador.	Aprobado
Pruebas de dispositivos	Se comprueba el correcto funcionamiento de los sensores, actuadores y controlador.	Aprobado
Pruebas de continuidad	Se comprueba la continuidad del cableado del sistema.	Aprobado
Pruebas de interfaz TDT	Se comprueba el correcto funcionamiento de los componentes de la interfaz para la TDT	Aprobado
Pruebas de interfaz móvil	Se comprueba el correcto funcionamiento de los componentes de la interfaz móvil	Aprobado
Pruebas de validación		
Tipo de prueba	Descripción	Observación
Pruebas de controlador	Se comprueba el correcto funcionamiento del código de programación del controlador frente a acciones no permitidas por el usuario.	Aprobado
Pruebas de interfaz TDT	Se comprueba el correcto funcionamiento del código de programación de la interfaz para la TDT frente a acciones no permitidas por el usuario.	Aprobado
Pruebas de interfaz móvil	Se comprueba el correcto funcionamiento del código de programación de la interfaz móvil frente a acciones no permitidas por el usuario.	Aprobado
Pruebas de aceptación		
Tipo de prueba	Descripción	Observación
Pruebas de usabilidad	Se comprueba que el sistema conjunto cumple con el alcance por medio de un usuario encargado de manejar el sistema.	Aprobado

5.1.2. PRUEBAS DE USABILIDAD DE LA APLICACIÓN

Según A. Cortés en su documento “Manual de técnicas para el diseño participativo de interfaces de usuario de sistemas basados en software y hardware”, (A. Cortés, 2001) el objetivo de las pruebas de usabilidad es medir la manera en que el usuario se relaciona con las interfaces ofrecidas y en su capacidad para cumplir con objetivos específicos de forma efectiva, eficiente y satisfactoria.

Para la aplicación de “DomoTV” se realizan distintas pruebas basadas en la escala de Likert que permiten conocer el tipo de respuesta del usuario frente a temas de dificultad, navegación, contenido, entre otros. Para estas pruebas se toma una muestra de 15 personas a las cuales se les presenta la interfaz de “DomoTV” y posteriormente se realiza una encuesta de 15 preguntas, misma que se muestra en el Anexo G, en la cual se hace énfasis a los siguientes ámbitos de usabilidad:

- Contenido
- Navegación
- Tiempo de respuesta
- Utilidad y satisfacción
- Manual de usuario y aprendizaje

El usuario debe responder el nivel en el que se encuentra de acuerdo con las sentencias que se le presentan en la encuesta (completamente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo y completamente en desacuerdo), de esta manera se puede evaluar la satisfacción del usuario frente a los ámbitos mencionados anteriormente.

1.14. RESULTADOS

5.1.3. RESULTADOS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas de funcionamiento muestran que el comportamiento del sistema es el esperado para cada uno de los puntos analizados. Tanto en hardware como en software “DomoITV” es un sistema robusto, centrado en el usuario y a prueba de fallas. El sistema una vez finalizado responde como se esperaba para cada una de las secciones implementadas (accesos, alarmas, cámaras, escenarios, iluminación y persianas).

En la sección de accesos mediante la interfaz gráfica tanto para la TDT como la aplicación móvil, es capaz de abrir la puerta interior, exterior y el garaje de la instalación, se puede observar el estado del timbre y se reciben notificaciones de este evento en tiempo real.

En la sección de alarmas el usuario tiene información de los sensores tanto técnicos (sensores de gas e incendios) como de intrusión (sensores de movimiento y contactos magnéticos), estos sensores trabajan en conjunto para mantener un ambiente libre de fallas. En caso de la activación de los sensores de intrusión mientras el usuario se encuentre fuera del hogar o bien en caso de la activación de los sensores técnicos, se activa la alarma de seguridad y el usuario deberá revisar el estado de los mismos y tomar acciones de seguridad antes de desactivar la alarma mediante una clave de seguridad.

En la sección de cámaras el usuario podrá revisar las mismas con el fin de confirmar los eventos que están ocurriendo en el hogar en tiempo real.

En la sección de escenarios el usuario tiene cinco opciones de estados predeterminados para el sistema mostrados en la Tabla 19, los cuales se pueden utilizar a conveniencia.

Tabla 19.*Escenarios implementados.*

N°	Nombre	Horario	Descripción
1	Buenos días	6 h 30	Se enciende la iluminación del dormitorio máster, las persianas de la sala y el comedor se colocan al 25% y la persiana del dormitorio máster se coloca al 75%.
2	Buenas noches	22 h 30	Se apaga la iluminación de todas las estancias exceptuando las del jardín y se colocan todas las persianas al 100%.
3	Atardece	17 h 30	Se enciende la iluminación de todas las estancias y la ambientación RGB se coloca en color blanco, además todas las persianas se colocan al 75%.
4	Salgo de casa	-	Se apagan todas las luces, se colocan todas las persianas al 100% y se activa el sistema de alarmas de intrusión.
5	Viaje	-	Las luces y las persianas se colocan en modo simulación de presencia, es decir cambian su estado de modo aleatorio a distintas horas y se activa el sistema de alarmas de intrusión.

En la sección de iluminación el usuario podrá encender los circuitos de iluminación de las distintas estancias (dormitorio máster, sala, comedor, cocina, corredor y jardines), además se podrá controlar la ambientación RGB del área social con los distintos colores (rojo, azul, verde, cian, magenta, amarillo, blanco).

En la sección de persianas el usuario podrá controlar el nivel de las mismas en las distintas estancias (dormitorio máster, sala, comedor).

En cuanto a las pruebas de funcionamiento con respecto al tiempo de respuesta del sistema, se obtuvieron los resultados promedios mostrados en la Tabla 20.

Tabla 20.*Tiempo de respuesta del sistema "DomoiTV".*

Interfaz	Tiempo de respuesta promedio [s]
Aplicación móvil	2,36
Aplicación TDT	6,95

Se puede observar que el tiempo de respuesta del sistema frente a una orden proveniente de la interfaz de la TDT es 2,94 veces más tardado que la respuesta del aplicativo móvil, esto se debe a distintos factores, el primero y más importante es que el trayecto que recorren los datos desde la aplicación hasta la base de datos y viceversa es mucho más largo que el trayecto que recorren los datos en la aplicación móvil, es decir, los datos viajan desde el entorno NCL de Ginga, pasando por los algoritmos de Lúa y el bloque de traducción hasta finalmente llegar a la base de datos en tiempo real. Este problema se puede solucionar mediante la investigación de otros métodos de comunicación entre el lenguaje de programación Ginga NCL con servicios de bases de datos en tiempo real ubicados en la nube. El segundo factor contribuyente es el perfil del middleware implementado, este problema puede mejorar con el trabajo de los desarrolladores y la creación de nuevas librerías para la comunicación. Por último en trabajos futuros se puede mejorar el tipo de programación del controlador utilizando interrupciones y tomando en cuenta la prioridad de los dispositivos. No obstante, pese al pequeño retardo que existe, el sistema sí cumple con las funciones especificadas anteriormente de manera eficaz.

5.1.4. RESULTADOS DE PRUEBAS DE USABILIDAD

En base a las preguntas de usuario para su evaluación se agrupan en 6 secciones principales donde sus resultados se muestran a continuación.

Sección 1: Contenido

En esta sección se evalúan aspectos sobre el contenido gráfico dentro de las pantallas y su impacto visual en el usuario, los resultados se pueden observar en la Figura 35.

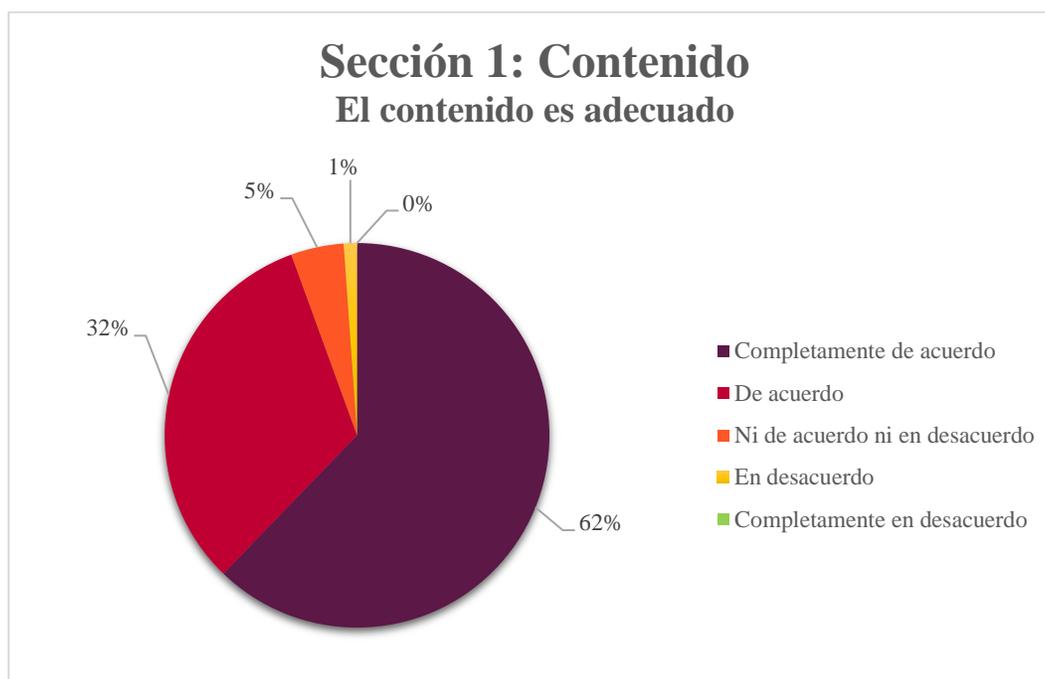


Figura 35. Resultados sección contenidos.

Se puede observar que el 62% y el 32% de las personas encuestadas estuvieron en completamente de acuerdo y de acuerdo respectivamente, con las sentencias referentes a que los contenidos de las pantallas son los adecuados, los textos y gráficos son visibles, claros y descriptivos para su función, entre otros. Por consiguiente, el 94% de las personas encuestadas dieron un resultado favorable, esta cifra puede subir en trabajos futuros tomando en cuenta aspectos como problemas de visibilidad en usuarios.

Sección 2: Navegación

En esta sección se evalúan aspectos relacionados con la ubicación del usuario dentro de la aplicación, los resultados se pueden observar en la Figura 36.

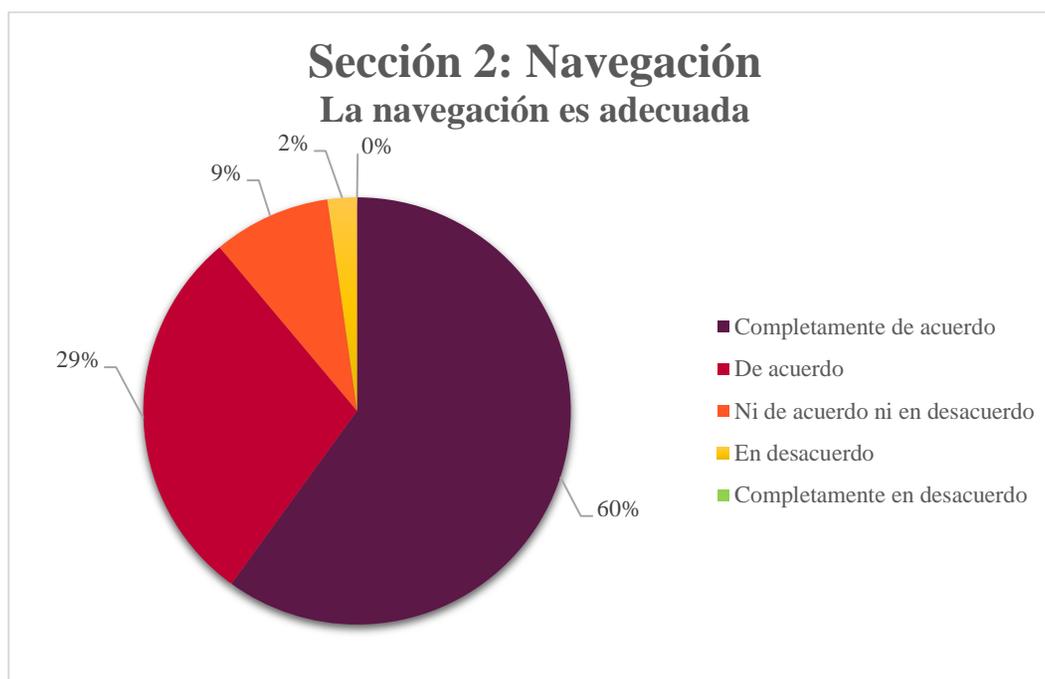


Figura 36. Resultados sección navegación.

Se puede observar que el 60% y el 29% de las personas encuestadas estuvieron en completamente de acuerdo y de acuerdo respectivamente, con las sentencias referentes a que la aplicación es intuitiva, la navegación dentro de las pantallas es fácil, se encuentra lo requerido fácilmente, entre otros. Pese a que en esta sección se obtiene un 89% de resultados favorables, esta cifra puede subir de manera exponencial con la educación de usuarios sobre la interactividad en la televisión digital y el modo de uso de los colores en el control remoto.

Sección 3: Tiempo de respuesta

En esta sección se evalúa la opinión de los usuarios frente al tiempo de respuesta de la aplicación, es decir desde que el usuario manda una orden hasta que esa orden se cumple, los resultados se muestran en la Figura 37.

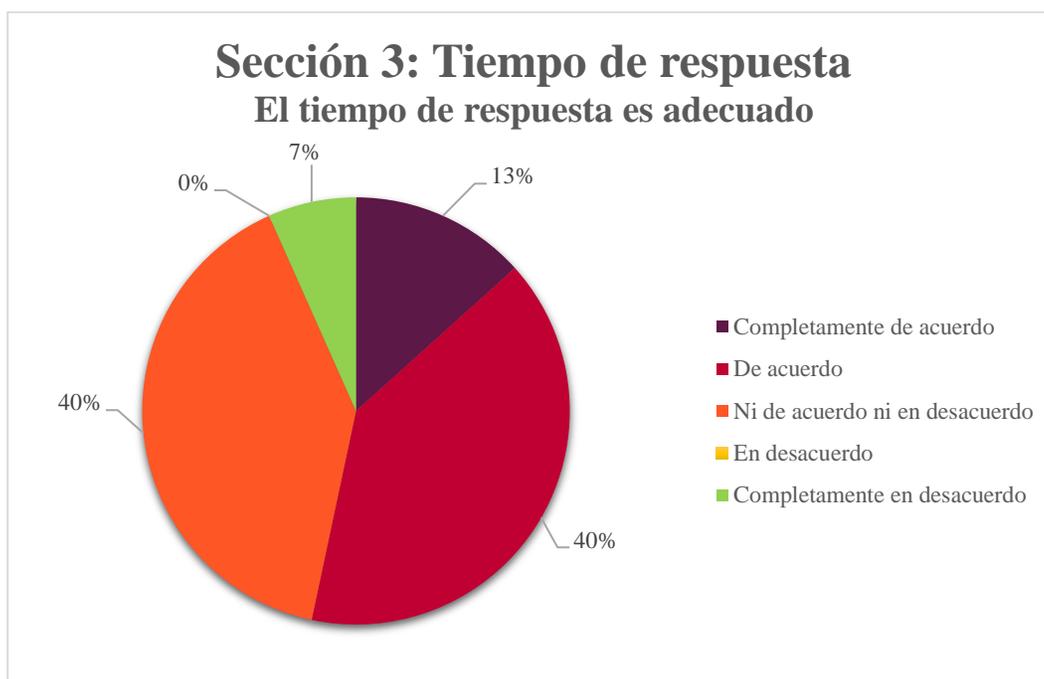


Figura 37. Resultados sección tiempo de respuesta.

Se puede observar que las respuestas favorables sobre el tiempo de respuesta del sistema son del 53% (13% completamente de acuerdo y 40% de acuerdo). Como se analiza en los resultados de las pruebas de funcionamiento, el tiempo de respuesta de la aplicación móvil es de 2,36 segundos y de la aplicación para la TDT es de 6,95 segundos, este pequeño retardo en el sistema se refleja en el nivel de satisfacción de los usuarios y en la figura se puede observar cierto nivel de insatisfacción, para el 7% de los usuarios opina que no es adecuado el tiempo de reacción y un 40% se mantiene imparcial. Las cifras favorables de los usuarios pueden subir mientras este tiempo de respuesta se reduzca al máximo con las recomendaciones brindadas en la sección de pruebas de funcionamiento.

Sección 4: Utilidad y satisfacción

En esta sección se evalúa si el usuario cree que la aplicación brinda servicios de utilidad y si volvería a utilizar el sistema, los resultados se muestran en la Figura 38.

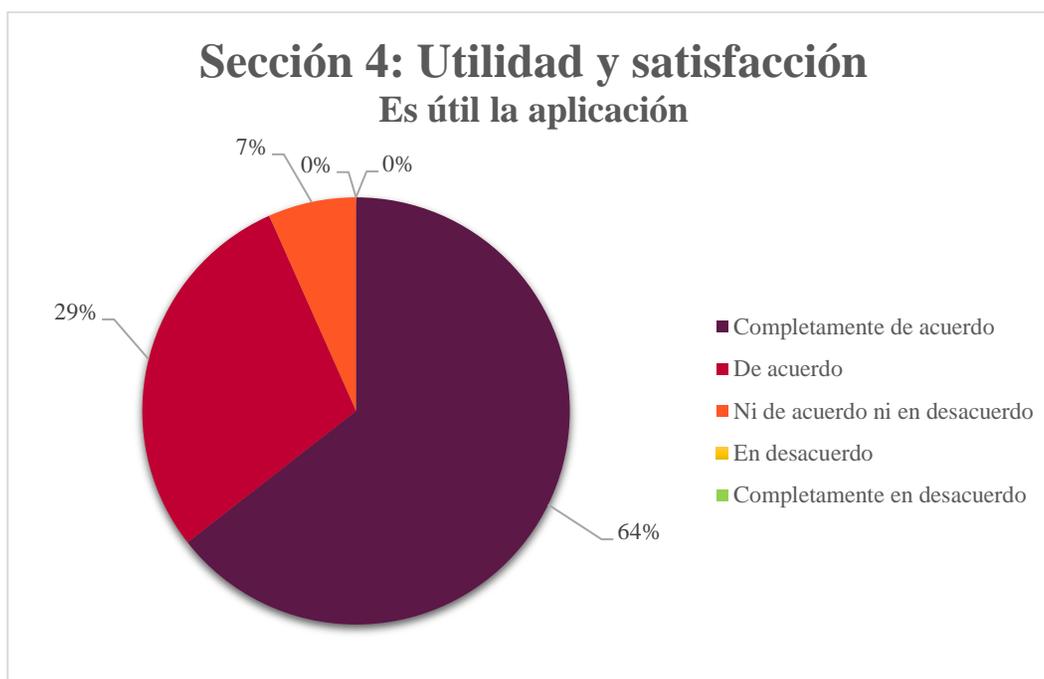


Figura 38. Resultados sección utilidad y satisfacción.

En esta sección se puede observar que el 97% de los usuarios encuestados muestran un resultado favorable frente a sentencias sobre si es de utilidad la aplicación, sobre los servicios que ofrece y si la volverían a utilizar o no. El 7% de los encuestados se muestra imparcial frente estas sentencias y esto se puede deber a que los usuarios prefieren los sistemas tradicionales, sin embargo esta cifra puede pasar a ser favorable con la presentación de los beneficios que ofrecen los sistemas avanzados y la educación en los mismos.

Sección 5: Manual y aprendizaje

En esta sección se evalúa si el usuario necesita de una manual de usuario para manejar la aplicación y si le resultaría fácil el aprendizaje de la misma.

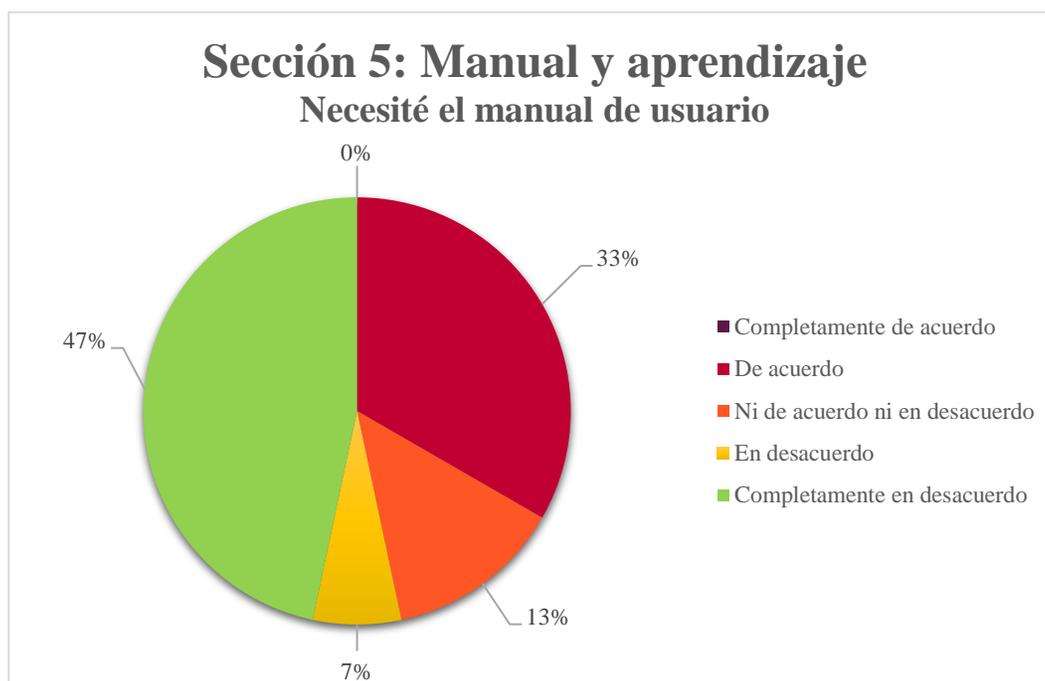


Figura 39. Resultados sección manual.

En la Figura 39 se muestran los resultados frente a la sentencia si fue necesario el manual de usuario al usar la aplicación por primera vez, se puede observar que el 33% de los encuestados consideraron necesario el uso de un manual de usuario mientras que el 47% consideraron que no era necesario, estas opiniones divididas se deben a la diferencia en las edades que existen entre los encuestados, como se puede apreciar en la Figura 40, las personas con menores edades consideran que no es necesario el uso del manual de usuario y mientras las edades avanzan se hace más necesario el uso del mismo, esto se debe a que las personas nativas del internet tienen una mayor facilidad para adaptarse a los sistemas nuevos y complejos, sin embargo un 93% de los encuestados consideran que la mayoría de la gente lograría aprender a utilizar el sistema fácil y rápidamente como se muestra en la Figura 41.

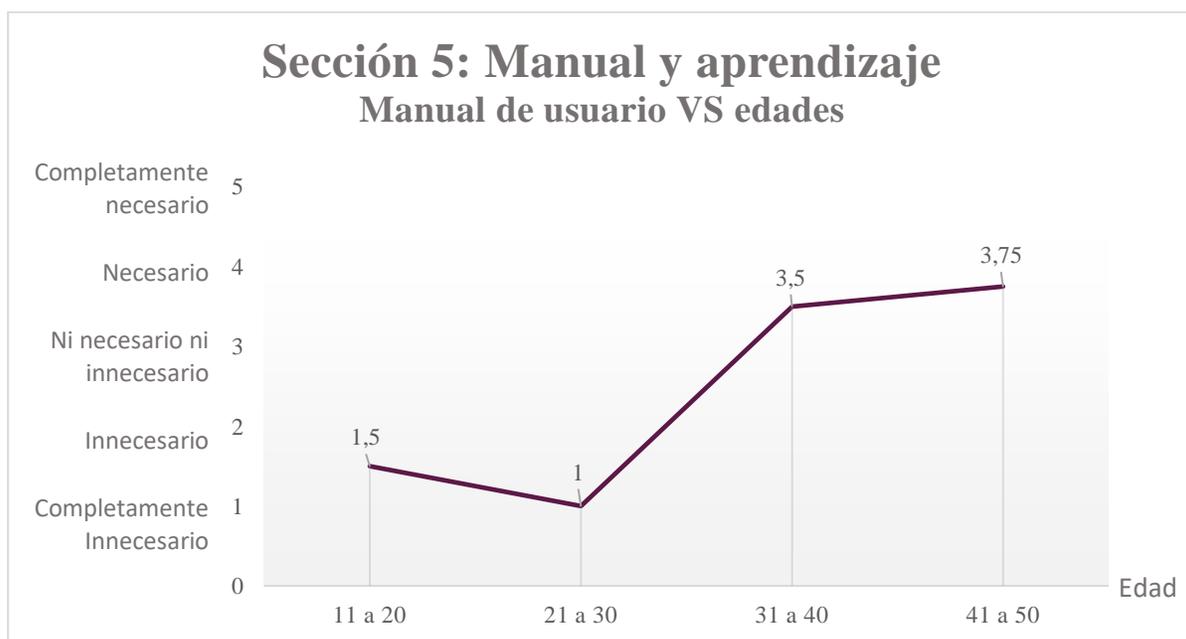


Figura 40. Resultados sección manual de usuario y comparación edades.



Figura 41. Resultados sección aprendizaje.

5.1.5. RESULTADO FINANCIERO DE IMPLEMENTACIÓN

5.1.5.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA COMPLETO

La valoración de los elementos del sistema domótico completo se realiza en base a los precios de los dispositivos encontrados en el mercado ecuatoriano. Estos dispositivos son categorizados como universales de modo que son más económicos. En la Tabla 21 se puede visualizar la lista de dispositivos domóticos a utilizarse con sus respectivos precios unitarios y totales.

Tabla 21.

Costo de los dispositivos del sistema completo.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	Raspberry Pi 3	\$ 70,00	\$ 70,00
3	Sensor de movimiento PIR HC-SR501	\$ 2,99	\$ 8,97
1	Modulo sensor de flama KY-026	\$ 3,00	\$ 3,00
1	Sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2	\$ 5,00	\$ 5,00
3	Sensor magnético	\$ 1,75	\$ 5,25
1	Módulo Relé 16 Canales	\$ 24,99	\$ 24,99
2	Cámara De Seguridad Ip	\$ 34,99	\$ 69,98
56	Ojo De Buey Led Tipo Panel 6W	\$ 2,89	\$ 161,84
3	Tira de LEDs RGB 5m	\$ 10,43	\$ 31,29
2	Cerradura Eléctrica	\$ 80,00	\$ 160,00
1	Sirena 12v/110v Alarma Comunitaria Emergencias	\$ 18,00	\$ 18,00
3	Motores tubulares para automatización de cortinas	\$ 180,00	\$ 540,00
1	Motor Automático Puerta Garaje	\$ 250,00	\$ 250,00
1	Decodificador EITV Smartbox	\$ 150,00	\$ 150,00
		Total	\$ 1.498,32

Adicionalmente en la Tabla 22 se muestra el detalle de costos correspondiente al trabajo del personal humano que está involucrado en la programación, el desarrollo de la aplicación,

la instalación y la puesta en marcha del sistema. El costo de la instalación es del 15% del total de los dispositivos, además el costo del desarrollo del software del sistema es del 20% del costo total de los dispositivos.

Tabla 22.

Costos de desarrollo e instalación.

Descripción	Precio Total
Desarrollo de software	\$ 299,66
Instalación	\$ 224,75
Total	\$ 524,41

El costo del mantenimiento es un rubro extra del sistema, en caso de ser necesario cualquier tipo de mantenimiento ya sea predictivo, preventivo o correctivo el costo se lo realiza por hora de trabajo.

Tabla 23.

Costos de mantenimiento por hora.

Descripción	Precio Total
Mantenimiento por hora de trabajo	\$ 25,00
Total	\$ 25,00

El costo total del sistema mostrado en la Tabla 24, abarca costo de dispositivos y costo de desarrollo e instalación del sistema.

Tabla 24.

Costo total del sistema.

Descripción	Precio Total
Costo de dispositivos	\$ 1.498,32
Costo de desarrollo e instalación	\$ 524,41
Total	\$ 2.022,73

Como se puede observar el sistema “DomoTV” es un sistema completo que abarca distintas aplicaciones dentro de la instalación y está compuesto de dispositivos de fácil acceso en el mercado y de bajo costo. En el mercado actualmente existen distintos paquetes básicos para la automatización en el hogar, los cuales rondan los \$ 1500, sin embargo la mayoría de

estos paquetes no cumplen con el puntaje necesario para llegar al Nivel I propuesto por la norma AENOR EA0026:2006, (AENOR, 2006) por el contrario el sistema “DomoITV” demuestra tener muchas más prestaciones cumpliendo con un Nivel II de la norma y a un costo similar al de los otros paquetes.

5.1.5.2. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO EN MAQUETA

La valoración del prototipo del sistema implementado para pruebas es una fracción del costo del sistema completo, y se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25.

Costo de los dispositivos del prototipo.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	Raspberry Pi 3	\$ 70,00	\$ 70,00
3	Sensor de movimiento PIR HC-SR501	\$ 2,99	\$ 8,97
1	Modulo sensor de flama KY-026	\$ 3,00	\$ 3,00
1	Sensor de Gases Flamables y Humo, MQ2	\$ 5,00	\$ 5,00
3	Sensor magnético	\$ 1,75	\$ 5,25
1	Módulo Relé 16 Canales	\$ 24,99	\$ 24,99
2	Cámara IP	\$ 10,00	\$ 20,00
6	Ojo De Buey Led Tipo Panel 6W	\$ 2,89	\$ 17,34
1	Tira de LEDs RGB 5m	\$ 10,43	\$ 10,43
2	Cerradura Eléctrica	\$ 12,00	\$ 24,00
1	Buzzer	\$ 1,00	\$ 1,00
4	Servomotores	\$ 4,00	\$ 16,00
	Total		\$ 205,98

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.15. CONCLUSIONES

Se automatizó los sistemas eléctricos y electrónicos de una vivienda, interactuando con el estándar para el sistema brasileño de televisión digital ISDB-Tb mediante una aplicación interactiva basada en la plataforma Ginga.

Se implementó un sistema de automatización para hogares abarcando distintos aspectos como control de accesos, sistema central de alarmas, cámaras de seguridad, control de iluminación, persianas y escenarios pre-programados.

La poca interacción de los sistemas eléctricos y electrónicos con aplicaciones o dispositivos de televisión digital, motivó la creación de una interfaz multiplataforma, multiprotocolo, donde se logró brindar al usuario operabilidad sobre los sistemas domóticos mediante un sistema innovador.

El sistema es basado en el IoT por lo que como complemento de la interfaz de la TDT, se creó una aplicación móvil para la plataforma de Android, el cual es el sistema operativo con mayor aceptación en el mercado, brindando movilidad al usuario.

El sistema domótico tiene como fin brindar al usuario mejores prestaciones en ámbitos como la seguridad, la eficiencia energética y el confort, a un bajo costo.

En base a las pruebas de funcionamiento, se comprobó que el sistema es robusto y a prueba de fallas, sin embargo el principal inconveniente es el tiempo de reacción frente a órdenes provenientes del usuario.

En base a las pruebas de usabilidad se comprueba que tanto la aplicación para la TDT como la aplicación móvil cumplen con las funciones propuestas para el control del sistema domótico, y además son intuitivas y amigables para el usuario.

1.16. RECOMENDACIONES

Se recomienda para trabajos futuros investigar otros métodos de comunicación entre las plataformas de Ginga NCL con bases de datos en tiempo real en la nube, además se recomienda otro tipo de programación distinta a la secuencial, de modo que los tiempos de reacción del sistema se reduzcan al mínimo.

Se recomienda la implementación del sistema en una instalación real, de modo que se puedan observar los beneficios como seguridad, eficiencia energética y confort de una manera tangible para un usuario específico.

Se recomienda tener en cuenta problemas de visibilidad de los usuarios para una mejora futura en la aplicación para la TDT.

Se recomienda la continuación de este trabajo de titulación de manera que mediante un proyecto de innovación, se pueda impulsar al desarrollo de un producto comercial.

REFERENCIAS

- A. Cortés. (Diciembre de 2001). "Manual de técnicas para el diseño participativo de interfaces de usuario de sistemas basados en software y hardware". Zaragoza, España.
- AENOR. (2006). "Reglamento particular de la marca AENOR para instalación de sistemas domóticos en viviendas". España.
- Brown, M. (2008). "Human-Computer Interface Design Guidelines (Human Computer Interaction)". Intellect Books.
- CEDOM. (2008). "Cuaderno de divulgación Domótica". España.
- Creus., A. (2005). "Domótica para instaladores". España.
- Donoso, C. (2013). "Elaboración de un video reportaje sobre las posibles consecuencias del apagón analógico: surgimiento de la nueva era de la televisión digital terrestre abierta". Quito, Pichincha, Ecuador.
- F. Almansour, R. K. (2017). "Middleware for NICs in Bare PC Applications". *26th*. Vancouver, Canada: International Conference on Computer Communications and Networks (Poster Paper) ICCCN2017.
- G. M. Calixto, C. K. (2014). "Analysis of Coexistence of Ginga and HbbTV in DVB and ISDB-Tb".
- J. Huidobro, B. N. (2007). "La domótica como solución de futuro".
- K. Ducatel, M. B. (2010). "Scenarios for ambient intelligence in 2010".
- L. F. G. Soares, M. M. (2010). "Ginga-NCL: declarative middleware for multimedia IPTV services".

- M. Fernandez, J. A. (2016). "Interfaces de usuario: Diseño de la visualización de la información como medio del conocimiento y los resultados obtenidos por el usuario".
- MINTEL. (25 de 03 de 2010). Resolución No. 084-05-CONATEL-2010. Ecuador.
- MINTEL. (23 de 12 de 2016). Resolución No. CITDT-2017-01-062. Ecuador.
- Morais., W. O. (2015). "Architecting Smart Home Environments for Healthcare: A Database-Centric Approach".
- R. Alarcón, R. D. (04 de 2005). "Diseño, construcción e implementación de un sistema domótico para gestión y control residencial.". Quito, Ecuador.
- Recuero., A. (2010). "La domótica como medio para la vida independiente de discapacitados y personas de la tercera edad".
- Riberi, F. (2012). "Un prototipo de desarrollo NCL para la plataforma de televisión digital.".
- Soares, L. F. (2007). "Ginga NCL: the Declarative Environment of the Brazilian Digital TV System" . *Journal of the Brazilian Computer Society*, v. 12, p. 37-46.
- TecnoGobal. (2016). "*Análisis de consumo energético en sistemas automatizados*". Obtenido de <http://www.camaradesseguridadquito.com/>