

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES**



“La Ciencia sin Moral es Vana”

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**  
**IMPACTO DE UN SISTEMA DOMÓTICO EN LA EVOLUCIÓN DE LA**  
**VIVIENDA SALVADOREÑA COMO BASE PARA LA AUTOMATIZACIÓN**  
**RESIDENCIAL**

**PRESENTADO POR**  
**LUIS MARIANO MURGA AQUINO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE**  
**LICENCIADO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS ADMINISTRATIVOS**

**FEBRERO 2016**

**SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR**  
**UNICAES**

**AUTORIDADES ACADÉMICAS**

**MONSEÑOR Y LICENCIADO FRAY ROMEO TOVAR ASTORGA**

**RECTOR**

**DOCTOR MOISÉS ANTONIO MARTÍNEZ ZALDÍVAR**

**VICERRECTOR GENERAL**

**MÁSTER CÁSTULO AFRANIO HERNÁNDEZ ROBLES**

**SECRETARIO GENERAL**

**MAESTRA CENIA PATRICIA ORELLANA DE RAMÍREZ**

**DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES**

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	i
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES .....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	6
1.3.1 Objetivo General .....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 HISTORIA DE LA DOMÓTICA.....	7
2.2 FUNDAMENTOS DE LA DOMÓTICA .....	10
2.2.1 Dispositivos de una instalación domótica .....	11
2.2.2 Arquitectura y elementos de una instalación domótica.....	22
2.2.3 Topología de Red de un Sistema Domótico.....	27
2.2.4 Medios de Transmisión .....	29
2.2.5 Protocolos de Comunicación Domótica.....	34
2.2.6 Ventajas y Desventajas de Diversos Sistemas Libres .....	40
2.3 APLICACIONES DE LA DOMÓTICA EN EL MUNDO .....	41
2.3.1 Control de Iluminación.....	42
2.3.2 Control de Confort Térmico y Riego .....	43
2.3.3 Control de Elementos de Cierre, Seguridad y Protección Anti-Intrusión .....	44
2.3.4 Alarmas Técnicas .....	44
2.3.5 Seguridad Anti-Intrusión.....	45
2.3.6 Comunicación, Mobiliario Y Electrodomésticos .....	45

2.4 APLICACIONES DE LA DOMÓTICA EN EL SALVADOR .....	46
2.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LA DOMÓTICA .....	48
2.5.1 Tecnologías Existentes y Tendencias en Domótica .....	50
2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA DOMÓTICA .....	59
2.6.1 Ventajas .....	59
2.6.2 Desventajas.....	60
CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	62
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	62
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	62
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	62
CAPÍTULO 4: RESULTADOS .....	64
4.1 SEGURIDAD COMO FUNCIÓN EN UN SISTEMA DOMÓTICO .....	64
4.2 MÉTODO MÁS EFECTIVO PARA LA SEGURIDAD EN EL HOGAR.....	65
4.3 COSTO REAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA TRADICIONAL.....	66
4.4 MANERAS DE REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO .....	66
4.5 ACCESO A INTERNET .....	67
4.6 IMPORTANCIA DEL CONTROL REMOTO Y CONOCIMIENTO DE LA DOMÓTICA.....	68
4.7 ELECTRODOMÉSTICOS COMPATIBLES CON SISTEMAS DOMÓTICOS.....	69
4.8 POSIBILIDAD DE INVERSIÓN .....	69
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN.....	71
5.1 PLAN DE AUTOMATIZACIÓN RESIDENCIAL .....	71
5.1.1 Automatización Residencial con Sistema Ozom .....	72
5.1.2 Interfaz Gráfica del Sistema Ozom .....	76
5.2 COSTOS .....	80

5.3 BENEFICIOS DE UNA VIVIENDA DOMÓTICA .....	80
5.4 PUNTOS DÉBILES .....	84
5.4.1 Poca Personalización.....	84
5.4.2 Desconexión de la red .....	84
5.4.3 Vulnerabilidad.....	85
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	86
6.1 CONCLUSIONES .....	86
6.2 RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA .....	88
ANEXOS .....	91
ANEXO 1: ENCUESTA	
ANEXO 2: GLOSARIO TÉCNICO	

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos muy antiguos el hombre ha buscado siempre la manera más sencilla y simple para llevar a cabo las numerosas actividades que realiza; desde complejas actividades de ensamblaje automovilístico e industrial hasta las tareas más simples de la vida cotidiana. Con el fin de facilitar todo este tipo de tareas es que la tecnología se ha desarrollado y avanzado hasta llegar a diseñar, producir y vender diversas máquinas y maquinaria que asisten al ser humano en su trabajo sin importar cuál sea su especialidad. Es de esta manera como, hoy por hoy, se trata de reducir y resolver desde los problemas más complejos hasta las tareas más nimias en la sociedad humana.

Después de un largo día laboral, lleno de tensiones y pensamientos complicados, las personas quieren ir a sus hogares tan rápido como les sea posible y disfrutar de un programa en la televisión o dedicarse a cualquier otra actividad que sea de su agrado. Sin duda alguna, nadie quiere llegar a casa y verse en la necesidad de realizar un gran número de acciones que impedirían tener el tan merecido descanso; por esta razón hoy en día, haciendo uso de los avances tecnológicos, es posible evitar realizar tareas poco relevantes que conlleven mucho tiempo o bien no sean las que las personas desean hacer cuando están en casa. Por ejemplo, un adulto cansado quiere relajarse por medio de alguna actividad lúdica en lugar de barrer y trapear el suelo de la casa; para evitar eso existen en la actualidad los denominados “iRobots o rumbas” que son pequeños robots en forma circular con un cepillo en su base que limpian el piso de manera autónoma: lo único que la persona debe hacer es encender el robot y así evitar realizar una actividad indeseada.

Sin embargo, la mejor manera de poder evitar todas estas tareas innecesarias es a través de la respuesta más simple, que ha surgido en los últimos diez años en países desarrollados y, actualmente se traslada a países en vía de desarrollo y Latinoamérica con opciones al alcance de los usuarios: la domótica. ¿A quién no le gustaría despertarse cada mañana al mismo

tiempo que su cafetera, mientras la tostadora comienza a preparar el desayuno, el cuarto de baño se iluminara con la intensidad deseada, justo al mismo tiempo que la ducha empezara a correr a la temperatura deseada y el ordenador portátil se encienda, se conecte al internet y muestre en la pantalla las noticias del día? Pudiera parecer todo un tema de ciencia ficción o de una caricatura futurista; sin embargo, hoy en día es una realidad más palpable y más cercana para cualquier ser humano y no sólo aquel que tenga grandes sumas de dinero para invertirlo. Este sueño se convierte, entonces, en una meta realizable que para muchos hogares en países industrializados ya es una realidad. El secreto se llama *domótica*.

La presente investigación tiene como propósito ayudar a comprender la domótica, sus usos, aplicaciones y mejorías que puedan traer a los usuarios en la sociedad, puesto que su conocimiento en El Salvador es muy limitado. Este estudio engloba todos los aspectos relacionados con el tema, sus principales características, limitaciones, alcances, ventajas y desventajas, introduciendo también el tema de *Smart Cities*. Es de resaltar que para realizar el presente estudio se aplicó el concepto hardware y software libre en los momentos que fue necesaria la ejemplificación, para evitar en el incurrimento de gastos extras.

Esta tesis servirá como punto de partida para despertar el interés de las personas en implementar dicha tecnología que trae consigo muchos beneficios: mayor comodidad, ahorro de energía, confort, mejora de la seguridad personal y patrimonial de la vivienda.

El presente documento comprende el marco teórico del tema en cuestión, metodología de la investigación y sus resultados, propuesta de plan domótico, conclusiones y recomendaciones según lo investigado.

## CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se llama domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado. El concepto de vivienda surge como respuesta a la más esencial y básica de sus necesidades humanas, cobijo y protección del entorno natural. El hombre primitivo, debido a su naturaleza nómada y la constante necesidad de ir en busca de alimento y mejores condiciones de vida, se veía obligado a estar en constante movimiento; sin embargo la necesidad de encontrar lugares que le sirvieran como refugio siempre estuvo presente, aún en su era como errante.

Los primeros vestigios de la vivienda como se conoce hoy en día fue para los primeros hombres no más que una caverna rudimentaria; luego, con el paso de tiempo y la evolución del pensamiento del hombre y su capacidad para ver su entorno como un lugar lleno de potenciales materiales para construir, comenzó a construir viviendas artificiales. De esta manera desde la fabricación de chozas, pasando por las construcciones de piedra y viviendas hechas sobre el hielo, se le dio paso al concepto de domicilio contemporáneo, un lugar que no solamente servía para resguardarse de las inclemencias de la naturaleza sino que además se convierte en un espacio donde se convive con la familia: se realizan actividades como comer, dormir y establecer relaciones sociales con los semejantes. Hoy en día, con la influencia de la tecnología, los seres humanos han cambiado los paradigmas procedimentales y de actuación que tenían años atrás. Estos cambios han modificado radicalmente muchos aspectos de la realidad y de la sociedad, entre ellos el concepto de vivienda, insertando



tecnología en los quehaceres diarios de todo el hogar para facilitarlos en gran medida y hasta, en algunos casos, lograr la automatización. Durante la última década, los métodos de trabajo, las actividades de ocio y las formas de acceder a la información han cambiado dramáticamente, haciendo la tecnología la principal herramienta para los seres humanos.

El constante crecimiento demográfico demanda que más viviendas sean construidas constantemente para satisfacer las necesidades de las personas. No obstante, este crecimiento no está exento de repercusiones que en su mayoría afectan al medio ambiente y a la economía del país. Como es de suponer, la vivienda debe contar con los recursos básicos necesarios para atender las necesidades esenciales de las personas, recursos que se esperaba sean usados evitando el uso innecesario o desmesurado, pero como todo proceso donde interviene el factor humano está sujeto a errores o descuidos. La energía eléctrica por ejemplo, es un servicio básico que si bien su uso depende en gran medida del número de electrodomésticos que se tengan en el hogar o de si se hace uso de focos de luz incandescente o LED entre otros factores, la optimización o despilfarro de la misma se puede tener en pequeña y gran escala por igual. Como se sabe, el ser humano puede transformar la energía, más no crearla y en El Salvador si bien es cierto se ha especulado sobre el uso de paneles solares para la obtención energía ecológica a un precio más económico podrían pasar décadas hasta que esta sea una solución viable y aún si se lograra establecer la viabilidad de este método, la energía obtenida a través del mismo podría no ser la suficiente para abastecer el territorio nacional. Actualmente en el país tres de los métodos utilizados para la obtención de energía eléctrica son: generación por petróleo, generación hidráulica y generación geotérmica. El demérito de cualquier método para la obtención de energía es el costo económico para el país y/o el deterioro de recursos naturales que intervienen en el proceso.

Los salvadoreños no pueden prescindir de la electricidad y demás servicios básicos en sus viviendas: desde este punto de vista, el daño y costo en el que incurre el país es inevitable. Sin embargo, es posible minimizar daño y costos mediante la gestión, control y evolución de la forma en que se usan estos servicios, convirtiendo a la tecnología en el instrumento por medio del cual sea posible tal optimización: por ejemplo, con el uso de sensores de

movimiento que controlen la iluminación en el hogar se podría lograr reducir al mínimo el desperdicio de la electricidad al olvidar apagar el interruptor cuando se deja la habitación. La automatización de los recursos requeridos por el ser humano (ej. la electricidad y el agua) dentro de la vivienda es, hoy por hoy, la mejor manera de medir el uso de estos. En países como Japón, la solución al problema anteriormente expuesto viene dada por la implementación y uso de sistemas domóticos en un gran porcentaje de las viviendas, en su mayoría las más modernas.

Aplicando el anterior concepto y ante la necesidad de optimizar el uso de los recursos disponibles para la vida diaria del ser humano dentro de su lugar de residencia, surge la problemática de la siguiente investigación, que busca analizar la automatización de las actividades residenciales, sus raíces, concepto, forma de aplicación, ventajas y desventajas entre otros. Este estudio toma en cuenta los factores anteriormente descritos y pretende una disertación en el que se ponga en evidencia las superioridades, detrimentos y niveles de aceptación (entre otros) del uso de este tipo de tecnología, tomando en cuenta factores socioeconómicos, culturales, etc.

La investigación se desarrolló en un plazo de 6 meses, comprendido desde el mes de Agosto hasta Diciembre del año 2015, siendo objeto de estudio la zona occidental del país focalizándose principalmente en el departamento de Santa Ana como base del pensamiento salvadoreño. A la luz de lo anterior, nace la siguiente pregunta como base de una investigación analítica: “¿Cuál es el impacto de un Sistema Domótico en la evolución de la vivienda salvadoreña como base para la automatización residencial?”.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

La implementación de redes de comunicación y datos, así como de dispositivos electrónicos que controlen los servicios básicos en una vivienda mediante la gestión centralizada de los servicios a través de sistemas informáticos es un tema que en El Salvador tiene muy poco o ningún conocimiento. Sin el presente compendio, es muy probable que el conocimiento sobre sistemas domóticos tarde algún tiempo en madurar lo suficiente para considerarse una alternativa a la tradicional e ineficiente gestión del hogar, aún en un ámbito completamente teórico. Sin embargo, un hecho de conocimiento público es que cualquier aplicación tecnológica empieza primero con el estudio y análisis del posible concepto a explotar y mejorar: es imposible una aplicación de algo que virtualmente se desconoce.

Actualmente El Salvador es uno de los países con el índice de criminalidad más elevado a nivel mundial, la población vive constantemente en zozobra incluso dentro de su lugar de residencia. La seguridad es un factor determinante cuando de elegir una vivienda se trata, mediante la domótica aplicada en el campo de la seguridad existen diversos mecanismos para reforzar la seguridad de una edificación y de esta manera salvaguardar la vida de sus ocupantes y sus bienes personales, como es el caso de las *Smart Cities* en desarrollo. Este tipo de sistemas actúan recibiendo una señal por medio de sensores y producen una respuesta mediante actuadores, como por ejemplo una alarma, un mensaje de texto al móvil del usuario o un corte al sistema al sistema eléctrico de la vivienda.

La presente investigación de carácter explicativo pretende recopilar información, dar a conocer y generar un mayor entendimiento del fenómeno tecnológico enmarcado en el contexto del hogar; el foco de atención se localiza en la optimización de recursos tanto económicos como naturales, los cuales son indispensables para el funcionamiento del país entero y la vida de las personas. Asimismo, se incluirá información sobre hardware y software libre para la aplicación de estos sistemas domóticos, así como los méritos y deméritos que puedan existir en su empleo.

Hoy por hoy se considera indispensable este tipo de estudio debido a las potenciales aplicaciones y ventajas que se pueden obtener de un Sistema Domótico en cuanto al control de los recursos utilizados y su seguridad. Conjuntamente, la desactualización de la sociedad impide que mediante el uso de recursos tecnológicos existentes se abran las puertas hacia un buen vivir en uno de sus formatos más básico: el lugar de residencia humana.

La viabilidad de este proyecto consiste en la potencial aportación teórica y explicativa de información contemporánea en un ámbito que puede llegar a marcar el desarrollo sostenible de países emergentes, como El Salvador. Los recursos humanos, materiales y financieros utilizados en el presente trabajo están orientados a brindar aportes a los saberes teóricos cuyo fin último es hacer una contribución para el desarrollo del pensamiento y de la sociedad.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

Evaluar el impacto de un Sistema Domótico en la evolución de la vivienda salvadoreña como base para la automatización residencial.

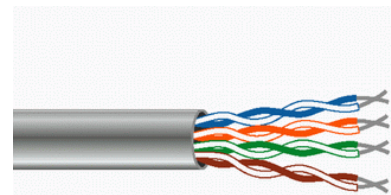
### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Estimar los costos de implementación de un sistema domótico en una vivienda individual y en un complejo residencial haciendo uso de hardware y software libre para la obtención de información cuantitativa dentro del análisis.
- Elaborar un cuadro comparativo de software y hardware domóticos de código libre disponibles en el mercado en donde se pongan en evidencia ventajas y desventajas de cada uno.
- Comprender el funcionamiento de sistemas domóticos en la unificación de los servicios básicos de una vivienda mediante una explicación exhaustiva e ilustrativa.
- Elaborar una lista de recomendaciones para la implementación de sistemas domóticos en la vivienda salvadoreña que expresen las ventajas de su ejecución y la manera de superar los posibles deméritos.
- Estimar el ahorro energético potencial obtenido en una vivienda al implementar un sistema domótico.
- Elaborar un cuadro comparativo de los beneficios que brinda la implementación de un sistema domótico en una vivienda en relación a una vivienda tradicional.

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 HISTORIA DE LA DOMÓTICA

La domótica ha sido un proceso evolutivo, por lo que es difícil precisar una fecha concreta de su invención. Su nacimiento se remonta a 1970 cuando, tras un arduo proceso de investigación, aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en X10, un protocolo accionado a través de un control remoto que fue desarrollado en 1975 para el telecontrol y basado en corrientes portadoras o Power Lines (PL), creado Por Pico Electronics (Escocia) (Figura 1). Este sistema de protocolo estándar se extendió en su mayoría en Estados



*Fig. 1 Power Lines*

Unidos y Europa<sup>1</sup>. Dada la simplicidad y accesibilidad de X10 se crearon un gran número de aplicaciones (software) e incluso se crearon marcas que fueron distribuidas de forma masiva, comercializándose hasta en internet. En la actualidad, X10 sigue siendo una de las alternativas más utilizadas en la domótica a pesar de sus desventajas frente a las nuevas tecnologías puesto que la relación costo-beneficio sigue siendo una de las más atractivas.

En 1980 los primeros sistemas integrados se usaron a nivel comercial para la realización de tareas sencillas como la gestión integral de calentadores y aires acondicionados, que en ese entonces se hacía de forma aislada. A finales de la década de 1980, con el surgimiento y posterior auge de las PC'S por sus siglas en inglés (Personal Computers), se efectuaron las primeras incorporaciones de sistemas de cableado estructurado (SEC), lo cual facilitaba la conexión de todo tipo de terminales y periféricos utilizando un mismo cableado estándar y conectores repartidos por todo el edificio. Esto permitió no solo el traslado de datos sino también transportar la voz e interconectar algunos dispositivos de control y seguridad; por esta razón, los edificios que disponían de SEC empezaron a ser llamados edificios

---

<sup>1</sup> [www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica](http://www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica) – Link visitado 10 de agosto de 2015.

inteligentes<sup>2</sup>. El primer programa que fue utilizado para aplicaciones domóticas se llamó SAVE, desarrollado en Estados Unidos para lograr eficiencia y bajo consumo de energía en los sistemas de control de estos edificios. Paralelamente con el X10 en expansión, grandes empresas del sector eléctrico interesadas en la automatización hicieron una apuesta ambiciosa, tomando los automatismos que hasta el momento se habían usado en el área comercial para dotarlos de más utilidad y así poder llevarlos a controlar los sistemas en las viviendas.

A finales de 1990 las empresas BatiBus, EIB y EHS (Europa) decidieron trabajar juntas para crear un nuevo estándar común al que en un inicio denominaron KONNEX (Figura 2), basado en gran medida en la tecnología de EIB; fue reforzado con sistemas de transmisión de datos de BatiBus y EHS para luego ser



*Fig. 2 Logo de Konnex*

rebautizado con el nombre de KNX que es como se le conoce actualmente. Desde entonces, KNX experimentó un crecimiento sin precedentes y se convirtió en estándar mundial ISO/IEC 14543-3, permitiéndole expandirse a otros países donde esta tecnología era muy poco conocida – Estados Unidos, Eslovenia, Emiratos Árabes Unidos y China –.

Paralelamente al crecimiento de KNX, en Estados Unidos nació LONWORKS que tuvo su origen en los productos de Echelon Corporation. En 1999 el protocolo de comunicación creado por Lonworks – LonTalk – se convirtió en un estándar de control de redes según la norma ANSI/CEA-709-1-B. Con su estandarización, LonTalk tuvo muchas aplicaciones que van desde transmisión de datos por Power Line hasta control de trenes y frenos electro-neumáticos; finalmente se llegó a convertir en un estándar Europeo para domótica en 2005 EN 14908 y mundial ISO/IEC-14908. Al igual que KNX, ha experimentado un fuerte

<sup>2</sup> [www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/historia-de-la-domotica-pasado-presente-y-futuro.html](http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/historia-de-la-domotica-pasado-presente-y-futuro.html) “Maji Cardoza”, “Protocolos de Comunicación Y Sistemas domóticos”, Artículo Publicado en domoteca – Link visitado 13 de agosto de 2015.

crecimiento en el número de fabricantes y productos disponibles, con una estimación de 60 millones de dispositivos con tecnología Lonworks para el año 2006.

El avance tecnológico ha permitido mejorar fallas y deficiencias que pudieron haber existido en los comienzos de las implementaciones domóticas, ya que ahora se pueden integrar de una manera eficiente a un gran número de dispositivos tecnológicos en una casa (ya sea por sistema cableado o WIFI). En el hogar se usan a diario sistemas de comunicación que van desde el mando ID de la televisión hasta el router WIFI que nos da acceso a internet. En 2006 surgieron los primeros sistemas domóticos inalámbricos usando protocolos como Zigbee y Zwave que son los que hoy en día, en pleno apogeo de la era tecnológica, marcan el punto de referencia para el futuro de los sistemas domóticos porque eliminan la necesidad de un medio físico (cableado) para transmitir la señal a los dispositivos, lo que los hace ideal para la vida moderna. Con sus inicios hace más de treinta años, la domótica ha progresado a pasos agigantados. En la actualidad hay una gran oferta en torno a la domótica, nuevos protocolos de comunicación permiten un desarrollo que años atrás era inimaginable<sup>3</sup>.



*Fig. 3 Automatización residencial*

En la actualidad la domótica es un mercado emergente de posibilidades infinitas y su aplicación en la automatización residencial está enfocada en mejorar la calidad de vida, seguridad, confort, optimización del uso energía y agua dentro de una vivienda (Figura 3).

<sup>3</sup> Hugo Martín Domínguez & Fernando Sáez Vacas, "Domótica: Un enfoque socio técnico", E.T.S.I de Telecomunicación, 1ra ed., Universidad Politécnica de Madrid, España, 2006.



## 2.2 FUNDAMENTOS DE LA DOMÓTICA

El término domótica proviene de la unión de las palabras domus (casa) y tica (automática) y se entiende como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un espacio o recinto. En términos generales, un sistema domótico está compuesto por una red de comunicación que permite la interconexión de una serie de dispositivos con el fin de recopilar información sobre el entorno en que fue instalado y, basado en estos parámetros, realizar acciones sobre este entorno. Los denominados elementos de campo – detectores, sensores, captadores y actuadores – transmiten las señales a una unidad centralizada inteligente donde se procesa la información recibida a través de ciertos parámetros preestablecidos (programados) para luego efectuar cambios sobre determinados circuitos de potencia relacionados directamente con los elementos de campo correspondientes<sup>4</sup>.

En la actualidad, una vivienda promedio tiene como mínimo treinta electrodomésticos o gadgets (micro ondas, lavadoras, secadoras, equipos de música, dispositivos de imagen, dispositivos de climatización, etc.), todos con controles independientes, niveles de complejidad y lógica distintos. La domótica pretende reemplazar los controles independientes y unificarlos para que la gestión de todos se pueda realizar desde una unidad central que a su vez puede ser gestionada por medio de un dispositivo móvil, o bien, ser activados por medio de comandos de voz dentro del recinto. Esto abre las puertas a un mundo de posibilidades infinitas, por ejemplo: se podrían encender las luces de una casa no habitada o la televisión con el fin de disuadir a posibles delincuentes. También se puede manipular la calefacción o aire acondicionado para que la ambientación sea la apropiada cuando se entre en la vivienda: lo que antes era ciencia ficción es ahora una realidad inminente. La domótica es una ciencia técnica que propone volver inteligentes los edificios y viviendas particulares.

---

<sup>4</sup> [www.prezi.com/rciq7avbvfk/fundamentos-de-domotica/](http://www.prezi.com/rciq7avbvfk/fundamentos-de-domotica/) “Manuel J. del Pino”, “Fundamentos de la Domótica” – Link visitado 23 de agosto de 2015.

Una casa inteligente supone estar fresca en verano y caliente en invierno, ahorrar energía y, en general, someterse a las órdenes de sus ocupantes.

### 2.2.1 Dispositivos de una instalación domótica

El número de dispositivos que forman parte de una instalación domótica depende de la magnitud de la instalación, es decir del grado de automatización que se desea obtener. Puede estar conformada por un único dispositivo que realice una sola acción hasta robustos sistemas que controlen todas las instalaciones dentro de una vivienda. Esta amplia gama de dispositivos se clasifican en cinco grupos:

#### 2.2.1.1 Controladores



*Fig. 4 Ejemplo de un controlador*

El controlador recibe la información recogida por los distintos sensores dispuestos en una instalación y envía órdenes a los actuadores conforme la lógica incorporada al mismo. Las funciones de un controlador son varias y pueden ir desde un simple temporizador para un electrodoméstico o un termostato para un sistema de aire acondicionado, hasta sofisticados sistemas basados en

escenarios que regulan de una forma coordinada todos los elementos dentro de la vivienda en base a variables como: temperatura, humedad, luminosidad, ruido, etc. El controlador domótico debe ser compatible con distintas tecnologías y protocolos usados por los distintos dispositivos que formaran parte de la instalación.

#### ✓ Controlador PLC

Por sus siglas en inglés Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable). También se conocen como autómatas, la principal característica de este tipo de controladores

domóticos es no estar pre-programados siendo tarea de un programador profesional la configuración desde cero del controlador. Una de las grandes ventajas de los PLC's es que al estar dotado de funciones lógicas pueden ser usados para llevar a cabo casi cualquier tarea sin importar cuan complejas estas sean, siempre y cuando se lleve a cabo la programación apropiada para el mismo, lo que puede resultar de gran complejidad y tener elevados costos.

Para el uso e implementación de un PLC, se recomienda que el recinto donde se hará la instalación se encuentre en fase de construcción porque un controlador de este tipo requiere la instalación de mucho cableado y de un espacio correctamente acondicionado para su funcionamiento.

Comúnmente los controladores PLC están conectados a una computadora personal, la cual tiene instalado un software de gestión domótico que permite la configuración de parámetros y realizar todos los ajustes necesarios en el sistema de forma gráfica.

#### ✓ Controlador Domótico Pre-Programado

Este tipo de controlador para domótica a diferencia de los PLC es pre-programado y configurado por el fabricante del mismo para el desarrollo de las diferentes tareas de automatización a las que dará soporte. El hecho de que un controlador sea pre-configurado no limita la amplia gama de automatizaciones de la que estos son capaces, existen muchos fabricantes de estos dispositivos, los cuales ponen a disposición en el mercado diferente tipos de controladores que tienen funciones muy diversas las cuales varían de acuerdo al costo del mismo. Este tipo de controladores comúnmente están dotados de interfaces de conexión web lo que hace posible que su gestión se lleve a cabo de forma inalámbrica y dependiendo del fabricante a través de una aplicación nativa para dispositivos móviles.

En la actualidad los controladores pre-programados han ganado popularidad en relación a los PLC'S, convirtiéndose en la opción más utilizada para los sistemas domóticos.

Esto se debe a que su configuración e instalación no implica un nivel de complejidad tan alto y requieren mucho menos cableado, volviéndose de esta manera más económicos y al mismo tiempo mejorado la estética del sistema lo cual es necesario, más aun si se requiere hacer una instalación con el mínimo de obras de remodelación posibles.

#### ✓ Controladores Libres y Propietarios

Los controladores se clasifican en libres y propietarios según la tecnología y protocolos de comunicación en los que los fabricantes se hayan basado para su desarrollo. La diferencia fundamental entre un controlador libre y uno propietario radica principalmente en que uno de naturaleza libre podrá ser utilizado en cualquier instalación para establecer comunicación y realizar la gestión de un gran número de dispositivos sin importar que sean de una marca o fabricante distinto al del controlador. Esto se debe a que usan métodos y protocolos estándares de comunicación, que son utilizados alrededor del mundo por muchos fabricantes con el fin de que sus productos puedan ser utilizados en diversos proyectos de domótización.

A diferencia de los anteriores, los controladores propietarios están atados a licenciamientos por parte de los fabricantes lo que significa que podrán utilizarse con dispositivos o software del mismo fabricante o de otro que haya sido dispuesto y autorizado mediante el uso de su misma licencia. A continuación se presentan algunas de las marcas más populares y reconocidas de controladores tanto libres como propietarios:

Libres:



*Fig. 5 Controladores Libres*

Propietarios:



*Fig. 6 Controladores Propietarios*

### 2.2.1.2 Actuadores



*Fig. 7 Ejemplos de actuadores*

Los actuadores son un conjunto de dispositivos cuya función es modificar el estado de equipos o instalaciones, el corte de suministro de gas o agua, el envío de una señal de alarma a una central de seguridad, etc. Estos dispositivos están distribuidos por la vivienda y, dependiendo del modelo, sensores y actuadores pueden estar integrados en un mismo dispositivo. En el mercado hay una amplia gama de actuadores los cuales ofrecen diferentes tipos de funciones y sus precios están definidos por este mismo factor, entre los más comúnmente utilizados se encuentran: los contractores (o rieles de carril) cuyos usos son

variados y son comúnmente utilizados en persianas y toldos, los contractores para la base de enchufe, las electroválvulas de corte de suministro, las válvulas de zonificación y sirenas o elementos zumbadores para el aviso de una alarma en curso.

✓ Actuador: Relés

Un relé es un interruptor eléctrico o electrónico basado en un circuito de acoplamiento que permite la utilización de potencias importantes a la carga (salida) a través de pequeñas señales de control en la entrada, a la vez que sirve como interfaces de protección por aislamiento ante posibles problemas eléctricos. Los relés más sencillos y los más utilizados son los de tipo electromecánico de armadura.

✓ Relés de Tamaño reducido.

Este tipo de relé son los más usados por la domótica e inmótica su reducido tamaño los vuelve ideales para su incorporación en cuadros eléctricos o cajas de distribución de mecanismos

✓ Elementos De Protección

- Disyuntores: Son interruptores o bloqueadores, que aíslan la corriente de potencia de entrada de los diferentes sistemas eléctricos controlados. Deben ser instalados en un circuito antes del contratador.
- Relé Térmico: Protege los diferentes dispositivos ante una sobre alimentación de electricidad. Deben ser instalados después del contratador, de esta manera brinda seguridad en caso de que uno de sus contactos deje de funcionar.

✓ Contractores

El contratador, como el relé, está pensado para trabajar como interruptor automático, pero con corrientes y tensiones más elevadas. Los contactos principales son los destinados a las maniobras del circuito de potencia de los montajes tales como alimentación de motores

eléctricos, calefactores, electrodomésticos. El circuito electromagnético, la bobina, la espira realizan idéntica función a la del relé; la diferencia estriba en el tamaño.

Tanto relés como contactores son elementos clave para la realización de circuitos de mando y de fuerza, tanto en la implementación de automatismos eléctricos como en los basados en tecnologías programables, usados como elementos de pre accionamiento.

#### ✓ Servomotores

Son motores de corriente continua, que tienen la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición. Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control. Los servomotores se utilizan frecuentemente en sistemas de radio control, robótica, domótica e inmótica.

#### ✓ Electroválvulas

En el entorno de la domótica estos elementos son habituales para permitir el corte o suministro de agua, gas, etc. a las diversas instalaciones y equipos que los utilizan como agua potable, calefacción, riego, piscinas y electrodomésticos.

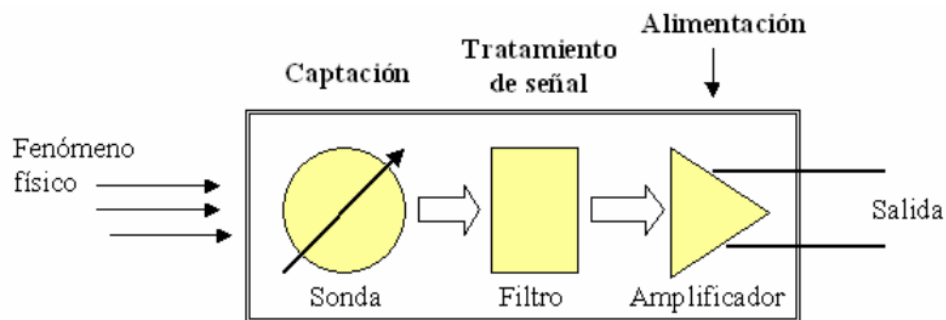
Se utilizan habitualmente electroválvulas del tipo "normalmente abiertas" para las aplicaciones de larga utilización y baja peligrosidad, y electroválvulas "normalmente cerradas" en aplicaciones donde se requiera cierta seguridad o baja utilización.

#### ✓ Avisadores Acústicos

Generalmente están asociados a sistemas de alarmas, para alertar de eventos y conseguir que los responsables atiendan el suceso o, por otra parte, persuadir a posibles intrusos o agresores. Sin embargo, la utilización de este tipo de señales también puede cubrir en ocasiones

funciones de aviso horario, presencia de visitas, llamadas telefónicas, u otro tipo de eventualidades. Los elementos acústicos de interior son colocados con el fin de dar aviso a las personas que puedan estar a cargo de la instalación de seguridad o al usuario. Estos pueden ser zumbadores, timbres y campanas, etc.

### 2.2.1.3 Sensores



*Fig. 8 Esquema general de un sensor*

Los sensores son dispositivos que están formados por células que constantemente monitorizan el entorno en el que ha sido instalado y detectan variaciones en una magnitud física, captan la información del suceso y la convierte en señales útiles para un sistema de control (controladores).



*Fig. 9 Ejemplos de sensores*

Existen una gran cantidad de sensores disponibles en el mercado que tienen diferentes aplicaciones en distintos campos. En las domóticas el uso de sensores es imprescindible porque son los encargados de proveer la información en base a la cual los actuadores y demás



dispositivos modifican su comportamiento o estado según los parámetros que hayan sido establecidos.

#### ✓ Sensor De Humo

Un Sensor de Humos es un dispositivo que detecta la presencia de humo en el aire y emite una señal que podemos llevar al módulo de control domótico y mediante la programación adecuada lanzar las salidas correspondientes: activar una señal acústica (sirena) avisando del peligro de incendio, emitir un aviso telefónico a una central de alarmas, poner en marcha el sistema de extinción,... de manera aislada o combinada. Según el método de detección que usan pueden ser de dos tipos: Ópticos o Iónicos, aunque algunos usen los dos mecanismos para aumentar su eficacia.

Ópticos: De rayo infrarrojo: compuestos por un dispositivo emisor y otro receptor. Cuando se oscurece el espacio entre ellos debido al humo sólo una fracción de la luz emitida alcanza al receptor provocando que la señal eléctrica producida por éste sea más débil y se active la alarma.

Iónicos: Este tipo de detector es más barato que el óptico y puede detectar partículas que son demasiado pequeñas para influir en la luz.

Está compuesto por una pequeña cantidad del isótopo radioactivo americio-241 que emite radiación alfa. La radiación pasa a través de una cámara abierta al aire en la que se encuentran dos electrodos, permitiendo una pequeña y constante corriente eléctrica. Si entra humo en esa cámara se reduce la ionización del aire y la corriente disminuye o incluso se interrumpe, con lo que se activa la alarma.

Si es un detector que utiliza pilas, éstas se gastan, y el detector deja de funcionar, con lo que se vuelve inservible. Para evitarlo, algunos están diseñados para emitir una señal de baja batería. También es posible que incorporen un botón de prueba, lo que permite verificar su funcionamiento. Los que no lo tienen pueden ser probados usando humo artificial.

✓ Sensor De Presencia (Pir)

El sensor de Presencia (PIR) - Pasivo Infrarrojo - reacciona sólo ante determinadas fuentes de energía tales como el cuerpo humano. Estos captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor. Con objeto de lograr total confiabilidad, algunas marcas integran además, un filtro especial de luz que elimina toda posibilidad de falsas detecciones causadas por la luz visible (rayos solares), así como circuitos especiales que dan mayor inmunidad a ondas de radio frecuencia. Cuando un sensor de Presencia se activa (ej.: una persona pasa cerca de su radio de acción), se cierra el circuito y nos envía una señal al sistema domótico al que lo tengamos conectado.

✓ Detectores Magnéticos Para Puertas Y Ventanas

Los detectores magnéticos, son muy simple construcción. Se colocan en ventanas y puertas para registrar su estado de apertura o cierre. En general constan de dos partes bien diferenciadas. Una, que consiste en un imán permanente; la otra, que incluye la electrónica correspondiente, está formada por un contacto del relé Reed (libre de potencial). El imán se suele colocar en la parte móvil, y la formada por el relé y la electrónica se suele alojar en el marco de puertas y ventanas o en el suelo. Estos sensores pueden emplearse para el control de calefacción y en la detección de alarmas por intrusión.

✓ Sensor de Barreras Infrarrojas

Estos equipos están constituidos por un emisor de rayos infrarrojos y un receptor que forman (verticalmente) una barrera invisible; la interferencia de algún cuerpo opaco en la continuidad de los rayos activará los dispositivos de alarma. Su principal ventaja es que son de rápida

instalación, difícil de anular y su inconveniente la no adecuación a terrenos accidentados, con animales grandes y su considerable mantenimiento.

#### ✓ Sensor Crepuscular (Iluminación)

El sensor crepuscular mide la intensidad de luz ambiente y envía una señal cuando esta es inferior a una luminosidad patrón previamente marcada. En un sensor crepuscular acotado por ejemplo a 50 lux, cuando la luminosidad baje de 50 (es decir si "es de noche") se cierra el circuito y nos envía una señal al sistema domótico al que lo tengamos conectado. De la misma forma cuando la luminosidad supere los 50 luxes (es decir "si es de día") el circuito se abre y desactiva la señal.

Son muy útiles para automatizar de forma natural la subida y bajada de persianas, activación del sistema automático de encendido de luces o como control para encendido de luces como condición previa (ej.: la luz del garaje se enciende al abrir la puerta del garaje solo si es de noche).

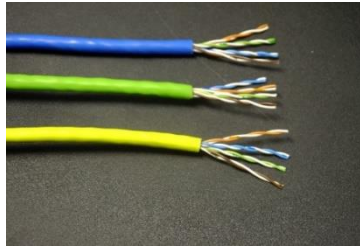
#### ✓ Sensor De Lluvia

Un sensor de lluvia ofrece una señal binaria cuando se detecta que se ha producido la caída de gotas de lluvia en cantidad suficiente. La utilización está relacionada con el riego de jardines, recogida de toldos, cierres de persianas, etc.

#### 2.2.1.4 Bus

El bus es el medio de transporte que se ocupa para que la información sea transportada, ya sea señales que ha sido captadas por un sensor y necesitan ser transmitidas al controlador para su análisis o bien puede ser una acción que el controlador ha determinado que necesita llevarse a cabo debido a la información recibida y necesita ser transportada a los actuadores.

Esta información puede transportarse por medio de un cableado propio, la red de otro sistema (eléctrica, telefónica o datos) o de forma inalámbrica.



*Bus cableado (UTP)*



*Bus Inalambrico (WIFI)*

*Fig. 10 Ejemplos de Buses*

### 2.2.1.5 Interfaz

Son dispositivos que muestran la información y permiten al usuario controlar o ajustar de manera gráfica los parámetros de comportamiento del sistema.



*Fig. 11 Ejemplo de una interfaz*

Desde la interfaz el usuario puede programar y controlar todos los sensores y actuadores en la vivienda. Años atrás las formas de interactuar con el sistema domótico eran muy limitadas, se podían operar únicamente de manera local a través de una pequeña pantalla y teclado instalados en la vivienda. En la actualidad se cuenta con muchas más alternativas: interfaces con reconocimiento y activación por voz accesibles por redes telefónicas, interfaces web que son accesibles a través de cualquier dispositivo con acceso a internet lo que elimina la limitación de la operatividad local. Las nuevas tecnologías abren las puertas a un mundo de posibilidades cuando a domótica se refiere porque el usuario puede tener un control integral e instantáneo de su vivienda aun cuando no se encuentre en ella.

## 2.2.2 Arquitectura de una instalación domótica<sup>5</sup>

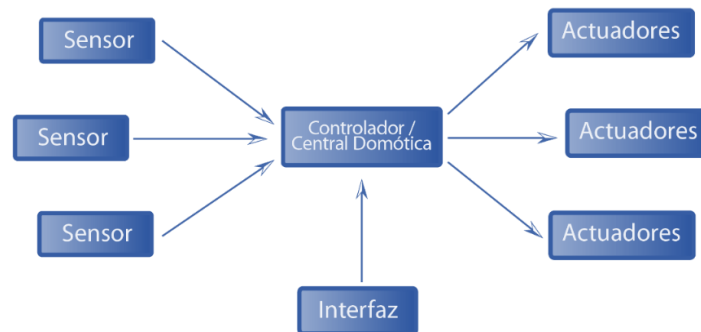
La arquitectura de un sistema domótico hace referencia a la manera en que sus componentes están organizados, es decir a la estructura de su red. La clasificación se basa en donde reside la inteligencia de un sistema domótico. Con base a la premisa anterior podemos distinguir dos arquitecturas básicas, las cuales son: arquitectura centralizada y arquitectura distribuida.

De estas se derivan la arquitectura descentralizada, que tiene muchos aspectos en común con la distribuida, y la arquitectura mixta, que es una combinación de las centralizadas y las distribuidas<sup>6</sup>.

### 2.2.2.1 Arquitectura Centralizada

Este modelo está organizado de manera que el controlador sea el eje central del sistema, recibiendo información de los sensores para ser analizada y, posteriormente, enviar una orden a los actuadores (según la configuración que haya sido establecida por el usuario). En el modelo centralizado, el controlador es el centro neurálgico de toda la vivienda y si este llegase a fallar todo el sistema dejaría de funcionar, como se muestra en la Figura 4. En cuanto al cableado e instalación cabe destacar que no es compatible con una instalación eléctrica convencional por lo que se debe disponer su cableado en la fase de construcción.

*Fig. 12 Esquema de una arquitectura centralizada*



<sup>5</sup> Hugo Martín Domínguez & Fernando Sáez Vacas, "Domótica: Un enfoque socio técnico", E.T.S.I de Telecomunicación, 1ra ed., Universidad Politécnica de Madrid, España, 2006.

<sup>6</sup> [www.domotica7.blogspot.com/p/arquitectura-y-elementos-de-instalacion.html](http://www.domotica7.blogspot.com/p/arquitectura-y-elementos-de-instalacion.html) – Link visitado 28 de agosto de 2015.

### ✓ Ventajas

Este tipo de sistemas son los favoritos cuando se trata de instalaciones grandes o con requerimientos muy rigurosos por su versatilidad y flexibilidad de programación haciendo posible los más exigentes deseos de los clientes. Son sistemas muy robustos y poseen una gran inteligencia ya que suelen ser administrados por procesadores muy potentes, lo que los hace ideales para instalaciones de gran complejidad donde es necesario procesar una gran cantidad de información a gran velocidad.

### ✓ Desventajas

Siendo un sistema centralizado, el centro neurálgico de toda la instalación, encargado de mantener funcionando todo el sistema y dispositivos es el controlador. Si este controlador llegase a quedar fuera de servicio la integridad de todo el sistema se vería comprometida y dejaría de funcionar hasta que la falla sea reparada.

### ✓ Marcas y Protocolos

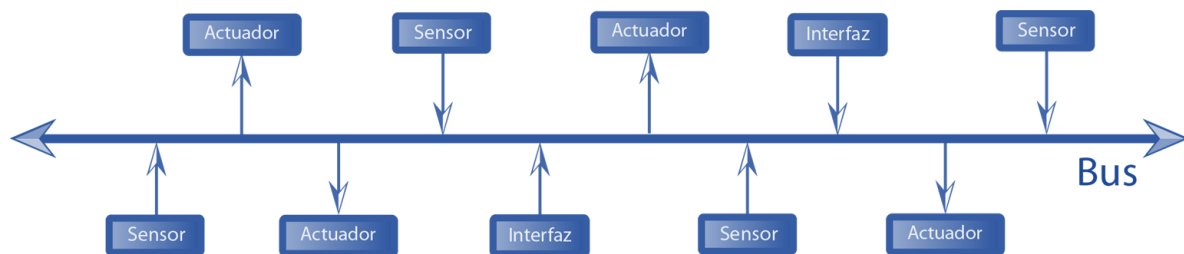
Es la más utilizada por los sistemas propietarios donde las diferentes marcas desarrollan sus propios protocolos y no tienen ataduras ni alianzas; en muchos casos su compatibilidad de integración con otros sistemas es muy limitada. Algunos ejemplos de grandes marcas propietarias son: Vantage, AMX, RTI, Crestron, Control4, Savant, etc.



*Fig. 13 Marcas que usan arquitectura centralizada*

### 2.2.2.2 Arquitectura Distribuida

La principal característica de este modelo radica en que cada sensor y actuador es, a su vez, un controlador capaz de actuar y enviar al sistema información que ha sido captada por sí mismo o haya recibido de otros dispositivos del sistema. Este tipo de configuración suele ser típica de los sistemas que hacen uso de redes inalámbricas; es ideal para instalaciones pequeñas como las de una vivienda, donde no se requiera un nivel de integración tan avanzado. Es adecuado para personas que quieren adentrarse en el mundo de la pues su instalación requiere una inversión mínima y se amplía según necesidad.



*Fig. 14 Esquema de arquitectura distribuida*

#### ✓ Ventajas

Cada elemento o dispositivo tiene autonomía propia, lo que proporciona una gran seguridad al sistema ante cualquier posible falla que pueda presentarse: si una parte del sistema deja de funcionar solo se verán afectadas las funciones que están ligadas a ella, permitiendo que las demás sigan funcionando con total normalidad. Además su modularidad hace sumamente versátil una futura ampliación o reforma pues no es necesario llevar las nuevas instalaciones de cableado hasta un rack eléctrico central.

#### ✓ Desventajas

La autonomía e inteligencia repartida en pequeños dispositivos que tienen procesadores de muy baja capacidad limitan la posibilidad de obtener gran potencia del sistema y para cualquier función, así sea muy lógica o simple, se tendrá que comprar un módulo capaz de

ejecutarla. De igual manera, muchos de los elementos están pre programados por lo que para ciertas funciones específicas no suelen ser demasiado flexibles.

### ✓ Marcas y Protocolos

Esta arquitectura es la utilizada por excelencia por los sistemas estándar aunque también es utilizada por algunos sistemas propietarios. Algunos ejemplos de marcas y protocolos libres que usan esta arquitectura son: KNX, Lonworks, Dynalite, EnOcean, Hdl, etc.



Fig. 15 Marcas que usan arquitectura distribuida

### 2.2.2.3 Arquitectura Descentralizada

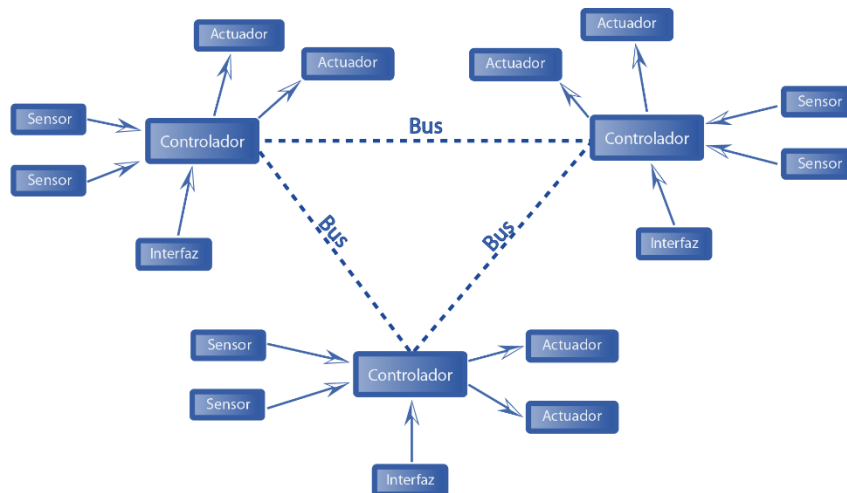


Fig. 16 Esquema de arquitectura descentralizada

En un sistema domótico descentralizado existen varios controladores que están conectados a sensores y actuadores, que a su vez están conectados por medio de un BUS. Este modelo nació por la necesidad de optimizar el acceso o conexión con ciertos dispositivos que poseían



protocolos y requerimientos distintos de los fabricantes. Al igual que en el modelo centralizado, los controladores reciben información de los sensores para ser analizada por el controlador al cual están interconectados y, posteriormente, envían una orden a los actuadores según la configuración que haya sido establecida por el usuario por medio de la interfaz. A diferencia del modelo centralizado, este sistema, al no tener un elemento central de control ante el fallo o avería de un controlador, no se inutiliza en su totalidad puesto que solo quedarán fuera de servicio las funciones que tenga a cargo ese controlador; el resto del sistema sigue operando con las funciones que no están a cargo del elemento de control que ha quedado fuera de servicio.

#### 2.2.2.4 Arquitectura Híbrida o Mixta

Un sistema domótico basado en una arquitectura mixta combina las arquitecturas de los sistemas distribuidos, centralizados o descentralizados, por lo que puede disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados y los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores, a su vez, también pueden procesar información. Según el programa o configuración pueden actuar de acuerdo a esta información enviándola a otro dispositivo en la red sin que necesariamente tenga que pasar por otro controlador. Al igual que en el modelo distribuido, esta arquitectura es característica de sistemas basados en Zigbee los cuales son totalmente inalámbricos.

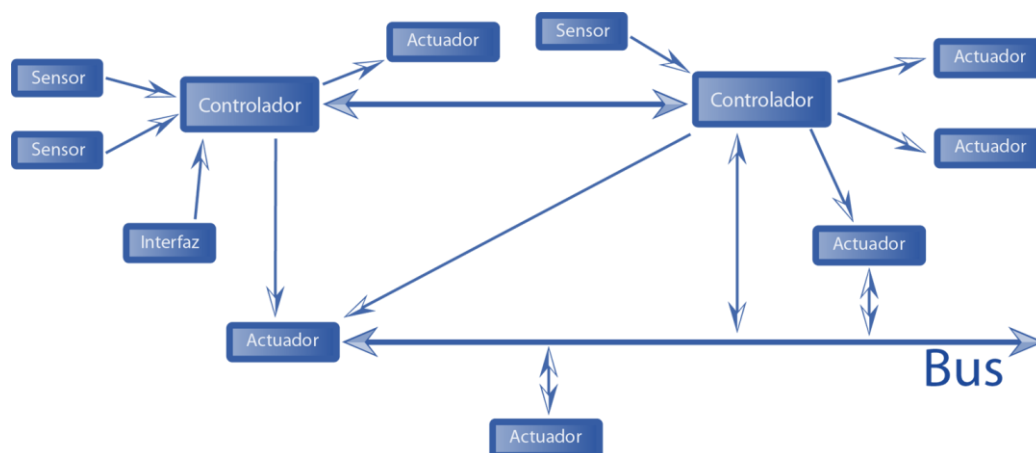


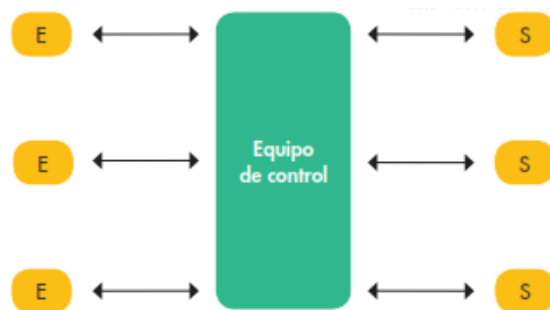
Fig. 17 Esquema de arquitectura híbrida o mixta

### 2.2.3 Topología de Red de un Sistema Domótico<sup>7</sup>

Esto se refiere a la forma en que está diseñada la red física y, por las características de su hardware o de su software respectivamente, depende del sistema de control que se emplee y del cableado que se tienda en función de los requerimientos del sistema. Es una representación gráfica de la manera en que los enlaces y dispositivos se comunican entre sí, los cuales son comúnmente llamados nodos. La topología de red engloba la configuración de interconexión, distancias, y conexiones físicas de los nodos; las tasas de transmisión y tipos de señales no forman parte de la topología aunque pueden verse afectados por la misma. En la actualidad para aplicaciones domóticas se utilizan comúnmente tres topologías de red: estrella, anillo y bus<sup>8</sup>.

#### 2.2.3.1 Topología de Estrella

*Fig. 18 Esquema de topología de estrella*



Es una configuración utilizada en los sistemas de control centralizados, donde existe únicamente un equipo de control (EC) encargado del análisis de toda la información al que todos los dispositivos actuadores y sensores deben estar interconectados y ser capaces de transmitir datos. Cuando se detecta una orden en cualquiera de sus entradas (E), se activa la salida (S) o salidas correspondientes según su programación. Una topología en estrella es

<sup>7</sup> [www.mhe.es/cf/c\\_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446\\_catalogo%20promocional.pdf](http://www.mhe.es/cf/c_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446_catalogo%20promocional.pdf) "Leopoldo Molina González", "Instalaciones domóticas y sus topologías de red" – Link visitado 28 de agosto de 2015.

<sup>8</sup> Hugo Martín Domínguez & Fernando Sáez Vacas, "Domótica: Un enfoque socio técnico", E.T.S.I de Telecomunicación, 1ra ed., Universidad Politécnica de Madrid, España, 2006.

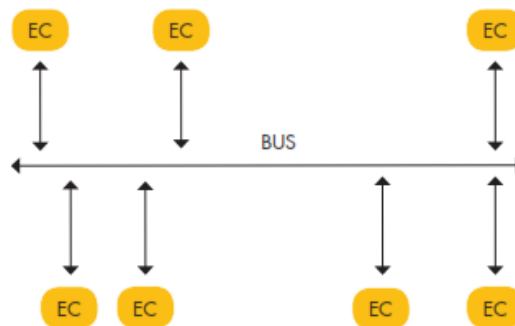
más económica porque cada dispositivo necesita únicamente un enlace, un puerto de entrada y salida para conectarse a cualquier número de dispositivos. Para su instalación son necesarios significativamente menos cables y la conexión, desconexión o traslado de dispositivos afecta a un solo nodo. Esta configuración es muy flexible ya que puede operar bajo distintas velocidades de transmisión y protocolos de comunicación, lo cual facilita la localización de fallas.

### 2.2.3.2 Topología de Anillo

En esta configuración cada equipo de control (EC) está conectado a otros para formar un anillo. La comunicación entre los equipos de control comúnmente es de forma unidireccional, lo que facilita la comunicación aunque puede ser bidireccional según sea el caso. Este método simplifica el envío de información a todos los equipos de control, con la única agravante que una falla de los equipos de control puede resultar catastrófica, inutilizando toda la red.

### 2.2.3.3 Topología de Bus

*Fig. 19 Esquema de topología de bus*



Esta configuración requiere que todos los componentes de la red tengan estructura de equipos de control (EC) y se conectan a un elemento llamado bus, que está compuesto por un par de conectores.

El bus es el medio de comunicación por el cual circula toda la información entre los componentes y dispositivos de toda la red, y en algunos casos también es utilizado para alimentar de manera electrónica los elementos conectados a él. Todos los dispositivos y elementos transmiten y reciben información a través de la misma línea de bus, razón por la cual los componentes conectados al bus deben poseer una identificación con la cual se etiqueta la información transmitida según su origen y destino facilitando su direccionamiento.

#### 2.2.4 Medios de Transmisión

Un sistema domótico depende en su totalidad de la capacidad de los dispositivos controladores, sensores y actuadores de intercambiar información entre sí. No se puede decir con exactitud cuál es el mejor, se debe analizar los requerimientos y necesidades de cada instalación en particular para determinar cuál es la mejor solución para una instalación domótica. Según su nivel tecnológico los medios de transmisión se clasifican en: corrientes portadoras, soporte metálico, fibra óptica, conexión sin hilos (inalámbrica).

##### 2.2.4.1 Corrientes Portadoras

Estos sistemas utilizan las líneas de distribución de energía para la transmisión de datos. Este método no es el más recomendable porque la red eléctrica podría llegar a interferir o distorsionar la señal teniendo como resultado una actuación errónea del sistema domótico. Es una alternativa muy utilizada cuando se dispone de un presupuesto limitado ya que la instalación de un cableado propio para el sistema domótico puede tener un alto costo considerando que podría ser necesario realizar obras adicionales en la vivienda si esta no está en la fase construcción.

#### 2.2.4.2 Soporte Metálico

La información se transmite a través del cable en forma de ondas electromagnéticas (corrientes eléctricas alternas de alta frecuencia), el metal más utilizado es el cobre, cuya conductividad es buena y su costo es alcanzable. Este tipo de sistema no requiere de alta capacidad cuando no se necesitan cubrir distancias. Existen dos tipos de cables metálicos: par metálico y coaxial.

##### ✓ Par Metálico

Los cables formados por varios conductores dan soporte a un amplio rango de aplicaciones en el entorno doméstico, se puede transportar voz, datos y corriente continua. Los cables de pares están formados por la combinación de distintos conductores como: cables de un solo conductor con aislamiento exterior plástico, par de cables formados por varios hilos de cobre, par apantallado y par trenzado. La combinación de estos tipos forman los cables más utilizados, los cuales son:

- UTP (Unshielded Twisted Pair), consiste en un par trenzado que no está apantallado.
- STP (Shielded Twisted Pair), al igual que el UTP está formado con un par trenzado pero este está apantallado lo que lo hace bastante voluminoso.
- FTP (Foil Twisted Pair), para reducir el precio del STP se utiliza una pantalla formada por una capa de papel aluminio en lugar de una malla de cobre con lo que se consigue reducir precio y diámetro.

##### ✓ Cable Coaxial

Tiene un mejor apantallamiento, lo que lo hace idóneo para cubrir grandes distancias o grandes capacidades. El cable coaxial está formado por un núcleo de cobre recubierto de un material aislante; el aislante está cubierto con una pantalla de material conductor que según el tipo de cable y calidad del mismo puede estar formada por una o dos mallas de cobre, un

papel aluminio o ambos. El cable coaxial más utilizado actualmente es el de 75 ohmios de impedancia que no es ni más ni menos que el cable de antena de televisión.

#### 2.2.4.3 Fibra Óptica

La fibra óptica está formada por un material dieléctrico transparente conductor de luz compuesto por un núcleo con un índice de refracción menor que el del revestimiento que envuelve al núcleo. La luz transportada es generalmente infrarroja y por esta razón no es visible por el ojo humano. La utilización de fibra óptica proporciona grandes ventajas como: fiabilidad en la transferencia de datos, inmunidad ante interferencias electromagnéticas y elevadas velocidades de comunicación y trasmisión. La principal desventaja de una instalación con fibra óptica es su costo, porque el precio de los cables y conectores suele ser muy elevado.

#### 2.2.4.4 Conexión sin Hilos o Inalámbricas

##### ✓ WIFI

Es un sistema de envío de información y datos bajo redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables. Existen varios tipos de WIFI basado en cada uno de los estándares IEEE 802.11 aprobado. Los más utilizados por la domótica son: los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, e IEEE 802.11n; estos tienen una gran aceptación a nivel mundial debido a que la banda de 2.4GHz está disponible para casi todo el mundo, con un velocidad de hasta 11Mbps, 54Mbps y 300Mbps respectivamente.

En la actualidad se usa también el estándar IEEE 802.11a conocido también como WIFI 5, que opera bajo la banda de 5GHz, la cual ha sido habilitada recientemente y son muy pocas las tecnologías que la utilizan por lo que las interferencias son mínimas. Su alcance es un poco menor que la banda de 2.4GHz debido a que la frecuencia es mayor.

### ✓ GPRS

Una conexión GPRS está establecida por la referencia a su nombre del punto de acceso (APN). Para fijar una conexión de GPRS para un módem inalámbrico, un usuario de especificar un APN, opcionalmente un nombre y contraseña de usuario y muy raramente una dirección IP, todo proporcionado por el operador de red. La transferencia de datos GPRS se cobra por volumen de información transmitida (en kilo o megabytes) mientras que la comunicación de datos a través de conmutación de circuitos tradicionales se factura por minuto de tiempo de conexión, independientemente de si el usuario utiliza toda la capacidad del canal o está en un estado de inactividad. Por este motivo, se considera más adecuada la conexión conmutada para servicios como la voz que requiere un ancho de banda constante durante la transmisión, mientras que los servicios de paquetes como GPRS se orientan en tráfico de datos.

### ✓ Bluetooth

Se denomina Bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, con una cobertura baja y basada en transceptores de bajo coste. Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANS) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz; los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores.
- Posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

### ✓ Radiofrecuencia

También denominada espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro magnético, situado entre 3 Hz y unos 300 GHz. El Hertz es la unidad

de medida de la frecuencia de las ondas y corresponde a un ciclo por segundo. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena. Esta tecnología se ha aplicado a la transmisión de señales y datos en la vivienda, a partir de la gran difusión de los teléfonos portátiles y de telemandos. En principio este medio de transmisión puede parecer ideal para el control y la transferencia de datos de un sistema domótico, ya que presenta una gran flexibilidad de uso. Pero tiene un inconveniente: alto grado de sensibilidad a las perturbaciones producidas por ondas electromagnéticas que producen los equipos domésticos y los demás medio de transmisión.

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
			< 3 Hz	> 100.000 km
Extra baja frecuencia Extremely low frequency	ELF	1	3-30 Hz	100.000–10.000 km
Super baja frecuencia Super low frequency	SLF	2	30-300 Hz	10.000–1.000 km
Ultra baja frecuencia Ultra low frequency	ULF	3	300–3.000 Hz	1.000–100 km
Muy baja frecuencia Very low frequency	VLF	4	3–30 kHz	100–10 km
Baja frecuencia Low frequency	LF	5	30–300 kHz	10–1 km
Media frecuencia Medium frequency	MF	6	300–3.000 kHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia High frequency	HF	7	3–30 MHz	100–10 m
Muy alta frecuencia Very high frequency	VHF	8	30–300 MHz	10–1 m
Ultra alta frecuencia Ultra high frequency	UHF	9	300–3.000 MHz	1 m – 100 mm
Super alta frecuencia Super high frequency	SHF	10	3-30 GHz	100–10 mm
Extra alta frecuencia Extremely high frequency	EHF	11	30-300 GHz	10–1 mm
			> 300 GHz	< 1 mm

Fig. 20 Tabla de radiofrecuencias

#### ✓ Infrarrojos

La radiación infrarroja, radiación térmica o radiación IR es un tipo de radiación electromagnética de menor longitud de onda que la luz visible, pero mayor que la de las microondas. El responsable de la comunicación es un diodo emisor de luz en la banda de luz correspondiente a la zona infrarroja, sobre la que se superpone una señal que se modula de



forma conveniente con la información de control que necesitamos enviar. Como receptor actúa un fotodiodo y que separa de la señal infrarroja la información de control recibida.

El nombre infrarrojo significa por debajo del rojo, pues su comienzo se encuentra adyacente al color rojo de espectro visible. Los infrarrojos se pueden clasificar en:

- Infrarrojo cercano (0,78-1,1m).
- Infrarrojo mediano (1,1-15).
- Infrarrojo lejano (15-100).

Como es un medio de transmisión óptico está libre de las radiaciones electromagnéticas que producen los demás medios de transmisión, así como de las ondas electromagnéticas que emiten muchos de los equipos domésticos que existen en una vivienda. Una desventaja de estos sistemas es que otras fuentes de infrarrojos que puedan confundir al dispositivo que estemos controlando y que pueden proceder por ejemplo de diferentes sistemas de iluminación que emiten parte de su luz dentro de la zona infrarroja.

#### 2.2.5 Protocolos de Comunicación Domótica<sup>9</sup>

Los protocolos de comunicación son el lenguaje utilizado por los sistemas domóticos para la intercomunicación de todos los dispositivos. En la actualidad existe una amplia gama de protocolos de comunicación los cuales pueden ser utilizados según la configuración y necesidades de cada proyecto domótico en particular.

---

<sup>9</sup> [www.arqcompus-domotica.blogspot.com/2009/06/protocolos-de-comunicacion.html](http://www.arqcompus-domotica.blogspot.com/2009/06/protocolos-de-comunicacion.html) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

Algunos protocolos se han desarrollado específicamente para su uso en la domótica y otros han sido desarrollados para su uso en otras áreas pero han ido siendo adaptados según las necesidades para poder ser usados eficientemente en la domótica. Los protocolos pueden ser de dos tipos: estándar o abiertos y estándar bajo licencia o propietarios<sup>10</sup>.

### 2.2.5.1 Estándares Abiertos

Son protocolos que han sido desarrollados con la colaboración de varias compañías con el fin de unificar criterios. No existen patentes sobre el protocolo, de manera que cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos bajo este protocolo. Un sistema estándar nulifica el impacto al mercado cuando determinada empresa desaparece puesto que otras compañías pueden suplir el nicho vacante. Algunos de los protocolos abiertos más populares en la actualidad son:

#### ✓ KNX<sup>11</sup>

El Bus de Instalación Europeo (EIB o EIBus) actualmente llamado KNX es un sistema de domótica basado en un Bus de datos. A diferencia de X10, que utiliza la red eléctrica, KNX utiliza su propio cableado, con lo cual se ha de proceder a instalar las conducciones adecuadas en el hogar y para el sistema.

KNX puede ser utilizado en sistemas inalámbricos como los infrarrojos, radiofrecuencia o incluso empaquetado para enviar información por internet u otra red TCP/IP. KNX Association ha fusionado el antiguamente llamado EIB desde 1999 con otros



*Fig. 21 Logo KNX*

<sup>10</sup> [www.domotica-online.com/principales-estandares-en-domotica/](http://www.domotica-online.com/principales-estandares-en-domotica/) – Link visitado 25 de agosto de 2015.

<sup>11</sup> [www.wikipedia.org/wiki/KNX](http://www.wikipedia.org/wiki/KNX) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

dos existentes en el mercado Europeo (BatiBUS y EHS), dando lugar a KNX, que se ha establecido como una alternativas más utilizadas en automatización.

✓ Lonworks

Es una plataforma de control creada por la compañía norteamericana Echelon. Las redes Lonworks describen de una manera efectiva una solución completa a los problemas de sistemas de control. Forma parte de varios estándares industriales y constituye un estándar de facto en muchos segmentos del mercado del control.



Fabricantes, usuarios finales, integradores y distribuidores están presenciando una creciente demanda de soluciones de control que incluyan las capacidades que las redes de control Lonworks poseen. Como resultado, se han instalado millones de dispositivos en miles de instalaciones basadas en Lonworks.

✓ X10<sup>12</sup>

Desarrollado en Estados Unidos a finales de los años setenta para el control remoto de dispositivos eléctricos. Utiliza la línea eléctrica (220V o 110V) para transmitir señales de control entre equipos de automatización del hogar en formato digital. X10 es el sistema de domótica más extendido y utilizado en los hogares del mundo debido a su sencillez de instalación y a su fácil manejo que se adapta a todas las necesidades actuales de control domótico en los hogares.



*Fig. 23 Logo de X10*

<sup>12</sup> [www.wikipedia.org/wiki/X10](http://www.wikipedia.org/wiki/X10) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

A nivel físico hace uso de las líneas de baja tensión. La transmisión completa de una orden X-10 necesita once ciclos de corriente, que se divide en tres campos:

- Código de Inicio.
- Código de Casa (letras A-P).
- Código Numérico desde uno hasta dieciséis (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad, etc.)

#### 2.2.5.2 Estándares Proprietarios

##### ✓ UPB

UPB significa Universal Powerline Bus y es un protocolo para la comunicación entre dispositivos utilizados para la automatización del hogar. Utiliza la línea eléctrica de cableado para señalización y control.



*Fig. 24 Logo de UPB*

UPB fue desarrollado por PCS Powerline Systems of Northridge en California en el año 1999. Basado en el concepto del standar X10, UPB tiene una velocidad de transmisión mejorada y una mayor fiabilidad. Mientras X10 sin sistemas de filtros presenta una fiabilidad 70-80%, informes de UPB indican que tiene una fiabilidad de más de 99%.

Mientras que en el protocolo X10 estos datos digitales se codifican en pulsos de 120 kHz que se transmiten como ráfagas durante los relativamente tranquilos cruces por cero de la onda sinusoidal de 50 o 60 Hz en AC, el protocolo UPB funciona de manera diferente. El método de comunicación UPB consiste en una serie de pulsos eléctricos precisamente cronometrados (llamado Pulsos UPB) que se superponen en la parte superior e inferior de la onda de corriente alterna normal (onda sinusoidal). Los dispositivos UPB pueden detectar fácilmente y analizar estos pulsos UPB y decodificar la información digital de estos pulsos. Los Pulsos UPB Pulsos son generados mediante la descarga de un condensador (capacitor)

de alta tensión y luego descargando el voltaje del condensador en la línea eléctrica en un momento preciso. Esta descarga rápida del condensador crea una gran “pico” (o pulso) en la línea eléctrica que es fácilmente detectable mediante la recepción de los dispositivos UPB en la misma línea eléctrica.

✓ Z-WAVE<sup>13</sup>

Z-Wave es una tecnología de comunicación inalámbrica sin estandarizar. Sin embargo, existe la Alianza Z-Wave para garantizar la interoperabilidad de los dispositivos empleados.



*Fig. 25 Logo de Z-WAVE*

Trabaja en la banda de los 868MHz evitando la gran cantidad de emisoras en la banda de los 2,4GHZ y puede llegar a trabajar a 40 kbit/s pudiendo operar en rangos de hasta 30 metros en condiciones ideales. La topología de red es tipo malla y cada elemento se comporta como un nodo que puede ser receptor o emisor reenviando el mensaje. Permite realizar agrupaciones para asociar la misma funcionalidad a todos los elementos del grupo; igualmente permite el empleo de escenas. No obstante, el principal inconveniente es el elevado consumo eléctrico que lleva asociado ya que el hardware encargado de la comunicación está permanentemente activo. El sistema define dos tipos básicos de dispositivos:

- Controladores: Son aquellos que inician y envían los comandos de control necesarios a los diferentes nodos. Los controladores siempre son conocedores de la organización de toda la red con el objeto de poderse comunicar con cualquier nodo. El primer controlador que instalemos tomará el papel de controlador primario y será el encargado de crear la red. Solo puede existir un controlador primario por red Z-Wave. Existen dos tipos especiales de controladores: de instalador y puente.

<sup>13</sup> [www.ricveal.com/z-wave/](http://www.ricveal.com/z-wave/) – Link visitado 10 de septiembre de 2015.

- Esclavos: Aquellos que obedecen, ejecutan y responden a las órdenes de los controladores. Los esclavos son los dispositivos que reciben comandos, los ejecutan y responden. Un esclavo no puede intercambiar información directamente con otro esclavo.

#### ✓ JINI

JINI es una tecnología, desarrollada por Sun Microsystems, que proporciona un mecanismo sencillo para que diversos dispositivos conectados a una red puedan colaborar y compartir recursos sin necesidad de que el usuario final tenga que planificar y configurar dicha red.



*Fig. 26 Logo de JINI*

Al igual que el UPnP de Microsoft, JINI tiene un procedimiento, llamado “Discovery” para que cualquier dispositivo recién conectado a la red sea capaz de ofrecer sus recursos a los demás, informando de su capacidad de procesamiento y de memoria además de las funciones que es capaz de hacer (tostar el pan, sacar una foto digital, imprimir, etc.). Una vez consumado Discovery, se ejecutará el procedimiento “join”, asignándole una dirección fija, una posición en la red, etc.

La arquitectura está totalmente distribuida, ningún dispositivo hace el papel de controlador central o maestro de la red, todos pueden hablar con todos y ofrecer sus servicios a los demás. No es necesario el uso de un PC central que controle a los dispositivos conectados a la red. Igualmente, JINI puede funcionar en entornos dinámicos donde la aparición o desconexión de dispositivos sea constante.

Desde su lanzamiento y presentación en el año 1999 por Sun Microsystems, la tecnología JINI no está teniendo el éxito que se esperaba de ella. De hecho, la propia Sun Microsystems así lo ha reconocido. Algunos fabricantes de dispositivos achacan este fracaso a la actitud

que mantiene Sun Microsystems respecto a los derechos sobre el Java y su máquina virtual. Aunque cualquier fabricante puede usar el Java en infinidad de aplicaciones de sobremesa o embarcadas, realmente sólo Sun Microsystems o alguna empresa autorizada puede desarrollar la JVM.

## 2.2.6 Ventajas y Desventajas de Diversos Sistemas Libres

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<i>Domoticz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Descarga Gratuita</li> <li>-Código Abierto</li> <li>-Funciona en Windows, Linux y MacOS X.</li> <li>-Actualizaciones web constantes.</li> <li>-Aplicación nativa de iPhone y Android.</li> <li>-Liviano. Ha sido optimizado para consumir pocos recursos.</li> <li>-Open Hardware: puede sincronizarse con dispositivos de diferentes marcas.</li> <li>-Interfaz web basada en HTML5.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El hardware compatible aun es limitado debido a la disponibilidad de los desarrolladores para hacer pruebas en distintos dispositivos.</li> </ul>
<i>OpenHab</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Descarga Gratuita.</li> <li>-Código Abierto.</li> <li>-Actualizaciones constantes desde la web.</li> <li>-Funciona bajo ambientes Windows, MacOS X y Linux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Requiere de un entorno y hardware compatible con la plataforma Java. Ya que es un software basado puramente en Java.</li> </ul>
<i>Pilight</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Descarga Gratuita</li> <li>-Código Abierto</li> <li>-Completamente Modular</li> <li>-Liviano</li> <li>-WebUI Integrada</li> <li>-Webserver Integrado</li> <li>-Open Hardware</li> <li>-Funciona bajo Windows y Linux.</li> <li>-Aplicación de Android nativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La instalación y configuración puede resultar compleja.</li> <li>-Probado únicamente en distribuciones débían.</li> <li>-No está disponible para MacOS X.</li> <li>-No existe aplicación para iphone.</li> </ul>
<i>Pimatic</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Descarga Gratuita desde el repositorio de Github.</li> <li>-Interfaz Web de usuario sencilla y uniforme y responsive.</li> <li>-Expandible a través de plugins que agregan funciones.</li> <li>-Automatización de hogar por medio de reglas.</li> <li>-Open Hardware. Funciona con dispositivos de distintos fabricantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No existe aplicación nativa para móviles.</li> <li>-No existe una versión estable, aún se encuentra en versión beta.</li> </ul>

<i>Domotiga</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Descarga Gratuita desde el repositorio de Github.</li> <li>-Código Abierto</li> <li>-Open Hardware</li> <li>-Interfaz de Escritorio</li> <li>-Aplicación Nativa de iPhone y Android</li> <li>-Completamente Modular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Únicamente funciona en ambientes Linux</li> <li>-Se encuentra en etapa joven de desarrollo</li> <li>-No tiene mucho apoyo por parte de la comunidad de desarrolladores</li> </ul>
-----------------	--	---

El cuadro muestra ventajas y desventajas de algunos sistemas domóticos que tienen como principal característica el uso de software y hardware libre. El uso de software y hardware libre esta excepto de licencias por lo que son más económicos, pero esto no significa que sean siempre la mejor solución cuando se desea automatizar una vivienda ya que podrían tenerse inconvenientes como: ausencia de soporte técnico, el limitado número de funciones, la incompatibilidad con ciertos dispositivos o el alto nivel de complejidad para su configuración y puesta en funcionamiento.

### 2.3 APLICACIONES DE LA DOMÓTICA EN EL MUNDO

Películas y series animadas futuristas han alimentado durante muchos años los sueños que las personas tienen de llegar a vivir en un mundo tecnológico en el que la más mínima necesidad se soluciona con el toque de un dedo. Actualmente, la domótica incorpora nuevas tecnologías a las viviendas para facilitar el quehacer diario de sus habitantes, proponiendo todo tipo de aplicaciones que contribuyen al bienestar del usuario, su seguridad y la de las instalaciones, a la eficiencia energética y las comunicaciones.

Una óptima gestión energética se basa en satisfacer las necesidades de la vivienda con el mínimo coste posible. Para ello, se optimizan los recursos de los que dispone una vivienda como: electricidad, gas y agua distribuyendo el consumo de la forma más adecuada.



Los ámbitos de aplicación de la domótica son muchos y muy diversos, pueden ajustarse a las necesidades y presupuesto de cada usuario en particular haciendo uso de un gran número de dispositivos, disposiciones técnicas y tecnologías disponibles en el mercado que sin duda alguna podrá ser la solución a distintos problemas sin importar si se trata una instalación domótica que requiere un alto grado de complejidad y automatización, o bien si es una instalación pequeña para alguien que desee incursionar por primera vez en el mundo de la automatización residencial. Es imposible enumerar todas y cada una de las aplicaciones o usos que se le pueden dar a la domótica ya que, como se dijo anteriormente, dependiendo del tipo de configuración, del sistema y de los dispositivos que se elijan para una instalación los posibles beneficios, ventajas o utilidades que se tengan a partir de la misma son innumerables. Es por esto que se agruparan las aplicaciones de la domótica en cuatro grupos los cuales son: control de iluminación, control de confort térmico, control de elementos de cierre y protección, comunicación, mobiliario y electrodomésticos.

### 2.3.1 Control de Iluminación

Un sistema domótico a través de diferentes sensores de presencia ubicados en distintas estancias de la vivienda es capaz de controlar el encendido y apagado de luces tanto individuales como de varias luminarias a la vez y al mismo tiempo determinar su intensidad de acuerdo a ajustes establecidos por el usuario o lecturas provenientes de algún sensor de iluminación para crear diferentes escenas de ambientación. Este control puede hacerse por medio de un mando (interruptor, mando a distancia o instrucción por voz) o de manera automática por medio de un medidor de luz exterior que informa al sistema cuando deben encenderse o apagarse las luces. De la misma manera mediante un sensor instalado en el porche se puede encender una luz de bienvenida para recibir a los invitados o disuasoria en caso de intrusiones no deseadas.

### 2.3.2 Control de Confort Térmico y Riego

Es posible controlar el sistema de calefacción o climatización dentro de una vivienda; normalmente este proceso es automatizado para que se ponga en marcha o se detenga según el horario y la temperatura ambiente, usando para ello crono termostatos ubicados en zonas consideradas de día y de noche, teniendo en cuenta las necesidades del usuario y la orientación de la vivienda (las ráfagas de viento y dirección del sol influyen en la temperatura interna de un recinto). Este proceso normalmente se automatiza porque una temperatura muy caliente (alta) en invierno o fría (baja) en verano definida por el usuario puede resultar en un consumo energético muy elevado traduciéndose en un gasto innecesario.

Con un programador horario, utilizado también para otras aplicaciones, se configuran los días y los tramos horarios establecidos para que los equipos de climatización, aire acondicionado o calefacción según sea el caso, se enciendan o apaguen de forma automática. También se encienden o apagan en función de las condiciones meteorológicas. Dependiendo del sistema de calefacción podrá tener más o menos posibilidades, como los sistemas multi-zona.

La misma estación meteorológica y el programador horario utilizados para otras aplicaciones, se utiliza también para el control automático del riego del jardín de la vivienda activándose según programación semanal y horaria configurada por el usuario. En el caso de que haya llovido lo suficiente, y toque regar según programación, no se activa y en el caso de que se ponga a llover mientras se está regando, el sistema actúa cortando el suministro de agua.

### 2.3.3 Control de Elementos de Cierre, Seguridad y Protección Anti-Intrusión

En función de la incidencia del Sol en las ventanas, el sistema actúa para subir o bajar las persianas de la vivienda para aprovechar el calor en invierno, o evitarlo en verano, y así tener una casa más eficiente. Al irse a dormir, el usuario puede realizar una bajada general de todas las persianas mediante un único pulsador. Al levantarse, a la hora programada, se suben las persianas seleccionadas. En el caso de que las persianas se encuentren subidas y las condiciones climatológicas sean adversas (lluvia, piedra, fuerte viento), el sistema actúa bajando las persianas de todas las ventanas y recoge los toldos evitando la posible ruptura de los cristales. La seguridad se divide en dos grupos: seguridad técnica, del usuario frente a posibles peligros provocados por los propios recursos de la vivienda, y seguridad de bienes y personas, protección de la vivienda y sus ocupantes frente a posibles intrusos o amenazas externas.

### 2.3.4 Alarmas Técnicas

Un detector de humo ubicado en la cocina activa automáticamente la campana extractora respectivamente y la apaga en el momento que se elimina el nivel de humo perjudicial para la salud del usuario. Las tuberías de agua colocadas en el lavadero y en los baños informan al sistema para actuar sobre las electroválvulas de corte de suministro de agua, impidiendo que si hay un escape de agua éste continúe y provoque mayores daños. Si se detecta un fallo en el suministro eléctrico, se activa un sistema de alimentación independiente que permite mantener el funcionamiento de los equipos prioritarios.

### 2.3.5 Seguridad Anti-Intrusión

Al activar la función de alarma en la vivienda cuando el usuario la abandona, los sensores de presencia utilizados para el control de la iluminación, las luces, las persianas, la sirena interior se ponen a disposición del sistema para:

- Simular presencia. Se encienden o apagan luces, se suben o bajan persianas de forma que desde fuera se tenga la impresión de que la vivienda se encuentra habitada aunque el usuario se encuentre de vacaciones.
- Intrusión no deseada. Automáticamente se encienden las luces de la vivienda, se activa la sirena interior y se envía un SMS al móvil del usuario, o un e-mail, informando de la situación.

### 2.3.6 Comunicación, Mobiliario Y Electrodomésticos

Pantallas, sensores táctiles y pulsadores permiten que el usuario interactúe con la vivienda de una manera rápida y sencilla. Mediante un controlador telefónico, la vivienda se podrá comunicar con el usuario para informar de incidencias y el usuario podrá interactuar con la vivienda para controles puntuales.

En el caso de que la vivienda disponga de un Servidor Web, el usuario podrá visualizar e interactuar con cualquier aplicación desde cualquier ubicación que disponga de acceso a Internet, ya sea en la propia vivienda como en el exterior.

A través de sistemas de detección por infrarrojos, es posible ajustar de manera automática la altura de mesas y planos de trabajo, para acomodarlos a las distintas personas que las utilizan. En algunos modelos más sencillos la regulación no es automática, sino a través de unos

botones o de un mando. Dispositivos similares se usan en cocinas adaptadas, en las que se puede hacer subir o bajar los planos de trabajo y los armarios altos, para que sean accesibles.

Muchos modelos nuevos de electrodomésticos vienen ya preparados para su conexión con una sistema domótico permitiendo su programación, su encendido y su apagado, o permitiendo que puedan emitir alarmas o avisos en caso de mal funcionamiento o al acabar la tarea.

#### 2.4 APLICACIONES DE LA DOMÓTICA EN EL SALVADOR<sup>14</sup>

En El Salvador la automatización de los hogares no es una tendencia muy popular, se cree que tener un hogar automatizado supone una gran inversión y se desconocen los beneficios que esto trae consigo; también se piensa que la automatización es únicamente un lujo para aquellas personas que pueden pagar grandes sumas de dinero. Las tecnologías de automatización del hogar no son nada nuevo ni costoso en la actualidad: se tienen más de 20 años de desarrollo en el área y un mercado muy diverso y competitivo para las empresas desarrolladoras de estos productos, reduciéndose lo precios elevados que se tenían en un principio, haciéndose accesible para cada vez más y más personas.

Si bien es cierto, una vivienda que tenga un sistema domótico instalado o bien realizar una instalación domótica en una vivienda ya construida supone una inversión extra, la optimización que un sistema de esta naturaleza supone en el uso de los recursos se traduce en un ahorro, que con el tiempo llegara a cubrir los costos de compra o instalación de esta tecnología. El salvadoreño promedio nunca ha escuchado el termino domótica y por lo tanto la sociedad en general vive al margen de los avances tecnológicos y beneficios que la domótica ofrece. En el año 2015 una constructora de origen Salvadoreño hace una apuesta

---

<sup>14</sup> [www.salazarromero.com/proyectos/metropoli-san-gabriel/#prettyPhoto](http://www.salazarromero.com/proyectos/metropoli-san-gabriel/#prettyPhoto) – Link visitado 3 de octubre de 2015.

por un ambicioso proyecto de construcción, denominándolo: la primera ciudad inteligente de El Salvador.

Metrópolis San Gabriel es el nombre que la constructora Salazar Romero dio al proyecto habitacional vanguardista en el país, el cual supone ser el primer acercamiento concreto de los Salvadoreños al mundo de posibilidades que la domótica ofrece.

El complejo habitacional Metrópolis San Gabriel integra un moderno sistema de video vigilancia de alto alcance con un circuito de cámaras, cercas electrificadas inteligentes en todo el perímetro, cerraduras digitales en las puertas principales de las viviendas y tarjetas electrónicas de acceso a cada clúster con lectores de proximidad.



*Fig. 27 Propaganda de la nueva “Ciudad Inteligente” en El Salvador, propiedad de la constructora Salazar Romero*

Aun cuando las integraciones realizadas por esta empresa en la construcción sean limitadas en relación a la amplia gama de posibilidades que la domótica tiene, en un país donde las personas desconocen esta tecnología y por esta razón en su mayoría son reacias a invertir en la misma, la apuesta ambiciosa de esta constructora es un primer gran paso hacia la modernización y, por qué no, quizás dentro de unos años hacia la automatización de las viviendas en El Salvador.

## 2.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LA DOMÓTICA<sup>15</sup>

Todo apuntaba a que la tecnología invadiría nuestros hogares, y cualquiera que imaginase el futuro hace diez años nos veía hoy en día residiendo en casas inteligentes, rodeados de todo tipo de dispositivos que abrirían y cerrarían las puertas o ajustarían la iluminación con un par de palmadas. Sin embargo, lo cierto es que, en la actualidad, la domótica aún no se ha implantado en la mayoría de los hogares y, salvo por los avances en los electrodomésticos, la vida en casa no es muy diferente de lo que lo era hace diez años.

El CES es un evento que se celebra con carácter anual y que nació en el año 1967 en la ciudad de Nueva York. Es la feria tecnológica más importante del mundo en la que las empresas dan a conocer todas sus novedades y propuestas para el año entrante. Se celebra en los primeros días del mes de enero y desde hace ya unos años siempre en la ciudad de Las Vegas. Sus siglas hacen referencia a “Consumer Electronics Show” y cada año esta feria es más grande y con más empresas participantes por su trascendencia mediática<sup>16</sup>.

Las tendencias indican que la llegada de la tecnología a los hogares está cada vez más cerca. En International CES 2013 (la Feria Internacional de Electrónica) grandes marcas como LG

---

<sup>15</sup> [www.domotica365.com/articulos/categoria/actualidad-sobre-domotica](http://www.domotica365.com/articulos/categoria/actualidad-sobre-domotica) – Link visitado 9 de noviembre de 2015

<sup>16</sup> [www.actualidadgadget.com/category/domotica-gadgets/](http://www.actualidadgadget.com/category/domotica-gadgets/) – Link visitado 9 de noviembre de 2015.

o Samsung presentaron sus propuestas para convertir nuestra casa en una “SmartHome”. Estas marcas apuestan por la integración de WiFi o tecnología NFC en los electrodomésticos, más común que el protocolo inalámbrico Z-Wave que se estaba empleando hasta ahora, con el objetivo de hacer simplificar la comunicación del electrodoméstico con ordenadores, smartphones o tablets. Así, LG y Samsung presentaron en International CES 2013 lavadoras, refrigeradoras, hornos, aparatos de aire acondicionado y robots-aspiradora equipados con wifi o NFC, lo que permite que el control se lleve a cabo a través de una aplicación en el teléfono móvil. De este modo, el smartphone se convertirá en una central en la que podremos controlar nuestro hogar de manera remota.

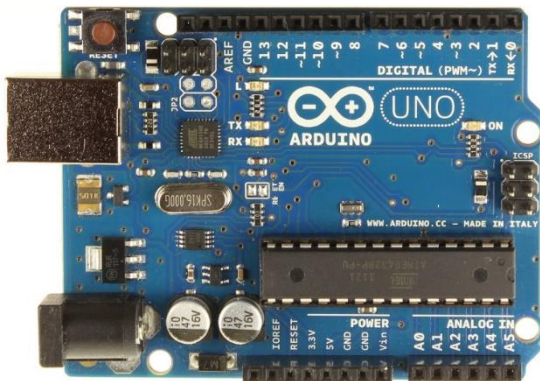
La tendencia a utilizar el teléfono móvil para controlar nuestra casa también está presente en WeMo, un controlador de enchufe con sensor de movimiento desarrollado por la marca Belkin. Este dispositivo se puede programar a través una aplicación gratuita para iPhone y Android para llevar a cabo diferentes acciones habituales en el hogar, como el encendido y apagado de luces o la puesta en marcha de electrodomésticos. Además, WeMo ofrece la posibilidad reconfigurar reglas de comportamiento para el dispositivo atendiendo a patrones externos, de tal manera que es posible programarlo, por ejemplo, para que lleve a cabo una acción cuando haya gente en casa y otra diferente para cuando no haya nadie. Y esto no es todo. En International CES 2013 también se presentaron nuevos “dongles”, unos dispositivos periféricos sencillos que pueden conectarse a otros terminales más complejos para ampliar sus funcionalidades. De este modo, conectados en el puerto HDMI de una televisión, los dongles le proporcionan conexión WiFi, bluetooth y ranura para tarjeta microSD. Además, si están programados con Android, pueden convertir el televisor en una smart TV, dándole acceso a la reproducción de contenidos locales y streaming, así como la posibilidad de ejecutar aplicaciones. La domótica se centra también en soluciones que hacen posible el ahorro de energía. Hasta ahora han visto la luz todo tipo de sistemas de iluminación y bombillas inteligentes, como Philips Hue LED.



## 2.5.1 Tecnologías Existentes y Tendencias en Domótica

### 2.5.1.1 Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.



*Fig. 28 Placa con micro-controlador de Arduino*

El hardware consiste en una placa con un micro-controlador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los micro-controladores más usados son: Atmega168, Atmega328, Atmega1280 y Atmega8, por su sencillez y bajo costo que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado, el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación

Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa. Se programa en el ordenador para que la placa controle los componentes electrónicos. Arduino puede tomar información del entorno a través de sus entradas analógicas y digitales, puede controlar luces, motores y otros actuadores. El micro-controlador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> [www.wikipedia.org/wiki/Arduino](http://www.wikipedia.org/wiki/Arduino) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

El nombre del proyecto viene del nombre del Bar di Re Arduino (Bar del Rey Arduino). En su creación, contribuyó el estudiante colombiano Hernando Barragán, quien desarrolló la tarjeta electrónica Wiring, el lenguaje de programación y la plataforma de desarrollo. Posteriormente, Google colaboró en el desarrollo del Kit Android ADK (Accessory Development Kit), una placa Arduino capaz de comunicarse directamente con teléfonos móviles inteligentes bajo el sistema operativo Android para que el teléfono controle luces, motores y sensores conectados de Arduino. La plataforma Arduino ha sido utilizada como base en diversas aplicaciones electrónicas:



*Fig. 29 Logo de Arduino*

- Xoscillo: Osciloscopio de código abierto.
- OBDuino: un económetro que usa una interfaz de diagnóstico a bordo que se halla en los automóviles modernos.
- SCA-ino: Sistema de cómputo automotriz capaz de monitorear sensores como el TPS, el MAP y el O2S y controlar actuadores automotrices como la bobina de ignición, la válvula IAC y aceleradores electrónicos.
- Humane Reader: dispositivo electrónico de bajo coste con salida de señal de TV que puede manejar una biblioteca de 5000 títulos en una tarjeta microSD.
- The Humane PC: equipo que usa un módulo Arduino para emular un computador personal, con un monitor de televisión y un teclado para computadora.
- Ardupilot: software y hardware de aeronaves no tripuladas.
- ArduinoPhone: un teléfono móvil construido sobre un módulo Arduino.<sup>21 22</sup>
- Impresoras 3D.
- Proyecto Domino.

### 2.5.1.2 Open Domo – Domino<sup>18</sup>

OpenDomo es un sistema de control domótico libre y seguro. La licencia bajo la que se está desarrollando el proyecto es la Licencia Pública General (GPL). Esta licencia garantiza la libertad en el uso del software, uno de los principales valores de la sociedad tecnológica actual. En términos generales, esto implica que OpenDomo puede ser usado, copiado, modificado y distribuido libremente. Fue fundado en 2006 por Daniel Lerch y rediseñado íntegramente un año después junto a Oriol Palenzuela. Actualmente, OpenDomo es un proyecto en activo desarrollo, y ya ofrece los servicios básicos de todo sistema de control domótico: control de dispositivos eléctricos, video vigilancia, acceso remoto, etc. OpenDomo surge de la necesidad de unificar las diferentes tecnologías existentes en el mundo de la domótica, como uPnP, X10, EIB, etc, con el protocolo de comunicaciones más usado en la actualidad TCP/IP. Es una plataforma de automatización compatible con Arduino, diseñada especialmente para gestionar automatismos de todo tipo, de forma sencilla y a muy bajo coste. El sistema es lo suficientemente simple para poderse acoplar a cualquier automatismo que necesitemos, y lo suficientemente completo como para desplazar otros desarrollos a medida. Para facilitar el trabajo colaborativo y mejorar la coordinación, se ha abierto una nueva Página del proyecto en GitHub.



*Fig. 30 Logo de Domino*

El nombre, logotipo e imagen corporativa hacen referencia explícita al popular juego de mesa, conocido por todos. Sin embargo, el nombre del proyecto se compone por dos elementos diferenciados: la raíz "domo" (del latín "domus", hogar) nos indica el principal sitio donde irá destinado; y el sufijo "ino" lo vincula a la plataforma de hardware libre, tal como sus creadores invitan a hacerlo. Sin embargo, la simbología del nombre no termina ahí; "Domino" también sugiere control y dominio, siendo esta su principal función.

<sup>18</sup> [www.opendomo.com/wiki/index.php/Domino](http://www.opendomo.com/wiki/index.php/Domino) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

### 2.5.1.3 Ozom<sup>19</sup>

Es una nueva línea de tecnología de automatización desarrollada por la empresa Sodimac con ayuda de profesionales de Silicon Valley. Enfocada en la actualidad de los smartphones permite controlar a distancia una serie de funciones del hogar. Ozom se encuentra en una etapa joven de desarrollo, comenzó a comercializarse de manera muy discreta en cinco tiendas de Estados Unidos y su sitio web. En 2015 se inició una fuerte campaña publicitaria con el fin de extender ozom a otros puntos de venta a lo largo del país. Para finales del 2015 su venta se extendió a Chile y Colombia y sus productos son distribuidos por la empresa HomeCenter, una alianza que pretende que las casas inteligentes estén al alcance de muchas más personas. La apuesta de Ozom fue hacer su tecnología lo más simple posible, es decir evitar costosas instalaciones, cableados y dispositivos que requieran demasiada configuración en el hogar las cuales podrían tener un elevado costo.



*Fig. 31 Logo de Ozom*



*Fig. 32 OzomBox*

Ozom, para su instalación, ha dispuesto un único dispositivo al que ha nombrado OzomBox, el cual es el cerebro de comunicaciones y es el encargado de enviar y recibir toda la información de los dispositivos inteligentes que interactúan con la OzomBox, conectándose por medio de una aplicación que

está disponible para su descarga gratuitamente para smartphones y notebooks.

<sup>19</sup> [www.ozom.com](http://www.ozom.com) – Link visitado 9 de octubre de 2015.

Una de las características más importantes de Ozom es su versatilidad, el set de instalación básico de Ozom incluye la OzomBox y una bombilla led inteligente, pero existen un gran número de dispositivos como: cerraduras, sensores de agua, sensores de humo, alarmas, cámaras IP, sensores de apertura y cierre, enchufes Smart y sensores de temperatura, los cuales pueden ser adquiridos de forma individual para ser agregados a la instalación Ozom ya existente. Todos y cada uno de los dispositivos disponibles para Ozom pueden ser sincronizados con el Smartphone para tener acceso a los mismos y modificar o cambiar parámetros según sea necesario. El Ozombox utiliza protocolos de comunicación bajo redes WiFi y ZigBee, pero independientemente del sistema que use, el usuario siempre conectará los gadgets inteligentes a través de pocos pasos en su smartphone.



*Fig. 33 Aplicación desde Smartphone para controlar la OzomBox*

#### 2.5.1.4 Free@Home<sup>20</sup>



*Fig. 34 Logo de Free@Home*

Free at Home es un sistema de automatización domótica creado por la marca de soluciones de equipamiento eléctrico del Grupo ABB, NIESSEN. Permite controlar el hogar del modo tradicional (interruptores y monitores) y también a través de una app y la red WIFI; no se requiere ningún software adicional y todos los ajustes pueden ser efectuados por el usuario a través de una plataforma HTML5 independiente.

<sup>20</sup> [www.ticbeat.com/tecnologias/plataformadomoticafreehome/](http://www.ticbeat.com/tecnologias/plataformadomoticafreehome/) – Link visitado 15 de septiembre de 2015.

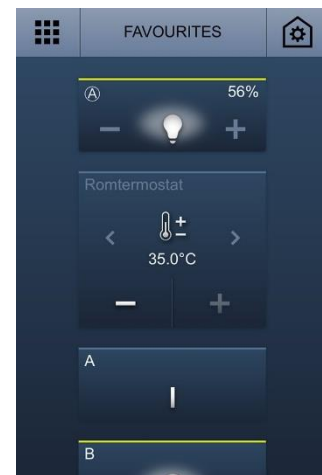


*Fig. 35 Instalación de un sistema Free@Home*

La instalación de sistema domótico de Free@Home se realiza mediante una línea de dos hilos y puede ser configurado para trabajar en distintas topologías de red: anillo, estrella, árbol según sean las necesidades y lo que se desea obtener del sistema. Si bien es cierto el sistema de Free@Home requiere de conocimientos técnicos para ser instalado su

manejo no presenta mayor complicación para los usuarios: todos sus ajustes se realizan rápidamente. Todos los aparatos disponibles en cada planta y habitación se pueden asignar y activar desde la pantalla de una tablet o de un ordenador.

La exclusiva interfaz de usuario ha sido desarrollada especialmente para Free@Home. Puede utilizarse desde el navegador web de un PC o portátil e incluso desde un smartphone o tablet. Se ha desarrollado una aplicación especial para smartphone o tablet que adapta la interfaz de usuario al uso desde un dispositivo móvil (iOS/Android). Niessen reivindica dos aspectos de su producto como grandes argumentos de cara al comprador: por un lado, su sencilla configuración e instalación y su intuitiva puesta en marcha; por otro, las oportunidades de negocio que se le abren al instalador / promotor.



*Fig. 36 Inferfaz de Free@Home para Smartphone y tablet*

Funcionalidades relevantes de Free@Home:

- Iluminación: Ofrece una fácil integración con las bombillas LED Philips Hue, que permiten ajustar individualmente no sólo la intensidad de la luz, sino también su color.

- Persianas: Permite controlar la apertura y cierre de todas las persianas de la casa. Además, si lo complementamos con una estación meteorológica convencional, podremos vincular el movimiento de las persianas al ciclo de salida y puesta de sol, o activarlas para protegernos automáticamente frente a los efectos de las tormentas y el viento.
- Calefacción y aire acondicionado: Existe la opción de regular la temperatura ambiente según el momento del día y en función de la estancia, así como condicionarla a nuestra presencia en casa.
- Simulación de presencia: Para más seguridad, la casa parece habitada incluso cuando no hay nadie. Tanto en las noches de teatro como en las vacaciones de verano durante varias semanas, el sistema puede memorizar la rutina diaria de los habitantes e imitarla. De esta manera, la simulación puede impedir que haya robos.

#### 2.5.1.5 Wattio

Wattio es una startup que se ha lanzado al mundo de las SmartHouses o casa inteligentes de la mano de un grupo de emprendedores con vocación de ser un referente en el mundo de la domótica del hogar. Uno de ellos es Laura Mendía, licenciada en ADE y máster en gestión internacional por la Universidad de Deusto, que se unió al proyecto en una de las fases quizás más difíciles: el lanzamiento al mercado. Patxi Echeveste, CEO de Wattio, considera que la energía más limpia es la que no se consume y por ello decide crear una herramienta que ayude a ahorrar energía de una manera sencilla.

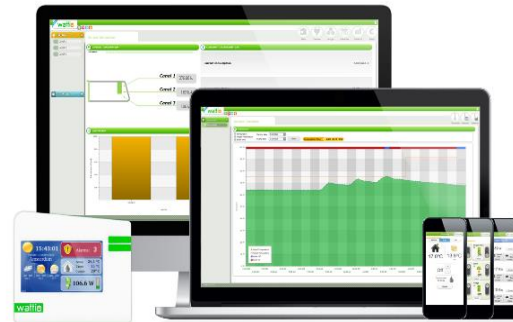


Fig. 37 Logo de Wattio

Wattio nace con la vocación de ser un referente en cuanto a tecnología para el control de los consumos eléctrico y de calefacción en el hogar, además de facilitar, mediante aplicaciones, la gestión domótica a distancia desde el smartphone de una manera sencillísima. Para sus fundadores las ventajas de un hogar conectado son múltiples, desde la sencillez a la hora de poder controlar tu hogar

y apagar y encender dispositivos de manera remota, pasando por el ahorro en electricidad y calefacción y un mayor confort y seguridad en el hogar.

La innovación es fundamental en Wattio, que ha empaquetado en una única solución diversas tecnologías como son los gadgets, la inteligencia en la nube o la experiencia de usuario. Y es que el equipo de Wattio trabaja a diario en el departamento de I+D y hasta seis de sus miembros se dedican al desarrollo de hardware y software que mejore las prestaciones de este servicio. Esta apuesta por el producto hace que actualmente no exista ninguna solución tan completa, que ofrezca tantas funcionalidades, con un diseño tan fresco y tan fácil de instalar y de utilizar.



*Fig. 38 Ejemplos de gadgets compatibles con Wattio*

El desarrollo se ha llevado a cabo teniendo en mente al usuario final. La creación se ha basado en hacer fácil algo que, a priori, es muy complicado y que supone la implicación de varias tecnologías. Se llama “Smart Home in a box”, juntar todas las tecnologías implicadas (gadgets, software, inteligencia en la nube, experiencia de usuario, servicios) y empaquetarlo todo en una completa solución lista para que cualquiera pueda instalarlo en su casa.



Existen diferentes dispositivos que cada usuario puede elegir en función de sus necesidades aunque todos ellos tienen que pasar por Gate, el corazón del sistema. Se trata de una centralita con control de pantalla táctil y puerta de conexión a Internet de los distintos dispositivos. A través de Gate se controlan y programan el resto de aparatos que incluso se pueden sincronizar entre ellos.



*Fig. 39 Gate y dispositivos de Wattio*

Wattio se completa con POD, un enchufe inteligente para controlar los aparatos enchufables; Thermic, un termostato inteligente para calefacción; Bat, un monitor de energía; Doord, un sensor de puertas y ventanas con hasta 6 años de autonomía; Motion, un sensor de movimiento y temperatura; y Siren, un dispositivo que suena si Door o Motion detectan algún movimiento extraño. Los dispositivos también se comercializan en tres packs diferentes: Energía, Confort y Seguridad.

Wattio, que presentó sus productos durante el pasado Mobile World Congress, ha sido reconocida como una de las mejores soluciones en el ámbito de la energía en los premios IOT/M2M Innovation World Cup del internet de las cosas en Zurich entre más de 400 soluciones participantes de más de 70 países. Actualmente, la empresa sigue en su estrategia de consolidación con la entrada de nuevos socios que aportarán su experiencia en diversos ámbitos tan relevantes como la internacionalización, la producción o la logística.

## 2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA DOMÓTICA<sup>21</sup>

La domótica es un novedoso sistema que le aporta inteligencia al hogar y proporciona la facilidad de tenerlo todo informatizado y automatizado, desde el control de las luces, funcionamiento de las cortinas, sistemas de riego, climatización del recinto, gestión de electrodomésticos inteligentes y una mejoras en la seguridad, siendo esta ultima la más popular entre los usuarios. Sin embargo todo tiene sus méritos y deméritos. Por lo que a continuación se presenta una lista de lo más destacado en ambos casos porque es de vital importancia tenerlo en cuenta al momento de realizar una instalación domótica; sin embargo, al comparar las ventajas y desventajas de estos sistemas se puede concluir que los beneficios aportados son de mayor impacto que los puntos negativos.

### 2.6.1 Ventajas

**Ahorro de energía.** Con la domótica se puede programar todos los aparatos eléctricos para que se enciendan y se apaguen cuando sea necesario, de esta manera se optimiza en consumo de energía.

**Climatización.** Un sistema domótico toma los parámetros de la temperatura exterior realizando un análisis de esta y de esta manera ajustar la temperatura del recinto para que sea agradable al usuario tanto en invierno como en verano. Esta tarea al ser automatizada se traduce a su vez en un ahorro no energía al no esforzar el sistema de calefacción o aire acondicionado a tener temperaturas muy altas o bajas.

---

<sup>21</sup> [www.domotica365.com/articulos/ventajas-e-inconvenientes-de-la-domotica](http://www.domotica365.com/articulos/ventajas-e-inconvenientes-de-la-domotica) – Link visitado 9 de noviembre de 2015.

Comodidad. Al tener todos los despóticos programados e interconectados a través de una red con acceso a internet se puede poner en funcionamiento o detener cualquier aparato incluso si no se está presente físicamente en el hogar, de esta manera el usuario tiene un control total y a distancia de su hogar.

Seguridad. La domótica mejora significativa la seguridad de la vivienda, dejando atrás a las compañías de vigilancia privada debido al factor humano. El sistema es capaz de detectar cualquier intruso, incendio, fuga de gas, o cualquier evento que altere los parámetros establecidos y genera una alarma y esta es enviada al móvil del usuario para alertarlo del evento.

Aumenta el precio del Inmueble. Una vivienda que posea un sistema domótico tiene significativamente mayor valor en relación a una vivienda tradicional.

### 2.6.2 Desventajas

Inversión Inicial. Para la instalación de un sistema domótico es necesario hacer una inversión inicial, el valor de esta dependerá del tipo de sistema que se desea instalar y también de si la vivienda se encuentra en la fase de construcción o se trata de una remodelación. La instalación de un sistema domótico en una vivienda en etapa de remodelación supone un gasto mayor que si se instala en una vivienda que se encuentra en construcción.

Averías. En caso de producirse una avería en el sistema, dependiendo del tipo de configuración de red que se haya utilizado podría llegar a paralizarse el sistema de forma total, anulando las funciones vitales las cuales podrían permanecer apagadas hasta que se repare el problema.

Velocidad de Transmisión. Al transferirse grandes cantidades de datos la red puede llegar a congestionarse disminuyendo la velocidad de transmisión, causando que funciones de vital importancia se ralenticen.

Configuración en Anillo. Si los dispositivos que forman parte del sistema están conectados entre sí formando un anillo, se genera un atraso el cual dependerá del número de puntos (dispositivos) que estén conectados. Esto aporta poca fiabilidad al sistema.

## **CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación pretende ampliar la base de conocimientos sobre la Domótica en El Salvador y dar a conocer información de interés como sus ventajas, desventajas, alcances y limitantes. Es de carácter explicativo puesto supone el uso de la capacidad analítica y de síntesis del investigador para la evaluación de las variables del estudio que a su vez permitirán lograr los objetivos anteriormente planteados.

La unidad de análisis primaria será la vivienda salvadoreña puesto que es allí donde se desea implementar la tecnología domótica.

### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

El universo de estudio al cual está dirigida la investigación son todas las viviendas que estén dentro del territorio nacional de El Salvador. Para el estudio y análisis de las variables de la investigación se decidió tomar una muestra no probabilística por conveniencia de 100 personas y viviendas en el departamento de Santa Ana que será representativa y será tomada como base del pensamiento salvadoreño.

### **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

Como instrumentos para recabar información sobre el pensamiento de los salvadoreños se hará uso de la encuesta, una serie de preguntas cuidadosamente estructuradas que permitirá al investigador recolectar toda la información necesaria para luego ser procesada. Haciendo uso

de métodos estadísticos, se tabulará cada pregunta y la información obtenida será representada gráficamente mediante gráficas de pastel, barras o frecuencias según sea necesario.

Para facilitar la comprensión de la información obtenida a través de los instrumentos anteriormente mencionados se utilizarán resúmenes, cuadros comparativos entre otros instrumentos que serán de gran ayuda para agrupar la información de manera sistemática.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la herramienta de investigación utilizada (Anexo 1). Estos resultados fueron tomados como base para el desarrollo del plan de domotización en una vivienda tipo.

### 4.1 SEGURIDAD COMO FUNCIÓN EN UN SISTEMA DOMÓTICO

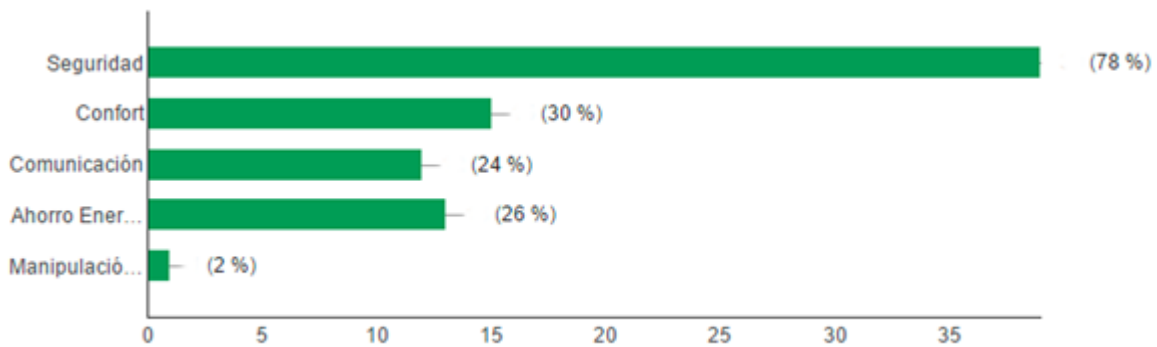


Fig. 40 Pregunta 1: ¿Cuál función considera más importante para su hogar?

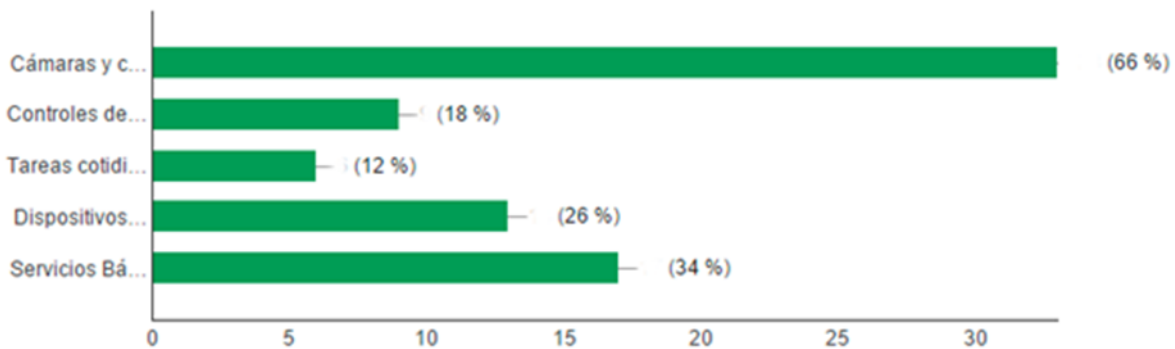


Fig. 41 Pregunta 8: ¿Qué procesos desearía controlar en su vivienda?

A las preguntas: ¿Cuál función considera más importante para su hogar? (Fig. 35), y: de poder controlar desde su dispositivo móvil o panel inteligente los procesos en su vivienda, ¿cuáles considera más necesarios? (Fig. 36), la población respondió que la seguridad es el factor determinante y más importante en la vivienda. Por esta razón, el plan de domotización

presentado en el Capítulo 5 se enfoca en esta función. Las siguientes funciones que se consideraron importantes son el Confort y Ahorro de Energía y es por esto que dentro de los dispositivos se ha incluido un enchufe Smart para poder controlar electrodomésticos que se encuentre conectados a él y al mismo tiempo ver el consumo de energía individual.

#### 4.2 MÉTODO MÁS EFECTIVO PARA LA SEGURIDAD EN EL HOGAR

La mayoría de personas (58.8% de las personas encuestadas) considera que el método más efectivo para mantener segura la vivienda son los sistemas de seguridad controlados mediante un teléfono portátil que a su vez estén conectados a agencias de seguridad privada. El sistema propuesto en el capítulo 5 hace énfasis en la facilidad que tiene de ser controlado por medio de un Smartphone, Tablet o Notebook.

La decisión de que el sistema pueda ser controlado por una agencia de seguridad privada queda a criterio del usuario. Sin embargo, es de resaltar la importancia de un sistema domótico como base para la eficaz conexión con una agencia privada.



Fig. 42 Pregunta 2: Para la seguridad de su vivienda ¿Qué método considera más efectivo?



#### 4.3 COSTO REAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA TRADICIONAL

El rango de consumo presentado en la Figura 38 (\$60 - \$90) significa que el gasto en kilowatt-hora oscila entre 200 y 300 por mes, según tasas y tablas nacionales. Por esta razón, la tarifa kilowatt-hora utilizada fue de \$0.1488 (antes de IVA). Se hizo uso de esta pregunta indirecta para analizar el ratio de cobro del kilowatt-hora debido a que las personas están más dispuestas a recordar la cantidad del costo mensual que el número de kilowatt-hora gastados.

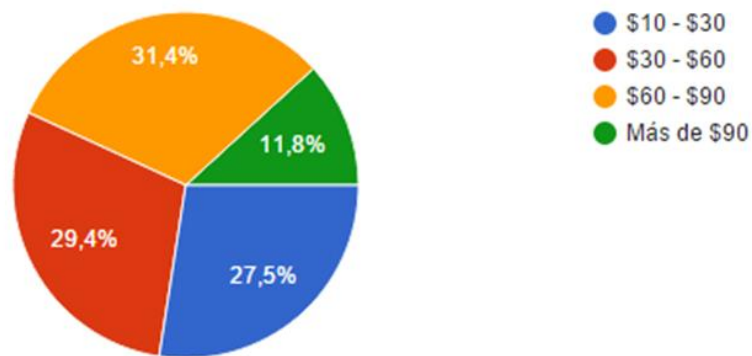


Fig. 43 Pregunta 3: ¿Cuál es el monto promedio de su factura de electricidad?

#### 4.4 MANERAS DE REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO

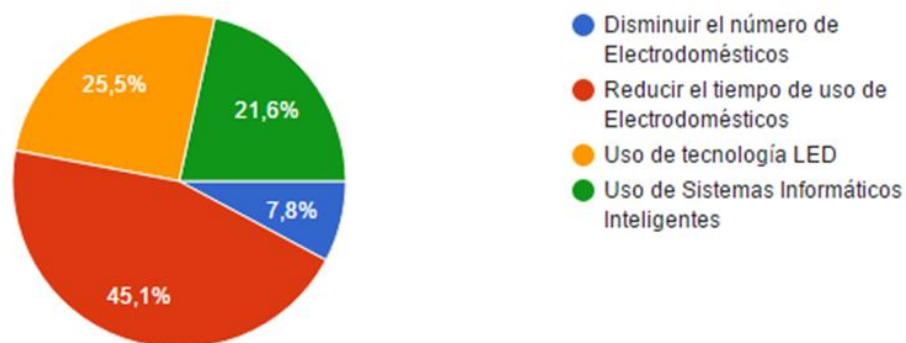


Fig. 44 Pregunta 4: ¿Qué método considera más efectivo para reducir el consumo energético en su vivienda?

La reducción del tiempo de uso de los electrodomésticos fue elegida por las personas como el mejor método para la reducción del consumo energético mensual de la vivienda (según el 45.1% de los resultados); sin embargo, evitar el uso de la tecnología no es la mejor solución: los avances tecnológicos han sido desarrollados precisamente para facilitar la vida de las personas en sus tareas diarias y deben ser empleados para tal fin; la privación de estos indica un impedimento en el desarrollo de la sociedad. Lo ideal es hacer un uso eficiente de la energía y los sistemas informáticos inteligentes para la gestión de los recursos hacen que esta tarea sea posible y fácil de realizar. Esta corriente de pensamiento se puede observar en el conjunto de personas que eligieron el uso de la tecnología LED y de Sistemas Informáticos Inteligentes, que sumados hacen el 47.1%.

#### 4.5 ACCESO A INTERNET

El acceso a internet tanto en dispositivos móviles como la conexión de banda ancha en el hogar es uno de los requisitos fundamentales del sistema propuesto en el capítulo 5, según los resultados obtenidos no representa un inconveniente debido a que la mayoría de personas poseen acceso a internet a través de ambos medios.

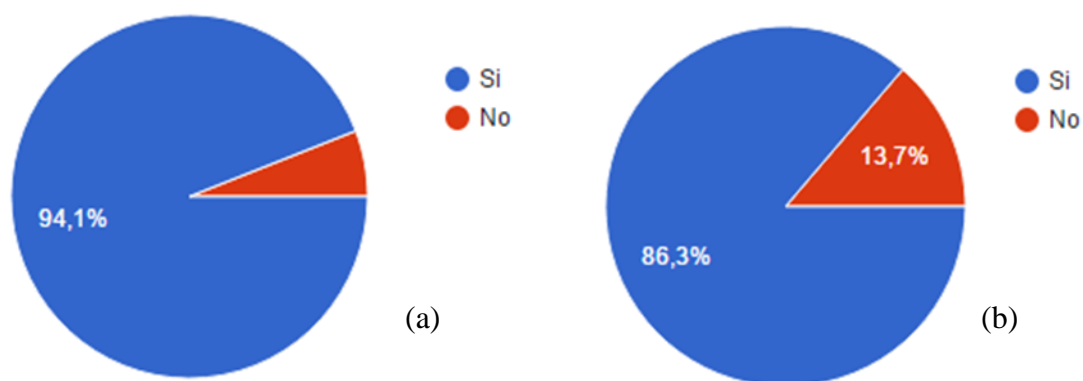


Fig. 45 (a) Pregunta 5: ¿Utiliza un teléfono móvil con acceso a Internet? (b) Pregunta 6: ¿Posee una conexión de banda ancha en casa?

#### 4.6 IMPORTANCIA DEL CONTROL REMOTO Y CONOCIMIENTO DE LA DOMÓTICA

En la Figura 41 se muestra que el 74.5% de las personas piensa que la posibilidad de poder controlar el hogar a distancia es importante por lo que la implementación de sistemas domóticos gozaría de una buena aceptación entre las personas convirtiéndolo en una solución viable para muchos de los problemas que se tienen en la actualidad.

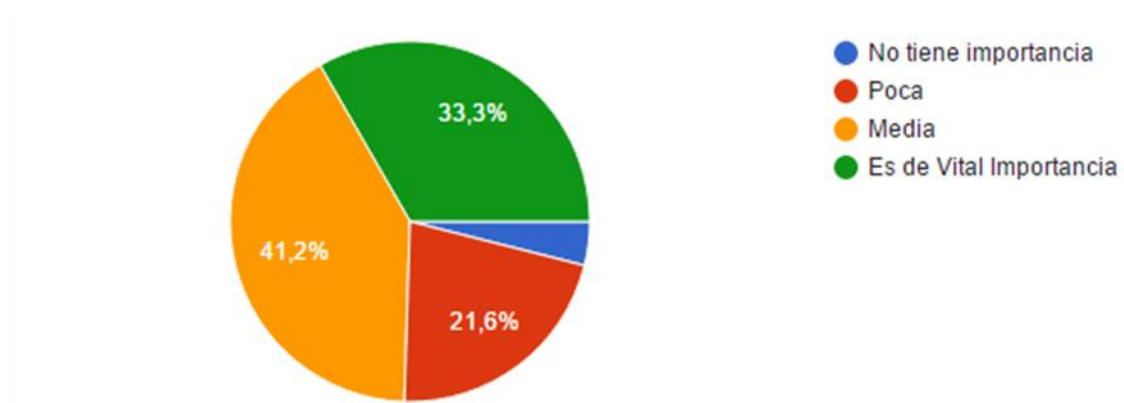


Fig. 46 Pregunta 7: En su opinión, ¿Es importante poder controlar su casa remotamente?

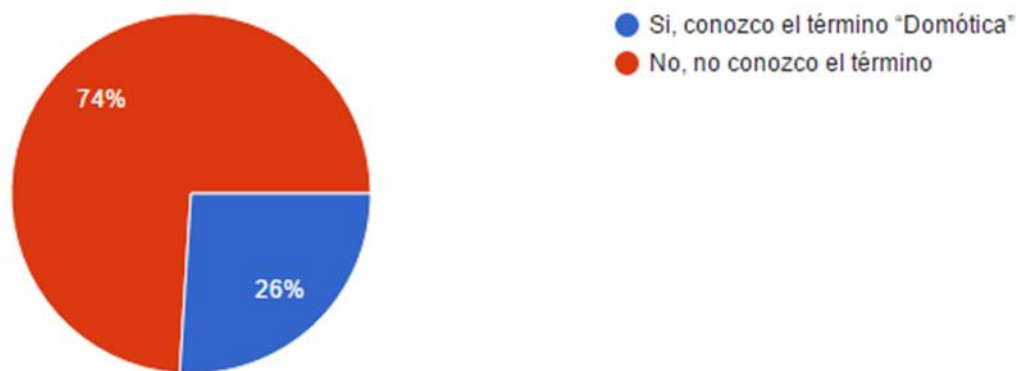
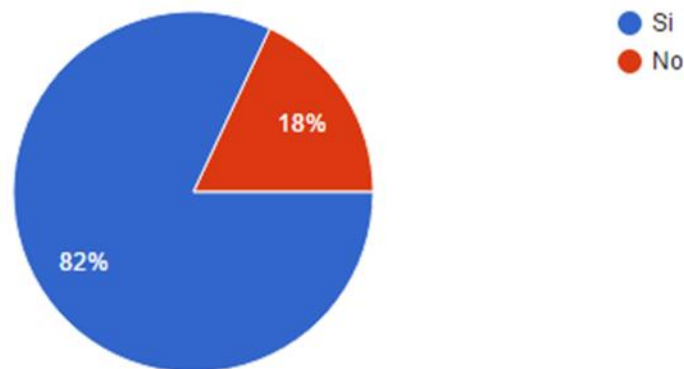


Fig. 47 Pregunta 9: ¿Sabía usted que la automatización de todos los servicios mencionados en el punto anterior se pueden lograr a través de la Domótica?

La Figura 42 muestra que la mayoría de las personas nunca han escuchado el término domótica (74%), por lo que el uso de los sistemas domóticos no se considera una opción para mejorar la calidad de vida de las personas dentro de sus hogares. La reducción del desconocimiento sobre el tema sería un primer gran paso para lograr la implementación de los sistemas domóticos en nuestro medio.

#### 4.7 ELECTRODOMÉSTICOS COMPATIBLES CON SISTEMAS DOMÓTICOS

El 82% de las personas están dispuestas a reemplazar sus electrodomésticos convencionales por unos nuevos que sean compatibles con domótica presenta grandes beneficios ya que de esta forma podrían sincronizarse para poder controlarlos de manera más eficiente y al mismo tiempo hacer un uso más eficiente de la energía eléctrica.

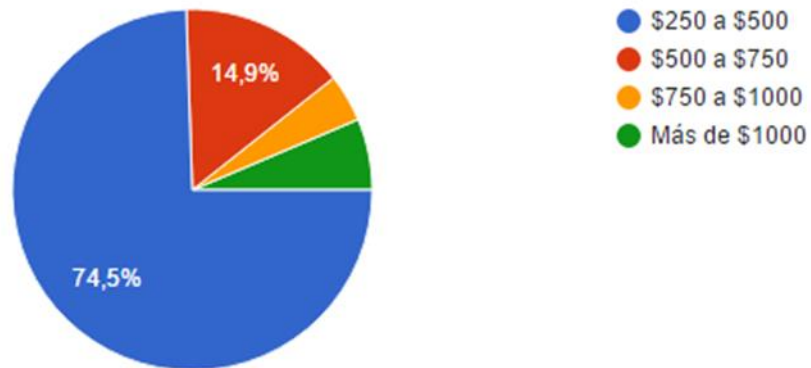


*Fig. 48 Pregunta 10: ¿Estaría usted dispuesto a reemplazar algunos electrodomésticos de su hogar por otros de compatibilidad de sistema Domótico?*

#### 4.8 POSIBILIDAD DE INVERSIÓN

El rango de precio (\$250 a \$500) es la cantidad que las personas están dispuestas a pagar por la instalación de un sistema domótico. Por esta razón para el sistema presentado en el plan del capítulo 5 se seleccionó como mejor opción ya que cumple con todos los requisitos para

la fase inicial de automatización de una vivienda y la inversión necesaria esta dentro del rango que las personas están dispuestas a pagar.



*Fig. 49 Pregunta 11: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la Instalación de Un sistema Domótica en su hogar?*

## CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 PLAN DE AUTOMATIZACIÓN RESIDENCIAL

A continuación se presentan los instrumentos, pasos e instalaciones necesarias para la automatización residencial. Como paso inicial para la domotización de una vivienda es necesario hacer un estudio previo para poder elegir el sistema adecuado de acuerdo a las necesidades del usuario. Este análisis debe ser elaborado por una empresa consultora, basado en las postulaciones del dueño de la vivienda.

De acuerdo a los resultados de dicho estudio se escogerá el sistema más conveniente, tanto para el usuario como para la vivienda, tomando en cuenta consideraciones como: costos, necesidad de cableado, necesidad de WIFI, propósito específico (seguridad, ahorro de energía, ahorro de agua, control remoto de electrodomésticos o una combinación de todos los anteriores), mantenimiento, facilidad de uso e instalación, posibilidad de escalabilidad futura, etc.

Después de analizar los resultados del capítulo 4 de esta investigación, el ejemplo ilustrado en este apartado ha sido basado en el sistema Ozom<sup>22</sup>, que posee tecnología simple y puede utilizarse a través de WIFI y Smartphone. Se analizó el monto que la población está dispuesta a pagar por este sistema y se concluyó que Ozom es la elección que más satisface la relación costo-beneficio presentada en la población salvadoreña puesto que es de las opciones más económicas en el mercado. Por otra parte, también se tomó en consideración que El Salvador está apenas en las etapas iniciales de domotización y convirtiendo Ozom en la solución ideal debido a que su instalación es simple y fácil de hacer aun para una persona sin conocimientos

---

<sup>22</sup> [www.sodimac.cl/sodimaccl/static/ozom/security-kit](http://www.sodimac.cl/sodimaccl/static/ozom/security-kit) – Link visitado 9 de octubre de 2015

previos en domótica. Asimismo, este ejemplo supone la instalación de un sistema domótico a una vivienda ya existente y no por construir: desde este punto de vista es más arduo y dispendioso instalar el cableado interno en paredes ya construidas, por lo que el control por señal WIFI se vuelve recomendable. Según los resultados del capítulo anterior, las personas interesadas en esta automatización no se verían directamente involucrados en la construcción de su propia residencia – como es el caso en El Salvador –.

Además, este sistema ofrece escalabilidad; es decir, la inversión inicial puede ser pequeña, solamente con los dispositivos básicos necesarios para el usuario y paulatinamente se pueden adquirir otros dispositivos para mejorar o ampliar las funciones domésticas puesto que los múltiples dispositivos no requieren instalación (considerados como “plug & play”).


#### 5.1.1 Automatización Residencial con Sistema Ozom

A continuación se presenta un plan de instalación domótica para una vivienda ya existente, basado en el sistema Ozom. Este sistema se centra en las opciones sugeridas por la población encuestada: la seguridad y el ahorro energético.

La instalación y los costos están dirigidos a este rubro y cualquier adición a este plan será considerada como costo extra pero puede, por supuesto, agregarse al sistema para mejorarlo. Este sistema no es único y puede ser modificado de acuerdo a las necesidades del usuario.

### 5.1.1.1 Dispositivos utilizados


#### ✓ Set básico de Instalación Ozom

	
Modelo	SG6200NXL
Uso	Domiciliar
Incluye	<p>OzomBox: Centro de Inteligencia del sistema. Es el cerebro de comunicaciones encargado de enviar y recibir la información de todos los dispositivos inteligentes que se conectan al sistema.</p> <p>2 Led Inteligente 9 Watts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltaje 110-220V</li> <li>- Consumo 9W</li> <li>- Módulo de conexión E27</li> <li>- Luz Cálida 2700K</li> <li>- Nivel de intensidad lumínica 800Lm</li> <li>- Rango de alcance: espacio abierto, 35 metros. Interior de vivienda 16-18 metros.</li> </ul>


#### ✓ Dispositivos destinados a la seguridad residencial

Este equipo permite controlar el ingreso o egreso de personas, visualizar sus rostros con nitidez o iluminar sectores en caso de que la red eléctrica deje de funcionar. Conjuga una variedad de alternativas creadas para tener un ambiente controlado. Sus componentes son eficientes y simples de manejar incluso para aquellas personas que tengan poco conocimiento sobre tecnología.



	
Uso	Domiciliar
Incluye	<p><b>Led Inteligente 9 Watts:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltaje 110-220V</li> <li>- Consumo 9W</li> <li>- Módulo de conexión E27</li> <li>- Luz Cálida 2700K</li> <li>- Nivel de intensidad lumínica 800Lm</li> <li>- Rango de alcance Espacio abierto 35 metros. Interior de vivienda 16-18 metros.</li> </ul> <p><b>Cámara IP:</b> Tiene la ventaja de que opera de manera inalámbrica mediante señal WIFI, por lo que puede servir para vigilar a distancia utilizando Smartphones o notebooks. Posee una función de sensor de movimiento para detectar inmediatamente la presencia de alguien en la zona de protección.</p> <p><b>Detector de Movimiento de puerta y ventana:</b> Dispone de un efectivo sistema de alerta, el cual se destaca por desarrollar un método moderno de seguridad domiciliaria. Al poseer propiedades aptas en comunicación, electrónica y resguardo, es totalmente capaz de convertir cualquier ambiente en un lugar sumamente protegido.</p> <p><b>Un Enchufe Smart:</b> Actúa también como duplicador de señal, aumentando el rango y, por lo tanto, la productividad en el hogar. Con este dispositivo y la aplicación móvil, es posible controlar aparatos menores desde cualquier lugar para aumentar así la protección del hogar y el consumo de energía. Muestra ver el consumo actual de los aparatos y para poder recurrir a dispositivos de menor gasto.</p>

## ✓ Cerrojo Electrónico Smart

	
Modelo	271301-2
Materiales	Cuerpo: Metal, Pasador: Metal, Acabado: Niquel
Uso	Domiciliar
Incluye	El Cerrojo electrónico Smart: Posibilita la protección del hogar y evita el ingreso de personas extrañas. Posee una alta tecnología y el material con el que está fabricado es de metal, lo que le otorga una mayor resistencia y una amplia durabilidad a lo largo del tiempo de uso. Posee un efectivo y práctico control del acceso, siendo posible abrir la cerradura con una llave convencional o por medio de un sistema de clave electrónica personal.

Debido a la versatilidad y simplicidad de los dispositivos Ozom, no se requiere de mano de obra calificada para su instalación y conexión al sistema. Todos los dispositivos Ozom cuentan con tecnología “Plug&Play”, por lo que el usuario solo deberá conectar los dispositivos que lo requieran a una fuente de alimentación eléctrica y proceder a sincronizar los dispositivos con el sistema.

## 5.1.1.2 Requerimientos

- Set de Instalación Ozom
- Kit de Seguridad Ozom
- Cerrojo Smart Kwikset
- Conexión de Banda Ancha de 2Mbps como mínimo.
- Creación de una cuenta de usuario en el sitio web de Ozom
- Descargar la aplicación en el dispositivo inteligente que se usará para la administración del sistema (Smartphone, Tablet, Notebook).

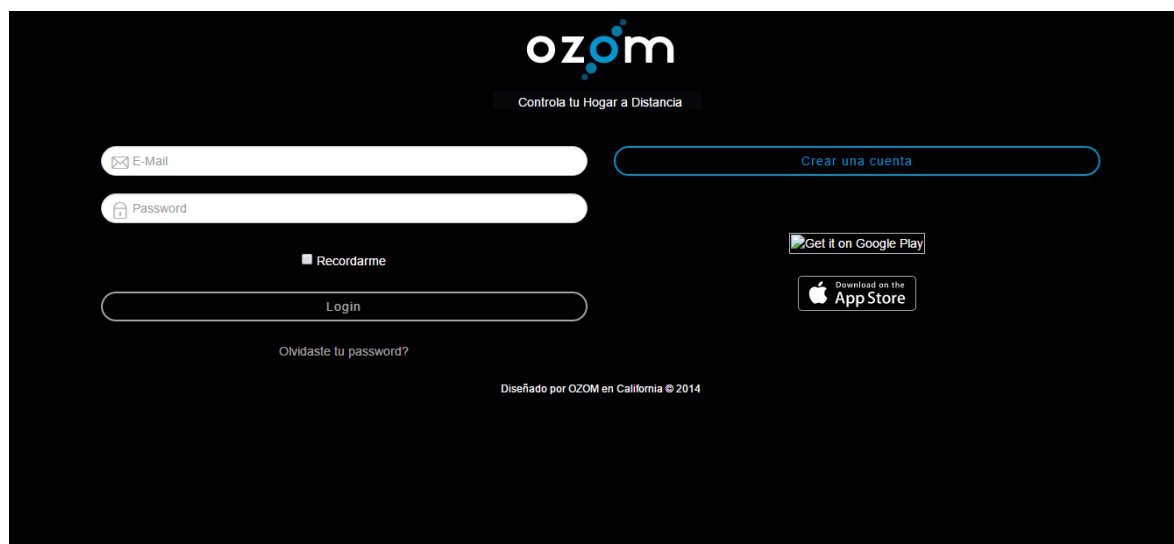
### 5.1.1.3 Método de Instalación

1. Ingresar a: <https://www.ozom.me/#/login> y crear una cuenta de usuario.
2. Conectar la OzomBox a una fuente de alimentación eléctrica.
3. Abrir la aplicación Ozom desde el Smartphone, Tablet o Notebook y seguir las instrucciones del asistente para sincronizar la OzomBox con la cuenta de usuario.
4. Sincronizar y determinar la distribución de los dispositivos del kit de seguridad Ozom dentro del hogar. Para la sincronización de los dispositivos es necesario entrar en la aplicación y seguir el paso a paso del asistente de instalación.

### 5.1.2 Interfaz Gráfica del Sistema Ozom

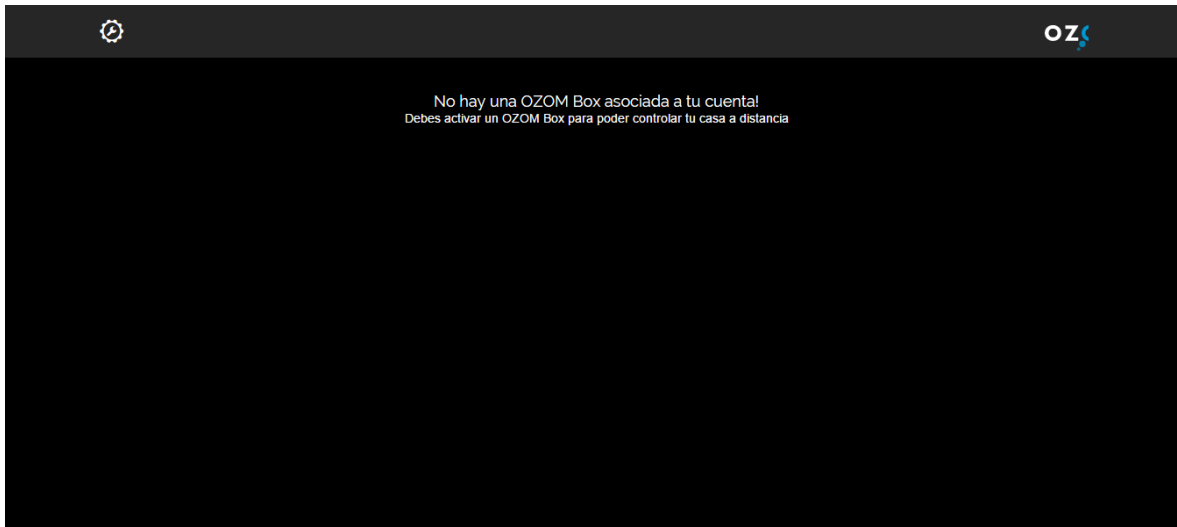
A continuación se presentan capturas de pantalla para mostrar gráficamente la interfaz del sistema Ozom en los diferentes dispositivos: IOS, Android, y Cliente Web.

#### ✓ Cliente Web



*Fig. 50 Pantalla de Inicio de Sesión para usuario en el Sitio Web de Ozom.*

Fig. 51 Pantalla para la configuración inicial de la OzomBox.



✓ Android

Fig. 52 Dashboard principal para la gestión de dispositivos Ozom

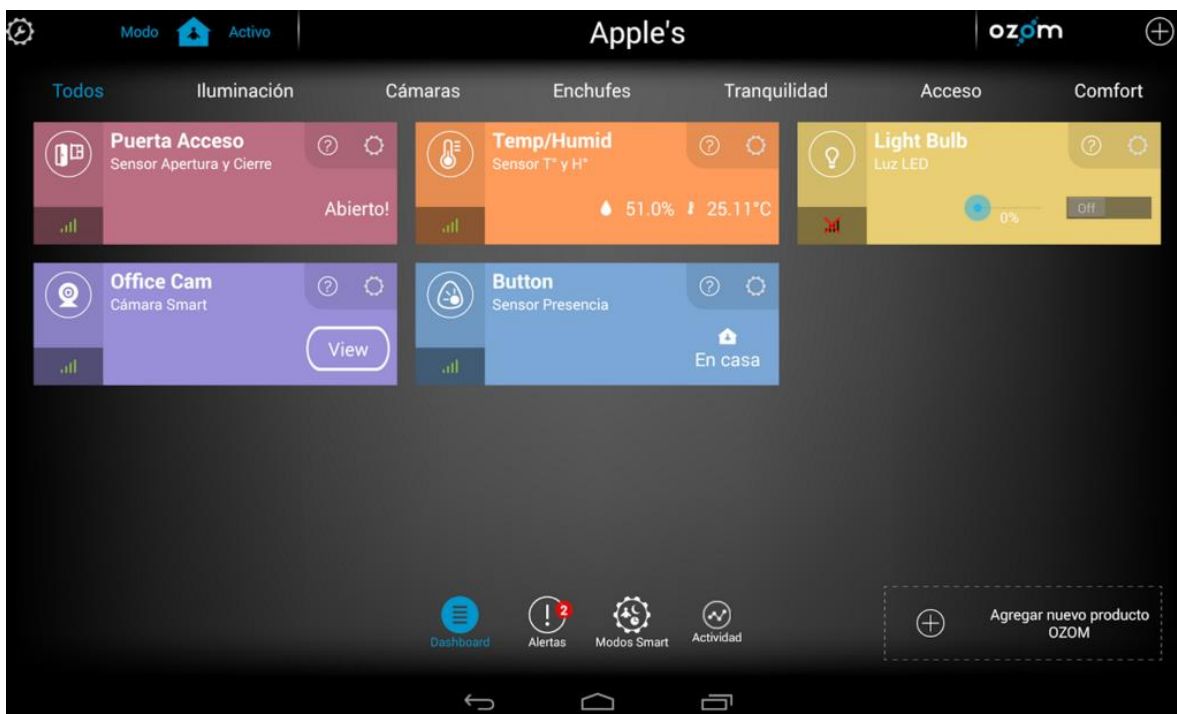
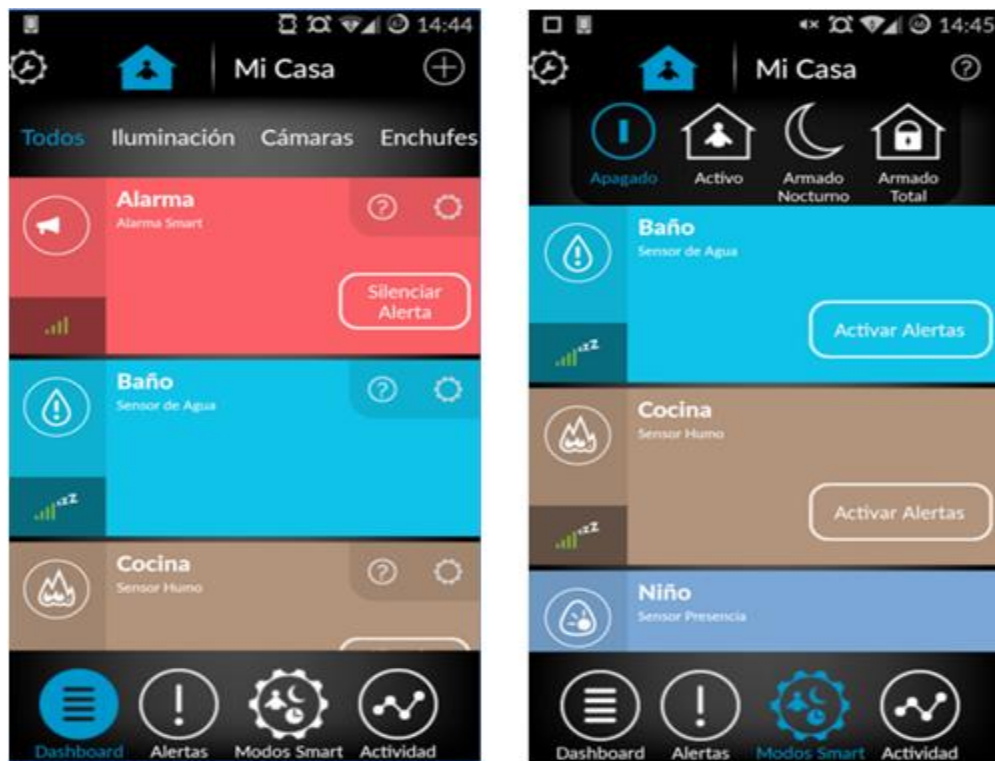


Fig. 53 Dashboard principal en una pantalla de menor resolución



✓ IOS

Fig. 54 Dashboard en la aplicación nativa de IOS (Resolución grande).



Fig. 55 Pantalla para la selección del modo de armado de seguridad.

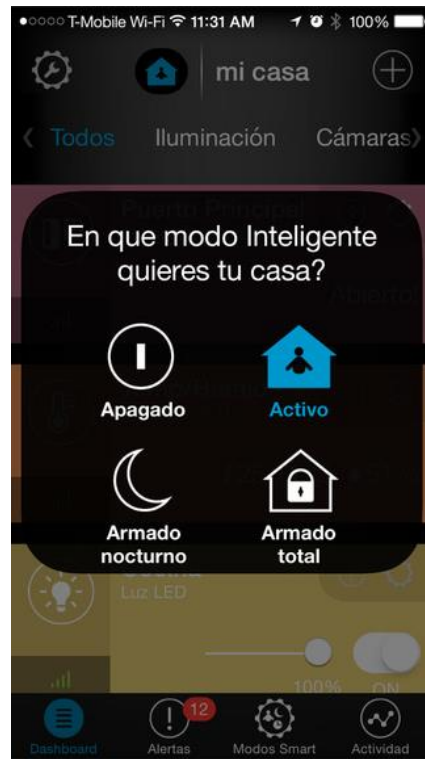


Fig. 56 Dashboard y pantalla de ayuda en aplicación IOS (Resolución Baja).



## 5.2 COSTOS

La tabla siguiente muestra la inversión inicial para el sistema domótico explicado en el apartado anterior. Cabe notar que este sistema está enfocado en la seguridad residencial y el ahorro energético; además, dicha inversión se encuentra dentro del presupuesto mencionado por los encuestados.

*Tabla 1. Costo inicial de plan de domotización*

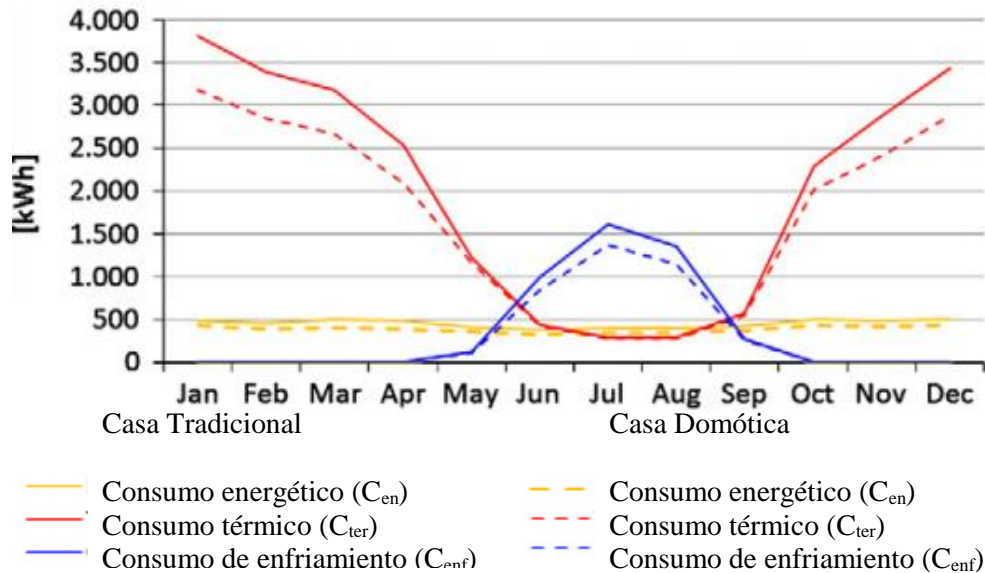
<b>Dispositivo</b>	<b>Precio</b>
Set de Instalación Ozom	\$ 84.99
- OzomBox	
- 2 Led Inteligente 9 Watts	
Kit de Seguridad Ozom	\$ 189.99
- Led Inteligente 9 Watts	
- 1 Cámara IP	
- 1 Detector de movimiento de puerta y ventana	
- Un Enchufe Smart	
<b>Cerrojo Electrónico Smart Kwikset</b>	<b>\$ 131.29</b>
<b>Total</b>	<b>\$ 406.27</b>

## 5.3 BENEFICIOS DE UNA VIVIENDA DOMÓTICA

La inversión inicial en este tipo de sistemas es alta y pueda ser uno de los factores principales para pensar dos veces en su instalación. Sin embargo, existen variados beneficios que sobrepasan el valor de dicha inversión inaugural, como por ejemplo la tranquilidad que este sistema proporciona en cuanto a seguridad se refiere. Este se considera el punto más importante puesto que los resultados de la encuesta realizada demuestran que las personas toman la seguridad como punto esencial. Además, este sistema puede llegar a reforzar los servicios de una empresa de seguridad privada, reduciendo el tiempo de respuesta y la calidad de vigilancia personal. Por otro lado, también se convierte en una precaución para aquellos que no han considerado la idea de contratar un servicio de seguridad privado. Sin embargo,

uno de los beneficios más indudables que el uso de este sistema presenta es el de consumo de energía eléctrica. Varios estudios han sido realizados al respecto, comparando el consumo de energía de una casa tradicional y una casa domótica con el fin de confirmar esta ventaja y optimizar el uso de energía como medida de protección al medioambiente y ahorro para el usuario<sup>23</sup>.

Fig. 57 Comparación de consumo eléctrico entre casa tradicional y casa domótica



Se presenta una gráfica comparativa – estudio realizado por Buoro et al. en Italia – entre ambas viviendas anteriormente mencionadas a lo largo de un año, comparando el consumo de energía. Debido a que este estudio fue realizado en una región que requiere el uso de calefacción además de aire acondicionado, este gráfico divide el consumo en tres categorías: consumo energético (electrodomésticos y luz), consumo térmico (calefacción y agua caliente), consumo de enfriamiento (aire acondicionado). Es de recordar que en el verano (Junio a Septiembre) el aire acondicionado es utilizado, mientras que durante el invierno (Noviembre a Febrero) se hace uso de la calefacción.

<sup>23</sup> Dario Buoro, Melchiorre Casisi, Piero Pinamonte, Mauro Reini. “Optimal synthesis an Operation of advanced energy supply systems for standard and domotic home”, *Energy Conversion and Management* 60 (2012) 96 - 105



Como se observa en la gráfica, las tendencias de consumo de energía son más bajas en una casa domótica que en una tradicional para las tres categorías, independientemente del mes. Las variaciones mensuales en el consume térmico y de enfriamiento se deben a los cambios de clima y la necesidad de calefacción o aire acondicionado para países en donde las estaciones son marcadas (como es el caso de Italia). El consumo energético anual se muestra casi constante para ambos casos y se observa una reducción en el consumo en la vivienda domótica.

En general, Buoro et al. muestra en su estudio que una casa domótica reduce el consumo de energía eléctrica un 20%, comprobando así los beneficios económicos de un sistema domótico. En el caso de El Salvador, el consumo térmico y de enfriamiento no tiene mayor impacto, puesto que se cuenta con temperatura casi constante a lo largo del año, pocas viviendas poseen aire acondicionado y la calefacción se vuelve completamente innecesaria. Por tanto, el consumo energético se vuelve el principal punto de interés. A continuación se ejemplifica el consumo real de una vivienda de clase media tradicional (no domótica) en El Salvador a lo largo de seis meses<sup>24</sup>.

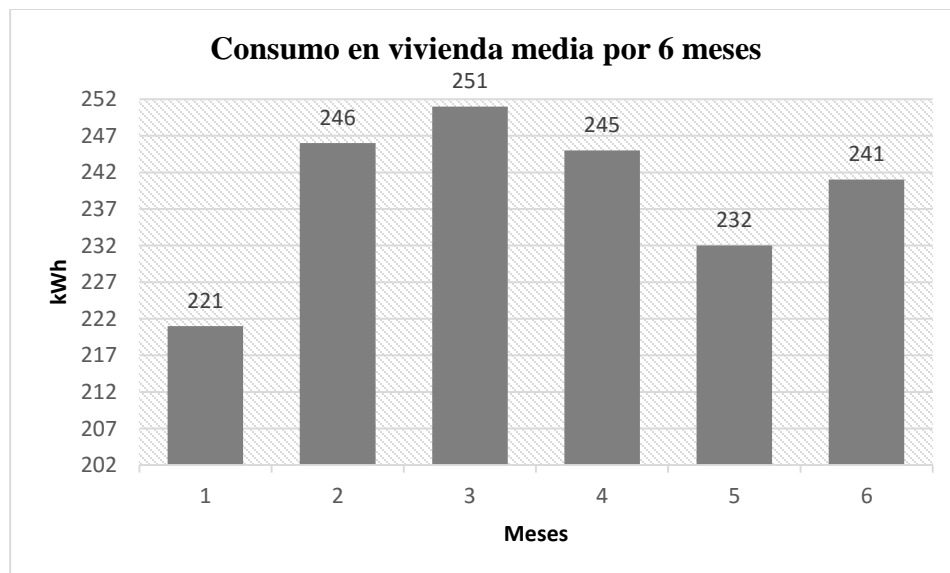


Fig. 58 Consumo de energía eléctrica en una vivienda promedio (6 meses)

<sup>24</sup> <http://www.aeselsalvador.com/2009/Portals/0/SitioAES/Tarifas/AvisoCLESA.jpg>

Sabiendo el precio actual del kWh en El Salvador se puede calcular el costo mensual de energía durante este período de tiempo (julio a diciembre) de la siguiente manera:

*Tabla 2. Costo de energía eléctrica en vivienda tradicional*

<b>kWh antes de IVA (\$)</b>	<b>kWh después de IVA (\$)</b>	<b>Consumo mensual (kWh)</b>	<b>Costo promedio de energía eléctrica en vivienda tradicional (\$)</b>
0.1488	0.1681	221	37.15
		246	41.35
		251	42.19
		245	41.18
		232	39.00
		241	40.51
<b>Total de Consumo en 6 meses (\$)</b>			<b>241.38</b>

Dado que el ahorro de consumo energético (omitiendo el consumo térmico y de enfriamiento) en una vivienda domótica es del 20%, se tiene lo siguiente:

*Tabla 3. Costo de energía eléctrica en vivienda domótica*

<b>Costo promedio de energía eléctrica en vivienda tradicional (\$)</b>	<b>Ahorro mensual por instalación de sistema domótico (20%)</b>	<b>Costo promedio de energía eléctrica en vivienda domótica (\$)</b>
37.15	Costo promedio vivienda tradicional / 1.20	30.96
41.35		34.46
42.19		35.16
41.18		34.32
39.00		32.5
40.51		33.76
<b>Total de Consumo en 6 meses (\$)</b>		<b>201.16</b>

Por último, el ahorro de consumo energético total en los seis meses se calcula:

$$\text{Ahorro energético} = \$241.38 - \$201.16$$

$$\text{Ahorro energético} = \$40.22$$

Esto implica que el ahorro mensual por consumo de energía es de \$ 6.70 ( $\$40.22/6$ ) mientras que el ahorro anual se traduce a \$80.44. De esta manera, el usuario solo necesitaría 5 años para recuperar su inversión inicial (que fue de \$406 aproximadamente). A la luz de lo anterior se observa que tanto los beneficios en seguridad como en ahorro son grandes en comparación a una casa tradicional y es evidente que el usuario se favorecerá de su instalación.

## 5.4 PUNTOS DÉBILES

### 5.4.1 Poca Personalización

La amplia gama de dispositivos Ozom requieren poca o ninguna configuración por parte del usuario, factor que podría constituirse una deficiencia para instalaciones donde la automatización se requiera compleja y sea necesaria la personalización del funcionamiento o comportamiento de los dispositivos que formen parte de la misma.

### 5.4.2 Desconexión de la red

El funcionamiento de un sistema Ozom depende de una conexión de banda ancha para la comunicación entre los dispositivos y el OzomBox, si dicha conexión se llegase a interrumpir el sistema se paralizaría hasta que el problema sea reparado.

### 5.4.3 Vulnerabilidad

Por el hecho de estar conectado a internet los dispositivos Ozom podrían llegar a ser objetivo de ataques maliciosos a través de la red. Si bien es cierto Ozom ha hecho hincapié en la seguridad de sus sistemas y hasta la fecha no se tiene conocimiento de que se haya intentado hacer algún tipo de ataque a dispositivos que usan esta tecnología este es un riesgo que corre cualquier dispositivo que está conectado a internet.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

Es imperativo la realización de un estudio en el que se tomen en cuenta variables como las necesidades de automatización o requerimientos del usuario así como la construcción o infraestructura donde será instalado para determinar el sistema domótico idóneo previo a la compra del mismo. De esta forma se asegura que el sistema no sea insatisfactorio para el usuario ya que la capacidad, diversidad o complejidad de funciones de un sistema no es garantía que cumpla las con las expectativas de automatización de cada persona en particular.

El ahorro energético mensual en una vivienda que tenga un sistema domótico instalado es del 20% en relación a una vivienda tradicional, por lo que únicamente la disminución mensual en el cobro de la electricidad será suficiente al plazo de 5 años (caso propuesto en el capítulo 5) para recuperar la inversión necesaria para la compra y puesta en funcionamiento del sistema. Una vez concluido este tiempo el sistema genera concretamente un ahorro significativo de dinero para el usuario.

En El Salvador ciertamente la mayoría de personas no están familiarizadas con la domótica de acuerdo con los resultados obtenidos, sin embargo se muestran optimistas para poder dar pasó a la implementación de sistemas domóticos en sus hogares.

La seguridad en el hogar es la función considerada de mayor importancia dentro de una vivienda, por lo que un sistema domótico que tenga como pilar principal mejorar o aumentar la seguridad gozará de mayor aceptación entre los habitantes de El Salvador.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de sistemas con tecnología inalámbrica (WIFI) como primera opción para una instalación que no se encuentre en la fase de construcción, debido a que este tipo de sistemas necesitan de un mínimo de cableado para su funcionamiento factor que contribuye en la estética de la instalación.

Es recomendable hacer una revisión preventiva del funcionamiento del sistema domótico anualmente, de esta manera pueden evitarse costosas reparaciones o reemplazo de dispositivos.

Impulsar proyectos que contribuyan en el avance y desarrollo del conocimiento sobre la domótica en El Salvador. Ya que es una tecnología que está auge a nivel mundial y es muy poco conocida en el país.

Promover a nivel académico el desarrollo de investigaciones de temas allegados al presente trabajo para generar interés, dadas las ventajas que representa la implementación de un sistema domótico.

Fomentar en los Salvadoreños el uso de la tecnología emergente como un método efectivo para mejorar la calidad de vida en sus hogares.

Tomar la presente investigación como una base de conocimiento para proyectos futuros de domotización en el país, cuyo objetivo sea llevar a un nivel físico cualquier proyecto de domótica en una vivienda.

## BIBLIOGRAFÍA

### SITIOS WEB

[www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica](http://www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica) – Link visitado 10 de agosto de 2015.

[www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/historia-de-la-domotica-pasado-presente-y-futuro.html](http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/historia-de-la-domotica-pasado-presente-y-futuro.html) [www.domoticadomestica.com](http://www.domoticadomestica.com) – Link visitado 13 de agosto de 2015.

[www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/el-protocolo-de-comunicaciones-el-lenguaje-de-la-domotica.html](http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/el-protocolo-de-comunicaciones-el-lenguaje-de-la-domotica.html) – Link visitado 23 de agosto de 2015.

[www.prezi.com/rciq7avbvfk/fundamentos-de-domotica/](http://www.prezi.com/rciq7avbvfk/fundamentos-de-domotica/) “Manuel J. del Pino”, “Fundamentos de la Domótica” – Link visitado 23 de agosto de 2015.

[www.sdm3.blogspot.com/2009/09/domotica.html](http://www.sdm3.blogspot.com/2009/09/domotica.html) – Link visitado 25 de agosto de 2015.

[www.domotica-online.com/principales-estandares-en-domotica/](http://www.domotica-online.com/principales-estandares-en-domotica/) – Link visitado 25 de agosto de 2015.

[www.domotica7.blogspot.com/p/arquitectura-y-elementos-de-instalacion.html](http://www.domotica7.blogspot.com/p/arquitectura-y-elementos-de-instalacion.html) – Link visitado 28 de agosto de 2015.

[www.mhe.es/cf/c\\_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446\\_catalogo%20promocional.pdf](http://www.mhe.es/cf/c_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446_catalogo%20promocional.pdf) “Leopoldo Molina González”, “Instalaciones domóticas y sus topologías de red” – Link visitado 28 de agosto de 2015.

[www.arqcompus-domotica.blogspot.com/2009/06/protocolos-de-comunicacion.html](http://www.arqcompus-domotica.blogspot.com/2009/06/protocolos-de-comunicacion.html) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

[www.opendomo.org/node/509](http://www.opendomo.org/node/509) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

[www.wikipedia.org/wiki/Arduino](http://www.wikipedia.org/wiki/Arduino) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

[www.opendomo.com/wiki/index.php/Domino](http://www.opendomo.com/wiki/index.php/Domino) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

[www.wikipedia.org/wiki/ZigBee](http://www.wikipedia.org/wiki/ZigBee) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

[www.wikipedia.org/wiki/KNX](http://www.wikipedia.org/wiki/KNX) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

[www.wikipedia.org/wiki/X10](http://www.wikipedia.org/wiki/X10) – Link visitado 7 de septiembre de 2015.

[www.ricveal.com/z-wave/](http://www.ricveal.com/z-wave/) – Link visitado 10 de septiembre de 2015.

[www.ticbeat.com/tecnologias/plataformadomoticafreehome/](http://www.ticbeat.com/tecnologias/plataformadomoticafreehome/) – Link visitado 15 de septiembre de 2015.

[www.domoticadomestica.com/wattio-es-una-solucion-domotica-sencilla-y-economica/](http://www.domoticadomestica.com/wattio-es-una-solucion-domotica-sencilla-y-economica/) – Link visitado 15 de septiembre de 2015.

[www.ticbeat.com/emprendedores/wattio-domotica-asequible-para-casas-inteligentes/](http://www.ticbeat.com/emprendedores/wattio-domotica-asequible-para-casas-inteligentes/) – Link visitado 15 de septiembre de 2015.

[www.serconint.com/sistemas\\_protocolos.php](http://www.serconint.com/sistemas_protocolos.php) – Link visitado 25 de septiembre de 2015.

[www.salazarromero.com/proyectos/metropoli-san-gabriel/#prettyPhoto](http://www.salazarromero.com/proyectos/metropoli-san-gabriel/#prettyPhoto) – Link visitado 3 de octubre de 2015.

[www.ozom.com](http://www.ozom.com) – Link visitado 9 de octubre de 2015.

[www.sodimac.cl/sodimaccl/static/ozom/security-kit](http://www.sodimac.cl/sodimaccl/static/ozom/security-kit) – Link visitado 9 de octubre de 2015.

[www.domotica1003.weebly.com/la-arquitectura-del-sistema-de-domoacutetica.html](http://www.domotica1003.weebly.com/la-arquitectura-del-sistema-de-domoacutetica.html) – Link visitado 1 de noviembre de 2015.

[www.hermetic.wordpress.com/2013/12/21/domino-domotica-arduino-opendomo/](http://www.hermetic.wordpress.com/2013/12/21/domino-domotica-arduino-opendomo/) – Link visitado 1 de noviembre de 2015.

[www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) – Link visitado 1 de noviembre de 2015.

[www.domoticus.wordpress.com/2015/02/](http://www.domoticus.wordpress.com/2015/02/) – Link visitado 8 de noviembre de 2015.

[www.domoticadomestica.com/category/noticias-domotica/](http://www.domoticadomestica.com/category/noticias-domotica/) – Link visitado 8 de noviembre de 2015.

[www.ticbeat.com/innovacion/domotica-los-hogares-del-futuro-cada-vez-mas-cerca/](http://www.ticbeat.com/innovacion/domotica-los-hogares-del-futuro-cada-vez-mas-cerca/) – Link visitado 9 de noviembre de 2015.



[www.actualidadgadget.com/category/domotica-gadgets/](http://www.actualidadgadget.com/category/domotica-gadgets/) – Link visitado 9 de noviembre de 2015.

[www.domotica365.com/articulos/categoria/actualidad-sobre-domotica](http://www.domotica365.com/articulos/categoria/actualidad-sobre-domotica) – Link visitado 9 de noviembre de 2015.

[www.domotica365.com/articulos/ventajas-e-inconvenientes-de-la-domotica](http://www.domotica365.com/articulos/ventajas-e-inconvenientes-de-la-domotica) – Link visitado 9 de noviembre de 2015.

## LIBROS

DOMÍNGUEZ HUGO MARTÍN & SÁEZ VACAS FERNANDO, 2006, “Domótica: Un enfoque socio técnico”, España, 1ra ed., E.T.S.I de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid.

JUNESTRAND STEFAN, PASSARET XAVIER Y VÁZQUEZ DANIEL, 2005, “Domótica y hogar Digital”, Madrid, España, 1ra ed., Thomson Paraninfo.

## PAPERS

Dario Buoro, Melchiorre Casisi, Piero Pinamonte, Mauro Reini. “Optimal synthesis and Operation of advanced energy supply systems for standard and domotic home”, *Energy Conversion and Management* 60 (2012) 96 - 105

## ANEXOS

### ANEXO 1: ENCUESTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

TEMA: IMPACTO DE UN SISTEMA DOMÓTICO EN LA EVOLUCIÓN DE LA VIVIENDA SALVADOREÑA COMO BASE PARA LA AUTOMATIZACIÓN RESIDENCIAL.

OBJETIVO GENERAL: Evaluar el impacto de un Sistema Domótico en la evolución de la vivienda salvadoreña como base para la automatización residencial.

INSTRUCCIONES: Marque con un cheque según su opinión, una sola respuesta.

1. Encierre en un círculo, según el orden de importancia, qué función considera más importante para su hogar, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto.

Seguridad .....	1	2	3	4	5
Confort .....	1	2	3	4	5
Comunicación .....	1	2	3	4	5
Ahorro Energético .....	1	2	3	4	5
Manipulación de Señales Audiovisuales .....	1	2	3	4	5

2. Para la seguridad de su vivienda ¿Qué método considera más efectivo?

- La seguridad pública es suficiente
- Un sistema de Alarma Audible
- Contratación de Seguridad Privada
- Sistemas de seguridad controlados por teléfono portátil y a la vez conectados a agencias de seguridad privada

3. ¿Cuál es el monto promedio de su factura de electricidad?

- \$10 - \$30
- \$30 - \$60
- \$60 - \$90
- Más de \$90

4. ¿Qué método considera más efectivo para reducir el consumo energético en su vivienda?

- Disminuir el número de Electrodomésticos
- Reducir el tiempo de uso de Electrodomésticos
- Uso de tecnología LED
- Uso de Sistemas Informáticos Inteligentes

5. ¿Utiliza un teléfono móvil con acceso a internet?

- Sí
- No

6. ¿Posee una conexión de banda ancha en casa? (tipo de conexión a internet)

- Sí
- No

7. En su opinión, ¿Es importante poder controlar su casa remotamente?

- No tiene importancia
- Poca
- Media
- Es de Vital Importancia

8. De poder controlar desde su dispositivo móvil o panel inteligente los procesos en su vivienda ¿Cuáles calificaría como más necesarios? Siendo 1 el más bajo y 5 el más alto.

Cámaras y cerraduras de Seguridad.....	1	2	3	4	5
Controles de Ambientación.....	1	2	3	4	5
Tareas cotidianas del hogar.....	1	2	3	4	5
Dispositivos y Medios Audiovisuales.....	1	2	3	4	5
Servicios Básicos del Hogar (Electricidad, Agua...	1	2	3	4	5

9. ¿Sabía usted que la automatización de todos los servicios mencionados en el punto anterior se pueden lograr a través de la domótica?

- Sí, conozco el término “Domótica”
- No, no conozco el término

10. ¿Estaría usted dispuesto a reemplazar algunos electrodomésticos de su hogar por otros de compatibilidad de sistema domótico?

- Sí
- No

11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la Instalación de Un sistema domótica en su hogar?

- \$250 a \$500
- \$500 a \$750
- \$750 a \$1000
- Más de \$1000

MUCHAS GRACIAS!

## ANEXO 2: GLOSARIO TÉCNICO

**Automatización.** Nivel en que el trabajo humano es reemplazado por el uso de máquinas.

**Actuador.** Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema.

**BUS.** Conductores eléctricos que hacen una conexión común entre varios circuitos.

**Bluetooth.** Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.

**Cámara IP.** Es una cámara de red incorpora su propio miniordenador, lo que le permite emitir vídeo por sí misma.

**CES.** Consumer Electronic Show (Feria electrónica del consumo). Es el evento anual celebrado en enero, realizado en la ciudad de Las Vegas, Nevada. En esta feria se enseñan nuevos productos de electrónica que pueden, o no, aparecer para los consumidores.

**Confort.** Condiciones materiales que proporcionan bienestar o comodidad.

**Conexión de Banda Ancha.** Se conoce como banda ancha a la red que tiene una elevada capacidad para transportar información que incide en la velocidad de transmisión de esta.

**Dispositivo.** Mecanismo o artificio dispuesto para producir una acción prevista.

**Domótica.** Conjunto de técnicas orientadas a automatizar una vivienda, que integran la tecnología en los sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar o comunicaciones.

**Gadget.** Un gadget es un dispositivo que tiene un propósito y una función específica, generalmente de pequeñas proporciones, práctico y a la vez novedoso.

**GitHub.** Es una plataforma de desarrollo colaborativo de software para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git. El código se almacena de forma pública, aunque también se puede hacer de forma privada, creando una cuenta de pago.

**GPRS.** Es una técnica de conmutación de paquetes, que es integrable con la estructura actual de las redes GSM.

**Interface.** Este dispositivo se utiliza para comunicar físicamente dos aparatoso sistemas independientes. Por lo que en domótica, cuando un controlador no es compatible con un actuador, se soluciona colocando interfaces las cuales actúen amplificando en tensión o en corriente las señales que suministran los controladores.

**Interfaz de Software.** Los lenguajes y códigos que las aplicaciones utilizan para comunicarse entre ellos y con el hardware.

**NFC.** Es una tecnología de comunicación inalámbrica, que podemos comparar con las comunicaciones Bluetooth o WiFi en cuanto a utilidad en un móvil, y que fue aprobada como estándar en 2003.

**Plug & Play.** La tecnología “Plug and Play” proporciona configuración automática del hardware y de los dispositivos de la PC. Esta tecnología está definida para IEEE 1394, PCI, PC Card/CardBus, USB, SCSI, ATA, ISA, LPT, y COM. Al conectarse, cada dispositivo Plug and Play debe ser identificado, indicar los servicios que proporciona, los recursos requiere, identificar al controlador que lo soporta y permitir al software configurarlo.

**Protocolo.** Lenguaje de comunicación entre periféricos con objeto de establecer la transmisión de datos con un sistema central o entre sí, de forma ordenada.

**Radiofrecuencia.** Se emplea para nombrar a las frecuencias del espectro electromagnético que se utilizan en las radiocomunicaciones.

**Smartphone.** Teléfono celular con pantalla táctil, que permite al usuario conectarse a internet, gestionar cuentas de correo electrónico e instalar otras aplicaciones y recursos a modo de pequeño computador.

**Topología.** Término utilizado para definir la estructura de la red y la configuración del sistema y dispositivos electrónicos.

**WIFI.** Es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con wifi tales como una computadora personal, un televisor inteligente, una videoconsola, un teléfono inteligente o un reproductor de música pueden conectarse a internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica.