

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO

CEUTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**DISEÑO DE PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA MONITOREO Y
REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGETICO RESIDENCIAL**

SUSTENTADO POR

EDGAR GEOVANNY HERNÁNDEZ SILVA, 31411239

PREVIA INVESTIDURA AL TITULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

TEGUCIGALPA HONDURAS, C.A.

ENERO, 2022

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO

CEUTEC

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICA CEUTEC

DINA ELIZABETH VENTURA DÍAZ

DIRECTORA ACADÉMICA CEUTEC

IRIS GABRIELA GONZALES ORTEGA

TEGUCIGALPA HONDURAS, C.A.

ENERO, 2022

**DISEÑO DE PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA MONITOREO Y
REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGETICO RESIDENCIAL**

TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS EXIGIDOS
PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

ASESOR:

ING. KARIO VILAFRANCA

TERNA EXAMINADORA:

ING. MANUEL ELVIR

ING. ELMER CRUZ

ING. JOEL FONSECA

TEGUGIGALPA HONDURAS, C.A.

ENERO, 2022

DEDICATORIA

Dedico esta investigación principalmente a Dios, a Él debo toda la honra y la gloria, reconociendo que sin Él no sería lo que soy ahora y nada de lo que poseo y he logrado fuera posible.

A mi esposa, por su apoyo incondicional, su comprensión y estar a mi lado aun en los momentos más difíciles.

A mis hijos, por ser mi principal motivación de seguir adelante día tras día y enseñarme lo bello que es ser padre.

A mis padres, por sus sabios consejos, buenos ejemplos y sus oraciones que han sido de mucha ayuda.

A mis hermanas, por ser parte de mí caminar y ser ejemplo para mi vida, motivándome siempre a ser mejor persona y nunca rendirme.

A mis sobrinos, por distraerme y recordarme que la vida es para reír y disfrutar.

¡Todo lo que he logrado se lo dedico a ustedes, gracias!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad y sus autoridades, por haber abierto sus puertas y haber permitido formarme en sus aulas.

A todos los docentes y catedráticos que contribuyeron con sus enseñanzas a mi formación académica en estos años de estudio.

A mi asesor de tesis Ing. Kario Villafranca quien plasmo en mí los conocimientos para poder realizar mi proyecto, corrigiéndome y asesorándome en cada etapa de mi proceso de desarrollo de la tesis.

A mis compañeros de clase durante todos los niveles, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

A la Licda. Ethel Turcios, por la motivación, orientación y apoyo brindado durante estos años de estudios y por toda la confianza depositada en mí para desarrollar todas mis fortalezas y habilidades.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es diseñar un prototipo de sistema domótico para el monitoreo y reducción del consumo energético residencial, considerando que la domótica es una tecnología orientada a mejorar el confort, la seguridad y la eficiencia energética en las viviendas, permitiendo la automatización y el control de casi todos los dispositivos eléctricos y electrónicos que se utilizan en el hogar. La investigación consiste en un estudio explicativo causal, con un enfoque cuantitativo. En la cual se logró determinar que, mediante el uso de la domótica, una tecnología que cada vez más se va generalizando, se puede monitorear en tiempo real y gestionar de manera eficiente el consumo energético de una vivienda. También se logró determinar que utilizando la plataforma de desarrollo de Arduino es posible crear un sistema domótico de bajo costo con gran adaptabilidad, al seleccionar los sensores y actuadores adecuados se puede lograr el monitoreo y control deseado obteniendo una buena mejor relación calidad – precio, se proponen diferentes circuitos electrónicos que conformarán el prototipo de sistema domótico para las áreas de la vivienda que serán automatizadas, finalmente se realizaron los cálculos necesarios para establecer el ahorro energético una vez haya sido implementado el sistema domótico propuesto, realizando una representación en una vivienda multifamiliar ubicada en la ciudad de Tegucigalpa, para obtener un punto de referencia, en la que se realizó un diagnóstico y cálculo de los consumos en las áreas de iluminación, electrodomésticos, dispositivos electrónicos y dispositivos en estado de stand-by conectados a la red eléctrica, para obtener estos datos de consumo se utilizó la etiqueta de especificaciones de cada dispositivo así como del tiempo promedio de uso diario, , lo cual demostró que mediante la implementación del sistema domótico propuesto es esta investigación se puede reducir un aproximado de 12% del consumo total de una vivienda, con la posibilidad de que este porcentaje aumente según el sistema domótico se adapte al comportamiento y a las necesidades de los usuarios. Contribuyendo de esta manera con el medio ambiente y con la economía de los usuarios.

PALABRAS CLAVE: Prototipo, domótica, ahorro energético, Arduino.

ABSTRACT

The objective of this research work is to design a prototype of a home automation system for monitoring and reducing residential energy consumption, considering that home automation is a technology aimed at improving comfort, safety and energy efficiency in homes, allowing automation and the control of almost all electrical and electronic devices used in the home. The research consists of a causal explanatory study, with a quantitative approach. In which it was determined that, through the use of home automation, a technology that is becoming more and more widespread, it is possible to monitor in real time and efficiently manage the energy consumption of a home. It was also possible to determine that using the Arduino development platform it is possible to create a low-cost home automation system with great adaptability, by selecting the appropriate sensors and actuators, the desired monitoring and control can be achieved, obtaining a better value for money, it is propose different electronic circuits that will make up the prototype of home automation system for the areas of the house that will be automated, finally the necessary calculations were made to establish energy savings once the proposed home automation system has been implemented, making a representation in a multifamily house located in the city of Tegucigalpa, to obtain a reference point, in which a diagnosis and calculation of consumption was carried out in the areas of lighting, electrical appliances, electronic devices and devices in stand-by state connected to the electrical network, to To obtain these consumption data, the label was used. specifications of each device as well as the average time of daily use, which showed that through the implementation of the home automation system proposed in this investigation, an approximate 12% of the total consumption of a home can be reduced, with the possibility that This percentage increases as the home automation system adapts to the behavior and needs of the users. Contributing in this way to the environment and the economy of the users.

KEY WORDS: Prototype, home automation, energy saving, Arduino.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.1.	Antecedentes	3
2.2.	Definición del problema de investigación.....	4
2.3.	Preguntas de investigación	5
2.4.	Hipótesis de la investigación.....	5
2.4.1.	Variables de investigación.....	6
2.4.2.	Operacionalización de las variables.....	6
2.5.	Justificación.....	8
III.	OBJETIVOS	10
3.1.	Objetivo General	10
3.2.	Objetivos específicos.....	10
IV.	MARCO TEÓRICO	11
4.1.	Energía Eléctrica	11
4.1.1.	Generación de energía eléctrica.....	11
4.1.2.	Régimen ordinario o no renovable	12
4.1.3.	Régimen especial o renovable	12
4.1.4.	Contaminación ambiental	13
4.1.5.	Consumo	16
4.1.6.	Tarifa eléctrica en Honduras.....	17
4.1.7.	Ahorro energético	19
4.2.	Domótica	21
4.2.1.	Áreas de aplicación que comprende la domótica	22
4.2.2.	Inconvenientes de la domótica.....	22

4.3.	Sistemas de control.....	23
4.3.1.	Sistemas de control centralizado	23
4.3.2.	Sistema de control descentralizado.....	24
4.3.3.	Sistema de control distribuido	25
4.4.	Elementos de un sistema domótico	25
4.4.1.	Controlador	25
4.4.2.	Elementos de control primario (sensores)	26
4.4.3.	Elementos de control final (Actuadores).....	29
4.5.	Domótica con Arduino	32
4.5.1.	Arduino	32
4.5.2.	Medio integrado de desarrollo de Arduino IDE	34
4.5.3.	Librerías.....	35
4.5.4.	Lenguaje de programación	36
4.5.5.	Componentes electrónicos utilizados con Arduino para domótica.....	36
4.5.6.	Plataformas IoT	42
V.	METODOLOGÍA.....	44
5.1.	Enfoque de investigación	44
5.2.	Tipo de investigación	44
5.3.	Diseño de la investigación.....	45
5.4.	Población y Muestra	45
5.5.	Instrumentos	46
5.6.	Fuentes de Información.....	46
5.6.1.	Fuentes primarias.....	46
5.6.2.	Fuentes Secundarias	46
5.6.3.	Fuentes utilizadas en la investigación.....	46

5.7.	Cronología del trabajo.....	48
VI.	RESULTADO Y ANÁLISIS	49
6.1.	Domótica: Gestión eficiente del consumo energético.....	49
6.2.	Propuesta sistema domótico con Arduino.....	52
6.2.1.	Controlador: Arduino vs Raspberry Pi vs PLC	52
6.2.2.	Áreas donde se implementará el control domótico	54
6.2.3.	Propuesta de medidor de consumo	57
6.2.4.	Propuesta de controlador de luces	63
6.2.5.	Propuesta de controlador de dispositivos Stand-by.....	64
6.2.6.	Componentes del prototipo.....	65
6.2.7.	Características y especificaciones.....	66
6.2.8.	Potencia a controlar	66
6.2.9.	Respaldo de energía.....	67
6.3.	Influencia de la implementación del sistema domótico	68
6.3.1.	Vivienda.....	68
6.3.2.	Consumo energético de la vivienda.....	69
6.3.3.	Medición de consumo por dispositivo.....	70
6.3.4.	Medición de consumo de dispositivos en Stand-by.....	73
6.3.5.	Ahorro energético estimado.....	75
VII.	Viabilidad.....	78
7.1.	Viabilidad operacional	78
7.2.	Viabilidad económica.....	78
7.3.	Viabilidad de mercado.....	79
VIII.	APLICABILIDAD.....	81
8.1.	Análisis de mercado	81

8.1.1. Análisis de la demanda	82
8.1.2. Análisis de la oferta	94
8.1.3. Análisis de precios	97
8.1.4. Análisis de la comercialización	100
8.2. Estudio Técnico.....	101
8.2.1. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto	103
8.2.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto	105
8.2.3. Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos	106
8.2.4. Identificación y descripción del proceso	109
8.2.5. Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto	110
8.3. Estudio Económico	113
8.3.1. Costos de producción y operación.....	114
8.3.2. Inversión total inicial	116
8.3.3. Punto de equilibrio.....	120
8.3.4. TIR (Tasa Interna de Retorno).....	122
8.4. Prototipo	125
VIII. CONCLUSIONES	138
IX. RECOMENDACIONES	140
X. BIBLIOGRAFÍA	141
XI. ANEXOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de operacionalización de variables	6
Tabla 4.1 Contaminantes atmosféricos, fuentes y efectos sobre la salud de la población	13
Tabla 4.2 Estructura tarifaria a partir del mes de julio de 2021.	19
Tabla 4.3 Partes de la placa Arduino	33
Tabla 6.1 Comparación de características de controladores usados en domótica	52
Tabla 6.2 Consumo en iluminación de edificio multifamiliar de la ciudad de Chiclayo.	55
Tabla 6.3 Consumo eléctrico de aparatos en Stand-by.....	56
Tabla 6.4 Consumos facturados en los últimos 5 meses	70
Tabla 6.5 Cálculo de tarifa promedio	70
Tabla 6.6 Consumo promedio mensual por dispositivo	71
Tabla 6.7 Consumo estimado por dispositivo primera planta	72
Tabla 6.8 Consumo por dispositivo segunda planta	72
Tabla 6.9 Consumo de dispositivos en Stand-by.....	74
Tabla 6.10 Consumo por áreas	74
Tabla 6.11 Consumos estimados en la iluminación con el sistema domótico instalado	76
Tabla 6.12 Consumos con el sistema domótico	76
Tabla 8.1 Proyección de la demanda	93
Tabla 8.2 Ficha de competidor primario	95
Tabla 8.3 Ficha de competidor secundario.....	96
Tabla 8.4 Presupuesto para elaboración de prototipo paquete básico	98
Tabla 8.5 Presupuesto para elaboración de prototipo paquete Avanzado	98
Tabla 8.6 Proyección de ventas de sistemas domóticos	105
Tabla 8.7 Inversión estimada para la fabricación de 1 sistema domótico paquete básico	106
Tabla 8.8 Inversión estimada para la fabricación de 1 sistema domótico paquete avanzado..	107

Tabla 8.9 Inversión estimada para la fabricación de 10 sistemas domóticos paquete básico .	108
Tabla 8.10 Inversión estimada para la fabricación de 10 sistemas domóticos paquete avanzado	
.....	108
Tabla 8.11 Costos nómina	114
Tabla 8.12 Gastos administrativos.....	115
Tabla 8.13 Costos materia prima para elaboración de los sistemas	115
Tabla 8.14 Proyección de costo de materia prima por unidad.....	116
Tabla 8.15 Proyección de costo total de materia prima.....	116
Tabla 8.16 Inversión fija.....	117
Tabla 8.17 Inversión diferida.....	118
Tabla 8.18 Inversión en capital de trabajo.....	118
Tabla 8.19 Inversión total.....	119
Tabla 8.20 Fuentes de financiamiento	119
Tabla 8.21 Plan de financiamiento	120
Tabla 8.22 Proyección precio de venta de los sistemas domóticos	121
Tabla 8.23 Proyección de ventas totales.....	121
Tabla 8.24 Proyección de costos fijos y variables anuales.....	121
Tabla 8.25 Proyección de punto de equilibrio	122
Tabla 8.26 Estado de resultados proyectados	123
Tabla 8.27 Indicadores financieros.....	124
Tabla 8.28 Decisión de aceptación del proyecto	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Evolución del tipo de cambio del Lempira con respecto al Dólar de los EE.UU	17
Figura 4.2 Componentes de costo de la tarifa promedio	18
Figura 4.3 Distribución de un sistema domótico en una vivienda.....	21
Figura 4.4 Sistema de control centralizado	23
Figura 4.5 Sistema de control descentralizado	24
Figura 4.6 Sistema de control distribuido.....	25
Figura 4.7 Módulos de control.	26
Figura 4.8 Placa Arduino R3	32
Figura 4.9 Partes de Arduino Uno R3	33
Figura 4.10 Entorno IDE de Arduino	35
Figura 4.11 Módulo de red para Arduino	37
Figura 4.12 Módulo de relé de 4 canales.....	37
Figura 4.13 Diodo LED	38
Figura 4.14 Resistencia.....	38
Figura 4.15 Módulo sensor de luz LDR	39
Figura 4.16 Sensor PIR.....	39
Figura 4.17 Sensor de corriente para Arduino.....	40
Figura 4.18 Transformador de voltaje	41
Figura 4.19 Plataforma Ubidots.....	42
Figura 5.1 Cronología del proyecto	48
Figura 6.1 Ahorro eléctrico después de un año con un sistema domótico instalado.....	51
Figura 6.2 Conexión del sensor de corriente SCT-013 30	59
Figura 6.3 Conexión del transformador para obtener el voltaje.	61
Figura 6.4 Conexión del LM358 para obtener la corriente.	62

Figura 6.5 Conexión del circuito controlador de luces.....	64
Figura 6.6 Conexión del circuito controlador de dispositivos en Stand-by.....	65
Figura 6.7 UPS Shield para Arduino	67
Figura 6.6 Diagrama para medición de voltaje y corriente	73
Figura 6.7 Gráfico de consumos.....	75
Figura 6.8 Gráfico de consumos sin sistema domótico	77
Figura 6.9 Gráfico de consumos con el sistema domótico	77
Figura 8.1 Gráfico circular, resultados de la pregunta 1	84
Figura 8.2 Gráfico circular, resultados de la pregunta 2	85
Figura 8.3 Gráfico circular, resultados de la pregunta 3	85
Figura 8.4 Gráfico circular, resultados de la pregunta 4	86
Figura 8.5 Gráfico circular, resultados de la pregunta 5	86
Figura 8.6 Gráfico circular, resultados de la pregunta 6	87
Figura 8.7 Gráfico circular, resultados de la pregunta 7	88
Figura 8.8 Gráfico circular, resultados de la pregunta 8	88
Figura 8.9 Gráfico circular, resultados de la pregunta 9	89
Figura 8.10 Gráfico circular, resultados de la pregunta 10	90
Figura 8.11 Gráfico circular, resultados de la pregunta 11	90
Figura 8.12 Gráfico circular, resultados de la pregunta 12	91
Figura 8.13 Gráfico circular, resultados de la pregunta 13	92
Figura 8.14 Gráfico circular, resultados de la pregunta 14	92
Figura 8.15 Distrito Central, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.	104
Figura 8.16 Diagrama de flujo de proceso de comercialización	109
Figura 8.17 Diagrama de flujo de proceso de fabricación.....	110
Figura 8.18 Organigrama inicial de la empresa.....	111

Figura 8.19 Conexión del sensor STC-013 con el Arduino	126
Figura 8.20 Montaje del medidor de consumo en el prototipo.....	127
Figura 8.21 Potenciómetros de ajuste del módulo sensor PIR HC-SR501	128
Figura 8.22 Conexiones del módulo sensor PIR HC-SR501.....	128
Figura 8.23 Conexión del módulo sensor PIR HC-SR501	129
Figura 8.24 Montaje del controlador de iluminación en el prototipo	130
Figura 8.25 Conexión del módulo relé con Arduino	131
Figura 8.26 Montaje del controlador de dispositivos Stand-by en el prototipo	132
Figura 8.27 Montaje del prototipo.....	133
Figura 8.28 Estructura de Ubidots.....	134
Figura 8.29 Información del perfil creado en Ubidots	135
Figura 8.30 Asignación de variables en IDE de Arduino.....	135
Figura 8.31 Visualización de variables en la página de Ubidots.....	136
Figura 8.32 Widgets para el tablero virtual en Ubidots.....	137
Figura 8.33 Tablero digital configurado para el prototipo	137

GLOSARIO

AC	Corriente alterna
ADC	Convertidor analógico digital
Arduino	Plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre.
Carga eléctrica	Propiedad física de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión. Su unidad es el coulomb representado con la letra C.
Corriente Eléctrica	Flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que fluye en un material. Su unidad es el amperio se representa con la letra A.
CREE	Comisión Reguladora de Energía Eléctrica
DGEM	Dirección General de Electricidad y Mercados
Domótica	Conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda.
EEH	Empresa Energía Honduras
Eficiencia	Capacidad de disponer los mejores medios y recursos para obtener resultados.
Electricidad	Fenómeno físico resultante de la presencia y flujo de cargas eléctricas en un conductor.
Electromagnetismo	Rama de la física que estudia y unifica los fenómenos eléctricos y magnéticos en una sola teoría.
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
Energía Eléctrica	Capacidad eléctrica que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, utilizada para realizar trabajo, su unidad es el joule, se representa con la letra J.

Frecuencia	Magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico. Su unidad de medida es el Hertz representado por Hz.
Hardware	Todas las partes tangibles de un sistema informático.
LED	Diodo emisor de luz
Potencia eléctrica	Cantidad de energía eléctrica absorbida por un elemento por unidad de tiempo. Su unidad es el watt se representa con la letra W.
Prototipo	Es un primer modelo que sirve como representación o simulación del producto final y que permite verificar el diseño y confirmar que cuenta con las características específicas planteadas.
Resistencia eléctrica	Oposición que tienen los electrones al moverse a través de un conductor. Su unidad es el ohmio, se representa con la letra griega omega (Ω).
Simulador	Aparato o software informático que permite la simulación de sensaciones o experiencias reales de un sistema.
Sistema	Objeto complejo cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente, puede ser material o conceptual.
Software	Equipamiento o soporte lógico de un sistema informático. Comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas utilizando el hardware.
Voltaje	Es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Su unidad es el voltio se representa con la letra V.

I. INTRODUCCIÓN

Cada día la sociedad evoluciona de forma exponencial, de igual forma la demanda del consumo de energía eléctrica se incrementa significativamente, este fenómeno es evidente tanto en el sector doméstico como en el sector industrial, para poder satisfacer este aumento en la demanda es necesario la construcción de nuevas fuentes energéticas, esto conlleva a considerar el tiempo, costo y el impacto ambiental que ocasionaría la construcción de estas.

Como alternativa se plantea establecer planes de ahorro de energía eléctrica con ayuda de sistemas inteligentes en instalaciones domesticas para el uso racional, de esta manera se evita recurrir a nuevas fuentes energéticas, las cuales dependen principalmente de combustibles fósiles que son responsables de las emisiones locales y de gases de efecto invernadero principales contaminantes ambientales.

Sumado a esto, el mal uso de la energía eléctrica en los sectores domésticos e industriales es un problema preocupante, cada vez es más evidente la falta de concientización y sensibilidad sobre el tema por parte de los usuarios, sin existir una cultura de uso racional de la energía eléctrica para evitar el desperdicio de tan valioso recurso.

Día a día se desarrollan tecnologías que ayuden a aumentar la eficiencia energética en las viviendas, poco a poco se va popularizando el uso de la domótica como una alternativa que además de aumentar el confort y seguridad de una vivienda permite hacer un uso más eficiente de la energía eléctrica.

Por lo cual, la presente investigación se enfoca en determinar las mejores estrategias que permitan una reducción del consumo energético en una vivienda y se propone un diseño de sistema domótico que ayudara a los usuarios a monitorear los consumos, así como a controlar de manera inteligente diferentes dispositivos con el fin de reducir su consumo energético.

Dando prioridad al bajo coste y a la mejor relación calidad – precio, se elige el mejor controlador y los dispositivos de control adecuados para el diseño del prototipo de sistema domótico, con el fin de obtener el mayor ahorro energético posible, contribuyendo de esta manera a la reducción de la contaminación ambiental y minimizar el gasto económico que representa un alto consumo energético.

La investigación consta de diez capítulos, en el primer capítulo se expone una breve introducción sobre el contenido de la investigación y cada uno de sus capítulos.

El segundo capítulo se expone por el cual surge el estudio y planteamiento del problema, desde los antecedentes del problema de investigación, así como la definición del problema, las preguntas, hipótesis planteadas y su justificación.

El tercer capítulo se presentan tanto el objetivo general como los objetivos específicos a alcanzar durante la investigación.

El cuarto capítulo expone una revisión literaria sobre temas de interés para el estudio, las bases teóricas del estudio y el marco contextual correspondiente, principalmente las formas de generación de energía eléctrica y como estas contribuyen a la contaminación ambiental, datos sobre consumos, domótica y su aplicación para el ahorro energético, Arduino y sus aplicaciones domóticas.

En el quinto capítulo se detalla la metodología a aplicar, comenzando con el enfoque, tipo y diseño de la investigación, luego se detalla todo lo referente a la recolección de datos, población y muestra, unidad de análisis, técnicas e instrumentos aplicados, así como las fuentes de información finalizando con un cronograma donde se detallan los tiempos necesarios para el desarrollo de cada actividad.

En el sexto capítulo se muestran el análisis y la discusión de los resultados obtenidos, así como el diseño de los circuitos y características que conformaran la propuesta de sistema domótico para monitoreo y reducción del consumo energético en una vivienda.

En el séptimo capítulo se realiza el análisis de viabilidad del proyecto, enfocándose en las áreas técnica, económica y de mercado, luego en el octavo capítulo se presenta el estudio de mercado, técnico y económico así como los indicadores financieros.

Finalizando con los capítulos noveno, décimo y undécimo donde se exponen las conclusiones del estudio, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y anexos de la investigación respectivamente.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes

Si se observan todas las actividades que se realizan en el transcurso del día, la energía eléctrica está presente en la mayoría de ellas, la energía eléctrica es uno de los recursos que han impulsado el desarrollo de la sociedad, proporcionando mayor productividad, comodidad y recreación, mejorando la calidad de vida. Camó Cojóm (2015) menciona que:

El consumo de energía eléctrica en las ciudades ha tenido un aumento exponencial en los últimos años, debiéndose principalmente a que la sociedad moderna es creciente y altamente tecnificada, continuando en la búsqueda de más tecnología para su desarrollo y crecimiento en todos los aspectos. Esto se convierte en un factor preocupante en el problema de consumo de energía eléctrica; y siendo esta vital para la sociedad actual, al representar la sangre que hace mover los brazos de la tecnología y el desarrollo del mundo moderno, es por ello y más que pone de manifiesto la necesidad de reflexionar y actuar en su uso correcto, algo que se requiere empezar desde ya. (p.1)

En un mundo donde se prioriza la automatización con el objetivo de aumentar la productividad, se hace evidente un incremento en el consumo de energía eléctrica la cual primero tiene que ser generada, provocando efectos negativos y perjudiciales para el medio ambiente al depender de los recursos no renovables como son los combustibles fósiles: petróleo, carbón y gas natural.

El aumento anormalmente acelerado de la temperatura media del planeta se debe a la concentración de los gases efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que se producen por acción antropogénica, particularmente el dióxido de carbono (CO₂). Y su causa fundamental son las fuentes fósiles (carbón, gas y petróleo) de la matriz energética sobre la cual se ha edificado la Civilización Industrial. (Cubillos & Estenssoro, 2011)

Todos los consumidores de energía eléctrica han estado utilizando día a día más de lo que deben consumir. Esto conlleva a una mayor demanda de energía eléctrica, energía que día a día también se debe generar; y con ella problemas económicos y degradación ambiental a toda la comunidad consumidora. (Camó Cojóm, 2015)

En la actualidad se desarrollan tecnologías con la finalidad de aumentar la eficiencia energética en las viviendas, la domótica es un término que poco a poco se va popularizando debido a la

necesidad e importancia de sus aplicaciones. “Hoy podemos encontrar casas equipadas con este tipo de tecnología que además de aumentar el confort, proporciona una mayor seguridad en la vivienda y permite hacer uso más eficiente de la energía.” (Calvo Torres, 2014)

Saguma Aniceto (2018) afirma que: “La automatización de las viviendas, es una necesidad para el ahorro de energía eléctrica, debido básicamente a la maniobrabilidad de las cargas eléctricas dentro de las viviendas.” (p.80). Y Camó Cojóm (2015) en su estudio concluye que: “Al instalar un sistema domótico aplicado a la eficiencia energética en fuentes luminosas, se reduce significativamente el consumo de energía eléctrica ganando a su vez comodidad y seguridad.” (p.237)

Es de suma importancia el buscar la forma de optimizar el consumo de energía eléctrica, ya que el principal interés de una sociedad racional debe ser el consumir el mínimo de energía posible para conseguir la satisfacción del máximo de los servicios.

2.2. Definición del problema de investigación

En la actualidad es cada vez mayor la cantidad de dispositivos eléctricos y electrónicos en los hogares, televisores y equipos de sonido para el entretenimiento, electrodomésticos que facilitan la elaboración de alimentos, sistemas de iluminación que proveen de una mejor estética a las viviendas, teléfonos inteligentes y computadoras que permiten la comunicación en tiempos en los que se ha vuelto tan popular el trabajar desde casa, todo esto facilitando las tareas del día a día brindando mayor comodidad y productividad. Raudales Centeno (2017) establece que “La expansión de la telefonía celular y de Internet en los últimos diez años ha provocado que la sociedad hondureña se encuentre a las puertas de un escenario que promete nuevos estilos de vida.” (p.74). Este crecimiento tecnológico además de las grandes ventajas que ofrece lleva consigo un aumento significativo en el consumo eléctrico, sumado a esto el costo de la generación de energía eléctrica se eleva significativamente, año tras año se aprueban aumentos en la tarifa de facturación ya que el ajuste de los costos de generación de electricidad está especialmente asociado a los costos de los combustibles utilizados para la generación de energía eléctrica, esto sin duda afecta de manera desfavorable en la economía de todos los hondureños.

Es por tal razón que en este proyecto se propone el diseño de un prototipo de sistema domótico que permita monitorear el consumo eléctrico con el propósito de disminuirlo, aplicando estrategias inteligentes que permitan el control automatizado de la iluminación, ventilación, activación y desactivación de dispositivos electrónicos conectados a la red eléctrica de una vivienda, contribuyendo de esta manera con la preservación del medio ambiente.

2.3.Preguntas de investigación

- ¿De qué manera la domótica permite gestionar de manera eficiente el consumo energético en una vivienda?
- ¿De qué manera es posible monitorear y reducir el consumo energético utilizando la plataforma Arduino?
- ¿Cuál es la influencia de la implementación del sistema domótico en la reducción del consumo energético?

2.4.Hipótesis de la investigación

Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. (Hernández Sampieri, 2014)

H1: Mediante la implementación de la domótica es posible gestionar de forma eficiente el consumo energético de una vivienda.

H0: Mediante la implementación de la domótica no es posible gestionar de forma eficiente el consumo energético de una vivienda.

H2: Mediante la plataforma Arduino se puede construir un sistema domótico que permita el monitoreo y reducción del consumo energético de una vivienda.

H0: Mediante la plataforma Arduino no se puede construir un sistema domótico que permita el monitoreo y reducción del consumo energético de una vivienda.

H3: Mediante la implementación del prototipo de sistema domótico se reduce un 25% el consumo energético de una vivienda.

H0: Mediante la implementación del prototipo de sistema domótico no se reduce un 25% el consumo energético de una vivienda.

Ha: Mediante la implementación del prototipo de sistema domótico se reduce menos del 25% el consumo energético de una vivienda.

2.4.1. Variables de investigación

Las variables utilizadas en la investigación establecen una causalidad entre la variable dependiente y la variable independiente. Las cuales se especifican a continuación:

Variable independiente (X): Sistema domótico

Variable dependiente (Y): Consumo energético

2.4.2. Operacionalización de las variables

Tabla 2.1

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición Operacional
Sistema domótico	Sistema domótico es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente	Gestión energética Seguridad Comunicación	Análisis de los efectos eléctricos, magnéticos, ópticos, inductivos y capacitivos necesarios para la recolección de datos proporcionando la

	del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema. (CEDOM, Asociación Española de Domótica e Inmótica, 2020)		información necesaria al microcontrolador para la activación y/o desactivación de los circuitos.
Consumo energético	De acuerdo con (SORIAENERGIA, 2019) “El consumo energético es el gasto total de energía para un proceso determinado.” por ejemplo: ventilación, iluminación, refrigeración, transporte, procesos, líneas de producción, etc.	Dispositivos eléctricos instalados Tiempo de funcionamiento	Medición del consumo energético de cada uno de los equipos eléctricos, sistemas de iluminación y dispositivos de ventilación conectados a la red eléctrica, el cual se determina por el producto de la potencia consumida por el tiempo de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia (2021)

2.5. Justificación

La electricidad es el combustible que mueve a la sociedad, permite su crecimiento económico y proporciona bienestar, la disponibilidad de energía eléctrica tiene un efecto directo sobre la productividad, la salud, la educación, la educación y muchos beneficios más. De ahí que la electricidad se vuelve un recurso indispensable para la sociedad, desde permitirnos encender un bombillo para iluminación hasta impulsar las grandes maquinarias utilizadas en las industrias. Para hacer uso de la electricidad es necesario generarla, actualmente la electricidad se genera a partir de recursos no renovables como los combustibles fósiles los cuales día a día se vuelven más limitados y escasos elevando el costo de la generación de energía eléctrica, por ende se eleva el precio final de consumo, el principal objetivo de esta investigación es reducir el consumo energético y minimizar el gasto económico que genera el alto consumo.

La justificación social de esta investigación además de reducir los gastos en consumo eléctrico de una vivienda es el de contribuir a reducir la contaminación ambiental que produce la generación de energía eléctrica, la quema de combustibles produce grandes emisiones de CO₂ a la atmosfera lo que produce el efecto invernadero y la lluvia acida, como personas responsables con el medio ambiente es prioritario el buscar la manera de reducir el consumo energético en las viviendas, por medio del prototipo de sistema domótico que se desarrolla en esta investigación se podrá aprovechar al máximo los recursos naturales, priorizando la luz natural del sol a la luz artificial, al aire natural que a la climatización artificial, contribuyendo a preservar el medio ambiente que al igual que la electricidad es un recurso indispensable para nuestra vida y desarrollo.

Instituciones y organizaciones dedicadas a fomentar el uso racional de la energía como el Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IADE) y la Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, brinda algunos consejos para poder hacer un uso más eficiente de la energía eléctrica en los hogares:

- Aprovechar la luz natural.
- Instalar interruptores que permitan encender selectivamente las lámparas.
- Sustituir las lámparas incandescentes tradicionales, por lámparas de bajo consumo.
- Apagar las luces cuando no se utilicen.

- Utilizar interruptores horarios para reducir el consumo.
- No dejar electrodomésticos en stand-by, ni los cargadores conectados permanentemente, puesto que siguen consumiendo.
- La domótica integrada en la instalación ayuda a economizar y aumenta el nivel de confortabilidad de la vivienda.

Hacer un uso adecuado de la electricidad, usar equipos eficientes y tener control sobre el recibo eléctrico, ayudará a optimizar sus gastos energéticos, mejorando su economía familiar y contribuyendo a la mitigación del cambio climático. (ENEE, 2013)

III. OBJETIVOS

3.1.Objetivo General

Diseñar un prototipo de sistema domótico empleando la plataforma de Arduino para el monitoreo y reducción del consumo energético residencial.

3.2.Objetivos específicos

- Determinar de qué manera la domótica permite gestionar de manera eficiente el consumo energético en una vivienda.
- Diseñar un prototipo de sistema domótico con Arduino que permita monitorear y reducir el consumo energético en una vivienda.
- Determinar cuál es la influencia de la implementación del sistema domótico en la reducción del consumo energético de una vivienda.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Energía Eléctrica

La historia de la electricidad está unida con la del ser humano, los primeros contactos con esta datan de la Antigua Grecia, cuando Thales de Mileto descubre que al frotar el ámbar con un pedazo de tela se producía atracción, más adelante este fenómeno se nombraría como electricidad estática, en el siglo XVI el físico William Gilbert perfecciona la brújula al investigar y experimentar con las propiedades de los imanes, posteriormente, en el siglo XIX Alejandro Volta desarrolla las primeras celdas químicas que fueron capaces de almacenar electricidad, inventado la pila o batería, ya a final del siglo XIX surgen dos grandes personalidades como Edison y Tesla que mediante sus investigaciones cambian el curso de la historia y ponen a la electricidad como eje central de nuestras vidas.

4.1.1. Generación de energía eléctrica

La generación de electricidad se basa en el principio de la inducción electromagnética descubierto por Michael Faraday, el cual tiene lugar en los generadores. Este físico inglés intuyó que los campos magnéticos podían producir electricidad, colocó un disco de cobre al cual le había dado forma de herradura entre los dos polos de un imán, y lo hizo girar, este movimiento indujo una corriente eléctrica en el disco.

Por lo general en las centrales de generación de energía eléctrica actuales lo que se busca es hacer girar una turbina que se comunica a un grupo de imanes, al girar los imanes modifican la posición del material conductor respecto a las líneas de fuerza del campo magnético, lo que induce una corriente eléctrica en el conductor. La energía que mueve las turbinas en las centrales de generación eléctrica puede ser de varios tipos: nuclear, hidráulica, térmica, solar, eólica, etc., cada una está sujeta por ley a un régimen determinado.

Existen dos grandes grupos de centrales eléctricas:

- Régimen ordinario, las cuales se dedican a generar electricidad a gran escala.
- Régimen especial, las cuales tienen una alta eficiencia energética, con energías renovables y con bajo impacto ambiental.

4.1.2. Régimen ordinario o no renovable

Son aquellas fuentes energía de uso limitado, que una vez consumido se agota el abastecimiento. En general, el ritmo de uso es mayor a su regeneración. (Vivanco Font, 2020)

Entre las fuentes no renovables más comunes están:

- Combustibles fósiles: es biomasa de tiempos milenarios sometida a procesos de transformación por presión y temperatura.
- Energía nuclear o atómica: esta energía proviene del proceso de fisión nuclear del átomo de uranio.

4.1.3. Régimen especial o renovable

Comprende aquellas energías cuya renovación es mayor a la cadencia de uso. (Vivanco Font, 2020)

Entre las fuentes renovables más comunes están:

- Energía hidráulica: es el caso del agua que por efecto de la energía potencial gravitatoria desciende de las montañas formando cursos de agua como ríos. El movimiento del agua río abajo genera energía cinética. Esta energía potencial se transforma en energía hidroeléctrica al pasar por turbinas de generación eléctrica.
- Energía marina o de movimiento de aguas oceánicas: El movimiento de las aguas marinas en océanos y mares son un almacén interminable de energía cinética, y que utilizando la tecnología apropiada, es posible transformarla en energía eléctrica.
- Energía Eólica: se refiere a la energía contenida en las grandes masas de aire que se desplazan por la superficie del planeta producto de la acción del Sol. Es así, que la energía cinética de las masas de aire se convierte en energía mecánica para luego transformarse en energía eléctrica en una turbina eólica.
- Biomasa/materia orgánica: es la energía del Sol almacenada en la materia orgánica. Como es sabido, las plantas y algunos microorganismos tienen la capacidad de guardar esta energía en forma química mediante el proceso de la fotosíntesis.
- Energía solar: es la energía proveniente de la radiación electromagnética del Sol. En este caso, a diferencia del caso anterior, se usa directamente mediante las tecnologías desarrolladas para este fin. Esta energía, en forma de calor y luz, puede aprovecharse

por medio de células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, que la convierten en energía eléctrica o térmica.

- **Energía geotérmica:** esta energía aprovecha las altas temperatura que emergen desde las capas interiores del planeta. Esta energía se manifiesta normalmente como géiseres, fumarolas, pozos de lodo hirviendo, volcanes y fuentes termales. Este calor es utilizado tanto para la generación de electricidad o bien como energía térmica.

4.1.4. Contaminación ambiental

La generación de energía eléctrica en el mundo depende principalmente de combustibles fósiles, uno de los inconvenientes del uso de combustibles fósiles son las emisiones locales y de gases de efecto invernadero principalmente el bióxido de carbono (CO_2), así como los principales gases contaminantes emitidos al ambiente están: los óxidos de nitrógeno (NO_x), el bióxido de azufre (SO_2), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos no quemados (HC). (Laguna Monroy, 2002)

Tabla 4.1

Contaminantes atmosféricos, fuentes y efectos sobre la salud de la población

Contaminante	Fuente	Efecto sobre la salud
Dióxido de azufre (SO_2)	Plantas de generación eléctrica en base a carbón y petróleo, calderas industriales, incineradores, calefactores domésticos, fundiciones, industria papelera.	SO_2 puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio

<p>Material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5})</p>	<p>Plantas de generación eléctrica en base a carbón y petróleo, calderas industriales, incineradores, calefactores domésticos, vehículos diesel, construcción, minería, industria del cemento.</p>	<p>La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón. En la UE, la esperanza de vida promedio es 8,6 meses inferior debido a la exposición a las PM_{2,5} generadas por actividades humanas. En general el PM_{2,5} resulta más agresivo y peligroso para la salud que la fracción gruesa (PM₁₀), ya que su menor tamaño permite el fácil ingreso por las vías respiratorias llegando a nivel alveolar, lo que repercute en el largo plazo en problemas respiratorios y cardiovasculares.</p>
<p>óxidos de nitrógeno (NO_x)</p>	<p>Plantas de generación eléctrica en base a carbón y gas natural, calderas industriales, incineradores, gases de escape de vehículos.</p>	<p>La exposición a este contaminante afecta las vías respiratorias y aumenta los cuadros de asma. Es un precursor del ozono (O₃) a nivel del suelo (troposférico) por medio de una reacción fotoquímica.</p>

Monóxido de carbono (CO)	Gases de escape de vehículos, procesos de combustión.	Problemas respiratorios al bloquear la proteína de hemoglobina, problemas cardiovasculares.
compuestos orgánicos volátiles (COV)	Gases de escape de vehículos, fugas de en estaciones de distribución de combustibles, industria de pintura.	Irritación ocular y nasal, posibles efectos cancerígenos, daño hepático.
Sustancias orgánicas tóxicas (hidrocarburos aromáticos, dioxinas)	Incineración de basura, combustión de petróleo y carbón.	Problemas de intoxicación, cancerígenos.
Metales tóxicos (plomo, cadmio)	Gases de escape de vehículos, fundiciones, incineración de basura, combustión de petróleo y carbón, manufactura de baterías, producción de cemento, etc.	Dependiendo del metal pueden generar problemas de toxicidad, afecta el sistema nervioso central, problemas de aprendizaje en niños, cancerígenos, otros.
Gases de invernadero (metano, dióxido de carbono)	Procesos de combustión, plantas de generación, minas de carbón (metano), fugas de gas (metano).	Principales causantes del Cambio Climático.
Ozono (O₃)	Contaminante secundario formado por COV y NOx.	Problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares.

Fuente: (Vivanco Font, 2020).

En los últimos años, se ha intensificado la producción de electricidad mediante fuentes de energía renovables, que tienen un menor impacto ambiental que las convencionales nucleares y térmicas, y una elevada eficiencia energética. La ley incluye estas fuentes en un régimen especial, debido a que comportan un significativo ahorro energético, la reducción de la dependencia del petróleo y de otros combustibles fósiles, y la reducción de las emisiones de CO₂, SO₂ y NO_x.

4.1.5. Consumo

La energía eléctrica tiene un amplio abanico de aplicaciones, en el hogar, en la industria y en el transporte, con la electricidad se puede desde iluminar, obtener calor y frío, cocinar y hasta poner en marcha un aparato, solamente es necesario conectarse a la red, una batería o un generador para permitir el paso de la corriente y extraer la energía obtenida en los electrones.

El consumo de energía eléctrica no deja de aumentar desde hace años. Las previsiones menos optimistas prevén un aumento del 50% durante la primera década del siglo XXI, respecto al consumo actual, cosa que haría insuficiente los niveles de producción actuales y haría falta construir nuevas infraestructuras de generación eléctrica. El acceso por parte de más personas a mejores cuotas de confort –con la incorporación de nuevos aparatos electrodomésticos que incrementen la demanda individual y colectiva–, y la reducción del precio de la electricidad, son las dos principales razones que explican este incremento tan significativo. (Iñesta Burgos & García Fernández, 2002)

En Honduras la demanda de energía eléctrica crece considerablemente año tras año, según el informe estadístico anual del subsector eléctrico del año 2019 presentado por la Dirección General de Electricidad y Mercados (DGEM) “El mayor porcentaje de la generación de energía eléctrica para el año 2019 fue a base de combustibles fósiles con un 38.78% seguido por generación hidroeléctrica con un 23.33% del total de la matriz de generación en el país.” Conforme crece la población y el desarrollo económico también crece la demanda eléctrica en el país, en su informe la DGEM platea que “En el sistema de distribución de la ENEE se registran 1,873,623 clientes sumando todos los sectores de consumo para el año 2019. De los cuales el 92.39% pertenecen al sector residencial con un número de 1,731,021 abonados, el sector comercial posee un 6.63% de los abonados, lo que representa 124,199 abonados, los demás sectores de consumo porcentualmente están por debajo del 1% sin embargo esto no significa que su consumo de energía eléctrica no sea representativo.”

4.1.6. Tarifa eléctrica en Honduras

En Honduras la CREE-Comisión Reguladora de Energía Eléctrica es la encargada de aprobar el reglamento para el cálculo de tarifas provisionales que aplicara las Empresa Nacional de Energía Eléctrica a sus clientes.

Existen varios factores que influyen de manera directa al costo de la generación de energía eléctrica en el país, por lo cual la CREE lleva a cabo los análisis necesarios para determinar el ajuste a los costos de generación de electricidad y de manera consecuente el ajuste que debe aplicarse a las tarifas que utilizara la ENEE en la facturación en los 4 trimestres del año.

El ajuste de los costos de generación de electricidad está especialmente asociado a los costos de los combustibles utilizados para la generación de energía eléctrica y a la participación de las diferentes fuentes de generación de energía eléctrica que se utilizan para satisfacer la demanda eléctrica. (CREE, 2021)

De acuerdo con CREE (2021) “Otro de los factores que se analizan para determinar el ajuste de la tarifa es el tipo de cambio.” Ya que existe una variación en el precio del dólar para cada trimestre. Por ejemplo para el tercer trimestre del 2021 se utiliza un tipo de cambio de 24.05 lempiras por dólar, el cual fue determinado al tipo de cambio del día 29 de junio de 2021. Con respecto al ajuste anterior el tipo de cambio disminuyó un 0.62% como se puede observar en la figura 4.1.

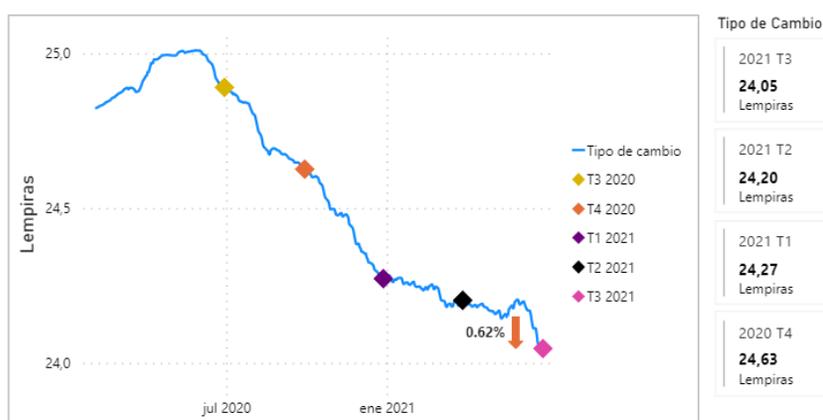


Figura 4.1 Evolución del tipo de cambio del Lempira con respecto al Dólar de los EE.UU

Fuente: (CREE, 2021)

Generalmente la tarifa promedio está representada por la suma del costo de los cuatro componentes principales en las que se divide que son: generación, transmisión, distribución y comercialización. En la figura 4.2 se muestra para cada ajuste la participación de cada componente en la tarifa promedio.

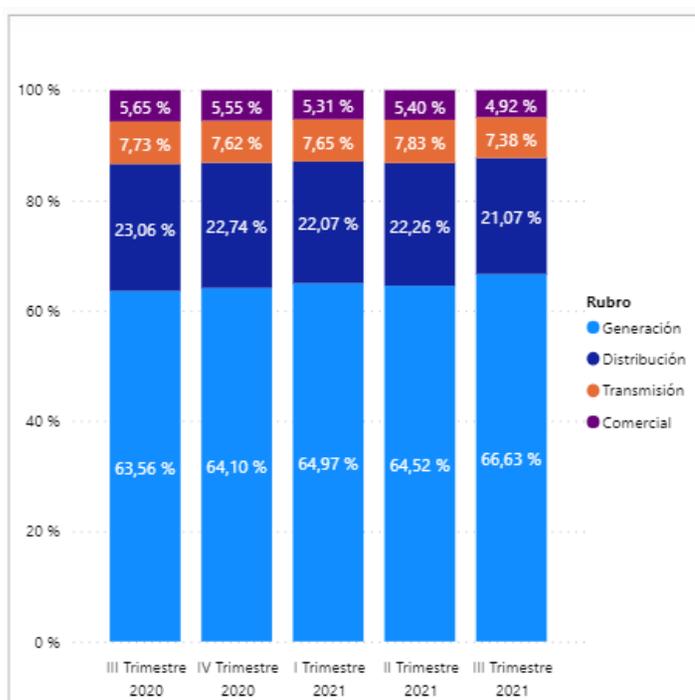


Figura 4.2 Componentes de costo de la tarifa promedio

Fuente: (CREE, 2021)

La CREE en uso de sus facultades y de conformidad con lo establecido en los Artículos 1, 3 primer párrafo, literal F romano V, I, 8, 21 literal A, 22 y demás aplicables de la Ley General de la Industria Eléctrica, acordó aprobar el ajuste a la estructura tarifaria que debe aplicar la ENEE para la facturación a partir del mes de julio de 2021, como se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4.2

Estructura tarifaria a partir del mes de julio de 2021.

Servicio	Cargo fijo	Precio de la potencia	Precio de la energía
	L/abonado-m	L/kW-mes	L/kWh
Servicio residencial			
Consumo de 0 a 50 kWh/mes	56.09		3.6812
Consumo mayor de 50 kWh/mes	56.09		
Primeros 50kWh/mes			3.6812
Siguientes kWh/mes			4.7902
Servicio general en baja tensión	56.09		4.8105
Servicio en media tensión	2404.63	302.8323	2.9996
Servicio en alta tensión	6011.58	261.4299	2.8166

Fuente: (CREE, 2021)

4.1.7. Ahorro energético

Como se menciona en apartados anteriores en los últimos años se ha incrementado el consumo eléctrico debido a la modernidad y a la evolución tecnológica, sumado a esto la falta de conciencia a la hora de consumir la energía eléctrica complican más la situación.

Debemos ahorrar energía eléctrica a la mayor medida posible, para así contribuir a que disminuyan las emisiones contaminantes relacionadas a su uso y las futuras generaciones puedan disfrutar de este valioso recurso.

Zebini (2018) menciona que existen diferentes formas de ahorrar energía eléctrica en las viviendas, y propone una serie de estrategias y soluciones para ahorrar los recursos naturales del planeta y vivir sin desperdicios, las cuales se listan a continuación:

- **Colores claros en las paredes:** Colores claros reflejan y dispersan la iluminación por los ambientes, reduciendo la necesidad de luz artificial, especialmente cuando hay pocas ventanas en la casa. Y, siempre que sea posible, aprovecha la luz del sol.
- **Refrigerador de un lado, estufa del otro:** Uno calienta, el otro enfría. Por lo tanto, nunca tengas cerca la estufa y el refrigerador, para no reducir su desempeño, lo que aumenta el consumo de energía. Lo mismo sucede al colocar alimentos calientes en el refrigerador: esa actitud no daña el aparato, como muchos piensan, pero el refrigerador consumirá más energía para enfriar la comida.
- **Bombillas económicas:** Aunque más caras, las bombillas LED son mucho más económicas y tienen mayor durabilidad. Utilizan un 25% menos de energía que la iluminación fluorescente y un 80% menos que la iluminación incandescente, produciendo la misma cantidad de luz. En otras palabras, la inversión se recupera en poco tiempo.
- **Desenchufar los aparatos del tomacorriente:** Aunque estén apagados, los aparatos en stand-by consumen aproximadamente el 15% de la energía utilizada cuando están enchufados, según el Instituto Brasileiro de Defensa del Consumidor (IDEC). Una opción más fácil es conectar electrodomésticos a una regleta multienchufe y, siempre que no se utilicen, desenchufar la regleta.
- **Elige electrodomésticos eficientes:** Cuando llegue el momento de cambiar un dispositivo electrónico, opta por comprar uno más moderno, con sistema de energía más eficiente. En Brasil y en Europa, los equipos eléctricos y electrónicos contienen una etiqueta que indica la cantidad de kilovatios/hora consumidos por los aparatos.
- **Optimizar el uso del aire acondicionado:** Cuando el aire acondicionado o la calefacción estén encendidos, asegúrate de que las ventanas y puertas estén bien cerradas. Si hubiera espacios por donde el aire se escapa, cubre las aberturas para sellar las pérdidas. Instala un termostato programable para reducir el consumo de energía durante el día, cuando nadie está en casa.

4.2.Domótica

La domótica comienza su desarrollo en los años 70 en países tecnológicos como Estados Unidos y Japón, actualmente se ve un crecimiento importante de este tipo de tecnología en países Europeos. En las últimas décadas con los avances en los campos de la electrónica, informática y en las comunicaciones permiten crear viviendas inteligentes que brindan mayor confort, seguridad y bienestar a sus habitantes, ayudando considerablemente a administrar y gestionar los consumos energéticos.

La palabra domótica proviene de la unión de las palabras domus (que significa casa en latín) y tica (de automática, que en griego significa que funciona por sí sola). (Tobajas García, 2012)

En pocas palabras podemos definir la domótica como una casa que funciona por sí sola, haciendo uso de diferentes técnicas y tecnologías se puede obtener un control total de todos los aparatos y dispositivos eléctricos que se utilizan en una casa como lo muestra la figura 4.1, este tipo de control brinda una mejor gestión de todos los recursos.

La domótica es un conjunto de servicios de la vivienda prestados por sistemas multifuncionales, que pueden estar conectados entre sí y a redes interiores y exteriores de comunicación. Su objetivo es asegurar al usuario ahorro, comodidad y seguridad, junto a una notable disminución del uso de la energía, una eficaz gestión técnica de la vivienda y un alto nivel de seguridad. (Guzmán Navarro & Merino Córdoba, 2016)



Figura 4.3 Distribución de un sistema domótico en una vivienda

Fuente: Tobajas García, C. (2012).

De acuerdo con (Porcuna López & ProQuest, 2015) “La domótica no sólo nos libera de posibles tareas domésticas, sino que también puede ser empleada como una aliada para el control del gasto energético, con lo que miramos por el medio ambiente y por nuestra economía.”

4.2.1. Áreas de aplicación que comprende la domótica

De acuerdo con (Tobajas García, 2012) los sistemas domóticos realizan el control integrado de múltiples elementos de una instalación con los fines principales de:

- Gestión de confort: mediante la automatización de elementos de la instalación, como ser, iluminación, ventilación, audio y video, proporcionando mayor comodidad ambiental de acuerdo con los deseos del usuario.
- Gestión de la energía: control de la climatización, persianas y toldos, favoreciendo la sostenibilidad ofreciendo posibilidades de regulación, programación y optimización que permite utilizar la cantidad adecuada de energía.
- Comunicaciones: permite la comunicación del sistema con redes de telecomunicación externas, control vía internet y control por mando a distancia.
- Seguridad: mediante el uso de alarmas se pueden proteger los bienes patrimoniales y la seguridad de los residentes de la vivienda.
- Ocio y entretenimiento: en este sistema se integran distintos sistemas multimedia, como juegos en red, televisión interactiva, teatro en casa, etc.

4.2.2. Inconvenientes de la domótica

Así como la domótica presenta grandes ventajas su uso aún no se extendido a todo tipo de edificaciones, (Guzmán Navarro & Merino Córdoba, 2016) mencionan que se pueden encontrar una serie de condiciones que motivan la desconfianza hacia esta tecnología:

- Falta de estandarización en los sistemas hace que los usuarios sean reacios a implementar uno en particular ante la posibilidad de carecer de técnicos, ajenos a la empresa que lo instala originalmente, que sean capaces de solucionar futuros problemas.
- Coste más elevado de los productos que podrían considerarse más habituales respecto a dispositivos convencionales que cumplen la misma función técnica.

- Sobre coste en el precio de las viviendas que ha ocasionado la implementación de cualquier tipo de tecnología que tuviera algo que ver con la domótica, muy lejos del coste real de dichas instalaciones.

4.3.Sistemas de control

Se puede definir un sistema de control como un sistema que es capaz de obtener información a través de sus entradas, generalmente sensores, procesar dicha información y enviar ordenes o comandos a sus salidas, generalmente actuadores, estos sistemas se diseñan con la finalidad de proveer la automatización deseada por el usuario de la vivienda domótica.

Dependiendo de la forma en que van a ser intercomunicados los diferentes elementos del sistema, en la actualidad se pueden utilizar tres tipos de topologías:

- Sistema de control centralizado
- Sistema de control descentralizado
- Sistema de control distribuido

4.3.1. Sistemas de control centralizado

Son aquellos sistemas que están conectados a un mismo nodo, generalmente una unidad de control, que gobierna o determina toda la gestión de toda la instalación. En esta configuración o topología, la unidad de control es la encargada de procesar toda la información que recibe de los sensores o de otros nodos y en función de la programación que haya efectuado el usuario de la vivienda, se procede a determinar las órdenes a otros nodos y actuadores que constituyen la instalación. (Tobajas García, 2012)

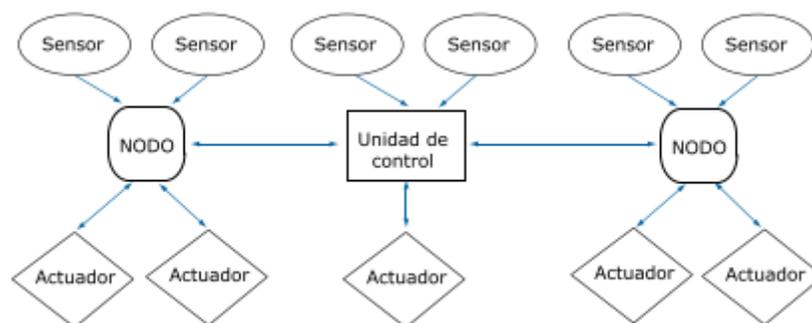


Figura 4.4 Sistema de control centralizado

Fuente: Tobajas García, C. (2012).

En este tipo de topología como se observa en la figura 4.2, toda la instalación está controlada por una única unidad de control y si esta llegara a fallar todos los nodos que están conectados a dicha unidad de control dejarían de recibir las instrucciones dejando sin funcionalidad toda la instalación, por lo cual este se vuelve un inconveniente a considerar en el uso de esta topología.

4.3.2. Sistema de control descentralizado

Son aquellos sistemas donde existe más de una unidad de control o nodo, en el que cada uno de ellos dispone de la suficiencia o capacidad de tratar la información que recibe y ejercer de la forma en que ha sido programada por el usuario. Es decir, cada unidad de control o nodo actúa de forma independiente a los otros nodos o unidades de control. (Tobajas García, 2012)

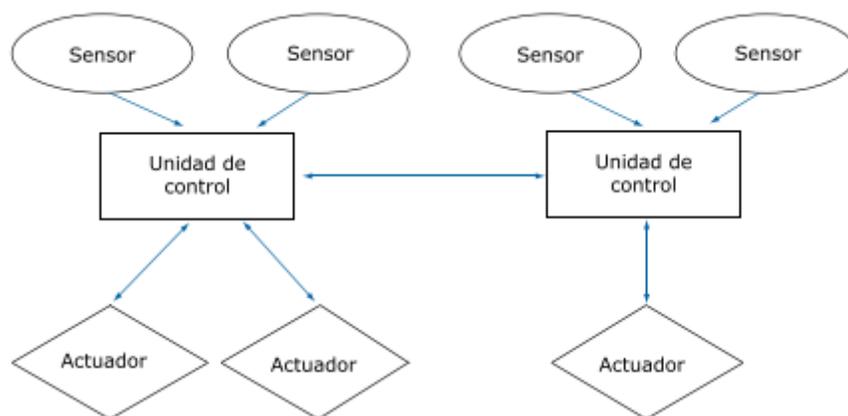


Figura 4.5 Sistema de control descentralizado

Fuente: Tobajas García, C. (2012).

En este tipo de topología cada unidad de control gobierna o controla una parte de la instalación como en la figura 4.3, si por alguna razón una unidad de control falla o se avería esta no afecta a la totalidad del sistema, sino que solamente al área que controla.

4.3.3. Sistema de control distribuido

Este sistema es una composición de los dos sistemas, centralizado y descentralizado, a la vez, en el que los nodos o las unidades de control están unidos mediante buses de comunicación u otro medio físico, ya sea wifi, bluetooth o RF, con la finalidad de poder intercambiar datos de la programación establecida por el usuario. (Tobajas García, 2012)

En esta topología en similitud con el control descentralizado las unidades de control se colocan lo más cerca de los actuadores que deben ser controlados, como se observa en la figura 4.4.

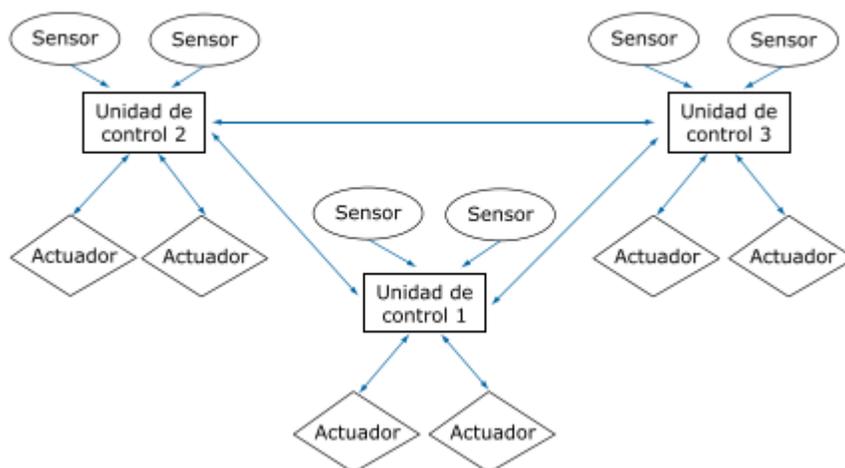


Figura 4.6 Sistema de control distribuido

Fuente: Tobajas García, C. (2012).

4.4. Elementos de un sistema domótico

Un sistema domótico puede estar constituido de una cantidad específica de elementos, entre los principales podemos mencionar al sistema de control o controlador, los elementos de control primario (sensores) y elementos de control final (actuadores).

4.4.1. Controlador

El controlador es el encargado de realizar las gestiones necesarias para tomar los datos enviados por los nodos del sistema, como medidas de humedad, temperatura, iluminación, etc. y procesarlos para tomar una acción al respecto. Posee terminales de entrada y salida. Los terminales de entrada permiten la conexión de diversos dispositivos y transductores, los de salida en cambio, permiten el accionamiento y control de motores, válvulas, etc. El accionar de los terminales de salida se genera

en función de los terminales de entrada, en relación a las señales que los dispositivos o transductores transmitan al controlador y según el programa almacenado. (Calvo Torres, 2014)

Las unidades de control tienen una comunicación directa con todos los dispositivos que están conectados en el mismo bus, están continuamente recibiendo información de los dispositivos de entrada y dependiendo de su programación ejecutaran dichas órdenes accionando los actuadores. (Tobajas García, 2012)

En el mercado se pueden encontrar diversos controladores usados en la domótica, hay unos diseñados específicamente para este fin y otros que no están diseñados para este fin pero que debido a sus especificaciones se pueden obtener la mismas o mejores prestaciones, como es el caso de los PLC, los cuales su configuración puede ser más complicada y sobredimensionados.

En la figura 4.5 se observa algunos controladores comunes utilizados en la domótica, los sistemas específicos para el control domótico proveen sobre los PLC una configuración de software preestablecida para tareas específicas, no pueden realizar otras tareas para los cuales no fueron diseñados, en cambio los PLC son controladores más abiertos que permiten la interconexión de distintos elementos provenientes de otros fabricantes.



Figura 4.7 Módulos de control.

Logo de Siemens (izquierda), ODControl de Open Domo (centro) y Domolon de ISDE (derecha).

Fuente: Calvo Torres, F. J. (2014).

4.4.2. Elementos de control primario (sensores)

Los elementos de control primario o sensores “Son los dispositivos encargados de convertir un tipo de magnitud física en una señal eléctrica proporcional a la variable medida.” (Calvo Torres, 2014). Son los encargados de monitorear las distintas variables de estado que se pueden encontrar

en una vivienda, la información obtenida por los sensores es enviada al controlador para luego ser procesada y transmitida a los actuadores aplicando los cambios necesarios al sistema.

Se puede decir que la definición del concepto de sensor está íntimamente relacionada con la definición de transductor, ya que un sensor siempre hará uso de un transductor. De este modo, un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida. A diferencia de un transductor, el sensor solo puede ser un dispositivo de entrada, ya que este último siempre será un intermediario entre la variable física y el sistema de medida. Así que en el caso de un sensor no basta con transformar la energía, este debe tener el tipo de dominio requerido. (Germán Corona Ramírez et al., 2014)

Entre las variables a sensar dentro de una vivienda se pueden mencionar las siguientes:

- Temperatura
- Luminosidad
- Movimiento
- Humedad

4.4.2.1. Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura están compuestos de un termistor. El termistor es un sensor resistivo de temperatura y su funcionamiento se basa en variar resistencia que presenta un semiconductor respecto a la temperatura. (Tobajas García, 2012)

Podemos encontrar de dos tipos:

- Termistor PTC: El valor de la resistencia va aumentando a medida que se incrementa la temperatura.
- Termistor NTC: El valor de la resistencia va disminuyendo a medida que se incrementa la temperatura.

4.4.2.2. Sensores de luminosidad

Los sensores de luminosidad, de acuerdo con (Tobajas García, 2012) “Son sensores capaces de medir la luminosidad de un recinto.” Y se pueden clasificar de la siguiente manera:

- LDR (Resistencia dependiente de la luz): Es una clase de sensor que varía su valor de resistencia dependiendo de la luz. A medida que recibe más intensidad luminosa su

resistencia va disminuyendo. La resistencia puede oscilar de 50 a 1000 Ω en plena iluminación y de 50 k Ω a 2 M Ω en zonas oscuras.

- Foto resistores o fotodiodos: son elementos semiconductores que suministran una pequeña corriente cuando reciben luz y están basados en el efecto fotoeléctrico.

Aspectos a tener en cuenta:

- El LDR no precisa de gran exactitud en cambiar de estado oscuro a luminoso.
- Estos sensores siempre están acompañados de potenciómetros regulables para ajustar la intensidad de luz.
- Algunos poseen en su interior relés con retardos al encendido o apagado para regular los altibajos de luminosidad.

4.4.2.3. Sensores de movimiento

“Son sensores capaces de captar o detectar movimientos en recintos, se activan por la detección de algún movimiento.” (Tobajas García, 2012). También se les conoce como sensores de presencia.

Dependiendo de la tecnología se pueden clasificar en:

- Ultrasonidos: Los sensores detectores de presencia basados en la tecnología de ultrasonidos permiten detectar movimientos asentándose en el efecto Doppler. Su funcionamiento es el cambio de frecuencia de una onda ultrasónica producido por el movimiento relativo entre la fuente, el emisor y el medio. Hacen rebotar ondas ultrasónicas de sonido sobre objetos en un área y a continuación miden la cantidad de tiempo que tarda en regresar esta onda al sensor. El movimiento de una persona en una determinada área provoca que las ondas de sonido regresen a frecuencias más altas o bajas, y por lo tanto se obtiene la detección. (Tobajas García, 2012)
- Microondas: Los sensores detectores de presencia basados en la tecnología de microondas disponen de un mayor alcance y una sensibilidad elevada. Suelen estar compuestos de un emisor y un receptor en el mismo dispositivo. Las ondas de radio pueden pasar o atravesar fácilmente objetos sólidos, repercutiendo en que el detector trabaje sin tener una línea clara al área que está supervisando. El emisor emite las ondas que se reflejan por toda el área supervisada hasta volver al receptor. En el caso de interrumpirse este proceso de emitir y recibir dichas ondas electromagnéticas, el sensor

le envía una señal al nodo con la finalidad de activar la alarma o sirena dependiendo la programación o instalación de la vivienda. (Tobajas García, 2012)

- Infrarrojos: Los sensores detectores de presencia basados en la tecnología de infrarrojos (PIR) “Passive Infra Red” permiten detectar movimientos en función de cambios de temperatura, es decir sólo reaccionan frente a fuentes de energía tales como el cuerpo humano. Perciben la ocupación mediante la detección de la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio contiguo. (Tobajas García, 2012)
- Tecnología Dual: En los casos que se necesite más precisión se puede utilizar la tecnología dual que es la combinación de las tecnologías mencionadas. Si combinamos las tecnologías PIR y ultrasónicas nos permite que el sensor saque ventaja de las mejores características de ambas tecnologías y elimine puntos débiles. El resultado es un sensor con mayor sensibilidad y cobertura. (Tobajas García, 2012)

4.4.3. Elementos de control final (Actuadores)

Un actuador es un dispositivo con la capacidad de generar una fuerza que ejerce un cambio de posición, velocidad o estado de algún tipo sobre un elemento mecánico, a partir de la transformación de energía. (Germán Corona Ramírez et al., 2014)

Los actuadores son los dispositivos encargados de realizar las órdenes enviadas por los nodos o unidades de control. En este grupo incluimos todos aquellos elementos electromecánicos que utiliza el sistema con la finalidad de modificar el estado de equipos que componen una instalación. Son elementos gobernados por el sistema de control con la finalidad de actuar sobre los equipos. (Tobajas García, 2012)

Por lo general los actuadores se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Por el tipo de energía utilizada: actuador neumático, hidráulico y eléctrico.
- Por el tipo de movimiento que generan: actuador lineal y rotativo.

4.4.3.1. Contactores

Son elementos o dispositivos mecánicos de conexión y desconexión eléctrica, accionados por energía, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga. (Tobajas García, 2012)

En el mercado podemos encontrar una gran variedad de contactores: mecánicos, electromecánicos y neumáticos. De los cuales los más utilizados en las instalaciones domóticas son los electromagnéticos, se comportan como interruptores accionados eléctricamente y son utilizados para el control de altas potencias mediante tensiones y corrientes pequeñas.

Están compuestos de un núcleo magnético y de una bobina capaz de generar un campo magnético suficientemente grande como para vencer la fuerza de los muelles que mantienen separada del núcleo a la pieza, también magnética, solidaria al dispositivo encargado de accionar los contactos eléctricos. (Tobajas García, 2012)

Los contactos son los encargados de la conexión y desconexión. Existen dos tipos: contactos principales y contactos auxiliares.

- Contactos principales: Son los encargados de permitir o interrumpir el paso de la corriente en el circuito principal, es decir que actúa sobre la corriente que fluye de la fuente hacia la carga.
- Contactos auxiliares: Se encuentran dimensionados para corrientes muy pequeñas y actúan sobre la corriente que alimenta la bobina del contactor o sobre elementos de señalización.

4.4.3.2. Relés

Los relés son dispositivos electromagnéticos, que funcionan como un interruptor controlado por un circuito eléctrico, por medio de un electroimán, se accionan uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar sus contactos independientes. Es muy parecido al contactor, pero la diferencia es que los relés no poseen contactos principales. (Tobajas García, 2012)

Básicamente se puede definir el relé como un interruptor eléctrico que permite el paso de la corriente eléctrica cuando está cerrado e interrumpirla cuando está abierto, pero que es accionado eléctricamente, no manualmente.

El relé está compuesto de una bobina conectada a una corriente. Cuando la bobina se activa produce un campo electromagnético que hace que el contacto del relé que está normalmente abierto se cierre y permita el paso de la corriente por un circuito para, por ejemplo, encender una lámpara o arrancar un motor.

Existen diferentes tipos de relés:

- Relés electromecánicos: tienen variantes según el mecanismo de activación. Pueden ser de tipo armadura, de núcleo móvil, reed o de lengüeta, relés polarizados o relés tripolares.
- Relés de estado sólido: son utilizados en situaciones donde hay un uso continuo de los contactos del relé y se precisa una mayor velocidad en la conmutación. Están formados por un circuito electrónico que contiene en su interior un circuito disparado por nivel, acoplado a un interruptor semiconductor, un transistor o un tiristor.
- Relé temporizador o de acción retardada. Con estos relés se consigue que la conexión o la desconexión se haga pasado un tiempo determinado.

4.4.3.3. Motor eléctrico

El motor eléctrico es el actuador eléctrico más utilizado y que más aplicaciones tiene en todos los niveles de la utilización de la electricidad. En ámbitos de la domótica, los motores forman parte como accionamiento lineal o rotatorio de algún tipo de equipo con el que gobernar las múltiples instalaciones, cubriendo determinadas funcionalidades como climatización, bombeo, apertura y cierre de portones, persianas, cortinas y toldos, sistemas de elevación ventilación, etc.

4.4.3.4. Servomotores

El servomotor es uno de los actuadores más usados en la integración de sistemas. En su interior dispone de un motor con un reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, y además cuenta con un circuito de control. En la mayoría de estos actuadores, el ángulo de giro del eje es de 180%, pero puede ser modificado con facilidad para tener un giro libre de 360%, como en el motor de corriente directa. (Germán Corona Ramírez et al., 2014)

4.5.Domótica con Arduino

4.5.1. Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino, figura 4.6, son capaces de leer entradas - luz en un sensor, un dedo en un botón, o un mensaje de Twitter - y convertirlo en una salida - la activación de un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Puede decirle a su placa qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en la placa. Para ello se utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en cableado), y el software Arduino (IDE), basado en el procesamiento. (Arduino, 2018)

Arduino nació en el año 2005 por la necesidad de utilizar un dispositivo de bajo coste en las aulas del Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea, en Italia. El Instituto se dedicaba a la interacción entre personas y diferentes dispositivos, muchos de ellos basados en microcontroladores, con el objetivo de lograr espacios únicos normalmente relacionados con temas artísticos. El objetivo era sustituir las placas de microcontroladores que utilizaban por otras de menor coste, ya que, en ese momento, adquirir placas era bastante caro, y además, no cumplían con todos los requisitos que se tenían en el Instituto, como por ejemplo que funcionaran bajo cualquier sistema operativo y que contasen con la documentación necesaria para que personas sin conocimiento alguno en la materia pudieran empezar de cero. (Moreno-Muñoz & Córcoles Córcoles, 2018)



Figura 4.8 Placa Arduino R3

Fuente: Porcuna López, P. & ProQuest. (2015).

Arduino al ser una plataforma de bajo coste es ideal para desarrollar proyectos domóticos, donde al contar con los actuadores domóticos adecuados se pueden crear proyectos bastante decentes.

Arduino es una placa de circuito impreso con la que, junto con unos componentes electrónicos, un microcontrolador y una serie de pines de entrada y salida, podemos crear proyectos basados en sistemas electrónicos; esto incluye materias como la robótica, la domótica u otros proyectos de carácter electrónico en los que podamos pensar. (Porcuna López & ProQuest, 2015)

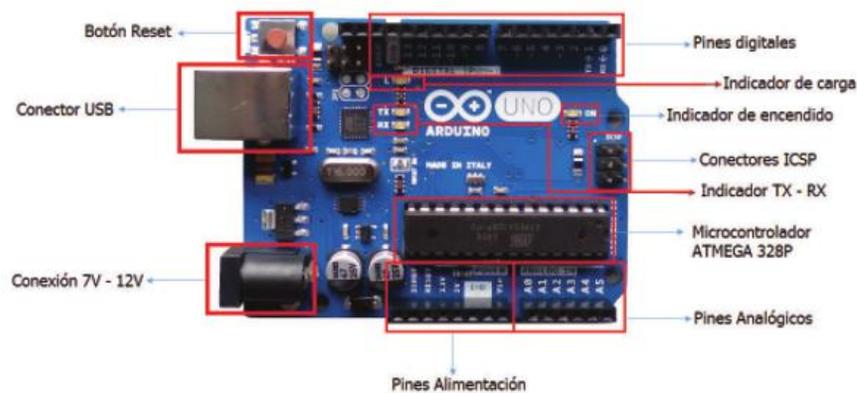


Figura 4.9 Partes de Arduino Uno R3

Fuente: Porcuna López, P. & ProQuest. (2015).

Tabla 4.3

Partes de la placa Arduino

Parte	Descripción
Botón de Reset	Permite realizar un reinicio a la placa. Una vez reseteada la placa, esta vuelve a ejecutar el programa que tiene cargado.
Conector USB	Se emplea para comunicar la placa Arduino a la PC mediante un cable USB tipo B- USB tipo A.
Conexión 7v-12v	Mediante un Jack de 2.1 mm alimentaremos a la placa Arduino con un rango de tensión entre los 7 y 12 voltios.
Pines Analógicos	Son terminales que se emplean para comunicar la placa Arduino con el exterior, conectando sensores que le proporcionan información analógica, se pueden configurar como entradas y como salidas.

Microcontrolador Atmega 328P	Este circuito integrado es el cerebro de la placa. Es el encargado de ejecutar las instrucciones de los programas creados por los usuarios.
Indicador RX-TX	Indica que Arduino se está comunicando vía serie con el PC. Cuando esto ocurre, los indicadores parpadean.
Conectores ICSP	Se utilizan cuando se desea programar Arduino desde un entorno diferente del IDE y de la conexión típica por USB.
Indicador de encendido	Mediante una lucecita verde indica que Arduino está alimentado correctamente y listo para programar.
Indicador de carga	Este indicador parpadea cuando se carga un programa a Arduino.
Pines digitales	Son terminales que se emplean para comunicar la placa Arduino con el exterior, conectando sensores que proporcionan información digital, se pueden configurar como entrada o salida.
AREF	Proporciona el voltaje de referencia para los pines analógicos. Generalmente esta referencia es de 0 a 5 voltios.

Este cuadro describe cada una de las partes de la placa Arduino ilustradas en la figura 4.9

Fuente: Porcuna López, P. & ProQuest. (2015).

4.5.2. Medio integrado de desarrollo de Arduino IDE

Para que funcione nuestra placa Arduino es necesario cargar las instrucciones del programa en el microcontrolador Atmega328P del Arduino, para esto es necesario que el software de desarrollo IDE compile el programa creado y lo transfiera del PC hasta el microcontrolador a través de un cable USB. “Otro aspecto que se debe tener en cuenta es que el software que se requiere para programar la placa Arduino mediante interfaz USB también es público y gratuito, pudiéndolo descargar de la página web de Arduino.” (Porcuna López & ProQuest, 2015)

La conexión entre la placa Arduino y la PC se establece de una manera muy sencilla, utilizando un cable USB con un conector USB tipo A que será conectado al PC y un conector USB tipo B el cual será conectado a la placa Arduino, una vez realizada la conexión la PC automáticamente instalara los drivers necesarios para el correcto funcionamiento, luego solo es necesario indicar el

IDE el tipo de placa y el puerto COM asignado al Arduino, esto se realiza desde el apartado de herramientas que se puede observar en la figura 4.8, una vez realizado este proceso ya se pueden crear los programas necesarios y cargarlos al Arduino.

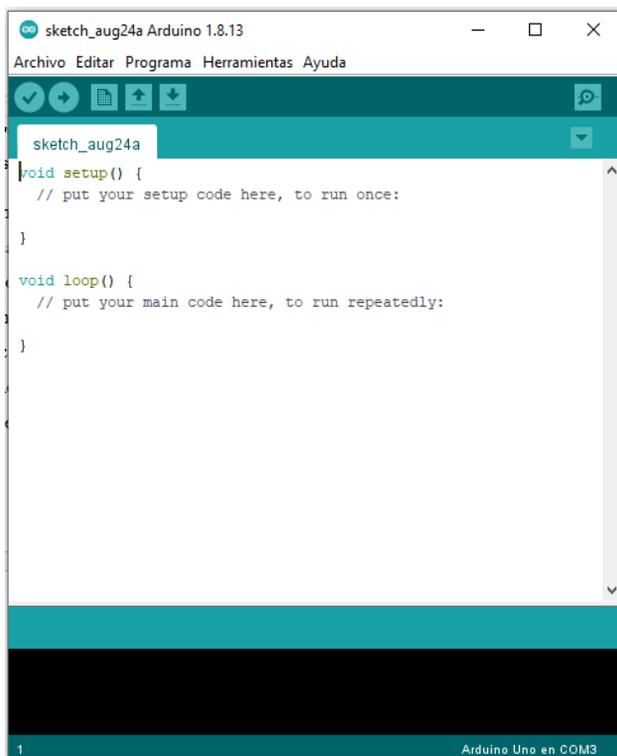


Figura 4.10 Entorno IDE de Arduino

Fuente: (Arduino, 2018)

4.5.3. Librerías

Las librerías son un conjunto de funciones e instrucciones que se utilizan para poder vincular diferentes dispositivos con el Arduino. De esta manera haciendo uso de las librerías se puede aprovechar al máximo distintos componentes como sensores, display, etc. por eso se recomienda su instalación.

Es muy posible que, en un momento dado, el usuario necesite una librería que no está incluida en el IDE de Arduino. En este caso deberá buscar por Internet su ubicación. Normalmente, suele haber páginas o foros donde se indica la ubicación de este tipo de librerías. A lo largo del libro, en algunas de las prácticas propuestas, son necesarias algunas librerías, pero el lector no deberá buscar por Internet si así lo desea, ya que el autor proporciona el enlace para su descarga. (Porcuna López & ProQuest, 2015)

4.5.4. Lenguaje de programación

La principal ventaja de Arduino y lo que lo diferencia de otras plataformas basadas en microcontroladores es la sencillez con la que se escriben sus programas útiles y prácticos, siendo esto uno de los factores destacados de Arduino.

La programación en Arduino se basa en programas en lenguaje C/C++ que hacen uso de la librería de Arduino. Al contrario de lo que sucede al trabajar directamente con microcontroladores, al utilizar la librería de Arduino no es necesario tener un conocimiento profundo sobre el funcionamiento interno del microcontrolador, y tampoco hace falta estudiar la documentación a fondo para realizar un programa. Por tanto, al ser el lenguaje Arduino análogo al lenguaje C/C++ con una librería especial, la sintaxis es exactamente la misma. Todos los operadores y estructuras de control de C/C++ son aplicables en Arduino. (López Aldea, 2015)

(López Aldea, 2015) menciona que los programas en Arduino se componen de tres secciones:

- Sección de declaración de variables. Se presenta al principio del programa. En esta parte se declaran variables, funciones, objetos y estructuras.
- Función setup (). En esta parte del programa se presenta el código de configuración inicial. Éste sólo es ejecutado unavez al encender la placa de Arduino, o al pulsar la tecla Reset. Realiza funciones de inicialización de periféricos, comunicaciones, variables, etc.
- Función loop (). Esta función se ejecuta después de la sección setup, y se repite su ejecución hasta que se desconecte el Arduino.

4.5.5. Componentes electrónicos utilizados con Arduino para domótica

4.5.5.1. Shield Ethernet W5100

Es una herramienta que abre un sin fin de formas para controlar tu Arduino a través de Internet o de la LAN de tu casa. Domótica, automatización, Internet de las cosas (IoT), control y monitoreo remoto, etc., son algunos de los campos donde se puede utilizar este shield. Es compatible con Arduino Uno, Mega y Leonardo. Además, las librerías Ethernet y SD vienen incluidas por defecto en el IDE de Arduino, por lo que no hay necesidad de descargar librerías adicionales. (C&DTechNologia, 2021)

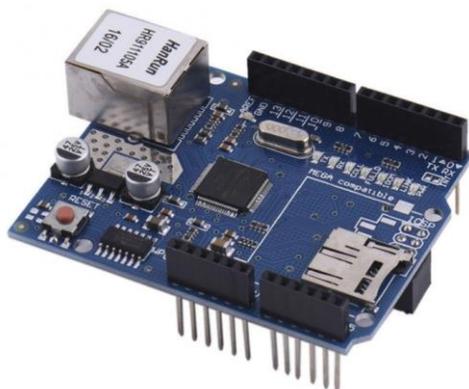


Figura 4.11 Módulo de red para Arduino

Fuente: (C&DTecHNologia, 2021)

4.5.5.2. Módulo Relé 4 Canales

El módulo posee 4 Relays de alta calidad, fabricados por Songle, capaces de manejar cargas de hasta 250V/30A. Cada canal posee aislamiento eléctrico por medio de un optoacoplador y un led indicador de estado. Su diseño facilita el trabajo con Arduino. Este módulo Relay activa la salida normalmente abierta (NO: Normally Open) al recibir un "0" lógico (0 Voltios) y desactiva la salida con un "1" lógico (5 voltios). Para la programación de Arduino y Relays se recomienda el uso de timers con la función "millis()" y de esa forma no utilizar la función "delay" que impide que el sistema continúe trabajando mientras se activa/desactiva un relay. (C&DTecHNologia, 2021)



Figura 4.12 Módulo de relé de 4 canales

Fuente: (C&DTecHNologia, 2021)

4.5.5.3. LED

Un LED (Light Emissor Diode o Diodo Emisor de Luz) es un dispositivo electrónico que al paso de la corriente eléctrica a través de él emite luz. Para que esto ocurra, el LED se debe conectar de una forma determinada en el circuito, ya que si no, el LED no emitirá luz. Esto se debe a que los

LED son diodos y por tanto solo conducen la corriente eléctrica en un solo sentido. Este sentido de conexión es lo que llamamos polarización directa. (Moreno-Muñoz & Córcoles Córcoles, 2018)

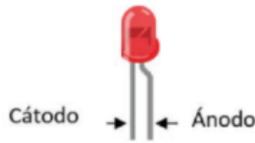


Figura 4.13 Diodo LED

Fuente: (Moreno-Muñoz & Córcoles Córcoles, 2018)

4.5.5.4. Resistencia

Una resistencia es un dispositivo electrónico que, como su nombre indica, opone cierta resistencia al paso de la corriente eléctrica a través de ella. La función de las resistencias en los circuitos es la de proteger a otros dispositivos, ya que, al limitar la corriente que pasa por ellas, evitan que se vean afectados por altas intensidades. (Moreno-Muñoz & Córcoles Córcoles, 2018)



Figura 4.14 Resistencia

Fuente: (Moreno-Muñoz & Córcoles Córcoles, 2018)

4.5.5.5. Módulo Sensor de Luz (LDR)

Sensar la luz ya no será un problema con la ayuda de este módulo LDR. Un LDR es un dispositivo cuya resistencia varía de acuerdo con la cantidad de luz que reciba. Son muy útiles para proyectos de control de iluminación, seguidores solares, interruptores crepusculares, etc. (C&DTecHNologia, 2021)

Una LDR (light dependent resistor) es un dispositivo cuya resistencia interna aumenta o disminuye en función de la luz que incida sobre ella. A mayor incidencia de luz sobre ella, menos será la resistencia y viceversa. Cuando la LDR no está expuesta a radiaciones luminosas los electrones están fuertemente unidos a los átomos del material del que está construido. Cuando inciden sobre ella radiaciones luminosas, hacen que libere electrones y el material se hace más conductor, es decir disminuye su resistencia.

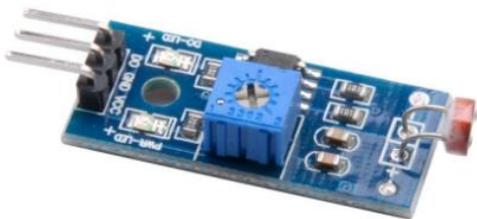


Figura 4.15 Módulo sensor de luz LDR

Fuente: (C&DTecHNologia, 2021)

4.5.5.6. Sensor de movimiento (PIR)

El sensor PIR (Passive Infrared o pasivo infrarrojo) es un dispositivo de detección de movimientos basado en la variación de las radiaciones infrarrojas que todos los cuerpos emiten en función de su temperatura. No miden la temperatura de los objetos, sino que detectan la radiación infrarroja que emiten. Dicha radiación es captada por el sensor gracias a un material que la transforma en señal eléctrica. Es llamado pasivo porque no emite pero si recibe las radiaciones. El sensor de movimiento PIR tiene dos áreas diferentes donde se reciben los valores de radiación. Si ambas áreas reciben la misma cantidad de luz infrarroja la señal que se obtiene es nula, en cambio, si son diferentes se genera un desequilibrio entre ambas y se genera una señal eléctrica. (Moreno-Muñoz & Córcoles Córcoles, 2018)



Figura 4.16 Sensor PIR

Fuente: (C&DTecHNologia, 2021)

Los módulos comerciales tienen la ventaja de incluir un circuito de estabilización y control para facilitar su uso. Incluyen 2 potenciómetros para ajustar tiempos internos y un jumper para elegir entre diferentes modos de funcionamiento, disparo continuo o único, según las necesidades impuestas por el diseñador.

Características Técnicas

- Rango de detección de 7 metros
- Ángulo operativo 120°
- Sensor infrarrojo con circuito de control
- Sensibilidad y tiempo ajustables de forma sencilla
- Voltaje de funcionamiento: 4.5V- 20V
- Consumo en estado inactivo: <60uA
- Voltaje de salida: 3.3V TTL output
- Intervalo de tiempo: 0,5-200s (ajustable, por defecto 5s \pm 3%)
- Tiempo de bloque: 2.5s (por defecto)
- Temperatura de trabajo: -20°C a 70°C
- Dimensiones: 3,2 x 2,4 x 1,8cm

4.5.5.7. Sensor de corriente SCT-013-50

El módulo SCT-013-50 te permite medir corriente alterna de hasta 50A, se instala fácilmente como una pinza alrededor de un cable conductor. Los transformadores de corriente (CTs) son sensores utilizados para la medición de corriente alterna. Son particularmente útiles para medir el consumo o generación de electricidad de todo un edificio u hogar. Funcionan como transformadores por el principio físico de inducción electromagnética. (C&DTecHNologia, 2021)



Figura 4.17 Sensor de corriente para Arduino

Fuente: (C&DTecHNologia, 2021)

Aplicaciones:

- Adecuado para la medición de corriente AC
- Monitoreo y protección de motores AC
- Equipo de iluminación

Parámetros técnicos:

- Modelo: SCT-013-050
- Entradas nominales: 0-50A
- Rendimiento nominal: 0-1V
- Precisión: $\pm 1\%$
- Linealidad: $\leq 0.2\%$
- Relación de giros: 1: 1800
- Tensión de trabajo: 660V
- Frecuencia de trabajo: 50-1KHz

4.5.5.8. Transformador de voltaje

La medida de tensión a 120 V no es soportada por Arduino, de manera que hay que realizarla indirectamente. Además de suministrar potencia eléctrica, los transformadores son aptos para instrumentación y protegen la parte electrónica de la de potencia, ya que primario y secundario están aislados galvánicamente. A pesar de este aislamiento, existe riesgo de picos de corriente o sobrecargas, problema solucionado mediante un condensador. De esta manera, la adaptación de la señal es segura y apta para el resto de componentes. (Serna Cabeza, 2018)



Figura 4.18 Transformador de voltaje

Fuente: (Serna Cabeza, 2018)

La base física de un transformador reside en la inducción mutua entre dos circuitos que están enlazados por un enlace magnético común. Este está equipado usualmente con dos devanados: primario y secundario. Estos comparten un núcleo magnético laminado, y la inducción mutua que tiene lugar entre estos circuitos ayuda a transferir la energía de un punto a otro.

4.5.6. Plataformas IoT

4.5.6.1. Ubidots

Ubidots es una plataforma IoT que presenta una nube basada en dispositivos globales. Es una plataforma asequible, fiable y utilizable en un ecosistema de plataformas IoT. Ubidots está especializada en soluciones de hardware y software conectadas para monitorizar, controlar y automatizar procesos remotamente en el ámbito de la salud, energía, industria, fabricación, servicios públicos y transporte. Además, recientemente creó Ubidots for Education que es una plataforma para estudiantes que les permite construir, desarrollar, probar, aprender y explorar el futuro de las aplicaciones y soluciones conectadas a Internet. (Ubidots, 2021)

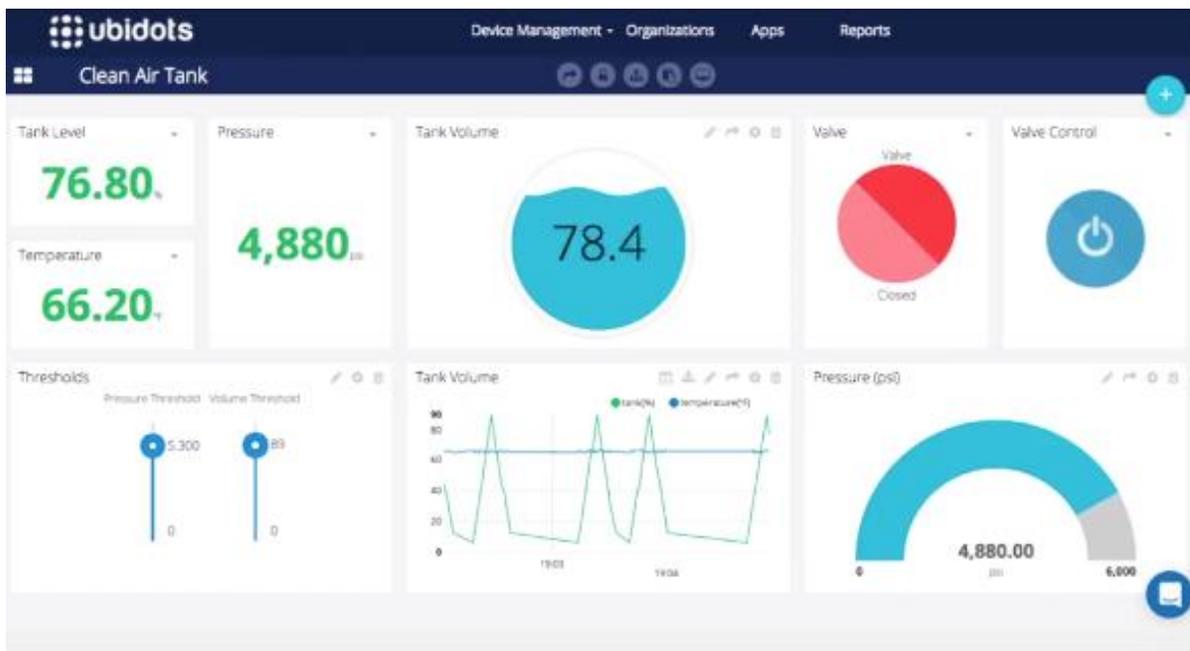


Figura 4.19 Plataforma Ubidots

Fuente: (Ubidots, 2021)

Características

- Conexión del hardware a la nube con multitud de bibliotecas, SDKs y tutoriales.
- Configuración automática de variables, propiedades y de apariencia de los dispositivos para replicar el proceso en nuevos dispositivos.
- Personalización de la API.
- Mejora de la supervisión y el análisis de datos de las aplicaciones con integraciones API.
- Transformación de datos nativos en información mediante variables sintéticas.
- Creación de cuadros de mando en tiempo real para el análisis de datos y control de los dispositivos.
- Facilita compartir datos con enlaces públicos o integrando cuadros de mando o widgets en aplicaciones web privadas y móviles.
- Los comandos "kill switch" o "restart" pueden activarse cuando el hardware ha estado inactivo durante demasiado tiempo.
- Asignación de permisos y restricciones a cualquier usuario que interactúe con cuadros de mando, dispositivos y/o eventos.

V. METODOLOGÍA

5.1. Enfoque de investigación

El tipo de enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones, primero se plantean los objetivos y preguntas y luego de estos se generan las hipótesis y variables, estas se miden en un contexto específico; y luego de analizar las mediciones obtenidas se realizan conclusiones a partir de las hipótesis planteadas. (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018)

El enfoque de este estudio es cuantitativo ya que se pretende medir la implementación de la domótica en una vivienda y luego poder comprobar si realmente el uso de esta tecnología ayuda a disminuir el consumo energético, estableciendo una hipótesis sobre esta influencia y posteriormente medir las variables, analizarlas y comprobarlas.

5.2. Tipo de investigación

La investigación es un estudio explicativo causal, y según Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018):

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de fenómenos, conceptos o variables o del establecimiento de relaciones entre estas; están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (p. 110)

Es por ello que a primera instancia se determina en qué manera la domótica ayuda con la gestión energética y luego se desarrolla un prototipo de sistema domótico, para establecer una relación causa y efecto en como la implementación de un sistema domótico puede ayudar a monitorear y reducir el consumo energético haciendo uso de estrategias inteligentes, contribuyendo de esta manera a reducir la contaminación ambiental que produce la generación de energía eléctrica.

5.3. Diseño de la investigación

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema. (Hernández Sampieri, 2014)

El diseño de la investigación es experimental, de acuerdo con Hernández Sampieri (2014) los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula, en este caso se manipula la variable independiente (sistema domótico) para describir la relación que tendrá sobre la variable dependiente (consumo energético).

5.4. Población y Muestra

Universo: Red eléctrica

Unidad de análisis: Vivienda multifamiliar

Muestra: Dispositivos eléctricos y electrónicos (muestra no probabilística dirigida)

- Lámparas
- Televisores
- Equipo de sonido
- Teatro en casa
- Estufa
- Refrigeradora
- Microondas
- Otros electrodomésticos

5.5. Instrumentos

- Observación: Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. (Hernández Sampieri, 2014)
- Fichas de registro: se utilizó la ficha de registro para levantar información sobre consumo energético de los dispositivos eléctricos y electrónicos en la vivienda. Anexos 10.1 y 10.2.

5.6. Fuentes de Información

5.6.1. Fuentes primarias

Este tipo de fuentes contienen información original es decir son de primera mano, son el resultado de ideas, conceptos, teorías y resultados de investigaciones. Contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluado por otra persona. Las principales fuentes de información primaria son los libros, monografías, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informe técnicos de instituciones públicas o privadas, tesis, trabajos presentados en conferencias o seminarios, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, foros. (Maranto Rivera & González Fernández, 2015)

5.6.2. Fuentes Secundarias

Este tipo de fuentes son las que ya han procesado información de una fuente primaria. El proceso de esta información se pudo dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información de la fuente primaria. (Maranto Rivera & González Fernández, 2015)

5.6.3. Fuentes utilizadas en la investigación

Primarias

- Libro: Robótica y domótica básica con Arduino.
- Libro: Sensores y Actuadores: Aplicaciones con Arduino.
- Libro: Arduino: guía práctica de fundamentos y simulación.
- Libro: Instalaciones domóticas.
- Libro: Arduino.
- Tesis: Análisis y diseño de una red domótica para viviendas sociales.

- Tesis: Sistema domótico como aplicación a la eficiencia energética, para gestionar el uso de la energía eléctrica en los hogares.
- Tesis: Vivienda inteligente: proyecto domótico de bajo coste para una vivienda unifamiliar.

Secundarias

- Página web: www.arduino.cc
- Página web: www.eeh.hn
- Página web: ubidots.com
- Página web: cdtecnologia.net
- CEDOM. Asociación Española de Domótica e Inmótica.
- SORIAENERGIA. Soria Energía Asesoría Energética.
- Artículo: Electricidad: El recorrido de la energía
- Informe: Aporte de las tecnologías de la información para el desarrollo sostenible de Honduras.
- Tesis: Energía y medio ambiente. Una ecuación difícil para América Latina.
- Artículo: Guía para Ahorrar Electricidad en el Hogar.
- Artículo: La generación de energía eléctrica y el ambiente.
- Artículo: Raspberry Pi vs Arduino, ¿en qué se diferencian y para qué se usan?

5.7. Cronología del trabajo

El tiempo para la elaboración del proyecto comprende desde el 19 de Julio hasta el día 21 de Septiembre del presenta año 2021, para detallar el periodo de tiempo de cada actividad se presente la cronología de la figura 5.1.

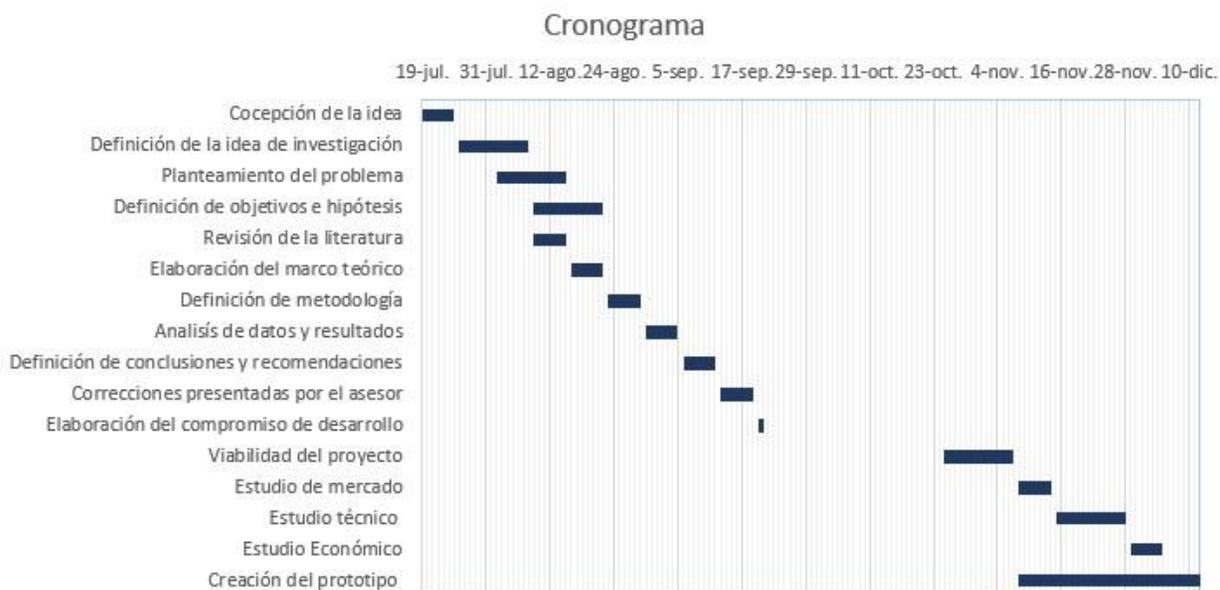


Figura 5.1 Cronología del proyecto

Fuente: Elaboración propia (2021)

VI. RESULTADO Y ANÁLISIS

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de los datos que fueron recolectados durante el proceso de recolección de datos, partiendo de los objetivos en primera instancia se trata de comprobar si mediante la domótica se puede gestionar de manera eficiente el consumo energético en una vivienda, luego se determina el diseño y las áreas en el que será implementado el sistema domótico especificando los elementos que formaran parte del prototipo, para finalmente determinar cuál será la influencia de este sistema domótico en la reducción del consumo.

6.1.Domótica: Gestión eficiente del consumo energético

De acuerdo con la ENEE (2013) existen distintos hábitos de consumo que los usuarios necesitan adoptar para hacer un uso más eficiente de la energía eléctrica en las viviendas, las cuales se exponen a continuación:

- Evitar encender luces durante el día, utilizar al máximo la luz natural.
- No dejar luces encendidas en habitaciones y aposentos de la casa que no esté utilizando.
- La iluminación debe ser adecuada a cada tipo de ambiente.
- Utilizar sensores de presencia para el encendido y apagado en vestíbulos, baños, garajes y otros.
- Sustituir las bombillas incandescentes por fluorescentes compactos de bajo consumo. Dentro de sus posibilidades valore la tecnología LED.
- Utilizar los temporizadores para el encendido de las luces.
- Evite colocar el refrigerador cerca de fuentes de calor tales como: hornos, estufas o ventanas por donde ingrese radiación solar.
- Los aparatos eléctricos en estado de espera "Stand by Power", disponen de una modalidad de consumo de electricidad muy reducida y la mayoría se identifican porque en estado de apagado disponen de una lucecita encendida de color rojo, verde u otro, pero la suma del consumo de todos ellos puede ser importante.
- Agrupar y conectar los aparatos a una regleta provista de protector de picos y de interruptor. Así se pueden apagar en una sola acción cuando no se van a utilizar por tiempo prolongado o por las noches.

- No dejar cargadores de celular, cámaras u otros artefactos conectados a la red eléctrica cuando no se estén utilizando.

El ahorro energético es importante para muchos hogares, con el cambio de hábitos de uso es posible ahorrar energía eléctrica, pero dar con los hábitos que nos permitirán ahorrar energía en casa no siempre es fácil. Acostumbrarse a realizar determinadas tareas a diario, puede ser complicado al principio, la clave es la constancia.

La domótica es una tecnología pensada para ayudar a los usuarios a poner en práctica de manera autónoma y automática los hábitos mencionados anteriormente, mediante la incorporación de sistemas domóticos en el hogar, se podrá gestionar inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente, el riego, los electrodomésticos, etc., aprovechando mejor los recursos naturales, utilizando las tarifas horarias de menor costo, y de esta manera reducir la factura energética mientras se gana en confort y seguridad.

Además, mediante el uso de un sistema de monitorización de consumos, se podrá ser consciente del consumo energético del hogar. Esta funcionalidad de la domótica aportará la información necesaria para modificar los hábitos e incrementar el ahorro y eficiencia.

Generalmente el alto consumo de energía eléctrica y la limitación de los recursos energéticos generan efectos negativos que se refleja en dos aspectos:

- Económico: Los precios de la energía tienden a subir, por lo que un control del consumo energético incrementa el ahorro para el usuario.
- Ecológico: El usuario puede disminuir el impacto negativo sobre su entorno si disminuye su consumo.

La domótica gestiona elementos de control que contribuyen al ahorro de agua, electricidad y combustibles, notándose sus efectos tanto en el aspecto económico (menos coste) como en el ecológico (menos consumo de energía). (CEDOM, Asociación Española de Domótica e Inmótica, 2020)

En un estudio realizado por la CEDOM (2008) se realizó el siguiente experimento: una vivienda de dos plantas de 130 m², situada en la provincia de Guadalajara, habitada por una familia compuesta por tres miembros, con una potencia contratada de 5,7 kW, un consumo anual de 4 500 kWh, y un coste energético anual de 550 €, cuya distribución energética es de un 39% en

calefacción, 27% de agua caliente, 12% en electrodomésticos, 11% en la cocina, 9% en iluminación, y un 2% en aire acondicionado.

Comparada con una vivienda de iguales características en la que se ha realizado una instalación domótica que permite la gestión eficiente de la energía, incorporando un control de la calefacción y/o aire acondicionado de forma zonificada, teniendo en cuenta la ocupación de la vivienda, y manteniendo unos niveles óptimos de confort y bajo consumo. El sistema controla las luces de forma inteligente, tiene en cuenta la luz exterior y la ocupación, y hace uso de la monitorización de persianas como un elemento de gestión energética y lumínica. Además, detecta y elimina consumos latentes, gastos eléctricos provocados por olvidos, fallos y averías por sobrecargas en la instalación eléctrica.

Tras un año de mediciones, considerando los climas de todas las estaciones, se produce el ahorro eléctrico que se muestra en la figura 6.1.

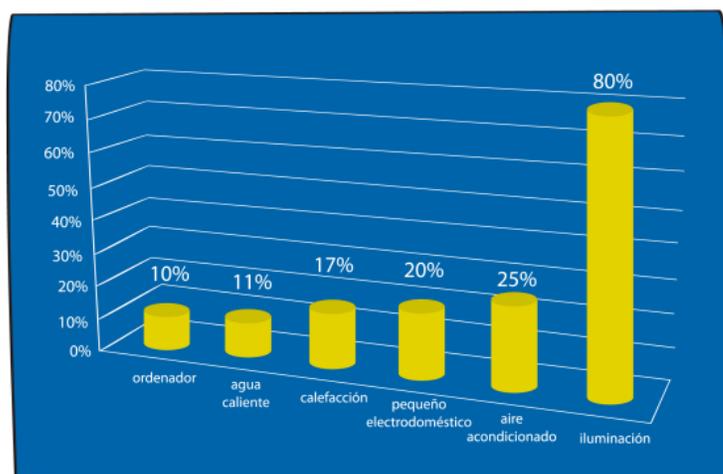


Figura 6.1 Ahorro eléctrico después de un año con un sistema domótico instalado

Fuente: (CEDOM, Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda, 2008)

En base a lo expuesto anteriormente se puede afirmar que la domótica permite una gestión eficiente del consumo energético, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, es decir que mediante la domótica es posible gestionar de forma eficiente el consumo energético de una vivienda.

6.2. Propuesta sistema domótico con Arduino

6.2.1. Controlador: Arduino vs Raspberry Pi vs PLC

Para el desarrollo de sistemas domóticos existen diferentes tipos de controladores, desde los que son diseñados específicamente para este tipo de sistemas hasta los controladores para desarrollo de distintos sistemas que pueden realizar un gran sin número de tareas incluidas las domóticas, en esta investigación se evaluarán tres plataformas de desarrollo y cuál será la más recomendable de utilizar para el desarrollo del prototipo domótico, tomando en cuenta sus características, prestaciones, integración, versatilidad, disponibilidad y por sobre todo el precio.

En la tabla 6.1 se observa la comparación de las características de los tres controladores de desarrollo de sistemas electrónicos más populares y que pueden realizar las tareas necesarias para su implementación en un sistema domótico.

Tabla 6.1

Comparación de características de controladores usados en domótica

Características	Arduino	Raspberry Pi	PLC LOGO
Programas	Es un micro controlador, parte de un ordenador, que ejecuta un único programa una y otra vez.	Es un mini PC que puede ejecutar múltiples programas al mismo tiempo.	Puede trabajar con programas con estructuras de monotarea y multitareas.
Lenguaje de programación	C/C++	El lenguaje de programación recomendado es Python, pero puede usar C, C++ y Ruby también.	Programación por bloques con el programa LogoSoft.
Sensores	Sus componentes y sensores funcionan de manera integrada.	Requiere tareas complejas como instalar librerías y software para	Se conectan a las entradas, posee 8 entradas y módulos de expansión.

		interactuar con sensores y otros componentes.	
Conectividad	Requiere hardware externo para conectarse a Internet y hay que programarlo utilizando código para que funcione. No está pensado para conectar a Internet.	Se conecta fácilmente a Internet con su puerto RJ-45 o con WiFi por USB.	Puede conectarse a través de una red Ethernet.
Almacenamiento	Puede venir con almacenamiento integrado.	No tiene almacenamiento, pero puede usar su ranura micro SD para ello.	Puede venir con almacenamiento integrado.
Procesador	Utiliza un procesador de familia AVR.	Utiliza procesadores ARM.	Utiliza serie de microcontroladores impulsado por ARM
Portabilidad	Está pensado para funcionar con batería.	Es complicado hacerlo funcionar con batería.	Requiere alimentación de 230VAC o 12 y 24VCD
Cuidados	Es un dispositivo plug and play.	Debemos apagarlo correctamente para que no haya riesgo de corrupción de archivos.	Es más utilizado en la industria por lo cual es muy robusto.

Precio	Aprox. \$ 40-60	Aprox. \$ 65 - 85	Aprox. \$ 175 + envío
---------------	-----------------	-------------------	--------------------------

Fuente: (Alonso, 2020)

En base a la comparación anterior se puede determinar que cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas. El Raspberry Pi puede ser un sistema completo con velocidades de procesamiento más rápidas y mayores capacidades, pero también es más difícil de usar y más fácil de romper, el Raspberry Pi puede dañarse si no se apaga correctamente, y requiere la instalación de software y varios otros pasos para que ocurran ciertas funciones básicas, como hacer un parpadeo de luz. Por el contrario, Arduino se puede programar con unas pocas líneas de código. Los PLC están diseñados para aplicaciones industriales y tienen las aprobaciones y especificaciones ambientales requeridas, sin embargo un PLC puede costar varios cientos o incluso miles de dólares. Además, los PLC necesitan un alto nivel de habilidad técnica para su utilización.

Arduino es el controlador ideal para el desarrollo del prototipo de sistema domótico, en cuanto al precio es el más accesible por lo que se puede lograr la construcción de un sistema de bajo costo, en cuanto a la disponibilidad de componentes a día de hoy existen tiendas en el país como C&DTecnología en la cual se pueden encontrar los sensores y elementos de control adecuados para el sistema domótico.

6.2.2. Áreas donde se implementará el control domótico

6.2.2.1. Medidor de consumo

Toda instalación o sistema, ya sea eléctrico o electrónico que presuma lograr una eficiencia energética, debe contar con el equipamiento necesario de medición para demostrar su presunción. El equipo de medición debe por lo menos ser capaz de medir la energía activa real en Kilovatio hora, devengada a la red eléctrica comercial, dato importante para comprobar el funcionamiento real del sistema.

Para que el medidor cumpla con las tareas descritas anteriormente, por lo menos debe tener las siguientes funciones básicas de mostrar en tiempo real parámetros como el voltaje, corriente, potencia, factor de potencia y frecuencia.

6.2.2.2. Control de iluminación

El instalar un sistema domótico aplicado a la eficiencia energética en fuentes luminosas, se reduce significativamente el consumo de energía eléctrica ganando a su vez comodidad y seguridad.

De acuerdo con Saguma Aniceto (2018) en su investigación llamada “Diseño de sistema domótico para reducir el consumo de energía eléctrica en un edificio multifamiliar en la ciudad de Chiclayo” se realizó el diagnóstico del consumo energético en un edificio multifamiliar para comparar los consumos de la iluminación sin el uso de un sistema domótico frente al consumo con un sistema domótico instalado obteniendo un ahorro considerable de más del 50%, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 6.2

Consumo en iluminación de edificio multifamiliar de la ciudad de Chiclayo.

Ubicación	Cantidad	Potencia Unitaria (Watt)	Potencia Total (Watt)	Horas de uso	Horas uso utilizado o domótico	Consumo Energía Actual (Watt - Hora)	Consumo Energía utilizando domótica (Watt - Hora)	Ahorro de energía Iluminación (Watt - Hora)
Dormitorio	3	30	90	4	1.2	360	108	252
Pasadizo	2	30	60	2	0.5	120	30	90
Baño	3	20	60	2.5	0.4	150	24	126
Sala	6	40	240	4.5	4.5	1080	1080	0
Cocina	2	30	60	2.5	1.5	150	90	60
Estudio	2	30	60	4	3.5	240	210	30
Sensores	20	5	5	24	24	120	120	0
Total (Watt - Hora)								558

Fuente: (Saguma Aniceto, 2018)

6.2.2.3. Control de dispositivos en Stand-by

El “Stand-by” es uno de esos vampiros invisibles que consumen energía ocurre cuando los aparatos apagados se dejan conectados a la red, aunque apagado, sigue consumiendo. El televisor, el equipo de música, el ordenador o la cafetera son algunos de los electrodomésticos que solemos dejar enchufados de forma perpetua. El cargador del teléfono celular que se deja conectado al tomacorriente consume electricidad. Ante la duda, basta con tocar el transformador, si está caliente,

está gastando electricidad. Se recomienda desenchufarlos por la noche, cuando salgamos de casa o cuando no los vayamos usar, hará que notemos mejoras en la factura de la luz.

Una forma de hacer que desconectar estos aparatos sea más sencillo y se convierta en hábito para ahorrar en casa es apostar por las regletas. Así se podrá desconectar varios aparatos de una sola vez. Otra opción son los enchufes inteligentes que conectan y desconectan completamente los aparatos sin desenchufarlos e incluso son programables.

Camó Cojóm (2015) en su investigación llamada “Sistema domótico como aplicación a la eficiencia energética, para gestionar el uso de la energía eléctrica en los hogares” nos muestra una tabla con los valores de consumo de los dispositivos electrónicos en modo Stand-by y se puede observar que su consumo es considerable y que la suma de todos ellos nos puede ofrecer un ahorro energético significativo, esto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.3

Consumo eléctrico de aparatos en Stand-by

Electrodoméstico	Potencia en Stand-by (w)	Consumo anual (Kwh)	Gasto anual (Q)	CO2 producido (Kg)
Aparatos de audio, video, ocio				
TV CRT 32"	6	53	83,63	34,20
TV LCD 37"	2	18	28,40	11,40
TV plasma 42"	3	26	41,03	17,10
DVD	4	35	55,23	22,80
Video	8	70	110,46	45,60
Decodificador satélite	7	61	96,26	39,90
Decodificador digital	5	44	69,43	28,50
Consola de juego	4	35	55,23	22,80
Teléfono inalámbrico	4	35	55,23	22,80
Radio despertador	7	61	96,26	39,90
Cadena de música	6	53	83,63	34,20
Aparatos de ofimática				
Ordenador	5	44	69,43	28,50
Portátil	4	35	55,23	22,80
Monitor CRT	3	26	41,03	17,10
Monitor LCD	1	9	14,20	5,70
Router	8	70	110,46	45,60
Impresora	8	70	110,46	45,60
Altavoces de PC	3	26	41,03	17,10
Aparatos de cocina				
Microondas	4	35	55,23	22,80
Máquina del café	5	44	69,43	28,50
TOTALES	97	850	1 341,30	553

Fuente: (Camó Cojóm, 2015)

6.2.3. Propuesta de medidor de consumo

En esta parte se propone un diseño de un contador inteligente el cual realizará continuamente medidas del consumo energético en una instalación, el propósito de este contador es hacer conciencia a los usuarios de los consumos eléctricos en la vivienda, de esta manera los usuarios obtienen información en tiempo real de la manera en que se aprovecha o se desperdicia el recurso energético en la vivienda.

De acuerdo con Serna Cabeza (2018) para realizar el cálculo del consumo energético es necesario conocer los conceptos de potencia real, potencia aparente, voltaje y corriente RMS y factor de potencia. La potencia activa consumida por la instalación eléctrica y que es equivalente al valor medio de la potencia instantánea. Definidas matemáticamente de la siguiente manera:

$$P = \frac{1}{T} \int (t).i(t)dt = V.I.\cos(\varphi) \quad (1)$$

$P =$ Potencia real (W)

$V =$ Voltaje eficaz o RMS (V)

$I =$ Intensidad eficaz o RMS (A)

$T =$ Periodo

$v(t) =$ voltaje instantaneo

$i(t) =$ corriente instantanea

$\cos(\varphi) =$ factor de potencia

Al operar los valores discretizados de las ondas, la ecuación se transforma en la media de los productos instantáneos tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} v(n).i(n) \quad (2)$$

$v(n) =$ muestra del voltaje instantaneo

$i(n) =$ muestra de la corriente instantanea

$N =$ número de muestras

El cálculo de la potencia aparente viene dado por el producto de los valores del voltaje e intensidad reflejados en la ecuación:

$$S = V \cdot I \quad (3)$$

$S = \text{Potencia aparente}$

El voltaje eficaz o RMS es el valor medio cuadrático de la onda, matemáticamente la raíz cuadrada de la media de los valores instantáneos al cuadrado durante el ciclo completo, de forma discreta es igual a:

$$V = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{N-1} V^2}{N}} \quad (4)$$

En el caso de la corriente eficaz es análogo al voltaje, introduciendo corriente en vez de voltaje:

$$I = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{N-1} i_n^2}{N}} \quad (5)$$

El factor de potencia se define en la siguiente ecuación:

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{S} \quad (6)$$

Para realizar el cálculo de la potencia consumida primero es necesario la adquisición de datos del voltaje y la tensión, los cuales son magnitudes variables y el procedimiento para su obtención es similar, una vez obteniendo estas variables entran a la etapa de gestión y cálculo en Arduino.

Para obtener los datos de la intensidad se utiliza un sensor que medirá periódicamente la señal y la enviará para su procesamiento al Arduino y este realizará los cálculos necesarios, en este caso se ha elegido el sensor SCT-013 30, capaz de medir hasta 30 A en valor rms.

Es muy importante mencionar que Arduino solo es capaz de medir voltaje alternos positivos en sus entradas analógicas, por lo que la salida del sensor es en forma de voltaje proporcional a la intensidad que circula por el cable medido. Para adaptar el nivel de corriente a un nivel de voltaje adecuado para el Arduino el sensor incluye una resistencia a la salida del transformador para transformar la corriente en voltaje en un rango de 0 y 1V.

Ya que el voltaje de salida del sensor es de 1V rms es necesario hacer la conversión a voltajes pico a pico y utilizamos las siguientes ecuaciones:

$$V_{pico} = \sqrt{2} \cdot V_{rms} = R \cdot I_{pico} = \sqrt{2} \cdot R \cdot I_{rms} \quad (7)$$

$$V_{pico \ a \ pico} = 2V_{pico} \quad (8)$$

Por lo cual para obtener el voltaje pico tenemos que multiplicar por $\sqrt{2}$ el cual será de ± 1.414 V y el voltaje pico a pico de 2.828 V.

Para poder realizar la medida del voltaje alterno positivo desde Arduino se debe introducir un voltaje continuo a modo de offset entre GND y V_{cc} para que de esta manera la forma de onda sea desplazada y todos los valores de la misma sean positivos, esto se lleva a cabo a través de un divisor de voltaje formado por dos resistencias y un capacitor de baja impedancia, encargado de facilitar una derivación a la corriente alterna para que evite la resistencia. El offset se aplica de forma que la referencia de voltaje sea $V_{cc}/2 = 2.5V$.

Según lo mencionado anteriormente el voltaje pico es de 1.414V, el cual se desplaza al nuevo valor de voltaje de referencia de 2.5V por lo cual el rango final del voltaje de la salida del transformador del sensor es de 1.086 – 3.914 V, el cual se encuentra dentro del rango de las entradas analógicas de Arduino que es de 0-5V.

Quedando el circuito como se muestra en la figura 6.2

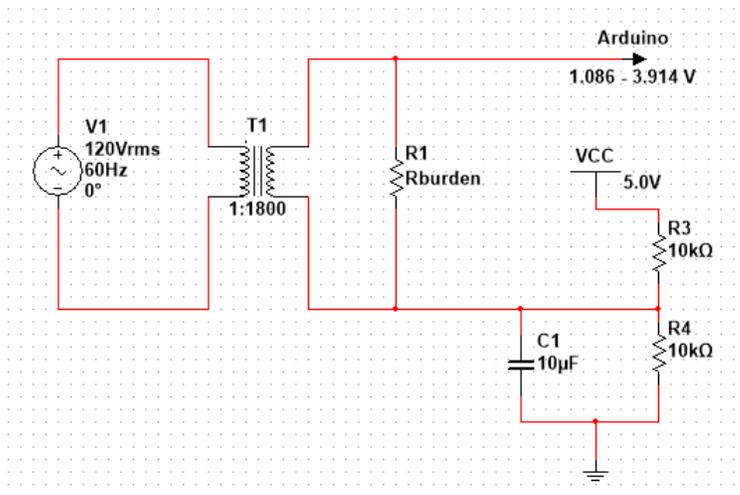


Figura 6.2 Conexión del sensor de corriente SCT-013 30

Fuente: Elaborado en software de simulación Multisim (2021)

Existen diferentes algoritmos para conseguir el valor rms de la intensidad a partir de la señal discretizada, en este caso se ha optado por realizar la media cuadrática de todos los valores

obtenidos durante 500 ms. De esta forma no se producen retardos y cada medio segundo se obtiene un valor. Este periodo es lo suficientemente grande para generar un valor RMS sin mucho error, y a la vez suficientemente pequeño para registrar fielmente la evolución del consumo.

Una vez realizado el cálculo de la corriente es necesario obtener el valor del voltaje para hacer el cálculo de la potencia, para este caso se utilizara un transformador AC/AC para reducir el valor del voltaje y aislar la parte electrónica de la red eléctrica, el transformador a utilizar es un transformador con una relación 1:10 120V/12V, así como en el caso anterior también es necesario escalar la señal de salida al rango de 0-5V del Arduino y añadir un offset para desplazar la señal y eliminar los valores negativos de la señal alterna. En el caso del offset se utilizará el mismo que en el caso anterior.

La salida del transformador es de 12V rms \pm 10% por lo cual el voltaje de pico será de 18.66V y un pico a pico de 37.34, es necesario escalar esta señal para adecuarla al Arduino y es necesario establecer el rango con la siguiente ecuación:

$$V_{pico\ salida} = \frac{R1}{R1+R2} \cdot V_{pico\ de\ entrada} = \frac{10k}{10k+100k} \cdot (18.66) = 1.7\ V \quad (9)$$

Con Arduino $V_{CC}=5\ V$, y al igual que en el transformador de corriente la onda resultante está desplazada desde el punto de offset de continua de 2.5V. En este caso el rango final es de 0.8V a 4.2 V, también apto para las entradas analógicas de Arduino.

Como medida de seguridad se introduce un capacitor con baja impedancia como derivación a *GND*, situado entre el divisor de tensión para el offset y el transformador, el capacitor seleccionado es igualmente de 10 μF .

Para hacer posible la medida del voltaje es necesario el siguiente circuito:

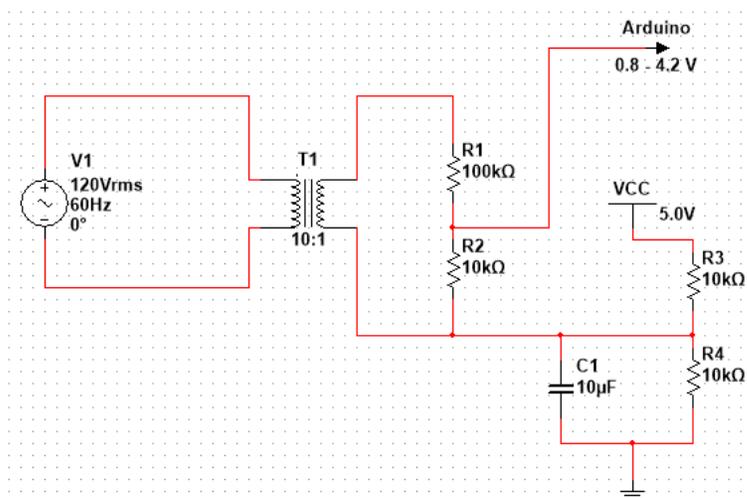


Figura 6.3 Conexión del transformador para obtener el voltaje.

Fuente: Elaborado en software de simulación Multisim (2021)

Con estos dos circuitos se podrá obtener la lectura de la corriente y el voltaje necesarios para realizar el cálculo con Arduino de la potencia consumida en una instalación eléctrica en una vivienda.

6.2.3.1. Medidor de consumo usando Amplificador Operacional

La salida de este sensor es una señal alterna, cuyo valores no está dentro del rango de las entradas analógicas (0 a +5V) del Arduino, si bien el rango del sensor puede ser inferior, la parte negativa de la señal podría malograr el Arduino.

Lo ideal es, si el sensor tiene una salida de -50mA a +50mA acondicionarlo a una salida de 0 a 5V. Esto se podría realizar convirtiendo de corriente a voltaje, (a un rango de [-1V +1V]), luego amplificarlo(a [-2.5V +2.5V]) y finalmente un sumador para eliminar la parte negativa ([0 5V]).

Otra forma sería rectificando la entrada y trabajar con la parte positiva, esto asumiendo que la señal es simétrica.

Para rectificar no es posible usar diodos, puesto que la caída de voltaje en el diodo es muy grande en comparación al voltaje de la señal. Para esto se usará un operacional, configurado en un seguidor de voltaje, se usará el operacional LM358, que trabaja con polaridad positiva, de esta forma se

eliminará la parte negativa de la señal, si bien no es un rectificador de onda completa, pero con una rectificación de media onda es suficiente para trabajar.

El LM358 si se alimenta con 5V, se satura con 3.5V aproximadamente, motivo por el cual no se puede amplificar hasta 5V, pero si se trabaja con Arduino no necesitamos alcanzar los 5V, puede trabajar con la referencia interna de 1.1V y de esta forma aprovechar en el rango completo de la lectura a analógica.

Si se está trabajando con el sensor SCT-013-030, significa que la salida está en un rango de +/- 1V, entonces el circuito que se usara se observa en la siguiente figura:

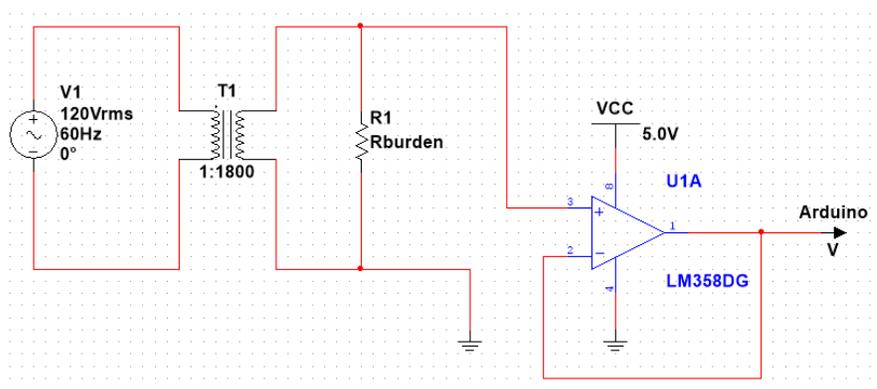


Figura 6.4 Conexión del LM358 para obtener la corriente.

Fuente: Elaborado en software de simulación Multisim (2021)

La corriente RMS (Root Mean Square) o valor eficaz, es la corriente capaz de producir el mismo trabajo que su valor en corriente directa o continúa. La corriente RMS es el valor que entregan los instrumentos de medición, como por ejemplo una pinza amperimétrica.

Este circuito nos entrega la lectura de la corriente que circula por la línea de alimentación y conociendo el voltaje en la red que en Honduras es de $\approx 120V$, mediante Arduino podemos calcular la potencia para luego multiplicarlo por un diferencial de tiempo y con esto medir el consumo de energía, al obtener los valores necesarios son enviados a la plataforma de Ubidots por medio de la conexión Ethernet y puedan ser visualizados en el tablero digital de la plataforma.

6.2.4. Propuesta de controlador de luces

En esta parte se propone un diseño de un sistema de control domótico de las luminarias de la vivienda, el cual por medio de un sensor de movimiento detectará la presencia o ausencia de personas en el área donde se instalarán, este sensor enviara la información al Arduino para que este active o desactive las luminarias según sea la necesidad.

Existen áreas de una vivienda donde no es necesario una iluminación continua si no que durante periodos de tiempo muy corto y es muy común que en muchas ocasiones estas áreas queden iluminadas sin necesidad y por ende generando un consumo energético innecesario, generalmente estas áreas son áreas de paso como pasillos y escaleras, jardín, patio trasero, garaje, etc.

Con la implementación de este sistema se pretende reducir el consumo eléctrico por iluminación en las áreas citadas anteriormente, de esta manera obteniendo un ahorro importante en el consumo.

Se ha seleccionado el módulo HC-SR501 por su facilidad de integración con Arduino, su disponibilidad y reducido coste y por la cantidad documentación existente.

El módulo sensor HC-SR501 incluye un acondicionador de señal que estabiliza y mejora la señal de salida, cuando detecta presencia el módulo envía una señal por un periodo de tiempo el cual puede ser regulado por medio de un potenciómetro.

Como se observa en el circuito de la figura 6.5, Su funcionamiento se basa en detectar movimiento mediante un sensor PIR, y a través de Arduino actuar sobre un relé de forma automática. El sensor manda una señal todo/nada dependiendo de si detecta movimiento o no y Arduino actúa en consecuencia.

Este circuito puede ser aplicado en las áreas donde no sea necesario mantener una iluminación continua y es capaz de controlar distintas luminarias a la vez, de esta forma se automatiza la iluminación en la vivienda.

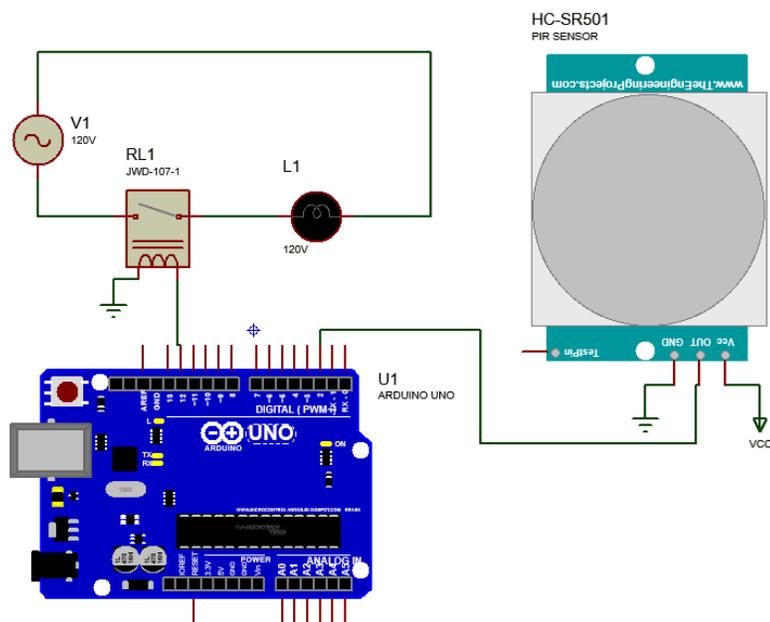


Figura 6.5 Conexión del circuito controlador de luces

Fuente: Elaborado en software de simulación Proteus (2021)

6.2.5. Propuesta de controlador de dispositivos Stand-by

En esta sección se propone un diseño de sistema domótico que permitirá la desactivación o desconexión de la red eléctrica de los dispositivos electrónicos que se encuentren en Stand-by, el control será efectuado por el Arduino, el cual recibirá las instrucciones desde la plataforma de Ubidots, para realizar esta conexión el Arduino necesita un Ethernet Shield el cual permite la conexión del Arduino al internet, en la plataforma de Ubidots los dispositivos estarán representados por switch el cual nos permitirá la desconexión utilizando el módulo de relé.

Se pretende que el sistema pueda ser programado para la activación y desactivación automática en periodos de tiempo determinados por el usuario.

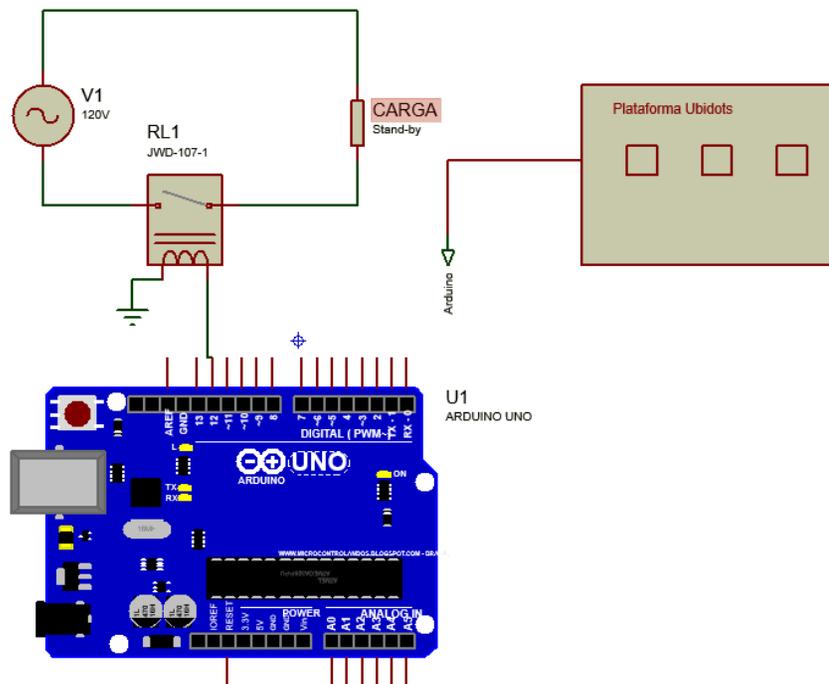


Figura 6.6 Conexión del circuito controlador de dispositivos en Stand-by

Fuente: Elaborado en software de simulación Proteus (2021)

Este diseño también puede ser usado para el control de electrodomésticos los cuales podrán ser desactivados desde la plataforma por si en alguna ocasión el usuario olvidará apagarlos, algo muy común con los ventiladores que en muchas ocasiones quedan encendidos innecesariamente.

6.2.6. Componentes del prototipo

De acuerdo a la descripción de los circuitos y controladores expuestos anteriormente el prototipo de sistema domótico será compuesto por los siguientes componentes:

- 1 Placa Arduino Uno o Arduino Mega
- 1 Placa Ethernet Shield para la conexión a internet
- 1 Módulo Relé de 4 o 8 canales
- 1 Sensor de movimiento PIR HC-SR501 (uno por cada área a controlar)
- 1 Sensor de corriente SCT-013-30
- 1 Transformador de voltaje 120/12V
- 1 Resistencias de 100K Ω

- 5 Resistencias de $10K\Omega$
- 2 Capacitores $10\mu F$
- 1 Fuente de alimentación 9V/2A
- 1 Cable LAN

6.2.7. Características y especificaciones

- Capacidad de controlar 5 dispositivos si se utiliza el Arduino Uno
- Capacidad de controlar 40 dispositivos si se utiliza el Arduino Mega
- Capacidad de conectarse a internet mediante la red Ethernet
- Capacidad de ser controlado y monitoreado desde la plataforma de Ubidots desde dispositivos móviles.
- Capacidad de controlar la iluminación de la vivienda automáticamente.
- Capacidad para desactivar los dispositivos electrónicos de forma remota y automática.

6.2.8. Potencia a controlar

El sistema domótico poder ser provisto con distintos componentes en base a la potencia que se requiera controlar, para el prototipo se seleccionaron componentes capaces de soportar intensidades de corriente de 30A, como los relés y el sensor de corriente, que funcionan de forma independiente del Arduino.

Tomando en cuenta que la red eléctrica de Honduras proporciona un voltaje de 120V el prototipo es capaz de controlar cargas con un consumo máximo de 3600W. La mayoría de electrodomésticos y aparatos electrónicos que se encuentran regularmente en las viviendas están en el rango para el cual el prototipo se ha diseñado.

De ser necesario una mayor o menor potencia es necesario implementar componentes que se adecuen a las necesidades de los usuarios y a los dispositivos que deseen controlar.

Se debe tener en cuenta que la potencia es el resultado del voltaje de alimentación por la intensidad que circula por el circuito.

6.2.9. Respaldo de energía

En caso de un corte de energía eléctrica, los actuadores o relés se desconectarán, desactivando todos los dispositivos que estén controlando, una vez se reestablezca el fluido eléctrico, el prototipo retomará las instrucciones que fueron cargadas por el usuario en la tablero digital de la plataforma de Ubidots.

En Arduino existe un módulo llamado Shield UPS, que permite el funcionamiento continuo de estas tarjetas con una batería cuando la energía de la red eléctrica se corta, ideal para sistemas que deban mantener su operación ante eventos inesperados de energía. La cual se puede muy bien implementar en el proyecto, con la desventaja que aumenta el precio de coste del sistema.

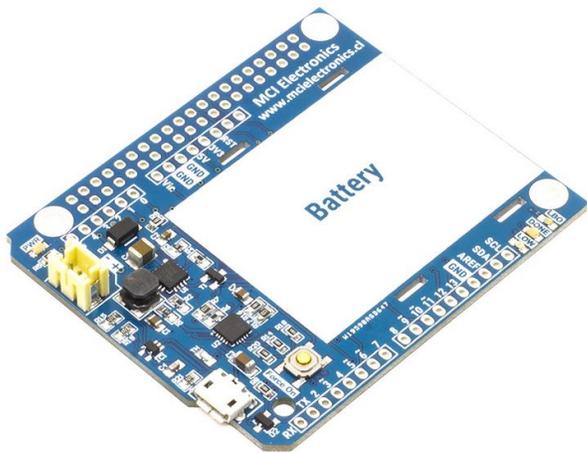


Figura 6.7 UPS Shield para Arduino

Fuente: (Arduino, 2018)

Otra opción es el utilizar un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) comercial al cual se puede conectar todo el sistema doméstico para evitar la desactivación por falta de fluido eléctrico, agregando asimismo protección contra variaciones peligrosas del voltaje pero igual que la opción anterior aumentando el precio de coste del sistema.

En base a lo expuesto anteriormente se puede afirmar que con el uso de la plataforma de Arduino junto con los elementos de control primario y final adecuado es posible construir un sistema doméstico que permita monitorear los consumo así como optimizar el uso de la energía eléctrica de una vivienda, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, es decir que mediante la plataforma Arduino se puede construir un sistema doméstico que permita el monitoreo y reducción del consumo energético de una vivienda.

6.3. Influencia de la implementación del sistema domótico

Para poder comprobar que influencia tendría el prototipo domótico propuesto en la presente investigación en el consumo energético se procede a evaluar los consumos de una vivienda para tener un punto de referencia y luego se realiza una representación del efecto que tendría el instalar el sistema domótico en la vivienda antes mencionada, de esta forma se obtiene un aproximado del ahorro energético que proveerá el prototipo.

6.3.1. Vivienda

La vivienda seleccionada para realizar el análisis está ubicada en la colonia Oscar A. Flores, bloque E, casa #3711, ciudad de Tegucigalpa, constituida de dos plantas, en la cual habitan dos familias.

Los dispositivos eléctricos y electrónicos que serán analizados se desglosan según su ubicación en la vivienda, como se observa en los planos del anexo 10.3.

Primera planta

- 9 lámparas
- 1 televisor
- 1 estufa
- 1 refrigeradora
- 1 microondas

Segunda planta

- 16 lámparas
- 1 estufa
- 1 refrigeradora
- 1 microondas
- 1 lavadora
- 1 router
- 1 plancha
- 3 televisores
- 1 equipo de sonido
- 1 laptop
- 2 tablets
- 2 ventiladores

6.3.2. Consumo energético de la vivienda

Es posible calcular el recibo eléctrico o consumo con base en los equipos y electrodomésticos del hogar, todo electrodoméstico posee una potencia eléctrica asociada, cuya unidad es conocida como Watt, la cual es representada con la letra W (Watt); dicho valor es indicado por el fabricante en la etiqueta de datos técnicos que viene pegada en el equipo o en grabado tipo relieve donde se indica el nombre del fabricante, el modelo y otras características técnicas ubicados ya sea en el reverso, internamente o en partes externas no visibles del equipo.

En algunos casos los datos técnicos del electrodoméstico solamente indican el valor del voltaje de operación cuya unidad es Voltios (V), así como la corriente eléctrica del equipo dada en Amperios, por lo tanto para determinar aproximadamente el valor de la Potencia (P) eléctrica se debe (A) multiplicar ambos valores, usando la ecuación:

$$P = V * I \quad (10)$$

Donde P = potencia eléctrica, V = tensión eléctrica y I = corriente eléctrica.

Cuando conectamos al tomacorriente y encendemos un electrodoméstico este va a consumir una cantidad de energía eléctrica dependiendo del tiempo que pase encendido, así como de su potencia eléctrica. Es por ello que si desea saber el consumo de energía eléctrica de un electrodoméstico, se debe primero conocer el valor de su potencia eléctrica, generalmente expresado en Watts (W) y las horas de encendido del equipo (horas de uso promedio por día), al final se toman dichos valores y se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Energía Eléctrica} = \text{Potencia Eléctrica (W)} \times \text{tiempo de uso en horas (h/día)} \quad (11)$$

$$\text{Potencia Eléctrica} = \text{Wh/día} \quad (12)$$

Las unidades obtenidas cuando aplicamos la fórmula anterior son Wh/día, este valor lo debemos multiplicar por la cantidad de días de uso al mes Wh/día y dividirlo entre 1,000 (mil) para obtener los kWh al mes que nos indica el recibo eléctrico.

Realizar un diagnóstico del consumo energético de una vivienda es de suma importancia para poder determinar los puntos donde la energía eléctrica se utiliza de manera deficiente, el consumo del mes de Julio en la vivienda equivale a 466 kWh facturando un valor de 2,176.78 Lempiras mensuales, en la siguiente tabla se detallan los consumos en los últimos 5 meses:

Tabla 6.4

Consumos facturados en los últimos 5 meses

Mes	Consumo
Marzo	443 kW/h
Abril	458 kW/h
Mayo	426 kW/h
Junio	476 kW/h
Julio	466 kW/h

Valores obtenidos del recibo de facturación emitido por la EEH.

La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) aprobó el pliego tarifario para los meses de julio, agosto y septiembre para los clientes de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), para el área residencial es de: (EEH, 2021)

- Primeros 50 kWh-mes: L. 3.6812
- Mayor a 50 kWh-mes: L. 4.7902

Tabla 6.5

Cálculo de tarifa promedio

Tarifa (kWh)	L/kWh	Consumo (kWh)	Valor L.
0-50	3.6812	50	184.06
Mayores a 50	4.7902	416	1992.72
	Total	466	2176.78

6.3.3. Medición de consumo por dispositivo

Para establecer el consumo independiente por cada dispositivo eléctrico y electrónico en la vivienda se tomó como referencia los valores establecidos por cada fabricante en la etiqueta de especificaciones de cada dispositivo.

Además de conocer la potencia que necesitan para funcionar es necesario determinar el tiempo diario en que se utilizan, de esta manera ya es posible calcular cuánto consume cada dispositivo al mes en base a su tiempo de utilización.

La EEH en su página web nos proporciona una tabla de consumo promedio mensual de electrodomésticos.

Tabla 6.6

Consumo promedio mensual por dispositivo

Tipo	Potencia (W)	Horas de uso por día	Días de uso por mes	Promedio mensual de consumo (kWh)
Estufa eléctrica	4,400	2	30	264
Equipo de sonido	60	4	20	4.8
Refrigeradora	600	8	30	144
Laptop	100	4	20	8
Lavadora	1,100	2	4	9.6
Aire acondicionado	1,734	8	30	416
Lámpara LED	8	5	30	1.2
Lámpara incandescente	100	5	30	15
Celular	8	2	30	0.48
Plancha	1,100	1	12	13.2
Ventilador	150	8	30	36

Fuente: (EEH, 2021)

Para efectos de esta investigación se utilizó la tabla anterior solo como referencia ya que por medio de la observación de los hábitos de uso en la vivienda se calculó el tiempo promedio de uso, durante una semana se observó y se midió el tiempo de uso y se realizó el cálculo de su uso promedio diario, utilizando la ecuación 11 se calculó el consumo promedio en kW/h diario y mensual por dispositivo el cual se detalla en las tablas 6.7 y 6.8.

Tabla 6.7

Consumo estimado por dispositivo primera planta

Ubicación	Dispositivo	Descripción	Cantidad	Consumo eléctrico (W)	Horas de uso diario (promedio)	Horas de uso mensual	kW/h (30 días)
Sala	Lámpara	OSRAM T9	2	22	6	180	7.92
	Televisor	SAMSUNG	1	115	8	240	27.6
Cocina	Lámpara	OSRAM T9	1	22	6	180	3.96
	Estufa	Frigidaire	1	1200	0.5	15	18
	Refrigeradora	Samsung	1	40	24	720	28.8
	Microondas	Whirlpool	1	1050	0.3	9	9.45
Habitación	Lámpara	SYLVANIA	1	20	6	180	3.6
Baño	Lámpara	SYLVANIA	1	20	6	180	3.6
Patio y Garaje	Lámpara	SYLVANIA	4	20	6	180	14.4
						Total	117.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.8

Consumo por dispositivo segunda planta

Ubicación	Dispositivo	Descripción	Cantidad	Consumo eléctrico (W)	Horas de uso diario (promedio)	Horas de uso mensual	kW/h (30 días)
Sala	Lámpara	OSRAM T9	2	22	8	240	10.56
	Televisor	LG 49UM7100	1	79	10	300	23.7
	Equipo de Sonido	SONY	1	175	2	60	10.5
	Ventilador	GREE	1	65	8	240	15.6
Cocina	Lámpara	OSRAM T9	1	22	8	240	5.28
	Estufa	Frigidaire	1	2200	1.5	45	99
	Refrigeradora	Samsung	1	44	24	720	31.68
	Microondas	Whirlpool	1	1050	0.4	12	12.6
Estudio	Lámpara	SYLVANIA	2	20	8	240	9.6
	Televisor	SONY KDL-32BX320	1	115	2	60	6.9
	Router	CLARO	1	15	24	720	10.8
	Ventilador	UNIVERSAL	1	55	4	120	6.6
	Laptop	Gateway	1	192	3	90	17.28
	Tablet	Huawei	2	60	2	60	7.2

Habitaciones	Lámpara	SYLVANIA	2	20	8	240	9.6
	Televisor	LG	1	60	5	150	9
	Plancha		1	1200	0.3	9	10.8
Baño	Lámpara	OSRAM T9	1	22	8	240	5.28
Patio y lavandería	Lámpara	SYLVANIA	8	20	4	120	19.2
	Lavadora	LG	1	60	4	120	7.2
						Total	328.38

Fuente: Elaboración propia

6.3.4. Medición de consumo de dispositivos en Stand-by

Otro tipo de consumo a considerar es el consumo de los dispositivos en Stand-by o consumos fantasmas, ya que son aparatos electrónicos que están apagados pero en modo en espera o reposo, generalmente tienen una luz roja o LED que indica el estado Stand-by del dispositivo, este tipo de consumo aunque es poco se vuelve considerable si se analiza en el transcurso de varios meses o incluso en el transcurso del año.

Para realizar la lectura del consumo de los dispositivos en estado Stand-by fue necesario utilizar dos multímetros, uno para la medición del voltaje de entrada y el otro para la medición de la corriente utilizada por el dispositivo.

La figura 6.8 ilustra la forma en que se realizó la medición.

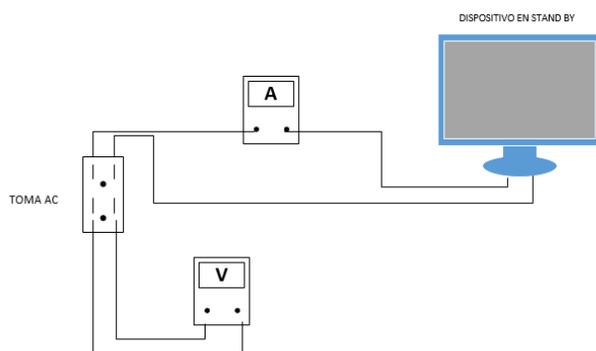


Figura 6.8 Diagrama para medición de voltaje y corriente

Fuente: Elaboración propia (2021)

Al realizar la medición en los dispositivos en Stand-by, y para obtener la potencia consumida aún apagados se tomó el voltaje medido directamente en el tomacorriente donde están conectados y se multiplico por la corriente en el cable de alimentación con la ayuda de pinza amperimétrica, donde se obtuvieron los valores de la siguiente tabla:

Tabla 6.9

Consumo de dispositivos en Stand-by

		Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Horas	Horas al mes	kW/h (30 días)
Televisor	LG 49UM7100	120	0.2	24	14	420	10.08
Televisor	LG	120	0.08	9.6	19	570	5.472
Televisor	SONY KDL- 32BX320	120	0.005	0.6	22	660	0.396
Televisor	SAMSUNG	120	0.05	6	14	420	2.52
						Total	18.468

Fuente: Elaboración propia

En base a las tablas anteriores se elaboró el grafico de la figura 6.9, el cual muestra las cuatro categorías en las que se divide el consumo energético de la vivienda, se puede observar que prácticamente la mitad del consumo es por el uso de electrodomésticos y también se observa un consumo significativo en la iluminación, en cuanto a los dispositivos en Stand-by es la menor porción pero como se mencionó en secciones anteriores se vuelve significativo con el tiempo.

Tabla 6.10

Consumo por áreas

Consumos	Potencia consumida kW/h	Porcentaje
Iluminación	93	20%
Electrodomésticos	217.53	47%
Dispositivos electrónicos	135.18	29%
Dispositivos Stand-by	18.468	4%
Total	464.178	100%

Fuente: Elaboración propia

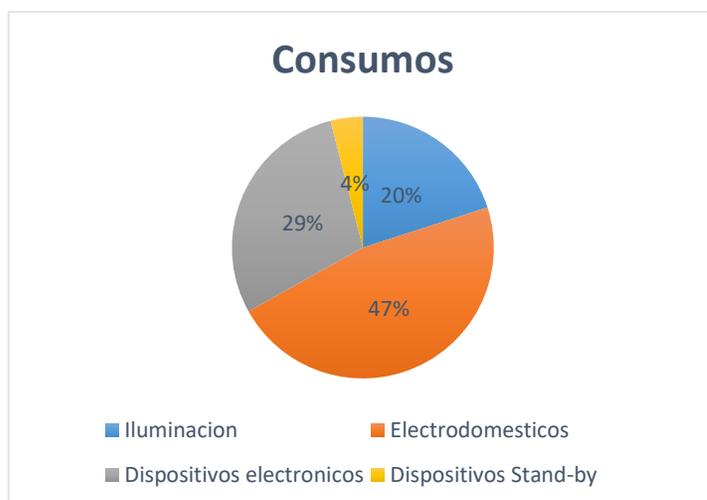


Figura 6.9 Gráfico de consumos

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 6.9 (2021)

6.3.5. Ahorro energético estimado

Mediante la implementación de los circuitos anteriores que conformarán el sistema domótico se pretende obtener un ahorro energético y optimizar el uso de la energía, de manera que solo se utilice la energía necesaria y se evite su desperdicio. El sistema está enfocado en la medición y control del consumo en las áreas de la iluminación y dispositivos electrónicos, de acuerdo con un artículo publicado por Quonty (2017) “Se estima que la domótica permite un ahorro energético de entre un 25% y un 30% de media en una vivienda. Por ello el sistema se rentabiliza muy rápidamente.”

A continuación se presenta un cálculo aproximado del ahorro esperado al implementar el sistema domótico, en el cual se espera una reducción en horas de uso en la iluminación de alrededor de un 50% al instalar controlador de luces en las áreas donde no se necesita una iluminación continua, tomando como base lo que se menciona en el apartado 6.2.2 en donde Saguma Aniceto (2018) en su investigación demostró que es posible obtener un ahorro considerable de más del 50%, como se puede observar en la siguiente tabla 6.2. Sumado a esto es posible desconectar de manera automática y remota los dispositivos electrónicos es modo Stand-by lo que permite el ahorro del porcentaje consumido por estos. Lo que se puede observar en las siguientes tablas 6.11 y 6.12.

Tabla 6.11

Consumos estimados en la iluminación con el sistema domótico instalado

Planta	Ubicación	Equipo	Descripción	Cantidad	Consumo eléctrico (W)	Diario con sistema domótico	Horas de uso mensual	kW/h (30 días)
Segunda	Sala	Lámpara	OSRAM T9	2	22	6	180	7.92
Segunda	Cocina	Lámpara	SYLVANIA	2	20	6	180	7.2
Segunda	Estudio	Lámpara	SYLVANIA	2	20	6	180	7.2
Segunda	Habitaciones	Lámpara	SYLVANIA	2	20	4	120	4.8
Segunda	Baño	Lámpara	OSRAM T9	2	22	2	60	2.64
Segunda	Otros (patio y lavandería)	Lámpara	OSRAM T9	6	22	2	60	7.92
Primera	Sala	Lámpara	OSRAM T9	2	22	4	120	5.28
Primera	Cocina	Lámpara	OSRAM T9	1	22	4	120	2.64
Primera	Habitaciones	Lámpara	SYLVANIA	1	20	3	90	1.8
Primera	Baño	Lámpara	SYLVANIA	1	20	3	90	1.8
Primera	Otros	Lámpara	SYLVANIA	3	20	3	90	5.4
							Total	54.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.12

Consumos con el sistema domótico

Consumos	Potencia consumida kW/h	Porcentaje
Iluminación	56.4	12%
Electrodomésticos	217.53	47%
Dispositivos electrónicos	135.18	29%
Ahorro	55.068	12%
Total	464.178	100%

Fuente: Elaboración propia

Al reducir el tiempo de uso de la iluminación y el desactivar los dispositivos en stand-by, los cuales siguen consumiendo energía eléctrica aun estén apagados, se obtiene un ahorro energético de un 12% en la vivienda.

En base a las tablas 6.10 y 6.12 donde se detallan los consumos por áreas sin el sistema domótico instalado y con el sistema domótico instalado, se elaboraron los gráficos que se presentan a continuación en la figura 6.10 y 6.11. En los cuales se puede observar de manera gráfica esta

comparación y como se reduce el consumo por iluminación y el consumo de los dispositivos en Stand-by.

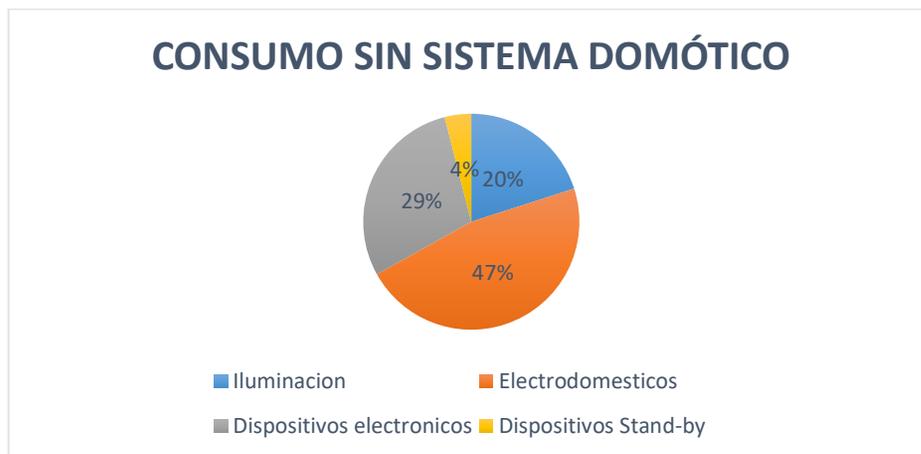


Figura 6.10 Gráfico de consumos sin sistema domótico

Fuente: Elaboración propia con software Excel (2021)

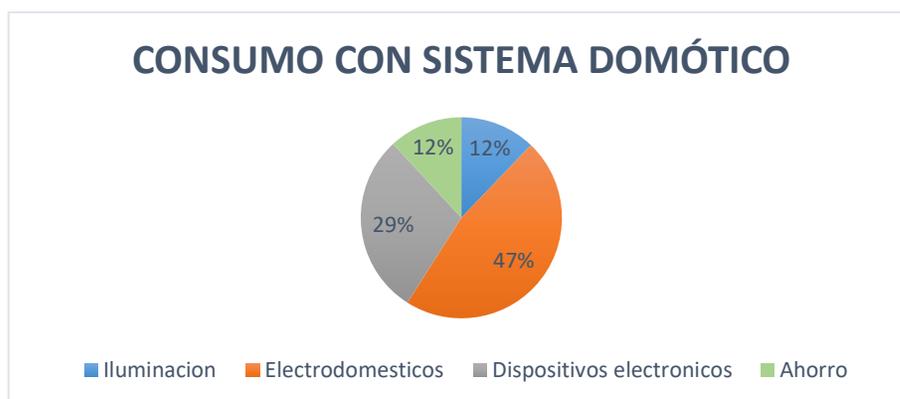


Figura 6.11 Gráfico de consumos con el sistema domótico

Fuente: Elaboración propia con software Excel (2021)

Analizando los gráficos anteriores se puede determinar que la implementación del sistema domótico propuesto puede proveer un ahorro energético de un 12 % por lo cual se rechaza la hipótesis de investigación, y se acepta la hipótesis alternativa ya que mediante la implementación del prototipo de sistema domótico se puede reducir menos de un 25% el consumo energético de una vivienda.

VII. VIABILIDAD

7.1. Viabilidad operacional

Con el paso del tiempo es muy notorio el crecimiento de la tecnología, los dispositivos que se usaban hace 10 años ahora son aparatos obsoletos, el crecimiento de la tecnología es conveniente para todos ya que se vuelve más económica y accesible, con el paso del tiempo es viable adquirir diferentes tecnologías de tal forma que se vuelven indispensables en la vida diaria, una casa inteligente se vuelve cada vez más accesible y ya no es solamente para personas con un nivel económico alto. Camó Cojóm (2015) menciona que “La domótica busca el aprovechamiento al máximo de la tecnología, para adecuar el comportamiento de un inmueble acorde a las necesidades requeridas”. Desde el punto de vista funcional con el uso de la domótica se busca ofrecer una mayor calidad de vida a los habitantes de la vivienda, permitiendo la gestión integrada de los diferentes dispositivos del hogar.

El prototipo de sistema domótico presentado en esta investigación tiene como objetivo facilitar la vida de los usuarios, jóvenes o mayores, aun cuando alguno de ellos presente una discapacidad física, se busca que pueda ser utilizado por cualquier persona por lo que contiene una interfaz amigable, intuitiva y fácil de usar, permitiendo el monitoreo y control a distancia de las luminarias y electrodomésticos de la vivienda con la finalidad de una mayor eficacia operativa, siendo posible acceder al sistema domótico desde cualquier lugar donde se tenga una conexión a internet, ya sea desde un Smartphone o computadora, Según una encuesta realizada por Fenercom (Fundación de la Energía) entre los usuarios de Twitter de más de 6 países acerca de la domótica, el 60 % de los británicos y estadounidenses encuestados sienten el deseo de controlar su casa mientras están en tren o en coche, por lo cual la implementación de un sistema domótico en las viviendas con el fin de obtener ahorro energético, seguridad y confort presenta una buena viabilidad operacional por su sencilla utilización y confiabilidad.

7.2. Viabilidad económica

El desarrollo del prototipo de sistema domótico se basa en emplear dispositivos poco complejos, de bajo costo y de fácil acceso. Por tal razón se basa en la plataforma de Arduino, Serna Cabeza

(2018) indica que “El principal atractivo de estos dispositivos es su precio bajo, lo que genera un fácil acceso al mismo y un desarrollo rápido de la comunidad. Además, al estar diseñado para un uso muy intuitivo y sencillo, es apto para un público con pocos conocimientos de electrónica y programación.” Gracias a Arduino y al Open Hardware, se pueden construir sistemas propios adaptados a las necesidades y totalmente personalizados. Al contrario de los sistemas cerrados tradicionales, se tiene un control total sobre el conjunto, se pueden añadir nuevos dispositivos, ya sean sensores o actuadores, personalizar la interfaz gráfica y existe detrás una comunidad que da soporte los 365 días del año totalmente gratis.

Actualmente en Honduras es posible comprar los componentes necesarios para la fabricación de sistemas domóticos con Arduino, desde los sensores (movimiento, proximidad, etc.), diferentes módulos que permiten la conexión a otros dispositivos (Ethernet, Wifi, Bluetooth, etc.), hasta los actuadores (relés, motor paso a paso, etc.) involucrados en el sistema de control, a un precio accesible y con buenas prestaciones obteniendo una buena relación calidad-precio, por aproximadamente 2,500.00 lempiras es posible construir un sistema domótico básico capaz de controlar de manera remota y automática la iluminación y los electrodomésticos de una vivienda, con la posibilidad de agregar más funciones al sistema conforme se agreguen otros sensores y módulos, obteniendo resultados similares a sistemas domóticos de alta gama con precios elevados.

Es por tal razón que los dispositivos que se utilizarán para el desarrollo de esta propuesta son factibles económicamente al efectuar la implementación del sistema, ya que se mantiene la relación Costo/Beneficio.

7.3. Viabilidad de mercado

El mercado de la automatización del hogar no es nuevo. Éste inició alrededor de 1975; sin embargo, la consciencia masiva sobre esta industria, sí lo es; y ha sido potenciada por las compañías de seguridad y telecomunicación en los Estados Unidos. Se estima que para el año 2018, la industria de la automatización para el hogar generaría ingresos por \$14.100 millones de dólares a nivel mundial (Brennan, 2013).

El conocimiento de los sistemas domóticos, como una percepción en las personas naturales, es sinónimo de costos altos y de lujos. La importancia de realizar una estrategia de marketing que

permita dar a conocer los servicios y beneficios del proyecto puede cambiar la perspectiva de los clientes y puede justificar un valor determinado con relación a los posibles beneficios obtenidos.

Según Bastidas Olivari (2016) “El mercado de los productos domóticos es rentable, debido a que se está fortaleciendo la cultura del consumo de productos tecnológicos, pensando más en la comodidad. Por lo cual, hay una creciente demanda de consumidores desplazándose a este sector.”

La actual pandemia de Covid-19 ha acelerado la transformación digital, la economía, salud, entretenimiento y cada uno de los sectores de la sociedad han debido insertarse a la “nueva normalidad”. La evolución en el comercio electrónico, educación online, eventos digitales, asesorías profesionales remotas, entre tantas otras áreas, se han adaptado a la nueva realidad con el mismo fin: proteger la salud y la productividad. La forma en cómo funciona el mundo cambió, se convirtió en un mundo remoto, y la domótica va de la mano con ello.

En Honduras poco a poco se va generalizando el término, existen empresas en el país que ofrecen sistemas domóticos, los cuales son sistemas cerrados y caros, que generalmente están amarrados a depender de la instalación y mantenimiento por parte de la empresa que ofrece el servicio, por lo cual el objetivo de esta investigación es fabricar un sistema domótico de bajo costo que pueda ser adaptado a las necesidades de los usuarios, ofreciendo todas las ventajas y facilidades de la domótica.

En general, se puede afirmar que este proyecto presenta una buena viabilidad de mercado ya que existen las condiciones propicias para que el portafolio de proyectos de automatización del hogar tenga acogida entre su público objetivo.

VIII. APLICABILIDAD

8.1. Análisis de mercado

El estudio de mercado es la recopilación y análisis de antecedentes que permita determinar la conveniencia o no de ofrecer un bien o servicio para atender una necesidad, además es conveniente tener una noción amplia del mercado incluyendo todo el entorno que rodeara a la empresa: consumidores, usuarios, proveedores, competidores y limitaciones de tipo político, legal, económico y social. (Miranda, 2003)

Pesántez Angulo (2012) afirma que:

El estudio de mercado abarca la investigación de algunas variables sociales y económicas que condicionan el proyecto aunque sean ajenas a este. Entre ellas se pueden mencionar factores como el grado de necesidad o la cuantía de la demanda del servicio que se requiere producir; la influencia que estos aspectos tienen instrumentos tales como los precios.

Con el análisis de mercado que se desarrolla a continuación se pretende determinar el tamaño del mercado que estará interesado en adquirir el sistema domótico propuesto así como identificar factores como el valor de mercado, segmentación de clientes, identificar sus hábitos de compra, conocer la competencia y muchos factores más.

Definición del producto

El producto a ofrecer consiste en un sistema domótico orientado a la medición del consumo energético en una vivienda así como el control automático de la iluminación y activación y desactivación de electrodomésticos de forma remota, el cual tiene como principal objetivo reducir el consumo energético mediante la automatización de las áreas antes mencionadas, además ofrecer mayor seguridad y confort a los usuarios.

Se pretende ofrecer un sistema de bajo costo y con facilidad de instalación y uso, tratando de alcanzar las prestaciones de otros sistemas domóticos que se ofrecen en el mercado y a precios más elevados.

8.1.1. Análisis de la demanda

El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado respecto a un bien o servicio, así como establecer la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. La demanda está en función de una serie de factores, como son la necesidad real que se tiene del bien o servicio, su precio, el nivel de ingreso de la población, y otros, por lo que en el estudio habrá que tomar en cuenta información proveniente de fuentes primarias y secundarias, de indicadores econométricos, etcétera. (Baca Urbina, 2010)

Se puede entender por demanda al acto, actitud o predisposición de adquirir bienes y/o servicios, para prever la satisfacción de las necesidades de uno o más consumidores.

La demanda puede ser de dos tipos: si la demanda se concreta o se realiza se denomina demanda real o efectiva, si la demanda no se concreta por cualquier circunstancia se le conoce como demanda potencial.

8.1.1.1. Mercado objetivo

Un mercado objetivo es un grupo de consumidores a los cuales se pretende vender determinado producto/servicio de una empresa. Un buen conocimiento de los hábitos de compra y de gastos de los consumidores es esencial para elaborar buenas estrategias de ventas para el mercado objetivo. (Pesántez Angulo, 2012)

Para el presente proyecto se usarán datos proyectados por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2019 enfocando el estudio y análisis en la población del municipio del Distrito Central mayor de 18 años.

Población >18 años en Honduras es de 4220,294 (INE, 2019)

Población > 18 años en Distrito Central Francisco Morazán: 506,709(INE, 2019)

8.1.1.2. Técnica de recolección

Para obtener los datos necesarios para el análisis de la demanda se aplicará una encuesta a una muestra del mercado objetivo con el fin de estimar la cantidad de personas conocedoras del mercado, para el diseño del instrumento de recolección se han utilizado preguntas cerradas o dicotómicas, llamadas así por ser alternativas fijas que generalmente pueden ser contestadas con un sí o no y en último caso con un tal vez.

8.1.1.3. Cálculo del tamaño de la muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se realiza mediante una fórmula que es una ecuación que relaciona dos términos. La incógnita es el número de elementos a encuestar y el término que permite despejar la incógnita está compuesto por los factores que condicionan el tamaño de la muestra. Entre estos factores cabe destacar el nivel de confianza, la probabilidad de error, una medida de dispersión de los datos, el costo de la unidad de muestreo y el tamaño de la población.

El cálculo de la muestra se realiza sobre la base de la ecuación para una población finita y fundamentada en la probabilidad de aceptación o rechazo.

$$n = \frac{Z^2 NPq}{E^2(N - 1) + PqZ^2}$$

Parámetro	Valor
Población N	506,709
Nivel de confianza Z	1.96
Probabilidad de que ocurra P	95.00%
Probabilidad de que no ocurra q	5.00%
Error de estimación e	5.00%

$$n = \frac{(1.96)^2(506,709)(0.95)(0.05)}{(0.05)^2(506,709) + (0.95)(0.05)(1.96)^2}$$

$$n = 73$$

Para la obtención de la información se aplicaron 73 encuestas a posibles consumidores donde se les plantea un sistema domótico con las características presentadas en esta investigación.

8.1.1.4. Tabulación y análisis de datos

La encuesta se aplicó mediante la plataforma de Formularios Google la cual se envió de manera aleatorio y a personas al azar haciendo uso de las redes sociales, obteniendo un promedio de 73 respuestas a las preguntas formuladas en la encuesta.

Finalizada la fase de recolección de la información de la muestra establecida se comienza con la etapa de tabulación y análisis de los datos obtenidos realizando representaciones gráficas para una mayor comprensión.

Pregunta 1:

¿Cuál es su sexo?

73 respuestas

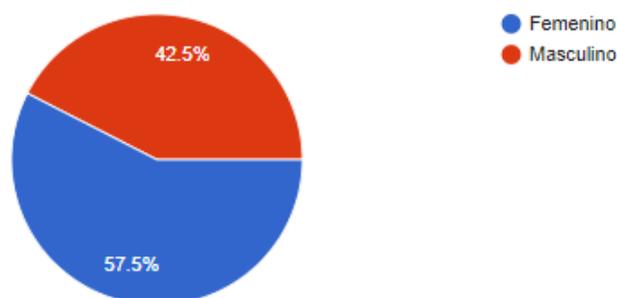


Figura 8.1 Gráfico circular, resultados de la pregunta 1

Fuente: Formulario de Google (2021)

Del total de los encuestados el 57.5% son mujeres y el 42.5% son hombres, lo que permite establecer las siguientes preguntas a estos dos géneros sin excluirlos de la encuesta.

Pregunta 2:

¿Qué edad tiene?

73 respuestas

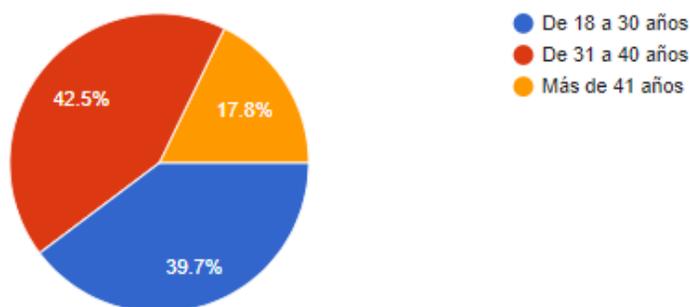


Figura 8.2 Gráfico circular, resultados de la pregunta 2

Fuente: Formulario de Google (2021)

El grupo de edad más relevante va de los 31 a 40 años con el 42.5% de los encuestados, seguido por el grupo de 18 a 30 años con un 39.7% y un 17.8% para el grupo de más de 41 años.

Pregunta 3:

¿Cuál es su ocupación?

73 respuestas

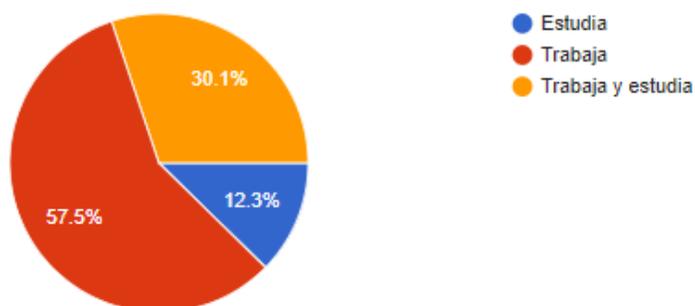


Figura 8.3 Gráfico circular, resultados de la pregunta 3

Fuente: Formulario de Google (2021)

La mayor parte de los encuestados solo trabajan representando el 57.5% de la muestra, seguido del grupo que trabaja y estudia con un 30.1% y los que solamente estudian con un 12.3%.

Pregunta 4:

¿Ha escuchado hablar sobre domótica?

72 respuestas

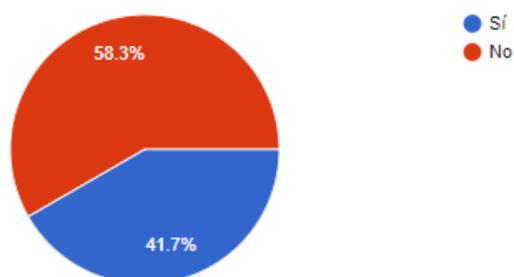


Figura 8.4 Gráfico circular, resultados de la pregunta 4

Fuente: Formulario de Google (2021)

Se puede observar que más de la mitad de los encuestados nunca ha escuchado sobre la domótica y sus beneficios, este grupo corresponde al 58.3% de la muestra, en contraparte el 41.7% si ha escuchado o tiene noción de este tipo de tecnología.

Pregunta 5

¿De los siguientes beneficios que aporta la domótica cual le gusta más?

73 respuestas

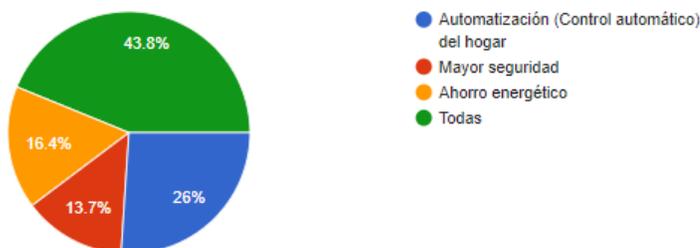


Figura 8.5 Gráfico circular, resultados de la pregunta 5

Fuente: Formulario de Google (2021)

A pesar de que la mitad de los encuestados no ha escuchado acerca de la domótica se presentó los beneficios de esta tecnología para observar cuál de estos llaman más la atención de los encuestados, obteniendo como respuesta que el 43.8% considera que un sistema domótico debe ofrecer todos los beneficios presentados, seguido de un 26% que considera importante la automatización, el 16.4% el ahorro energético y un 13.7% mayor seguridad en la vivienda.

Pregunta 6

¿Le gustaría poder controlar las funciones de su hogar a distancia?

73 respuestas

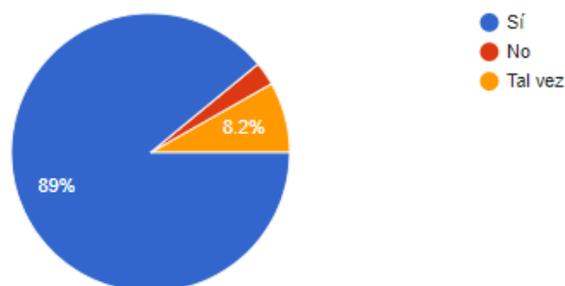


Figura 8.6 Gráfico circular, resultados de la pregunta 6

Fuente: Formulario de Google (2021)

A partir de esta pregunta se puede observar el crecimiento de la tecnología en los hogares y como los usuarios sienten la necesidad de automatizar los mismos, de la muestra el 89% considera que si le gustaría controlar los dispositivos de su hogar a distancia, un 8.2% que muestra indecisión y un 2.7% que no le gustaría.

Pregunta 7



Figura 8.7 Gráfico circular, resultados de la pregunta 7

Fuente: Formulario de Google (2021)

En la actualidad se podría afirmar que la mayoría de las personas poseen un dispositivo electrónico para la comunicación y entretenimiento, de las personas encuestadas el 57.5% les gustaría controlar las funciones de su hogar desde el teléfono celular y la computadora, seguidos del 41.1% que usarían solo el celular y un 1.4% solo la computadora.

Pregunta 8

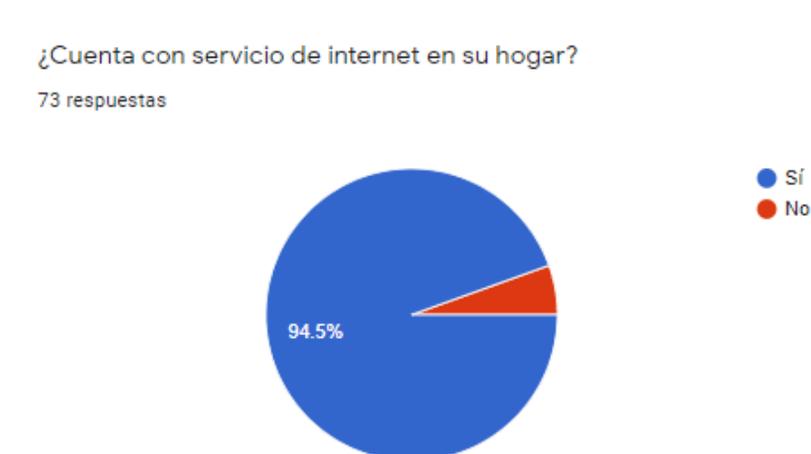


Figura 8.8 Gráfico circular, resultados de la pregunta 8

Fuente: Formulario de Google (2021)

Poco a poco se extiende el servicio de internet en el país, aparte de la nueva normalidad debido a la pandemia, es común que las personas desarrollen actividades laborales desde la casa, así como la mayoría de escuelas y universidades están brindando sus clases de manera virtual, por lo cual el servicio de internet residencial forma parte de los servicios básicos en una vivienda, el 94.5% de los encuestado tiene servicio de internet residencial y una mínima parte del 5.5% aún no cuenta con este servicio.

Pregunta 9

¿Qué importancia tiene para usted el poder contribuir con una mejor eficiencia energética en su hogar?

73 respuestas

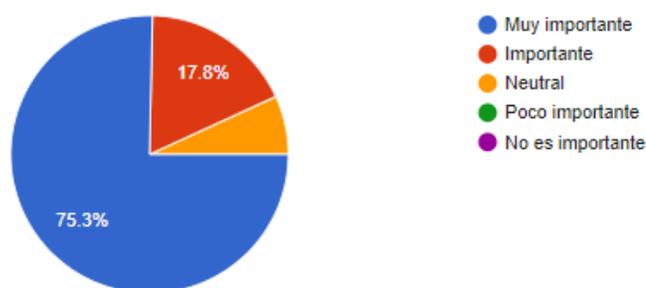


Figura 8.9 Gráfico circular, resultados de la pregunta 9

Fuente: Formulario de Google (2021)

En base al gráfico anterior se puede observar que la mayoría de los encuestados consideran que es muy importante contribuir con una mejor eficiencia energética en el hogar, siendo este grupo un 75.3% de la muestra, seguidos del 17.8% que consideran importante y un 6.8% que son neutrales.

Pregunta 10

¿Utilizaría en su hogar un sistema domótico que le permita monitorear su consumo energético?

73 respuestas

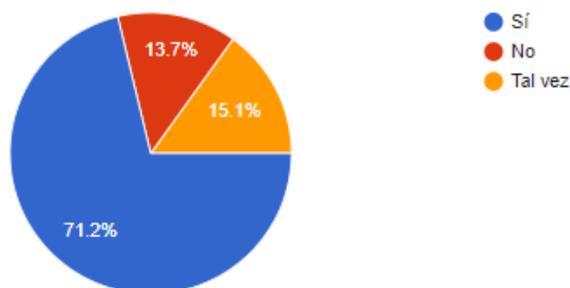


Figura 8.10 Gráfico circular, resultados de la pregunta 10

Fuente: Formulario de Google (2021)

Una característica importante del sistema domótico es el permitir monitorear el consumo energético de esta manera se es consciente de la manera en que se aprovecha o se desaprovecha este valioso recurso, del total de la muestra el 71.2% está dispuesto a utilizar un sistema domótico que permita dicho monitoreo, seguidos del 15.1% que muestran inseguridad y un 13.7% que no lo utilizaría.

Pregunta 11

¿Utilizaría en su hogar un sistema domótico para el control automático de la iluminación?

73 respuestas

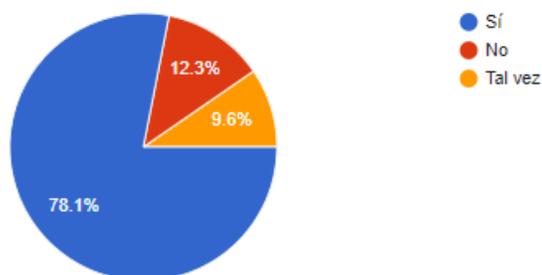


Figura 8.11 Gráfico circular, resultados de la pregunta 11

Fuente: Formulario de Google (2021)

Una de las funciones que ofrece el sistema domótico propuesto en esa investigación es la posibilidad del control automático de la iluminación de la vivienda, el 78.1% utilizaría este sistema de control automático de la iluminación, seguido de un 12.3% que no lo haría y un 9.6% que contesto que tal vez lo utilizaría.

Pregunta 12

¿Utilizaría en su hogar un sistema domótico para la activación y desactivación remota de los electrodomésticos?

72 respuestas

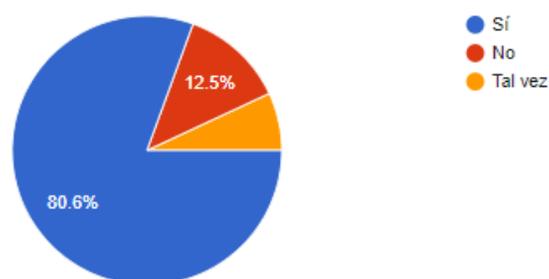


Figura 8.12 Gráfico circular, resultados de la pregunta 12

Fuente: Formulario de Google (2021)

Otra característica del sistema domótico propuesto es la capacidad de controlar los electrodomésticos de manera remota desde una plataforma en la red, del total de encuestados un 80.6% considera que si utilizaría un sistema domótico para este fin, un 12.5% que no lo haría y 6.9% que contesto que tal vez lo haría.

Pregunta 13

¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema domótico que cumpla con estas funciones?

72 respuestas

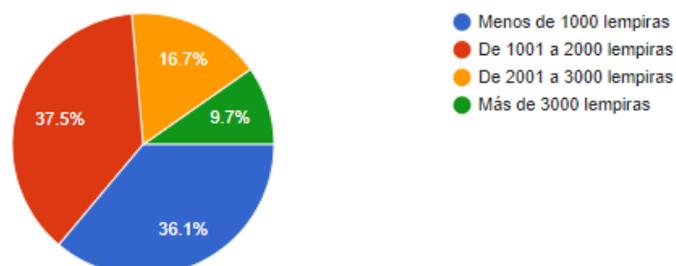


Figura 8.13 Gráfico circular, resultados de la pregunta 13

Fuente: Formulario de Google (2021)

Algo muy importante al momento de ofrecer un nuevo producto al público es su precio de venta, ya de esto depende en gran parte la aceptación o rechazo en el mercado, del total e encuestados el 36.1% considera oportuno invertir de 1001 a 2000 lempira en este tipo de sistemas domóticos, un 36.1% invertir menos de 1000 lempiras, seguido de un 16.7% que invertiría de 2001 a 3000 lempiras y un 9.7% que estaría dispuesto a invertir más de 3000 lempiras.

Pregunta 14

¿Ah visto algún tipo de publicidad donde se ofrezca este tipo de sistemas domóticos?

73 respuestas

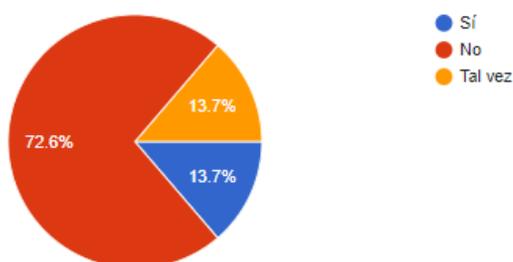


Figura 8.14 Gráfico circular, resultados de la pregunta 14

Fuente: Formulario de Google (2021)

Según el gráfico de la figura 8.14 se observa que un 72.6% no ha visto ningún tipo de publicidad referente a la domótica, ni en sus redes sociales o en otro medio de comunicación, con un 13.7% que si ha visto publicidad de esta tecnología e igual un 13.7% que contesto de manera indecisa.

8.1.1.5. Proyección de la demanda

La vigencia del estudio de mercado para la creación de la empresa se ha determinado para 5 años, es por eso que la proyección de la demanda se realizará para el mismo tiempo.

Por otro lado, el factor principal para proyectar la demanda es el crecimiento de la población del Distrito Central. El mercado objetivo de la empresa son los habitantes de esta ciudad, por lo tanto a medida que el número de habitantes aumente, la demanda también se incrementará. En este caso también es de interés la cantidad de viviendas en el Distrito Central que cuentan con energía eléctrica, en base a un índice de crecimiento de población del 2.2 % y un 2% de crecimiento de vivienda, se realiza una proyección en la siguiente tabla.

Tabla 8.1

Proyección de la demanda

Año	Cantidad de población	Proyección	Cantidad de viviendas con electricidad	Proyección
2021	506709	388291	232903	178474
2022	517857	396834	237561	182043
2023	529249	405564	242312	185684
2024	540893	414486	247159	189398
2025	552793	423605	252102	193186

Fuente: Elaboración propia

Estos datos son de utilidad ya que muestran que a pesar de que el termino domótica no está popularizado en el país existe la necesidad de tecnificar y automatizar las viviendas, aprovechando las nuevas tecnologías que surgen día a día para facilitar las tareas del hogar.

8.1.2. Análisis de la oferta

De acuerdo con Baca Urbina (2010): “La oferta es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado.”

El propósito de realizar un análisis de la oferta es identificar la forma como se han atendido y como se entenderá en un futuro, las demandas o necesidades de la comunidad donde se enfocará el proyecto.

Es de suma importancia para determinar la oferta el identificar a los competidores primarios y secundarios, con el fin de conocer como estos están satisfaciendo las necesidades de los consumidores con su oferta actual.

8.1.2.1. Competidores

Los competidores se constituyen de las empresas que ofrecen productos y servicios domóticos similares al sistema domótico que se propone en esta investigación, generalmente para poder ilustrar la oferta los competidores se dividen en dos tipos: primarios y secundarios.

8.1.2.2. Competidores primarios

Pesántez Angulo (2012) menciona que “Los competidores primarios se definen como las empresas o personas que ofertan servicios similares en calidad, valor agregado y precios a los que el proyecto ofertará”.

En el área del Distrito Central existen empresas las cuales ofrecen productos tecnológicos incluyendo dispositivos domóticos para el hogar, pero es poca la oferta de sistemas domóticos completos que afrezcan las características del sistema propuesto.

Tabla 8.2

Ficha de competidor primario

Empresa	MegaTK
Ubicación	Blvd. Morazan, atrás de REASA Automotriz, Contiguo a Claro, Tegucigalpa, Honduras.
Oferta	Productos de soluciones tecnológicas, HDL (Intelligent Home Automation System) Sistemas de automatización y domotica.
Horarios	Lunes a Sabado 8:30 am – 5:30 pm

Fuente: Elaboración propia

MegaTK ofrece servicios de automatización de casas Inteligentes: HDL Intelligent Home Automation System, pleno uso de la sofisticada tecnología informática, tecnología de la comunicación en red, la tecnología electrónica y otros medios tecnológicos, todo tipo de electrodomésticos a través de la interconexión de las diferentes formas de comunicar e intercambiar datos, para lograr la "interoperabilidad". de modo que "mayordomo electrónico" para coordinar su forma automática o en ciertas condiciones externas automatizadas, se trata de una lógica sin demasiada intervención humana, para que la gente mantenga su energía y tiempo a la vida en el hogar cálido. (megatk.net, 2021)

8.1.2.3. Competidores secundarios

Pesántez Angulo (2012) menciona que “ los competidores secundarios se definen como los que por su objetivo y misión no ofrertan productos similares o que por su tamaño no son comparables con los que el proyecto a implementar ofrecerá.

Tabla 8.3

Ficha de competidor secundario

Empresa	C&D TechNologia
Ubicación	Col. Alameda, Calle Alameda, Edificio Huezo Gonzales Brothers, 3er Nivel, Local 1, Tegucigalpa, Honduras
Oferta	Productos y servicios en la rama de la tecnología de alta calidad, orientados al desarrollo de sistemas electrónicos.
Horarios	Lunes a Sabado 8:30 am – 5:30 pm

Fuente: Elaboración propia

C&D TechNologia es una empresa comprometida con el desarrollo del país, es por eso que ofreciendo productos y servicios en la rama de la tecnología, queremos colaborar con la mejora de la calidad de vida de nuestros clientes y amigos. En C&D trabajamos para ofrecer productos de alta calidad a través de nuestra tienda virtual, seleccionamos los productos que puedan ofrecer más para la entera satisfacción de nuestros clientes. (cdtechnologia.net, 2021)

Orientada más a ofrecer dispositivos electrónicos para el aprendizaje y desarrollo de proyectos de electrónica, plataformas de desarrollo para la creación de proyectos así como los sensores y actuadores necesarios para tal fin, además de ofrecer ciertos dispositivos domóticos para que los usuarios puedan experimentar con este tipo de sistemas en sus hogares.

8.1.2.4. Páginas web de ventas

Distintas páginas web como Amazon, Ebay, Alibaba, etc. ofrecen dispositivos domóticos que pueden ser instalados en las viviendas, con la desventaja del tiempo que se tarda en recibir los productos los que generalmente son originarios de China, así como la falta de soporte al momento de instalar los dispositivos domóticos que ofrecen. Estas páginas web suelen ofrecer dispositivos para el control remoto de interruptores para la iluminación, en general los dispositivos son diseñados para una tarea en específico, lo que implica el tener que comprar distintos dispositivos de acuerdo con las funciones que se deseen controlar en la vivienda.

8.1.3. Análisis de precios

De acuerdo con Baca Urbina (2010) “El precio es la cantidad monetaria a la cual los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio.”

El estudio de precios tiene que ver con las distintas modalidades que toma el pago de los servicios que pueden ser por medio de precios o tarifas.

El precio suele surgir como resultante del juego entre la demanda y la oferta, de ahí la importancia de medir la conducta de estas ante las alteraciones en el comportamiento del nivel de precios.

Para establecer el precio de mercado del sistema domótico propuesto es necesario tomar como referencia la pregunta 13 de la encuesta donde se puede observar que la mayoría de los encuestados estarían dispuestos a pagar menos de 2,000 lempiras por la implementación de un sistema domótico en sus hogares, siendo menor el porcentaje de los encuestados que estarían dispuestos a invertir más de 2,000 lempiras en este tipo de sistemas. Esto indica que las personas al no conocer mucho este tipo de tecnología y todo lo que implica una instalación de este tipo, tienden a pensar que este tipo de sistemas son económicos lo cual es lo contrario.

El precio de un sistema domótico puede variar y depende de diferentes factores, el tamaño de la vivienda, la cantidad y calidad de los equipos instalados, y el tipo de automatización y comunicación. En la ciudad de México un sistema domótico puede oscilar entre \$1,500 (pesos mexicanos) el más sencillo y barato y \$ 75,000 en sistema más profesional y con mayores prestaciones, en Europa los precios pueden variar entre 700 € y 2,500 € (Euros), aunque en ocasiones se pueden alcanzar cifras superiores a los 5.000 €.

Para la creación del prototipo se compraron los componentes en la tienda C&D TechNologia ya que cuenta con una amplia gama de dispositivos electrónicos y facilidad de entrega inmediata de dichos componentes, a continuación se detalla el precio de coste para la elaboración del prototipo:

Tabla 8.4

Presupuesto para elaboración de prototipo paquete básico

Cantidad	Componente	Precio Lempiras
1	Arduino Uno R3	467.00
1	Shield Ethernet W5100	390.00
2	Sensor de movimiento PIR HC-SR501	306.00
1	Sensor de corriente SCT-013	370.00
1	Fuente de voltaje	290.00
1	Modulo Relé 4 CH 30A	500.00
1	CI LM358	60.00
1	Conectores	40.00
	Total	2,423.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.5

Presupuesto para elaboración de prototipo paquete Avanzado

Cantidad	Componente	Precio Lempiras
1	Arduino Uno R3	569.00
1	Shield Ethernet W5100	390.00
10	Sensor de movimiento PIR HC-SR501	1530.00
1	Sensor de corriente SCT-013	370.00
1	Fuente de voltaje	290.00
5	Modulo Relé 4 CH 30A	4750.00
1	CI LM358	60.00
1	Conectores	40.00
	Total	7,999.00

Fuente: Elaboración propia

El precio de costo de los componentes para la fabricación del prototipo se excede el precio de 2,000 lempiras que la mayoría de los usuarios estarían dispuestos a invertir en la implementación de un sistema domótico en sus hogares, cabe mencionar que al producir un dispositivo a gran escala el precio de sus componentes se reduce drásticamente ya que se busca la posibilidad de comprar los componente directo de los fabricantes, de esta manera se obtiene una reducción del precio de coste con la posibilidad de ofrecer un precio de venta competitivo.

Baca Urbina (2010) afirma que:

La base de todo precio de venta es el costo de producción, administración y ventas, más una ganancia. Este porcentaje de ganancia adicional es el que conlleva una serie de consideraciones estratégicas. La segunda consideración es la demanda potencial del producto y las condiciones económicas del país y la reacción de la competencia es el tercer factor importante a considerar.

El cálculo para determinar el precio de venta es sumar los costos, gastos y beneficio deseado. La suma de estos factores da lugar a la cantidad mínima a cobrar por el producto o servicio en particular.

Para poder estimar el precio de venta del sistema domótico se tiene que calcular primero los costos directos, esto se hará en base a la fabricación del prototipo.

$$\text{Costos directos} = \text{costos de maetria prima}$$

$$\text{Costos directos} = 2,423.00 \text{ Lps.}$$

En base al cálculo anterior con un margen de ganancia que generalmente suele ser superior al 50% el precio de venta seria el siguiente:

$$\text{Precio de venta} = \frac{\text{Costos directos}}{(1 - \% \text{ de utilidad})}$$

$$\text{Precio de venta sistema básico} = \frac{2,423.00}{(1 - 0.5)} = 4,846.00 \text{ Lps}$$

$$\text{Precio de venta sistema avanzado} = \frac{7,999.00}{(1 - 0.5)} = 15,998.00 \text{ Lps}$$

El precio de venta está puede variar debido al cambio de los diferentes factores antes mencionados, es posible que el precio de los materiales cambie ya sea por la temporada o por el distribuidor de componentes seleccionados, el costo por mano de obra puede variar ya que la fabricación del producto puede llevar más o menos tiempo del estimado, así como el margen de utilidad puede ser considerado en un mayor o menor porcentaje.

8.1.4. Análisis de la comercialización

Baca Urbina (2010) Establece que “La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar.”

La comercialización tiene que ser estratégica, porque el productor debe enfrentar competidores sin saber muchas veces cuáles son sus objetivos y planes, tiene que operar en un mercado que no conoce, y tratar de entender qué quieren los clientes hoy y que querrán en el futuro. Tiene que combinar ideas, observación, análisis y sentido común y ser capaz de entender la lógica del deseo, que suele ser irracional.

8.1.4.1. Canales de distribución

Baca Urbina (2010) Establece que “Un canal de distribución es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, aunque se detiene en varios puntos de esa trayectoria.”

8.1.4.2. Canal Productores-Consumidores

En el caso de este proyecto y al ser un producto nuevo que ingresará al mercado se considera que es recomendable utilizar el canal Productores-Consumidores, ya que es la vía más corta, simple y rápida. Este se utiliza cuando el consumidor acude directamente a la fábrica a comprar los productos, en este caso el consumidor podrá hacer sus compras por medio de una página web que se creara para este propósito, ofreciendo opciones de entrega a domicilio del producto, por medio de compañías de delivery que están activas actualmente en el país.

Este tipo de canal de distribución, conocido como E-commerce, presenta grandes ventajas como un alto grado de distribución, gran flexibilidad, requiere una baja inversión del capital, ofreciendo muchos beneficios para las empresas que inician sus operaciones.

Otro factor importante aparte de elegir un canal de distribución es establecer una buena estrategia de marketing. La publicidad se llevará a cabo mediante campañas que se difunden en los medios de comunicación, cumpliendo los dos objetivos principales de la publicidad:

- Informar al consumidor de manera digital sobre los beneficios del producto.
- Inclinar por medios psicológicos la balanza motivacional del sujeto hacia el producto anunciado, de tal manera que la probabilidad de que el objeto sea adquirido por el consumidor se haga más alta gracias al anuncio.

8.1.4.3. Publicidad online

Este medio se lo tendrá como la principal opción, gracias a las herramientas de segmentación que poseen las redes sociales y que pueden facilitar la creación de diversas campañas, con el mismo producto, pero llegando de manera puntual al mercado meta.

8.2. Estudio Técnico

En la presente sección se desarrolla los aspectos técnicos necesarios para la puesta en marcha de la fabricación del sistema domótico propuesto en esta investigación, los aspectos a abordar son: la localización, el tamaño, la capacidad instalada, los procesos, procedimientos y recursos que debe poseer el negocio para su normal operación.

El estudio técnico se concentra en unidades físicas de insumos y productos, maquinarias y equipos, procesos de producción, etc. sin embargo estas informaciones técnicas y físicas tienen que transformarse en unidades monetarias, para luego, realizar el cálculo de las inversiones, además este estudio dará indicaciones precisas sobre las interdependencias entre los aspectos técnicos y monetarios de la ingeniería del proyecto. (Erossa, 2004)

De ahí surge la importancia de analizar el tamaño óptimo de las instalaciones el cual debe de justificarse en función de la demanda que se desea satisfacer, además en el mismo nivel de importancia se encuentra la localización de las áreas donde se desarrollaran las actividades del proyecto, estos impactan directamente en los costos generados.

Inicialmente este proyecto fue diseñado para ser instalado en una vivienda ubicada en la colonia Oscar A. Flores, bloque E, casa #3711, ciudad de Tegucigalpa, constituida de dos plantas, en la

cual habitan dos familias. Pero se pretende en un futuro iniciar con la comercialización del sistema domótico a otras viviendas de Distrito Central.

Producto

La función principal de este proyecto es de proveer a una vivienda la automatización y confort que brinda la domótica, enfocado en mejorar la eficiencia energética y el control de forma remota de los dispositivos electrónicos. Los rasgos generales del producto y servicio domóticos que serán ofrecidos son:

Control remoto desde dentro y fuera de la vivienda a través de una plataforma web lo cual reduce la necesidad de moverse dentro de la vivienda, beneficiándose las personas con algún tipo de discapacidad y personas de la tercera edad.

Gestión de la energía, haciendo uso más eficiente de la energía eléctrica mediante dispositivos temporizadores, sensores y elementos programables que permitan la integración de todos los dispositivos de la vivienda. Iluminación zonificada con detectores de presencia o en función de la luz natural mediante interruptores crepusculares. Racionalización de cargas eléctricas por medio de dispositivos que permitan la conexión o desconexión selectiva de equipos en función del consumo eléctrico.

Es posible el ofrecer dos tipos de sistemas domóticos dependiendo de la cantidad de dispositivos que se deseen controlar dentro del hogar:

- Paquete básico (usando Arduino Uno R3 como controlador) capaz de controlar hasta 5 dispositivos eléctricos y electrónicos, implementando hasta 7 sensores para medir diferentes magnitudes (corriente, voltaje y movimiento).
- Paquete avanzado (usando Arduino Mega como controlador) extendiendo las prestaciones y siendo capaz de controlar hasta 40 dispositivos eléctricos y electrónicos, implementando hasta 30 sensores para medir diferentes magnitudes (corriente, voltaje y movimiento), teniendo en cuenta que esta configuración además de aumentar el número de dispositivos que se pueden controlar aumenta el precio del paquete total ya que se vuelve necesario utilizar más sensores y más actuadores para realizar todas las funciones.

Ámbito del proyecto

Generalmente la domótica está compuesta por sistemas integrados, redes de comunicación, dispositivos electrónicos, etc. estos elementos permiten que la tecnología pueda funcionar para conseguir automatiza la vivienda, a continuación se hace una breve descripción de ellos:

Medios de transmisión, son los medios físicos que se usan para la transmisión de datos, señales y mensajes de comunicación en un sistema domótico.

Dispositivos aislados, son considerados en forma individual y aislados, las funciones que cumple cada uno y la congruencia con otros dispositivos, los llevan a ser parte fundamental de las instalaciones domóticas.

Los sensores o receptores, son los dispositivos encargados de recoger la información necesaria de variables como; temperatura, intensidad lumínica, humedad, etc.

Los actuadores, son otra clase de operadores capaces de recibir órdenes de un sistema de control, recibiendo información digital y analógica, activándose y desactivándose en diferentes mecanismos, modificando el estado de los equipos al interior de la vivienda.

Para lograr una adecuada sinergia entre todos estos elementos, es indispensable contar con personal técnico especializado; como lo son los diseñadores, los expertos en sistemas y los expertos en montajes

8.2.1. Análisis y determinación de la localización optima del proyecto

El estudio y análisis de la localización del proyecto puede ser muy útil para determinar el éxito o fracaso de un negocio, ya que la decisión acerca de dónde ubicarlo considera criterios económicos, estratégicos, institucionales, técnicos y sociales.

De acuerdo con Pesántez Angulo (2012) “La selección de la ubicación optima se convierte en una ventaja competitiva frente a los competidores.” En los diferentes métodos de selección de localización se evalúan diferentes factores como la disponibilidad de terreno, acceso a los servicios, mano de obra, seguridad, cercanía al mercado y cercanía a los proveedores.

Al iniciar el proceso de comercialización se plantea ubicar la infraestructura física y administrativa de este proyecto en el área metropolitana del Distrito Central, pues se considera un lugar idóneo para la ejecución del proyecto, con una población de 1,259,646 personas, esto ofrece alto potencial de clientes y expansión urbanística que posibilita alianzas estratégicas interesantes. Esta zona cuenta con una adecuada cobertura de servicios públicos de buena calidad, incluyendo internet de banda ancha.

Con el fin de minimizar el riesgo económico en la etapa inicial de la ejecución del portafolio de proyecto, se pretende crear un sitio web, estrategias de venta a través de las redes sociales y voz a voz. La estructura física que se plantea utilizar en la etapa inicial será para el almacenamiento de productos y para la gestión administrativa del negocio, se podría considerar el abrir un punto de venta en un lugar de afluencia de público como un centro comercial.

Con base a lo anterior, se puede considerar un arrendamiento mensual entre 8,000 y 10,000 Lempiras por una oficina, con espacio para almacenamiento, con un área entre 40 y 50 m², preferiblemente ubicado en la ciudad de Tegucigalpa, en las cercanías de alguna de las colonias más grandes como la Kennedy, Hato de En medio o Cerro Grande.

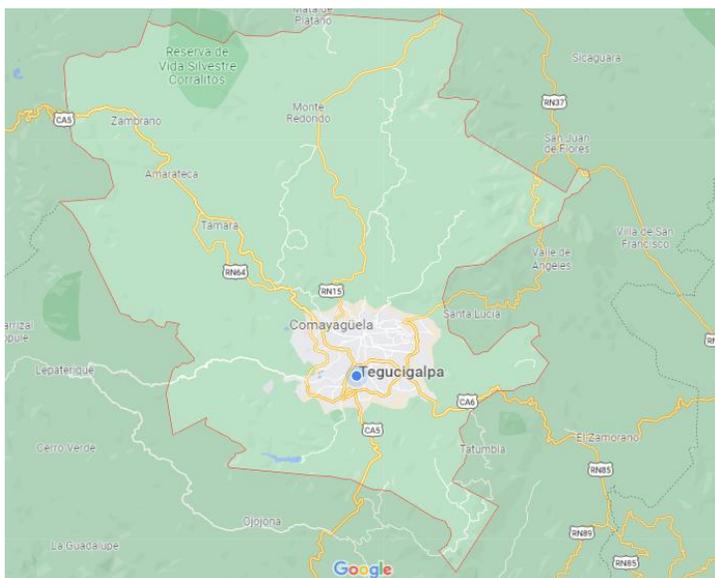


Figura 8.15 Distrito Central, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Fuente: Google Maps

8.2.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto

De acuerdo con Baca Urbina (2010) “el tamaño óptimo de un proyecto es su capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año. Se considera optimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica”.

El tamaño del proyecto es medido por la cantidad de proyectos promedio que puede atenderse por mes, entendiéndose por proyecto la venta o la instalación de sistemas domóticos para una vivienda.

Se espera atender una demanda inicial de al menos diez proyectos mensuales, entíendase por proyecto cada uno de los sistemas domóticos, ya sea el paquete básico o avanzado., teniendo como principal objetivo en el futuro expandirse a otras ciudades del país buscando de esta manera que aumente la demanda del producto. Esto implica que se debe contar con el esquema logístico para la importación de los productos que servirán de insumo para elaborar los sistemas domóticos.

En la tabla 8.6 se realiza una proyección del tamaño del proyecto o de las ventas posibles en los próximos 5 años.

Tabla 8.6

Proyección de ventas de sistemas domóticos

Año	Proyectos	Variación
1	120	
2	132	10%
3	145	10%
4	160	10%
5	176	10%

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó en apartados anteriores se plantea la creación de un sitio web, el cual servirá como plataforma de ventas y de información de productos, asimismo como medio de contacto inicial con los clientes, con los que se concretaran futuras ventas.

8.2.3. Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos

De acuerdo con Baca Urbina (2010) “El abasto suficiente en cantidad y calidad de materias primas es un aspecto vital en el desarrollo de un proyecto.”

Para la realización de este proyecto no es necesario la adquisición de costosas maquinas o sofisticados equipos tecnológicos para fabricación y diseño, las necesidades tecnológicas están más relacionadas con el conocimiento, por lo que el personal encargado del montaje e instalación del sistema debe estar actualizado con los nuevos avances tecnológicos de la automatización residencial.

Se puede considerar que para la venta de los sistemas domóticos se trabajará contra pedido de los clientes, lo cual permitirá tener una cantidad baja de inventario, solamente, por productos de alta rotación. En el país es posible adquirir todos los componentes para la fabricación del sistema domótico propuesto, tanto para el paquete básico como el paquete avanzado, enfocándose en elegir los componentes de mejor calidad, con las mejores prestaciones y a un bajo precio, con el fin de poder ofrecer a los clientes un producto final con una buena relación calidad-precio.

Se consideran dos escenarios para la inversión inicial, estos son la fabricación de un solo sistema domótico y también la fabricación de 10 sistemas domóticos.

En la tabla 8.7 se presentan las inversiones estimadas para la ejecución y fabricación del sistema domótico propuesto en esta investigación, comprando los insumos y componentes en el país y en la tabla 8.8 se presenta la inversión necesaria para la fabricación de un sistema domótico del paquete avanzado

Tabla 8.7

Inversión estimada para la fabricación de 1 sistema domótico paquete básico

Componente	Cantidad	Precio unitario	Total Lempiras
		Lempiras	
Arduino Uno R3	1	467.00	467.00
Shield Ethernet W5100	1	390.00	390.00
Sensor PIR HC-SR501	2	153.00	306.00

Sensor SCT-013	1	370.00	370.00
Fuente de voltaje	1	290.00	290.00
Módulo Relé 4 CH 30A	1	500.00	500.00
CI LM358	1	60.00	60.00
Conectores	1	40.00	40.00
		Total	2.423.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 8.8

Inversión estimada para la fabricación de 1 sistema domótico paquete avanzado

Componente	Cantidad	Precio unitario	Total Lempiras
		Lempiras	
Arduino Mega 2560 R3	1	569.00	569.00
Shield Ethernet W5100	1	390.00	390.00
Sensor PIR HC-SR501	10	153.00	1,530.00
Sensor SCT-013	1	370.00	370.00
Fuente de voltaje	1	290.00	290.00
Módulo Relé 8 CH 30A	5	950.00	4,750.00
CI LM358	1	60.00	60.00
Conectores	1	40.00	40.00
		Total	7,999.00

Fuente: elaboración propia

Como se observa con el sistema avanzado se podrán controlar muchos más dispositivos que con el sistema básico pero aumenta si precio considerablemente.

A continuación se presentan los precios de los componentes y la inversión total de fabricar 10 sistemas domóticos tanto del paquete básico como el avanzado.

Tabla 8.9

Inversión estimada para la fabricación de 10 sistemas domóticos paquete básico

Componente	Cantidad	Precio unitario	Total Lempiras
		Lempiras	
Arduino Uno R3	10	467.00	4,670.00
Shield Ethernet W5100	10	390.00	3,900.00
Sensor PIR HC-SR501	20	153.00	3,060.00
Sensor SCT-013	10	370.00	3,700.00
Fuente de voltaje	10	290.00	2,900.00
Módulo Relé 4 CH 30A	10	500.00	5,000.00
CI LM358	10	60.00	600.00
Conectores	10	40.00	400.00
		Total	24,230.00

Fuente: elaboración propia

Y en el caso del paquete avanzado la inversión para fabricar 10 sistemas se puede observar en la tabla siguiente

Tabla 8.10

Inversión estimada para la fabricación de 10 sistemas domóticos paquete avanzado

Componente	Cantidad	Precio unitario	Total Lempiras
		Lempiras	
Arduino Mega 2560 R3	10	569.00	5,690.00
Shield Ethernet W5100	10	390.00	3,900.00
Sensor PIR HC-SR501	100	153.00	15,300.00
Sensor SCT-013	10	370.00	3,700.00
Fuente de voltaje	10	290.00	2,900.00
Módulo Relé 8 CH 30A	50	950.00	47,500.00
CI LM358	10	60.00	600.00
Conectores	10	40.00	400.00
		Total	79,990.00

Fuente: elaboración propia

8.2.4. Identificación y descripción del proceso

El proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de materias primas para convertirla en artículos mediante una determinada función de manufactura. (Baca Urbina, 2010)

La función principal de este proyecto es el diseño, elaboración y comercialización de productos y sistemas domóticos en el Distrito Central, a continuación se presenta el diagrama de proceso de comercialización de los sistemas domóticos.

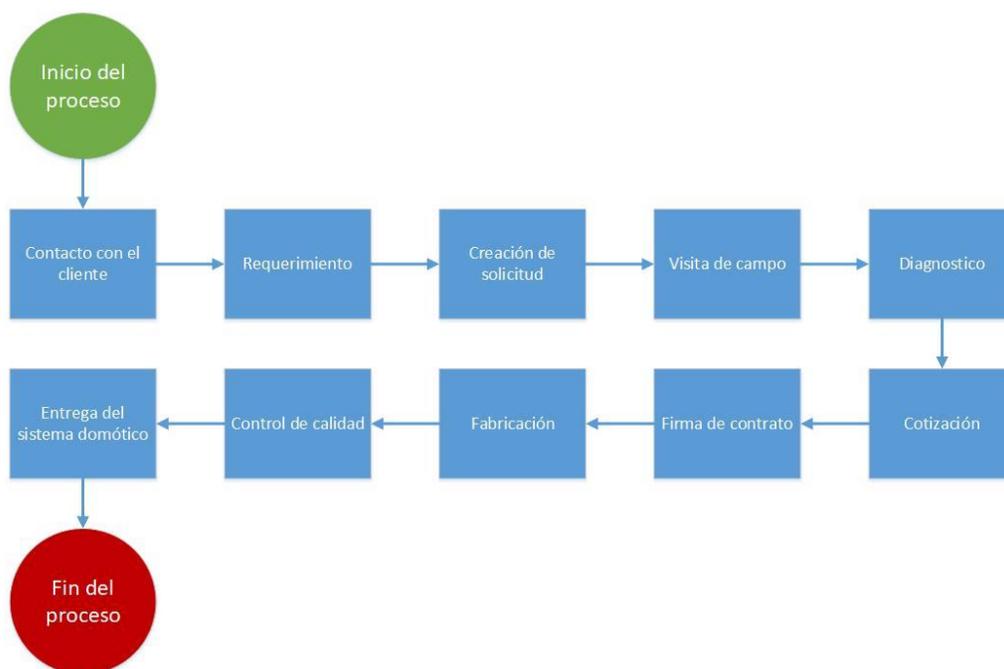


Figura 8.16 Diagrama de flujo de proceso de comercialización

Fuente: Elaboración propia, (Visio 2013)

En la figura 8.16 se puede observar el proceso de comercialización que se seguirá para la venta de los sistemas domóticos, empezando por el primer contacto con el cliente, analizar lo que se requiere, para elaborar un cotización y propuesta para el cliente, una vez firmado el contrato se procede a la fabricación y control de calidad de los sistemas domóticos requeridos por el cliente.

Para la fabricación del sistema domótico se define el proceso que se describe en la figura 8.17, empezando por la adquisición de los componentes electrónicos necesarios, siguiendo por el

montaje de los componentes dependiendo del tipo de sistema que se fabricara, finalizando con las pruebas de control de calidad y su almacenaje para la distribución.

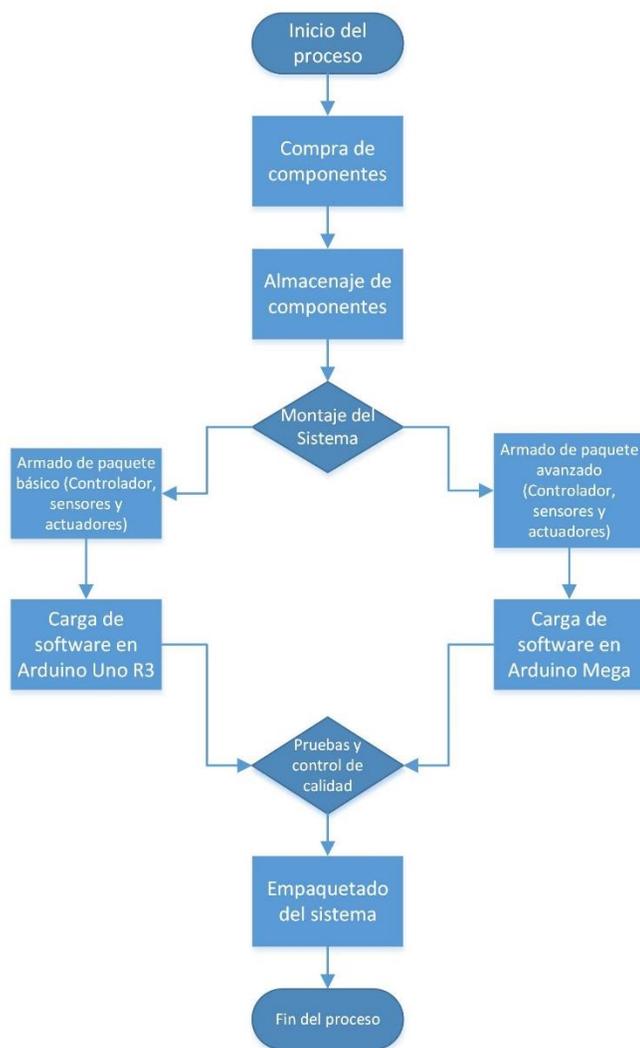


Figura 8.17 Diagrama de flujo de proceso de fabricación

Fuente: Elaboración propia, (Visio 2013)

8.2.5. Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto

El objetivo de presentar un organigrama es observar la cantidad total de personal que trabajará para la nueva empresa, ya sean internos o como servicio externo, y esta cantidad de personal, será

la que se va a considerar en el análisis económico para incluirse en la nómina de pago. (Baca Urbina, 2010)

Se requiere personal técnico que se encargue de la instalación, configuración y mantenimiento de los productos y los proyectos. Se necesita, además, personal comercial familiarizado con dispositivos tecnológicos que tenga contacto con los clientes, tanto para venta directa como para la visita inicial a los potenciales proyectos.

De acuerdo con el estudio técnico y de mercado, en la figura 8.18 se presenta el organigrama que se considera adecuado para el inicio de la operación.

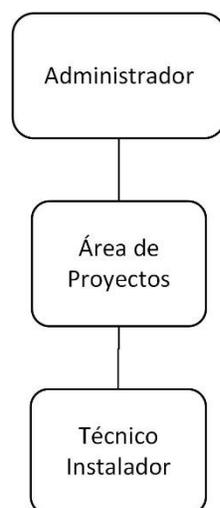


Figura 8.18 Organigrama inicial de la empresa

Fuente: Elaboración propia (Visio 2013)

No hay que olvidar que un proyecto, por muy rentable que sea, antes de ponerse en marcha debe incorporarse y acatar las disposiciones jurídicas vigentes. Desde la primera actividad al poner en marcha un proyecto, que es la constitución legal de la empresa, la ley dicta los tipos de sociedad permitidos, su funcionamiento, sus restricciones, dentro de las cuales la más importante es la forma y el monto de participación extranjera en la empresa. (Baca Urbina, 2010)

Para iniciar con el proceso de comercialización y el desarrollo del negocio en Honduras es necesario constituirse como comerciante individual o sociedad mercantil.

Comerciante individual

Toda persona natural que quiera dedicarse a actos de comercio de manera individual y formal, deberá declararse como comerciante individual. (López, 2020)

Sociedad mercantil

Las sociedades más utilizadas en Honduras son la Sociedad de Responsabilidad Limitada y la Sociedad Anónima, ambas pueden ser de capital variable donde se consigna un capital mínimo. (López, 2020)

De acuerdo con López (2020) para constituirse como comerciante individual en Honduras se tiene que seguir el siguiente procedimiento:

Según el artículo 6 del Código de Comercio, pueden constituirse como comerciante individual:

- Las personas que tengan capacidad de ejercicio (que puedan valerse por sí mismos).
- Los menores de edad, mayores de dieciocho años, que hayan sido emancipados o habilitados.
- Los mayores de dieciocho años, no emancipados, que hayan sido autorizados por quienes tengan sobre ellos la patria potestad o tutela. El permiso de su representante o tutor debe ir en la escritura de constitución.

Según el artículo 9 del Código de Comercio, no pueden constituirse como comerciante individual:

- Los menores de edad.
- Los que han perdido su derecho a ejercer mediante Sentencia Judicial.
- Los que han caído en quiebra mientras no sean rehabilitados.
- Cuando se los prohíba alguna disposición legal (actos de comercio ilegales).

Para constituirse como comerciante se tendrá que contratar los servicios de un Notario Público, que es la persona encargada por ley para realizar la escritura y se tendrá que brindar la siguiente información:

- Datos generales (nombres, apellidos, estado civil, ocupación, número de teléfono, número de la tarjeta de identidad)

- Finalidad de la empresa (a que actos de comercio que se va a dedicar)
- Denominación Social (el nombre de la empresa)
- Domicilio de la empresa (lugar donde va a operar)
- Nombre del gerente o administrador (a título propio o se puede nombrar a alguien más)

Una vez se tenga la escritura pública, se tendrá que hacer lo siguiente:

- Realizar un aviso de publicación, diciendo que se ha constituido como comerciante en un diario de mayor circulación.
- Ir con el aviso de publicación y la escritura pública al Registro Mercantil que se encuentra en la Cámara de Comercio e Industrias de la localidad.
- Pagar 200Lps en el Banco que se encuentra en la Cámara de Comercio, para derechos de Registro.
- Sacar el RTN de la empresa en las oficinas del SAR.
- Sacar el Permiso de Operaciones en las oficinas de la Alcaldía.

8.3. Estudio Económico

La parte del análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción, administración y ventas), así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica. (Baca Urbina, 2010)

De acuerdo con Pesántez Angulo (2012) “Un proyecto se considera atractivo cuando los beneficios derivados desde su implementación exceden a los costos asociados. En general, los beneficios son ventajas en términos de dinero, que recibe el propietario.”

El análisis económico para este proyecto permitirá determinar los beneficios o pérdidas en los que se puede incurrir al pretender realizar inversiones necesarias para el funcionamiento del proyecto, además uno de los principales objetivos es obtener resultados que apoyen la toma de decisiones referente a la actividad a invertir.

Este estudio tiene como objetivo ordenar y sistematizar la información monetaria que proporciona las etapas del Estudio Técnico y la de Mercado, ya que a aquí se elaborara los cuadros analíticos para la evaluación económica.

8.3.1. Costos de producción y operación

Baca Urbina (2010) define los costos como “un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado (costos hundidos), en el presente (inversión), en el futuro (costos futuros) o en forma virtual (costo de oportunidad)”.

Es por eso, que dentro de este presupuesto se encuentran todos los costos y gastos en los que incurrirá la empresa, entre estos tenemos los costos directos de fabricación, los costos indirectos de fabricación, los costos de producción, los gastos administrativos de ventas y operacionales, también los gastos financieros proyectados para los cinco años que durara el proyecto.

8.3.1.1. Costos fijos

Son aquellos que siempre se deberán de pagar independiente del nivel de producción del proyecto o empresa.

A continuación se describen los costos de nómina operativa y los gastos de nómina administrativa, a lo cual se le suma anualmente el décimo tercer y décimo cuarto mes de salario.

Tabla 8.11

Costos nómina

Nómina	Salario	Anual
Administrador	L 12,000.00	L 144,000.00
Técnico instalador	L 10,000.00	L 120,000.00
Total	L 22,000.00	L 264,000.00

Fuente: elaboración propia

8.3.1.2. Gastos administrativos

En la tabla 8.12 se describen los demás gastos administrativos, necesarios para la operación del proyecto.

Tabla 8.12

Gastos administrativos

Gastos	Mensual	ANUAL
Alquiler local	L 10,000.00	L 120,000.00
Energía eléctrica	L 2,000.00	L 24,000.00
Software Ofimático	L 150.00	L 1,800.00
Papelería y aseo	L 600.00	L 7,200.00
Transporte	L 1,000.00	L 12,000.00
Dominio, Hosting	L 150.00	L 1,800.00
Total	L 13,900.00	L 166,800.00

Fuente: elaboración propia

8.3.1.3. Costos variables

Son los costos que varían de acuerdo con la producción del proyecto o empresa.

En la tabla 8.13 se detallan los costos de adquisición de los componentes necesarios para la elaboración del sistema domótico comprados en una tienda local tanto para la fabricación de uno y diez sistemas.

Tabla 8.13

Costos materia prima para elaboración de los sistemas

Cantidad	Paquete	Costo Lempiras
1	Sistema básico	L 2,423.00
1	Sistema avanzado	L 7,999.00

Fuente: elaboración propia

A continuación se realiza una proyección para cinco años el costo de materia prima en base a la inflación de precios.

Tabla 8.14

Proyección de costo de materia prima por unidad

	Inflación	4.37%	4.45%	4.52%	4.60%
Sistema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Básico	L 2,423.00	L 2,528.89	L 2,641.42	L 2,760.81	L 2,887.81
Avanzado	L 7,999.00	L 8,348.56	L 8,720.07	L 9,114.21	L 9,533.47

Fuente: elaboración propia

Asimismo se presenta la proyección del costo total de materia prima necesario para la fabricación de los sistemas domóticos en base a la cantidad de producción determinada en el estudio técnico.

Tabla 8.15

Proyección de costo total de materia prima

Sistema	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Básico	L 218,070.00	L 250,359.62	L 287,650.69	L 330,717.75	L 380,523.85
Avanzado	L 239,970.00	L 275,502.36	L 316,538.43	L 363,930.57	L 418,738.51
Total	L 458,040.00	L 525,861.98	L 604,189.13	L 694,648.32	L 799,262.36

Fuente: elaboración propia

8.3.2. Inversión total inicial

Las inversiones tratan de identificar la magnitud de los activos que requiere la empresa para la comercialización de un producto o la prestación de un servicio y la determinación de monto de capital de trabajo necesario para el funcionamiento normal del proyecto después del periodo de instalación. (Pesántez Angulo, 2012)

La información desarrollada en el análisis técnico, respecto a los elementos necesarios, los aspectos técnicos y la organización esperada de la empresa para la comercialización de los sistemas domóticos en el área del Distrito Central, proveen la información necesaria para determinar las inversiones a futuro del proyecto.

8.3.2.1. Inversiones fijas

Las inversiones fijas son aquellas que se realizan en bienes tangibles de naturaleza duradera y se utilizan para garantizar la operación del proyecto a lo largo de su vida útil.

La inversión en activos fijos, también llamados activos tangibles, corresponde a aquellas inversiones en bienes necesarios para la realizar las operaciones de la empresa, ya sea: Muebles y enseres, herramientas, maquinaria y equipos, vehículos, terrenos y edificios, construcciones e instalaciones, compra de patentes, marca, diseño, etc.

En la tabla 8.16 se detallan las inversiones fijas estimadas para la ejecución del proyecto y la puesta en marcha del proceso de comercialización de los sistemas domóticos.

Tabla 8.16

Inversión fija

Concepto	Inversión	Vida Útil	Depreciación
Computadora	L 15,000.00	5 años	L 3,000.00
Mobiliario de oficina	L 10,000.00	5 años	L 2,000.00
Estantes	L 5,000.00	10 años	L 500.00
Herramientas	L 8,000.00	10 años	L 800.00
Total	L 38,000.00		L 6,300.00

Fuente; elaboración propia

8.3.2.2. Inversión diferida

De acuerdo con Baca Urbina (2010) “se entiende por activo intangible al conjunto de bienes propiedad de la empresa, necesarios para su funcionamiento.” Las inversiones diferidas son aquellas que se realizan sobre la compra de servicios o derechos que son necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Tabla 8.17

Inversión diferida

Concepto	Inversión
Diseño de página web	L 3,000.00
Costos legales (Constitución)	L 10,000.00
Depósito de alquiler	L 10,000.00
Total	L 23,000.00

Fuente: elaboración propia

8.3.2.3. Capital de trabajo

La inversión de capital de trabajo de acuerdo con Baca Urbina (2010) “está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa” por consiguiente son los recursos que se requieren para poder empezar con las operaciones o actividades de la empresa, este cálculo se lo realiza con el fin de poder cubrir todos los gastos que se generen en el área de operaciones y administración de la empresa o proyecto en estudio.

Tabla 8.18

Inversión en capital de trabajo

Cantidad	Paquete	Costo Lempiras
10	Sistema básico	L 24,230.00
10	Sistema avanzado	L 79,990.00

Fuente: elaboración propia

8.3.2.4. Inversión total

La Inversión Total es todo aquel valor que cubre todo tipo de inversión, ya sea la inversión de activos fijos, la inversión de capital y la inversión de activos diferidos, por otro lado al determinar las necesidades de los tres tipos de inversiones se determina el tiempo en el que se va a utilizar los valores de cada uno en el proyecto.

Tabla 8.19

Inversión total

Concepto	Inversión
Inversión fija	L 38,000.00
Inversión diferida	L 23,000.00
Inversión capital de trabajo	L 104,220.00
Total	L 165,220.00

Fuente: elaboración propia

8.3.2.5. Fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento son el capital que se requiere para poner a funcionar el proyecto en estudio.

A continuación se presenta una tabla donde se podrá apreciar la cantidad que se requiere para poder comenzar con las operaciones en la empresa.

Tabla 8.20

Fuentes de financiamiento

Fuentes de financiamiento	Monto	Aportación
Fondos propios	L 82,610.00	50%
Financiamiento	L 82,610.00	50%
Total	L 165,220.00	100%

Fuente: elaboración propia

La estructura del financiamiento propone que del total de la inversión el 50% será cubierto por capital propio y el otro 50% a través de un préstamo bancario.

El financiamiento es el abastecimiento y uso eficiente del dinero, línea de crédito y fondos de cualquier clase que se emplea en la realización de un proyecto o en funcionamiento de una empresa. (Pesántez Angulo, 2012)

A continuación se detalla el valor de la solicitud de crédito y sus pagos mensuales.

Tabla 8.21

Plan de financiamiento

Monto:	L 82,610.00			
Plazo:	5 años			
Tasa:	15%			
Periodo	Capital	Intereses	Cuota	Saldo
0				L 82,610.00
1	L 12,252.35	L 12,391.50	L 24,643.85	L 70,357.65
2	L 14,090.20	L 10,553.65	L 24,643.85	L 56,267.45
3	L 16,203.73	L 8,440.12	L 24,643.85	L 40,063.72
4	L 18,634.29	L 6,009.56	L 24,643.85	L 21,429.43
5	L 21,429.43	L 3,214.41	L 24,643.85	L 0.00

Fuente: Elaboración propia

8.3.3. Punto de equilibrio

De acuerdo con Baca Urbina (2010) “El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables.”

El punto de equilibrio, es el estado de equilibrio entre ingresos y egresos de la empresa en estudio, ya que es el umbral donde se está próximo a lograr la rentabilidad. Es decir, es el nivel donde los ingresos se igualan a los egresos y por lo tanto no arrojan ni ganancia ni pérdida.

Por otro lado, dentro del punto de equilibrio podemos ver que las ventas son iguales a los costos, es por eso que a continuación se presentara una tabla donde podremos ver el punto de equilibrios del proyecto.

El punto de equilibrio se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\left(1 - \left(\frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas totales}}\right)\right)}$$

$$PE = \frac{CF}{\left(1 - \left(\frac{CV}{V}\right)\right)}$$

Para el cálculo del Punto de Equilibrio necesitaremos el precio de venta estimado del producto en este caso los sistemas domóticos.

Es por eso, que a continuación se presenta las siguientes tablas la proyección del precio del precio de venta de los sistemas domóticos con respecto a la inflación y la proyección de las ventas en base a la cantidad de sistemas que se producirán al año calculado en el estudio técnico.

Tabla 8.22

Proyección precio de venta de los sistemas domóticos

	Inflación	4.37%	4.45%	4.52%	4.60%
Sistema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Básico	L 4,846.00	L 5,057.77	L 5,282.84	L 5,521.63	L 5,775.62
Avanzado	L 15,998.00	L 16,697.11	L 17,440.13	L 18,228.43	L 19,066.94

Fuente: elaboración propia

Tabla 8.23

Proyección de ventas totales

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Básico	L 436,140.00	L 500,719.25	L 575,301.38	L 661,435.50	L 761,047.69
Avanzado	L 479,940.00	L 551,004.72	L 633,076.87	L 727,861.14	L 837,477.02
Total	L 916,080.00	L 1,051,723.97	L 1,208,378.25	L 1,389,296.64	L 1,598,524.72

Fuente: elaboración propia

Además es necesario conocer los costos fijos y variables totales, por lo que en la siguiente tabla se presenta una proyección de dichos costos.

Tabla 8.24

Proyección de costos fijos y variables anuales

	Inflación	4.37%	4.45%	4.52%	4.60%
Costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Fijos	L 430,800.00	L 449,625.96	L 469,634.32	L 490,861.79	L 513,441.43

Variables	L 458,040.00	L 525,861.98	L 604,189.13	L 694,648.32	L 799,262.36
Total	L 888,840.00	L 975,487.94	L 1,073,823.44	L 1,185,510.11	L 1,312,703.79

Fuente: elaboración propia

En base a lo expuesto anteriormente se presenta una proyección anual del punto de equilibrio para la fabricación y venta del sistema domótico propuesto en esta investigación

Tabla 8.25

Proyección de punto de equilibrio

Concepto/ año	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	L 916,080.00	L 1,051,723.97	L 1,208,378.25	L 1,389,296.64	L 1,598,524.72
Costos fijos	L 430,800.00	L 449,625.96	L 469,634.32	L 490,861.79	L 513,441.43
Costos variables	L 458,040.00	L 525,861.98	L 604,189.13	L 694,648.32	L 799,262.36
Costos totales	L 888,840.00	L 975,487.94	L 1,073,823.44	L 1,185,510.11	L 1,312,703.79
Punto de equilibrio	L 861,600.00	L 899,251.92	L 939,268.63	L 981,723.57	L 1,026,882.86
PE %	94%	86%	78%	71%	64%

Fuente: elaboración propia

8.3.4. TIR (Tasa Interna de Retorno)

De acuerdo con Baca Urbina (2010) “La TIR es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.”

La Tasa Interna de Retorno o también conocida como la tasa de rentabilidad de una inversión, es la tasa de interés con la que el VAN es igual a cero, es decir es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, ya que al tener una mayor TIR la rentabilidad será mayor.

El estado de resultados es un cuadro que sintetiza la información que se ha obtenido en secciones anteriores.

Tabla 8.26

Estado de resultados proyectados

Estado de Resultado Proyectado					
Expresado en Lempiras					
CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ventas	L 916,080.00	L 1,051,723.97	L 1,208,378.25	L 1,389,296.64	L 1,598,524.72
Costos fijos	L 430,800.00	L 449,625.96	L 469,634.32	L 490,861.79	L 513,441.43
Costos variables	L 458,040.00	L 525,861.98	L 604,189.13	L 694,648.32	L 799,262.36
(=) Costos	L 888,840.00	L 975,487.94	L 1,073,823.44	L 1,185,510.11	L 1,312,703.79
totales					
(=) Utilidad	L 27,240.00	L 76,236.02	L 134,554.81	L 203,786.53	L 285,820.93
Bruta en ventas					
Gastos	L 12,391.50	L 10,553.65	L 8,440.12	L 6,009.56	L 3,214.41
financieros					
(-)	L 6,300.00	L 6,300.00	L 6,300.00	L 6,300.00	L 6,300.00
Depreciación					
(=) Utilidad	L 8,548.50	L 59,382.37	L 119,814.69	L 191,476.98	L 276,306.51
antes de impuestos					
(-) Impuestos	L 2,137.13	L 14,845.59	L 29,953.67	L 47,869.24	L 69,076.63
(=) Utilidad	L 6,411.38	L 44,536.78	L 89,861.02	L 143,607.73	L 207,229.89
Neta					
(+)	L 6,300.00	L 6,300.00	L 6,300.00	L 6,300.00	L 6,300.00
Depreciaciones y amortizaciones					
(-) Amortización	L12,252.35	L 14,090.20	L 16,203.73	L18,634.29	L 21,429.43
de capital					
Flujo Neto de	L 459.03	L 36,746.58	L 79,957.29	L 131,273.44	L 192,100.45
Efectivo					

Fuente: elaboración propia

Del estado de resultados proyectado y aplicando las formulas correspondientes en Microsoft Excel se obtienen los indicadores necesarios para la evaluación financiera del proyecto.

Tabla 8.27

Indicadores financieros

Indicador	Valor
VPN	52,729.55
TIR	28.10%
TMAR	25.39%
PPR	4 años, 4 meses y 11 días

Fuente: elaboración propia

Para el análisis de la TIR vamos a tener como referencia el siguiente cuadro:

Tabla 8.28

Decisión de aceptación del proyecto

Valor	Significado	Decisión
TIR < TMAR	La rentabilidad que se genera es menor a la requerida	El proyecto debe ser rechazado
TIR = TMAR	La rentabilidad que se genera no produce ni ganancia ni pérdida	El proyecto es indiferente
TIR > TMAR	La rentabilidad que genera es mayor a la rentabilidad mínima requerida	El proyecto debe ser aceptado

Fuente: elaboración propia

Según nuestro proyecto tenemos es el siguiente resultado en la TIR: 28.10%

Es decir, que la Tasa Interna de Retorno que genera el proyecto es mayor a nuestra Tasa Mínima Atractiva de Retorno, lo que indica una buena rentabilidad.

$$\text{TIR } 28.10\% > \text{TMAR } 25.39\%$$

8.4. Prototipo

En esta sección se muestra el desarrollo y construcción del prototipo de sistema domótico que se propone en esta investigación, cabe mencionar que el sistema que se construirá es el sistema básico, el cual será usado para ejemplo de su funcionamiento.

8.4.1. Medidor de consumo

La primera parte del prototipo consta del medidor de consumo eléctrico de una instalación, este medidor está orientado al uso doméstico y brinda a los usuarios la información sobre el consumo en la vivienda.

Para este prototipo se eligió el sensor SCT-013 30A/1V, con la capacidad de medir una intensidad máxima de 30 amperios y tomando en cuenta que la energía eléctrica que se distribuye en el país es de 120V, el medidor de consumo será capaz de medir hasta 3600W.

Como se mencionó anteriormente este medidor está orientado para el uso doméstico, con la capacidad de monitorear en su mayoría los dispositivos eléctricos y electrónicos comunes en una vivienda, por ejemplo una estufa de 22" con un consumo aproximado de 2200W.

Los sensores de la serie SCT-013 son sensores que trabajan como transformadores, la corriente que circula por el cable que deseamos medir actúa como el devanado primario (1 espira) e internamente tiene un devanado secundario que dependiendo del modelo pueden tener hasta más de 2000 espiras.

La cantidad de espiras representa la relación entre corriente que circula por el cable y la que el sensor nos entrega, esta relación o proporción es la que diferencia entre los diferentes modelos de sensores SCT-013, adicionalmente pueden tener una resistencia de carga en la salida de esta forma en lugar de corriente se trabaja con una salida voltaje.

La salida de este sensor es una señal alterna, cuyo valores no está dentro del rango de las entradas analógicas (0 a +5V) del Arduino, si bien el rango del sensor puede ser inferior, la parte negativa de la señal podría malograr a nuestro Arduino.

Para rectificar no se pueden usar diodos, puesto que la caída de voltaje en el diodo es muy grande en comparación al voltaje de la señal. Para esto se usa un amplificador operacional, configurado en un seguidor de voltaje, el operacional LM358, trabaja con polaridad positiva, de esta forma se

eliminará la parte negativa de la señal, no es un rectificador de onda completa, pero con una rectificación de media onda se puede trabajar.

El LM358 si se alimenta con 5V, se satura con 3.5V aproximadamente, motivo por el cual no se puede amplificar hasta 5V, pero si se trabaja con Arduino no se necesita alcanzar los 5V, se puede trabajar con la referencia interna de 1.1V y de esta forma aprovechar en el rango completo de la lectura a analógica.

La conexión con el Arduino es simple y se puede observar en la siguiente figura.

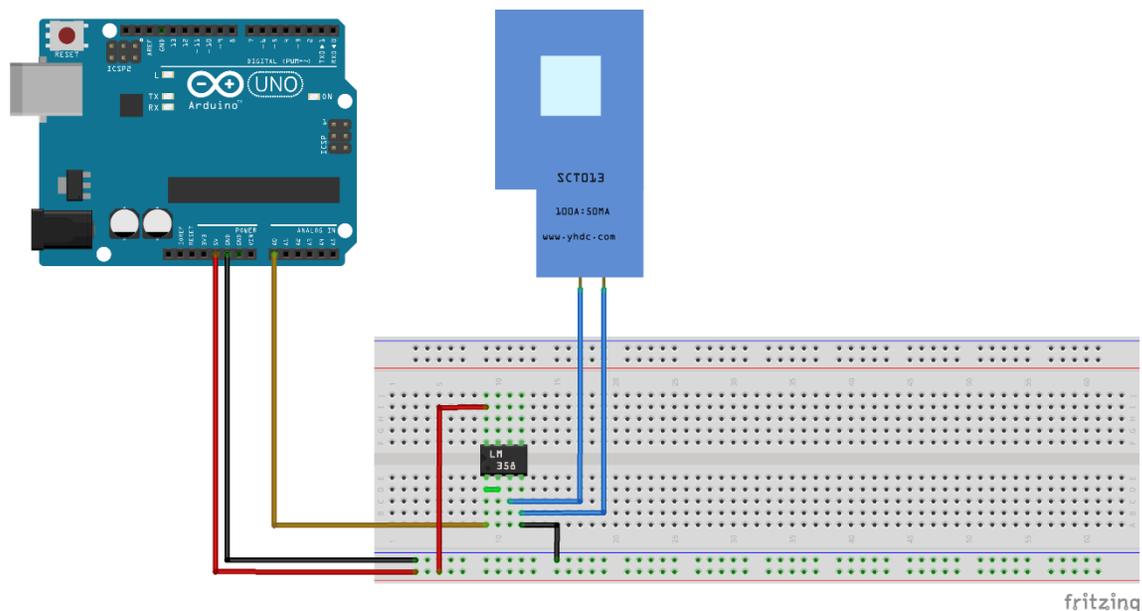


Figura 8.19 Conexión del sensor STC-013 con el Arduino

Fuente: Elaboración propia Fritzing (2021)

Este circuito nos entrega la lectura de la corriente que circula por la línea de alimentación y conociendo el voltaje en la red que en Honduras es de $\approx 120V$, mediante Arduino podemos calcular la potencia para luego multiplicarlo por un diferencial de tiempo y con esto medir el consumo de energía, al obtener los valores necesarios son enviados a la plataforma de Ubidots por medio del conexión Ethernet y puedan ser visualizados en el tablero digital de la plataforma.

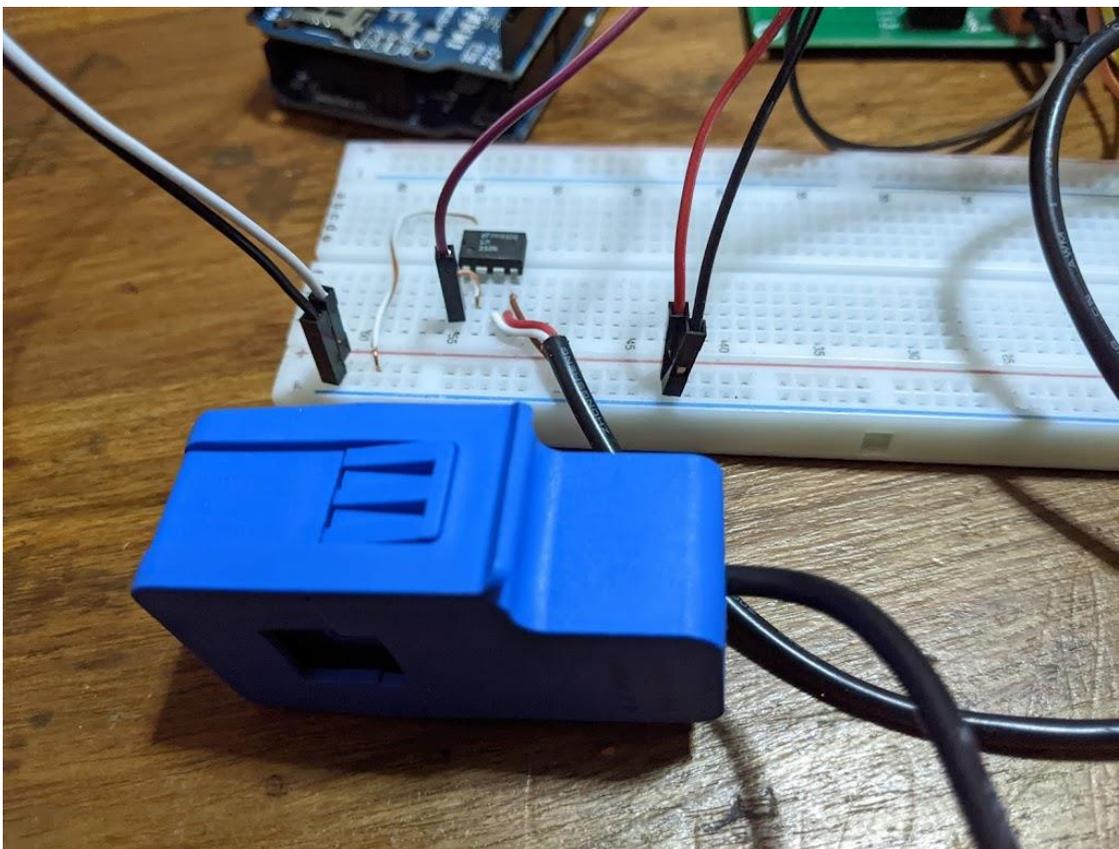


Figura 8.20 Montaje del medidor de consumo en el prototipo

Fuente: Autoría propia (2021)

8.4.2. Control de iluminación

La función de esta parte del prototipo consiste en instalar y configurar el sensor de movimiento PIR HC-SR501, el cual fue seleccionado para esta función por su facilidad de integración con Arduino, su reducido coste y cantidad de documentación existente.

El módulo incluye un sensor PIR y un circuito de acondicionamiento de señal. Este circuito estabiliza y mejora la señal de salida, pero es necesario integrarlo adecuadamente mediante software para que se adapte completamente al planteamiento del proyecto. Una vez detecta presencia, mantiene una señal activa durante un periodo de tiempo variable mediante un potenciómetro, asimismo este módulo incluye un potenciómetro para poder regular o ajustar la distancia de detección, los cuales se pueden observar en la siguiente figura.

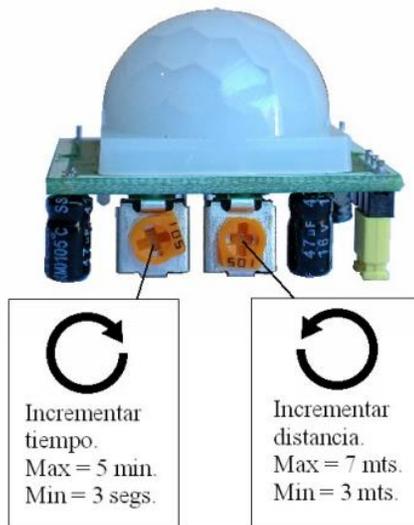


Figura 8.21 Potenciómetros de ajuste del módulo sensor PIR HC-SR501

Fuente: Datasheet PIR HC-SR501 (2021)

De acuerdo a la figura el usuario puede ajustar tanto el tiempo de disparo de la señal de alarma de movimiento, como la distancia de detección. Los potenciómetros correspondientes deben girarse en la dirección mostrada para realizar los ajustes. Asimismo el modulo es capaz de trabajar en dos modos, de un solo disparo y de disparos repetitivos, puede trabajar con un voltaje de entrada de 5 a 12V, y en su salida entrega un voltaje de 0 a 3.3V, el cual puede ser interpretado por el Arduino como una señal digital de 0 y 1.



Figura 8.22 Conexiones del módulo sensor PIR HC-SR501

Fuente: Datasheet PIR HC-SR501 (2021)

Es importante considerar que al alimentar por primera vez el módulo HC-SR501, durante el primer minuto, el módulo entra en modo de inicialización. Durante ese lapso no es considerado ningún evento.

Cada vez que la salida pase de activa a inactiva, permanecerá en ese estado los siguientes 3 segundos. Cualquier evento que ocurra durante ese lapso es ignorado. Si se produce movimiento cuando el dispositivo se encuentra desactivado, por ejemplo, a los 3 segundos del último movimiento, será imposible detectarlo y la luz se mantendrá apagada. Para solucionar este inconveniente, se ha realizado una mejora mediante el software, modificando el código desde Arduino. Al ser necesario mantener la iluminación durante el tiempo que el usuario vaya a necesitarla, la señal que domina el relé se mantiene durante un periodo superior a todo el proceso de “reseteo” del módulo.

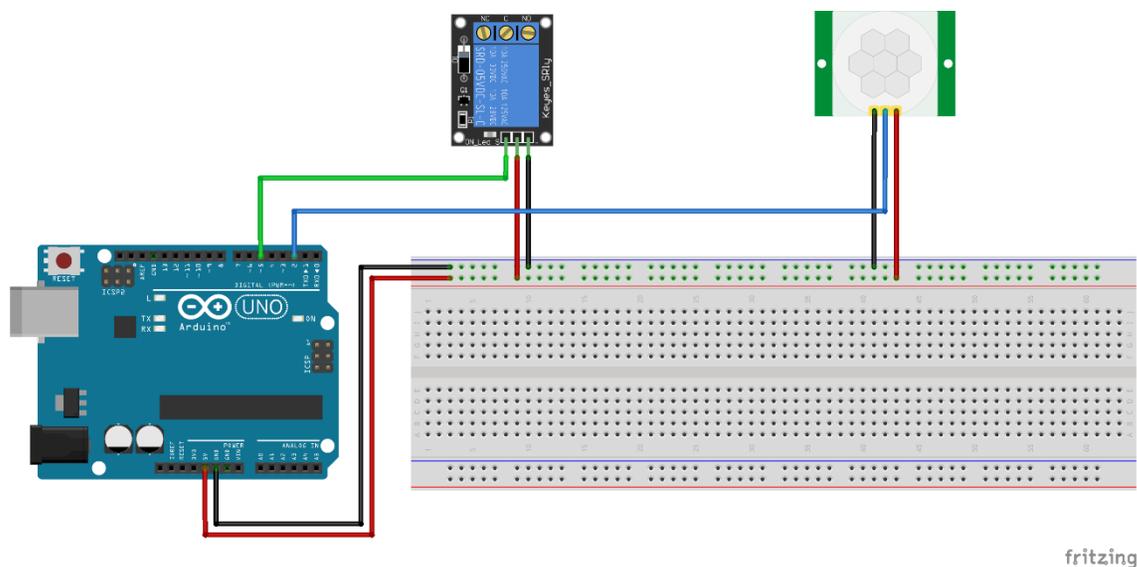


Figura 8.23 Conexión del módulo sensor PIR HC-SR501

Fuente: Elaboración propia Fritzing (2021)

Su funcionamiento se basa en detectar movimiento mediante un sensor PIR, y a través de Arduino actuar sobre un relé de forma automática. El sensor manda una señal todo/nada dependiendo de si detecta movimiento o no y Arduino actúa en consecuencia.

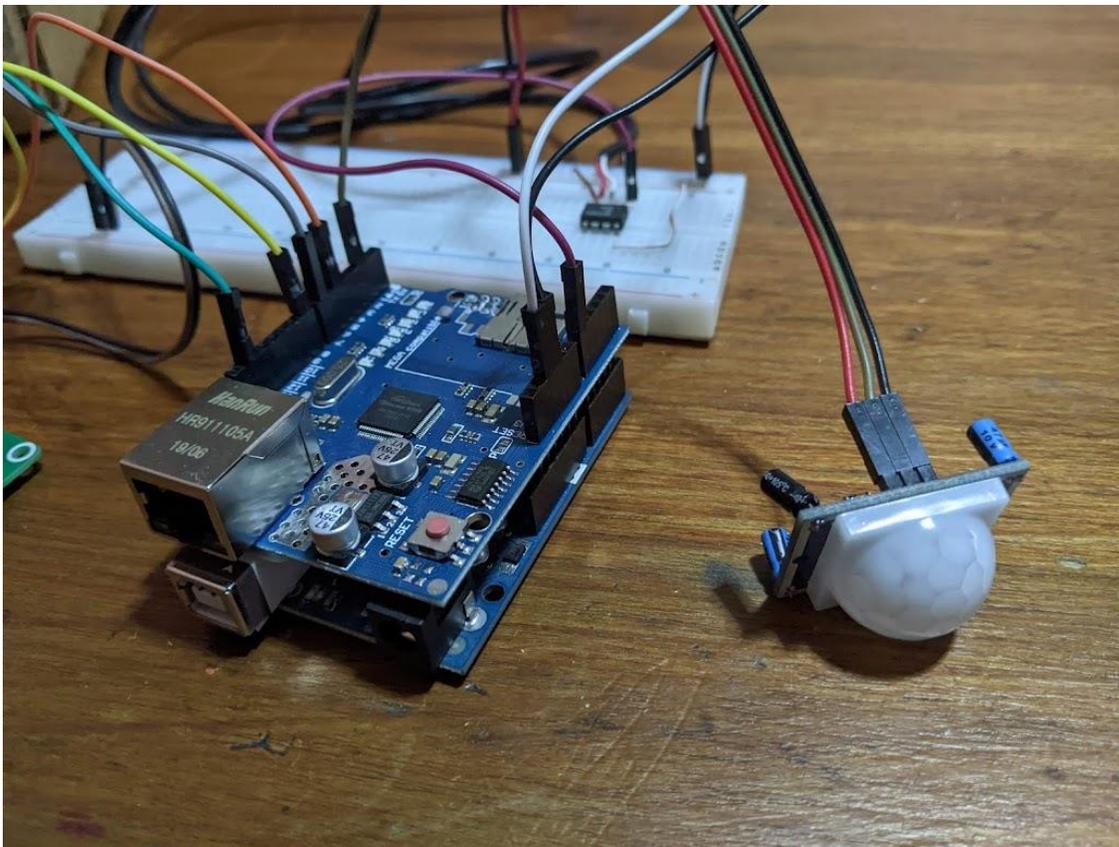


Figura 8.24 Montaje del controlador de iluminación en el prototipo

Fuente: Autoría propia (2021)

8.4.3. Control de dispositivos en Stand-by

La función principal de esta parte del prototipo es el poder controlar los dispositivos electrónicos o eléctricos remotamente, específicamente desde el tablero virtual de la plataforma de Ubidots, al cual se puede acceder desde cualquier lugar donde exista conexión a internet y desde cualquier dispositivo.

Desde la plataforma se envían señales digitales 1 y 0, para indicarle al Arduino cuando activar o desactivar el dispositivo que se encuentre conectado al relé correspondiente. Arduino constantemente está leyendo las instrucciones enviadas de la plataforma para ejecutar las tareas programadas en su código.

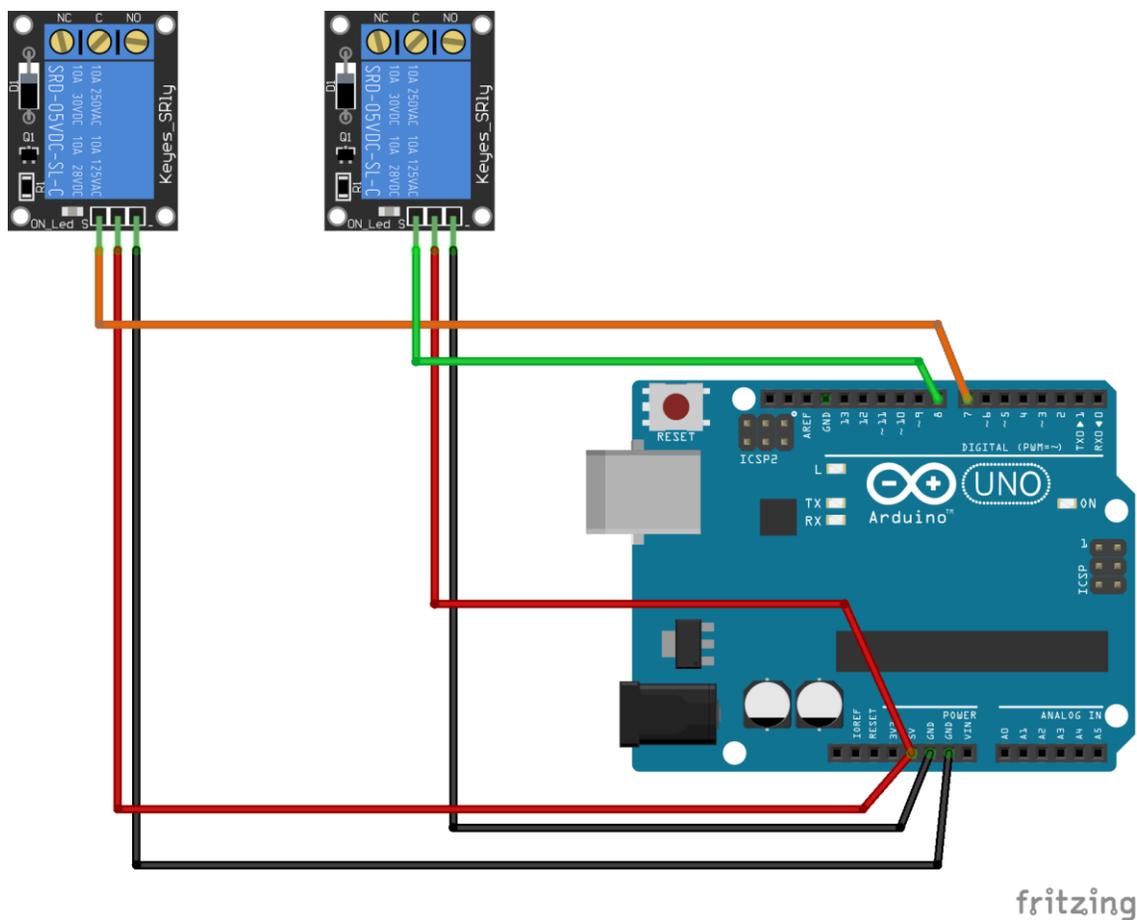


Figura 8.25 Conexión del módulo relé con Arduino

Fuente: Elaboración propia Fritzing (2021)

Con este sistema se tiene la facilidad de poder observar en la plataforma el estado en tiempo real de dicho dispositivo, esto es de mucha utilidad cuando se requiera controlar de manera remota algún dispositivo o se quiera verificar el estado de este, por si por alguna razón no se está seguro de su desactivación y el usuario se encuentra fuera de la vivienda.

El módulo relé que se eligió es de 30 A por lo cual cada relé tiene la capacidad de controlar una potencia igual a 3600W.

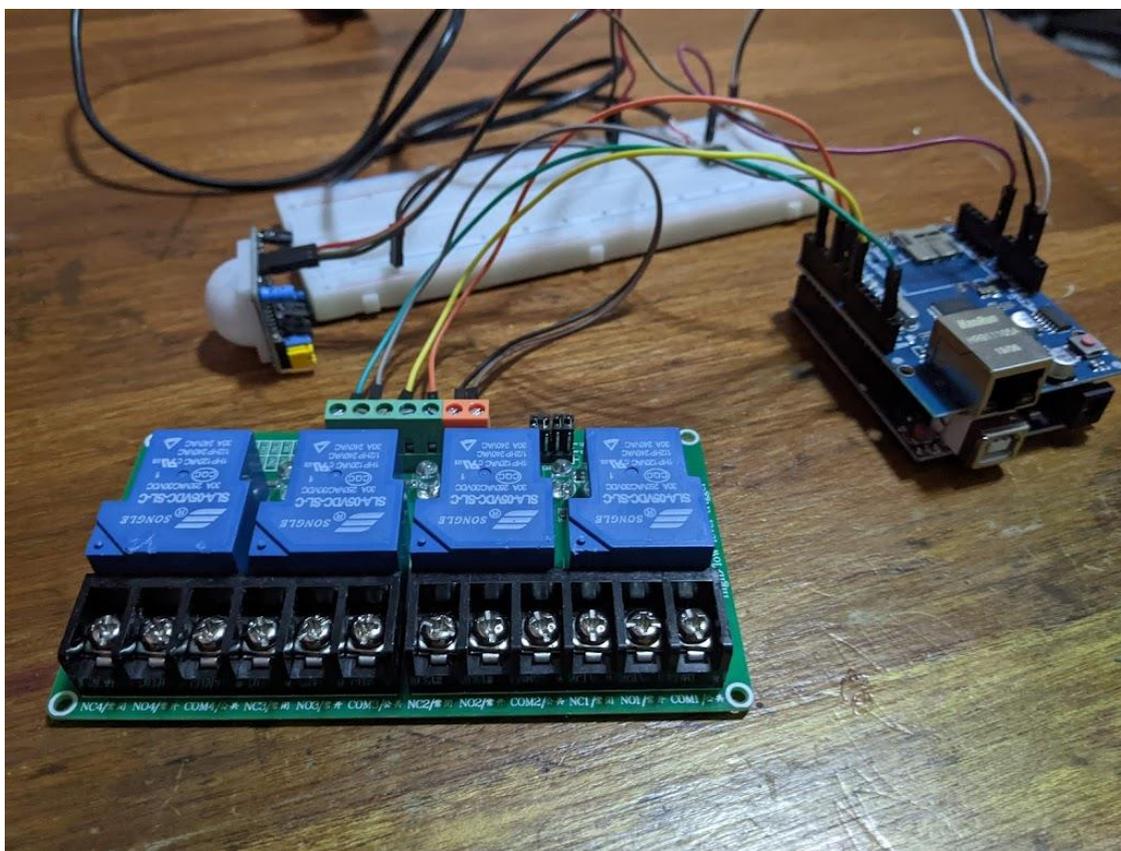


Figura 8.26 Montaje del controlador de dispositivos Stand-by en el prototipo

Fuente: Autoría propia (2021)

8.4.4. Montaje del prototipo

Una vez configurados el medidor de consumo y los distintos controladores, se procedió a montar todo el conjunto de elementos que conforman el dispositivo de sistema domótico, con la ayuda de conectores o jumper se estableció la conexión correspondiente entre cada módulo y el Arduino, finalizando con la carga del código correspondiente en el microcontrolador de Arduino para luego se realizar las pruebas respectivas de funcionamiento.

Se construyó una caja de madera para proteger los componentes, de esta manera se logra una buena sujeción y se evita desconexiones de los componentes al momento de mover el prototipo.

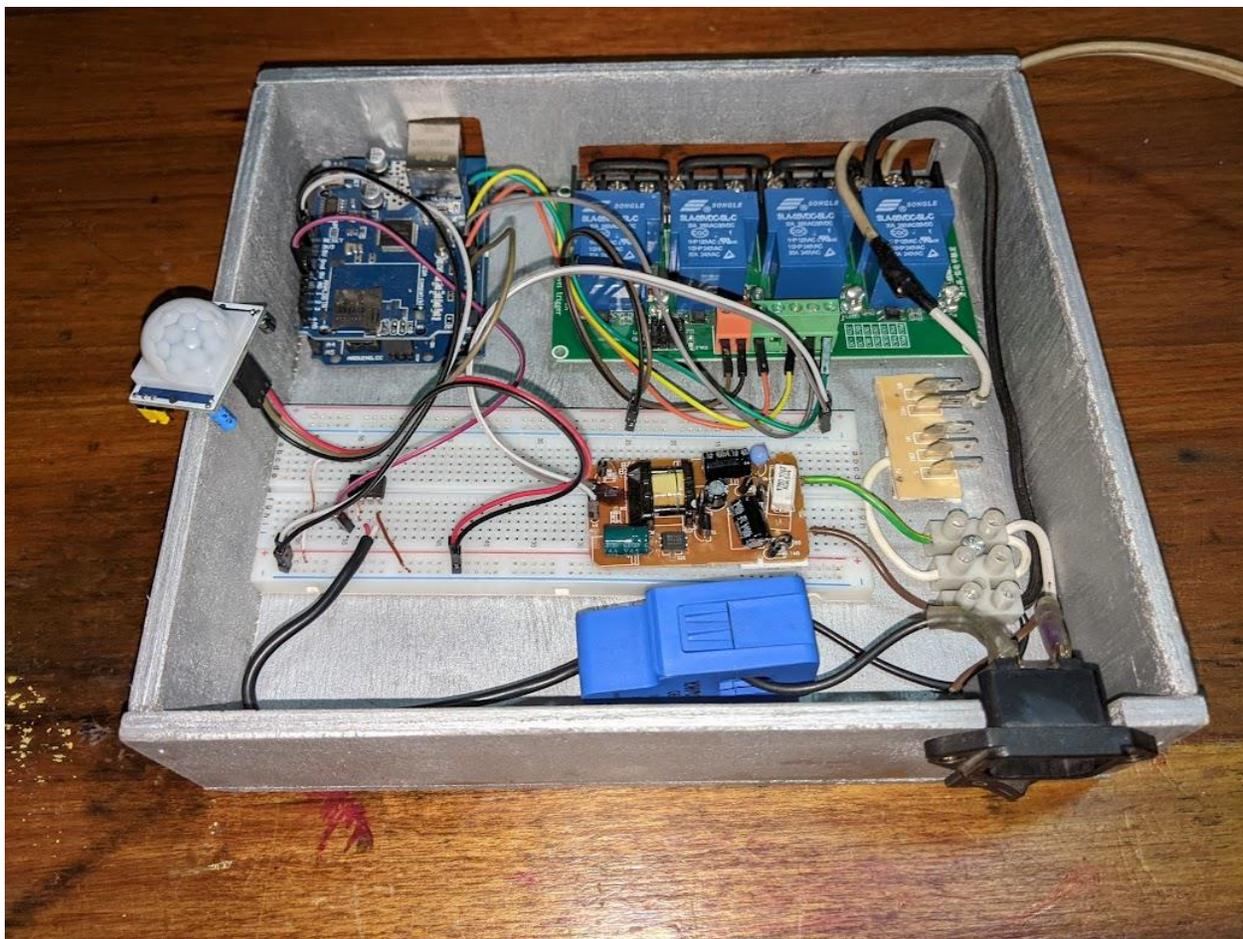


Figura 8.27 Montaje del prototipo

Fuente: Autoría propia (2021)

8.4.5. Plataforma Ubidots

Ubidots presta un servicio en la nube, donde cada usuario cuenta con un portal web (dashboard) para visualizar la información de sus sensores de manera remota, centralizada y en tiempo real. Una vez almacenada la información, los usuarios pueden configurar acciones o reportes personalizados, configurar tableros y alertas, conectarse con otras plataformas, usar herramientas de analítica y arrojar mapas de datos en tiempo real. (Procolombia, 2015)

En base a lo anterior se utilizó la plataforma de Ubidots para la aplicación de este proyecto ya que ofrece los servicios requeridos para crear aplicaciones IoT, como se puede observar en la imagen Ubidots permite conectar el hardware a la nube fácilmente con más de 200 bibliotecas, SDK y tutoriales probados por el usuario para guiar la integración a través de HTTP, MQTT, TCP,

UDP o mediante el análisis de protocolos personalizados, es posible definir variables sintéticas las cuales se conectan por medio del Arduino, una vez estas son definidas es posible almacenar los datos tomados todos los días o cada segundo según sea necesario.

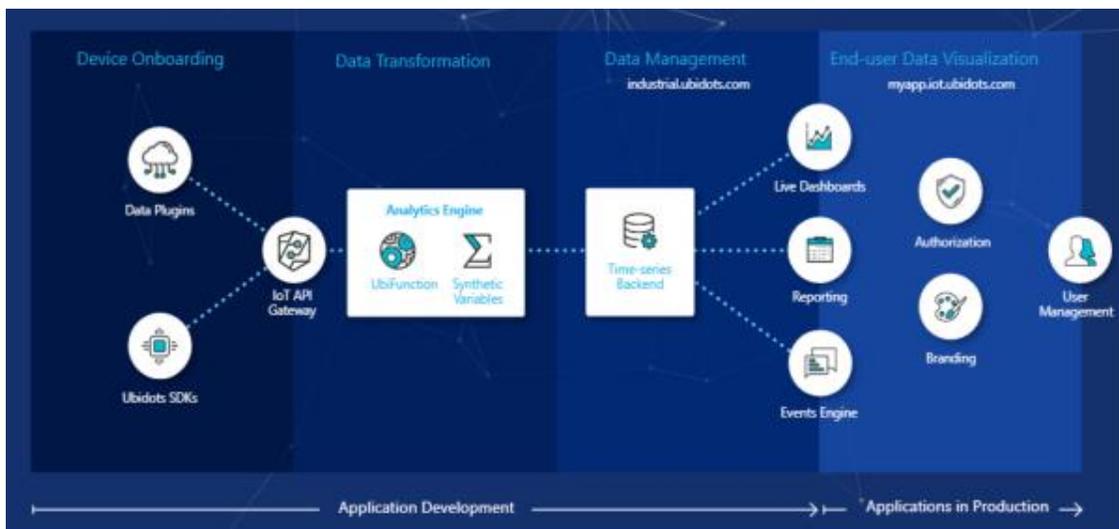


Figura 8.28 Estructura de Ubidots

Fuente: Ubidots (2021)

Ubidots proporciona un panel de control mediante el cual se puede visualizar los datos tomados con gráficos de acciones de Ubidots, cuadros, tablas, indicadores, mapas, métricas y widgets de control, facilitando así la interacción y comprensión de los datos para cada usuario, también permite la exportación de los datos para poder ser analizados o cuando se necesiten ser entregados, adicionalmente cuenta con un servidor de correo electrónico el cual permite generar alertas a uno o más correos destinados por el usuario para que lleguen notificaciones cuando un parámetro preestablecido no se encuentra dentro de los rangos establecidos.

Creación de usuario y variables en la plataforma Ubidots

A continuación, describiremos como creamos y utilizamos la plataforma de Ubidots para el desarrollo de este proyecto.

En primera instancia es necesario registrarse en la plataforma de Ubidots, y crear un perfil estudiantil, seleccionar la placa que se va a conectar, esto permite agregar el tipo de dispositivo a utilizar, Ubidots crea una etiqueta API del tipo de dispositivo automáticamente.

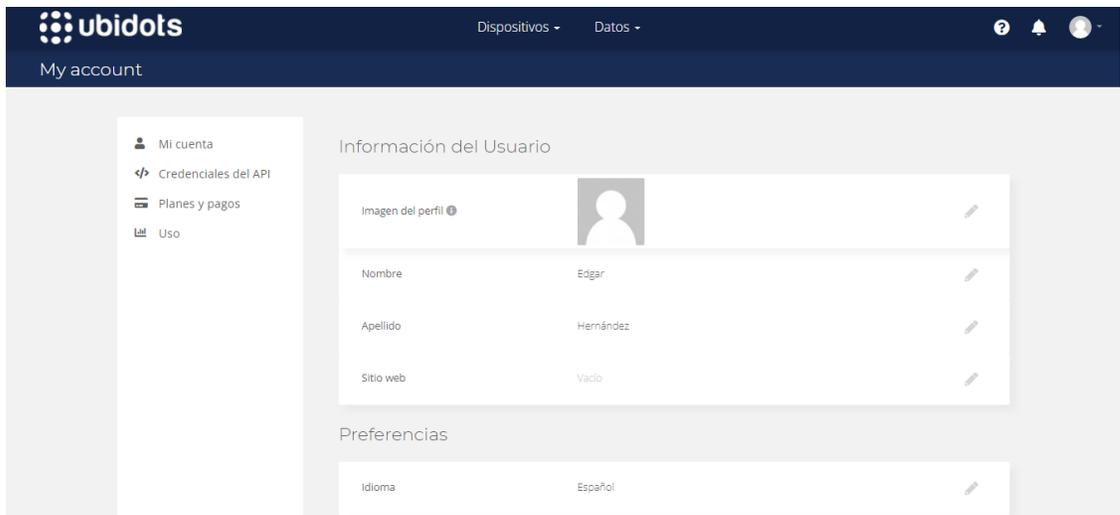


Figura 8.29 Información del perfil creado en Ubidots

Fuente: Ubidots (2021)

Una vez creado el perfil y definido el dispositivo a utilizar, se tienen que configurar las variables que se utilizarán en el proyecto, esto se realiza en dos partes, primero se tienen que definir en el código que se cargará en el Arduino y luego se definen en la página de Ubidots.



Figura 8.30 Asignación de variables en IDE de Arduino

Fuente: Autoría propia (2021)

Como se observa en la imagen, se agrega la librería de Ubidots al código de Arduino, asimismo el Token único que es asignado por Ubidots, el cual es necesario para realizar el envío y la recepción de datos del servidor, y luego se definen las variables que evaluará la plataforma.

Luego se definen las mismas variables en la página de Ubidots, es importante mencionar que se debe utilizar el mismo nombre de variable definido en el código Arduino, respetando letras mayúsculas y minúsculas, para evitar errores de comunicación entre el Arduino y Ubidots. Las variables creadas se observan en la siguiente figura.

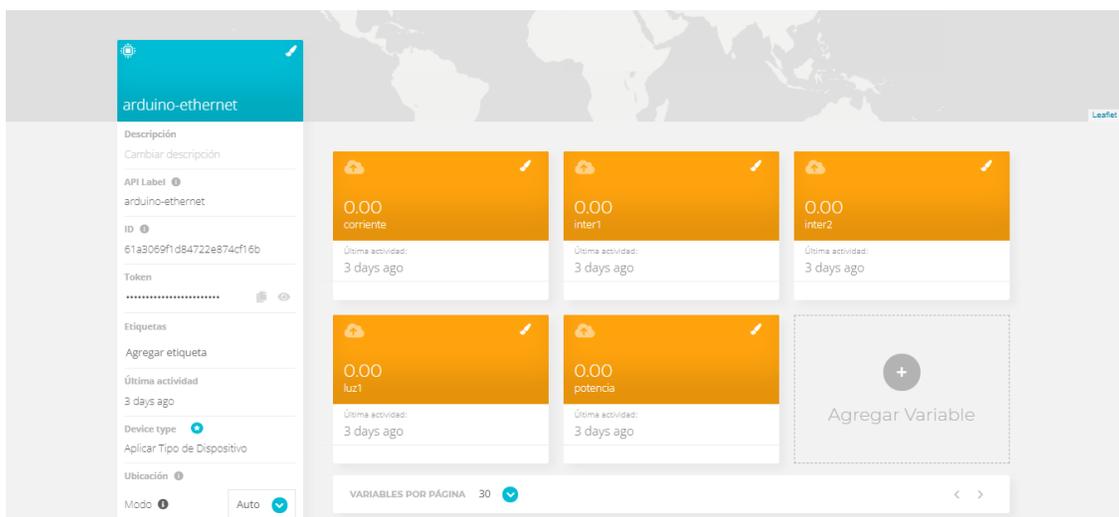


Figura 8.31 Visualización de variables en la página de Ubidots

Fuente: Ubidots (2021)

Registradas las variables en la página de Ubidots se procede con la configuración y personalización del tablero siendo esta la interfaz gráfica que proporciona la página de Ubidots, donde se va a visualizar los datos tomados por los sensores asignados a estas variables, la página de Ubidots proporciona Widgets que le permiten al usuario ver los datos de una manera más amigable, facilitando la comprensión de los datos mostrados.

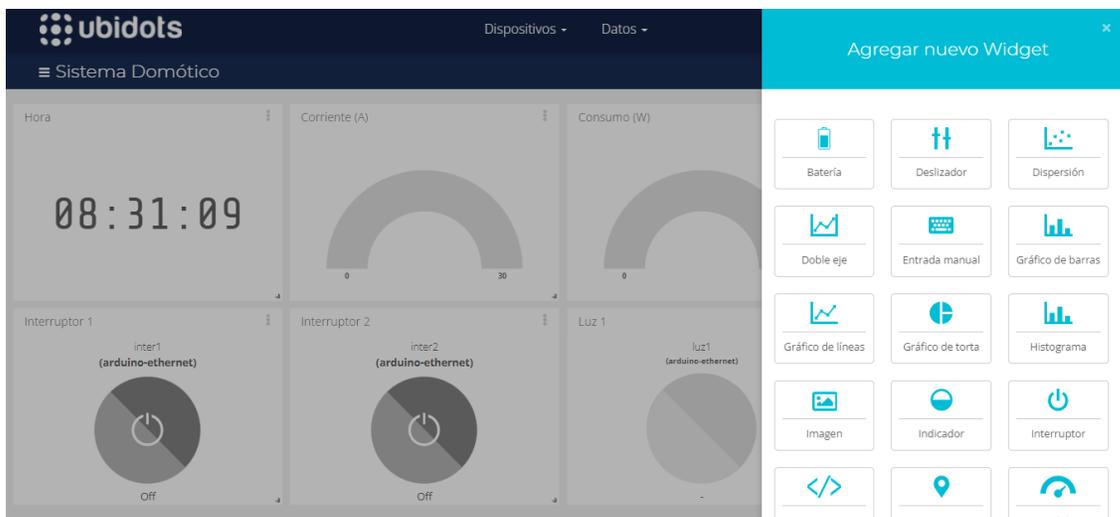


Figura 8.32 Widgets para el tablero virtual en Ubidots

Fuente: Ubidots (2021)

Una vez completado lo descrito anteriormente, se puede visualizar el tablero virtual, el cual permitirá al usuario monitorear el consumo energético, así como poder controlar los dispositivos que desee, otra función que permite Ubidots es la de configurar alertas vía sms o email, cuando se requiera por el usuario para que la plataforma le informe de ciertos eventos.

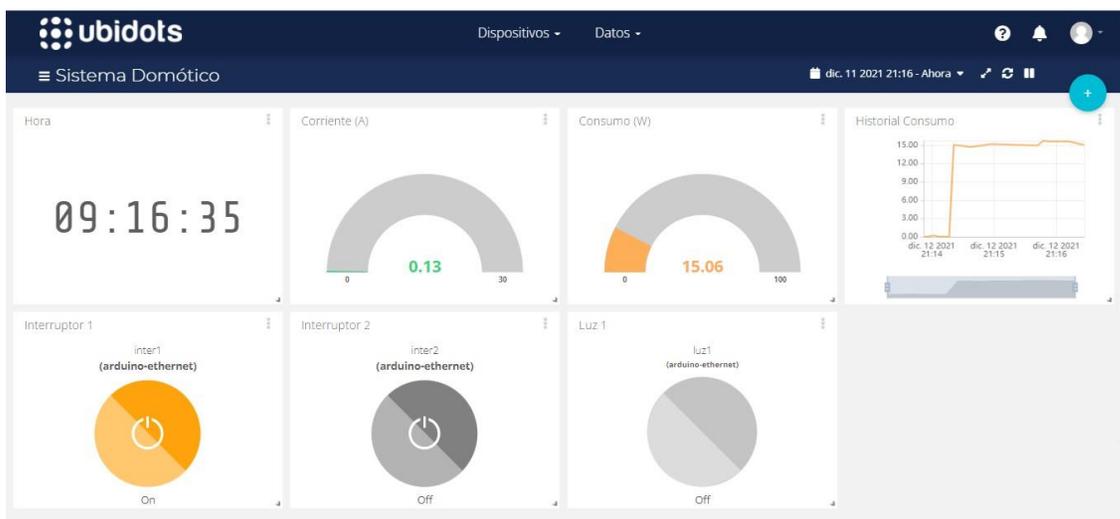


Figura 8.33 Tablero digital configurado para el prototipo

Fuente: Ubidots (2021)

VIII. CONCLUSIONES

1. Se logró determinar que mediante la utilización de la domótica, una tecnología que cada vez más se va generalizando, se puede monitorear el consumo energético y gestionar de forma eficaz los suministros, aprovechando siempre los recursos naturales como la luz y la radiación solar. Además el sistema domótico consigue que la vida en casa sea más confortable ya que puede apagar y encender electrodomésticos de manera automática, permite que las viviendas sean mucho más funcionales, asegurando una combinación perfecta entre la vida doméstica, profesional y de ocio en un mismo sitio. Esta tecnología ofrece diferentes funcionalidades que se adaptan al nivel económico de cada uno, gracias a su gran variedad, evolución tecnológica y manejabilidad lo que la convierte en una de las mejores soluciones a tomar en cuenta el momento de gestionar de manera eficiente el consumo energético en una vivienda.
2. Se logró determinar que es posible utilizar la plataforma de Arduino para el desarrollo del prototipo, permitiendo el diseño de un sistema domótico de bajo costo, con una gran adaptabilidad, enfocados en la medición del consumo energético en tiempo real de la vivienda así como el control automático de luces evitando el desperdicio de iluminación innecesaria, además del control remoto y automático de los dispositivos en modo Stand-by que aun apagados continúan consumiendo energía. Arduino también brinda la posibilidad de inclusión en el futuro de diferentes sensores y actuadores que aumentarían las prestaciones y rendimiento del sistema, ofreciendo una reducción del consumo energético mucho mayor al presentado en esta investigación.
3. Se demostró que mediante la implementación del prototipo domótico propuesto en esta investigación es posible reducir el consumo energético, realizando una comparación de que pasaría si este prototipo se instala en una vivienda, de manera que se reduzca el tiempo de horas uso de la iluminación y la desconexión automática de la red eléctrica de los dispositivos en Stand-by se obtendría aproximadamente un 12% de ahorro energético, con la posibilidad de que este porcentaje aumente según el sistema domótico se adapte al comportamiento y a las necesidades de los usuarios.

4. En el estudio de mercado, a partir de la encuesta realizada, se encontró que, aunque un gran porcentaje de los encuestados no está familiarizado con el concepto de domótica pero existe interés por los productos tecnológicos en general y que la mayoría de las personas encuestadas estaría interesadas en automatizar su hogar. El mercado de los productos domóticos es rentable, debido a que se está fortaleciendo la cultura del consumo de productos tecnológicos, pensando más en la comodidad. Por lo cual, hay una creciente demanda de consumidores desplazándose a este sector. En general, el estudio de mercado muestra que existen las condiciones propicias para los sistemas domóticos de uso residencial tengan acogida entre su público objetivo.
5. A partir del estudio técnico, se pudieron dimensionar las condiciones para la ejecución del proyecto, definir su alcance, determinar las exigencias técnicas de ejecución y el valor de los diferentes conceptos involucrados en la operación, así como los aspectos administrativos y requisitos legales para la comercialización de los sistemas domóticos. La disponibilidad de suministros e insumos en el país presenta una gran oportunidad de crecimiento, lo que permite concluir que el proyecto de fabricación y comercialización de sistemas domóticos para uso residencial es viable técnicamente.
6. El estudio económico y la evaluación financiera realizada para este proyecto presentaron resultados satisfactorios en todos los indicadores financieros analizados, la Tasa Interna de Retorno que genera el proyecto es mayor a nuestra Tasa Mínima Atractiva de Retorno, lo que indica que la rentabilidad que genera es mayor a la rentabilidad mínima requerida, por lo que se puede concluir que el proyecto es viable financieramente.
7. Mediante el montaje del prototipo se logró comprobar que utilizando los circuitos propuestos en esta investigación además de las plataformas de Arduino y Ubidots es posible crear un sistema domótico de bajo costo que ofrezca las posibilidades de controlar los dispositivos de una vivienda de manera remota, el cual contribuirá a mejorar la eficiencia energética en los hogares, ofreciendo confort y seguridad a los usuarios.

IX. RECOMENDACIONES

1. Es importante concientizar a los usuarios sobre un cambio de actitud y conducta positiva frente a la problemática del uso excesivo de la energía eléctrica, así como promover el uso de sistemas domóticos en las viviendas de manera que exista una relación permanente entre los sistemas y el usuario, con el fin de mejorar la eficiencia energética en los hogares.
2. El sistema domótico propuesto en este trabajo podría perfectamente extenderse a otras aplicaciones de eficiencia energética, por ejemplo la inclusión de un sistema de paneles fotovoltaicos, permitiendo la optimización de la energía almacenada y extendiendo las horas de uso.
3. Se recomienda en el futuro la creación y desarrollo de una página web propia, que funcione como tablero digital para el sistema domótico, esto para evitar el depender de la plataforma de Ubidots la cual aunque es de uso libre tiene algunas restricciones que pueden afectar el crecimiento y desarrollo de los sistemas, siendo necesario adquirir una licencia de paga para utilizar todas las funciones que ofrece.
4. Utilizar la publicidad que ofrecen las redes sociales para dar a conocer más detalladamente los servicios y beneficios de los sistemas domóticos a través de marketing, persuadiendo a los consumidores potenciales mediante campañas de venta personal y promoción de ventas para estimular la demanda.
5. Finalmente, se recomienda ejecutar el proyecto, ya que según el estudio financiero existe una buena rentabilidad, lo que permitirá generar más fuentes de trabajo para la sociedad y a su vez contribuir con el desarrollo del país.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, R. (3 de abril de 2020). *hardzone.es*. Obtenido de Raspberry Pi vs Arduino, ¿en qué se diferencian y para qué se usan?: <https://hardzone.es/reportajes/comparativas/raspberry-pi-vs-arduino/>
- Arduino. (05 de Febrero de 2018). *www.arduino.cc*. Obtenido de ¿Qué es Arduino?: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw-Hill.
- Bastidas Olivar, P. (2016). *Estudio de viabilidad para la creación de una empresa dedicada al diseño, elaboración y comercialización de productos domóticos. "smart homes sas"*. Santiago de Cali: Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium. Obtenido de <http://alepic.com.ar/bcd.pdf>
- Brennan, M. (2013). *Forbes.com*. Obtenido de House Of The Future: How Automation Tech Is Transforming The Home.
- C&DTecHNologia. (2 de Septiembre de 2021). *C&D TecHNologia*. Obtenido de <https://cdtecnologia.net/>
- Calvo Torres, F. J. (2014). *Análisis y diseño de una red domótica para viviendas sociales*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Camó Cojóm, H. W. (2015). *Sistema domótico como aplicación a la eficiencia energética, para gestionar el uso de la energía eléctrica en los hogares*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- cdtecnologia.net. (2021). *cdtecnologia.net*. Obtenido de Sobre Nosotros: <https://cdtecnologia.net/content/4-about-us>
- CEDOM. (2008). *Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda*. Barcelona: AENOR.

- CEDOM. (25 de agosto de 2020). *Asociación Española de Domótica e Inmótica*. Obtenido de Qué es Domótica: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>
- CREE. (2021). *cree.gob.hn*. Obtenido de Informe Trimestral de Tarifas: <https://cree.gob.hn/informe-trimestral-de-tarifas/>
- Cubillos, A., & Estenssoro, F. (2011). *Energía y medio ambiente. Una ecuación difícil para América Latina*. Santiago de Chile: IDEA-USACH .
- EEH. (2021). *www.eeh.hn*. Obtenido de Tarifas Vigentes - 2021: <https://www.eeh.hn/es/tarifasvigentes>
- ENEE. (2013). *Guía para Ahorrar Electricidad en el Hogar*. Honduras: Departamento de Uso Racional de Energía Eléctrica UREE / Desarrollo Sostenible.
- Erossa, V. E. (2004). *Proyectos de inversión en ingeniería, su metodología*. México: Editorial Limusa.
- Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., Mares Carreño, J., & e-libro, C. (2014). *Sensores y actuadores aplicaciones con Arduino*. Larousse - Grupo Editorial Patria.
- Guzmán Navarro, F., & Merino Córdoba, S. (2016). *Domótica: Gestión de la energía y gestión técnica de edificios*. <http://www.ebooks7-24.com/?il=7121>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Iñesta Burgos, J., & García Fernández, P. (2002). *Electricidad: El recorrido de la energía*. Madrid: Comunidad de Madrid.
- Laguna Monroy, I. (2002). *La generación de energía eléctrica y el ambiente*. México: Gaceta Ecológica.

López Aldea, E. (2015). *Arduino*. RA-MA Editorial.

<https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5758906>

López, H. (2020). *tramiteshn.com*. Obtenido de ¿Que necesito para Constituirme como Comerciante Individual en Honduras?: <https://tramiteshn.com/2017/02/08/que-necesito-para-constituirme-como-comerciante-individual-en-honduras/>

Maranto Rivera, M., & González Fernández, M. E. (2015). *Fuentes de información*. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

megatk.net. (2021). *www.megatk.net*. Obtenido de HDL Intelligent Home Automation System: <https://www.megatk.net/hdl.html>

Miranda, J. J. (2003). *Gestión de Proyectos, Evaluacion Financiera, Economica, Social y Ambiental*. Bogotá: MM editores.

Moreno-Muñoz, A., & Córcoles Córcoles, S. (2018). *Arduino: Curso práctico*.

Pesántez Angulo, V. F. (2012). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa de entretenimiento con vehículos monoplaza (Karting)*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

Porcuna López, P. & ProQuest. (2015). *Robótica y domótica básica con Arduino*. RA-MA. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/107212>

Procolombia. (09 de 06 de 2015). *Empresa colombiana le apuesta al “internet de las cosas” para vender en el mundo*. Obtenido de www.elespectador.com

Quonty. (10 de Octubre de 2017). *www.quonty.com*. Obtenido de Cómo ahorrar luz en casa gracias a la domótica: <https://www.quonty.com/blog/como-ahorrar-luz/>

Raudales Centeno, C. M. (2017). *Aporte de las tecnologías de la información para el desarrollo sostenible de Honduras*. La Ceiba: Universidad Tecnología Centroamericana (UNITEC).

- Saguma Aniceto, J. A. (2018). *Diseño de sistema domótico para reducir el consumo de energía eléctrica en un edificio multifamiliar en la ciudad de Chiclayo*. Chiclayo: Universidad César Vallejo.
- Serna Cabeza, P. (2018). *Vivienda inteligente: proyecto domótico de bajo coste para una vivienda unifamiliar*. Santander: Universidad de Cantabria.
- SORIAENERGIA. (22 de mayo de 2019). *Soria Energía Asesoría Energética*. Obtenido de ¿Qué es el consumo energético?: <https://soriaenergia.com/que-es-el-consumo-energetico/>
- Tobajas García, C. (2012). *Instalaciones domóticas*. <http://site.ebrary.com/id/11002264>
- Ubidots. (2 de Septiembre de 2021). *Ubidots*. Obtenido de <https://ubidots.com/>
- Vivanco Font, E. (2020). *Energías renovables y no renovables*. Chile: Asesoría Técnica Parlamentaria.
- Zebini, D. (14 de Diciembre de 2018). *believe.earth*. Obtenido de Cómo reducir el consumo de energía: <https://believe.earth/es/como-reducir-el-consumo-de-energia/>

XI. ANEXOS

10.1 Instrumento 1

Este instrumento es utilizado para registrar los datos de consumo energético de todos los dispositivos de la vivienda así como las horas que son utilizados.

Tabla de medición de consumos energéticos

Ubicación	Dispositivo	Descripción	Cantidad	Consumo eléctrico (W)	Horas de uso diario	Horas de uso mensual	kW/h (30 días)
Sala							
Cocina							
Estudio							
Habitaciones							
Baño							
Patio y lavandería							
						Total	

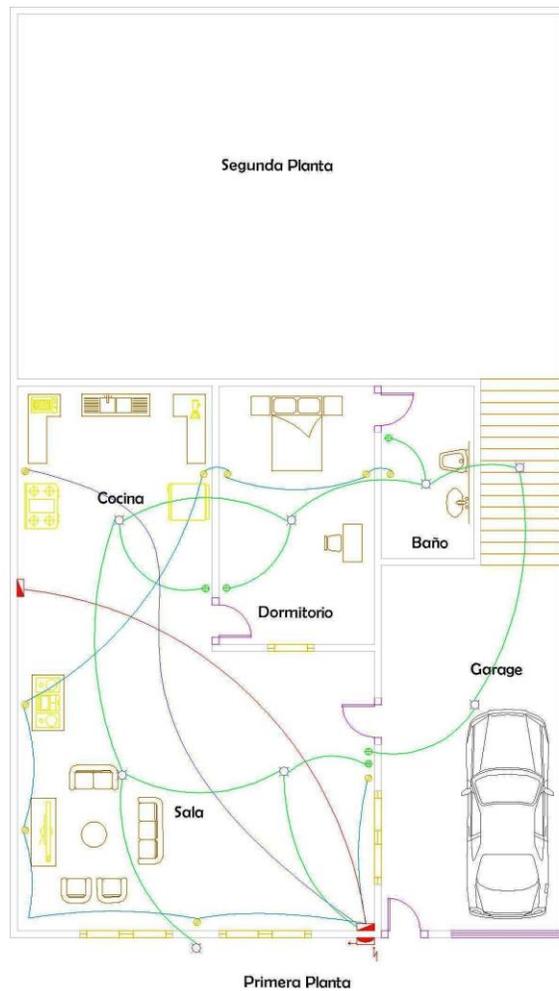
10.2 Instrumento 2

Este instrumento es utilizado para registrar y compara las características de los posibles controladores domóticos a utilizar en el diseño del prototipo.

Tabla comparativa de controladores para domótica

Características	Arduino	Raspberry Pi	PLC LOGO
Programas			
Lenguaje de programación			
Sensores			
Conectividad			
Almacenamiento			
Procesador			
Portabilidad			
Cuidados			
Precio			

10.3 Plano eléctrico de la vivienda



CEUTEC
 Contenido:
 Plano eléctrico

Fecha:
07/09/2021

Escala:
1:100

Proyecto:
Proyecto Fase I

Ubicación:
Tegucigalpa

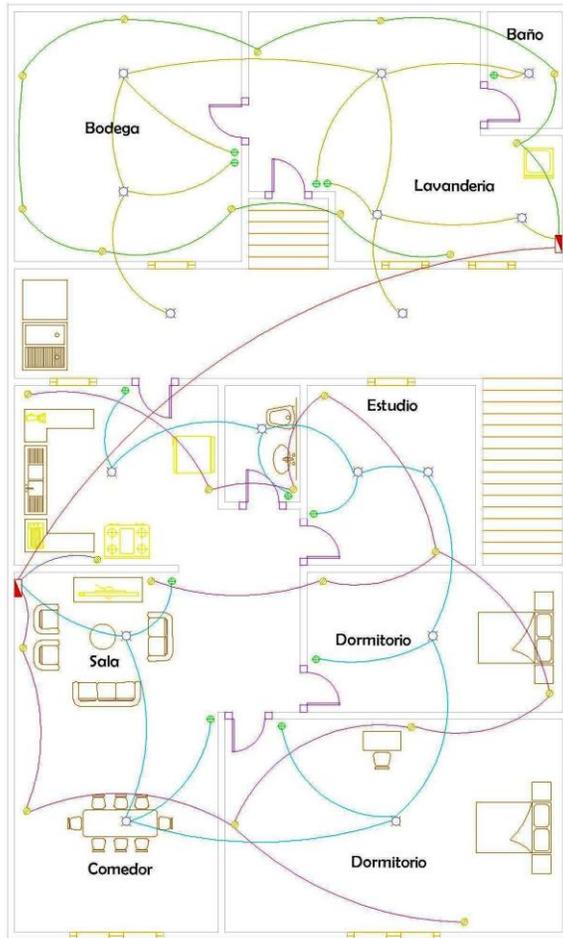
01

Diseño: Edgar Hernández
31411239

Dibujó: Edgar Hernández
31411239

Revisó: Ing. Kario Villafranca

Hoja: **03**



Segunda Planta

CEUTEC

Contenido:
Plano
eléctrico

Fecha:
07/09/2021

Escala:
1:100

Proyecto:
Proyecto Fase I

Ubicación:
Tegucigalpa

Diseño: Edgar Hernández
31411239

Dibujó: Edgar Hernández
31411239

Revisó: Ing. Kario Villafranca

02

Hoja: **03**

SIMBOLOGIA

-  LAMPARA 120V/22W
-  INTERRUPTOR SENCILLO
-  INTERRUPTO DE 3 VIAS
-  TOMACORRIENTE 120V
-  TOMACORRIENTE 220V
-  LINEA CIRCUITO 1 (2 x THHN14) DUCTO 3/4"
-  LINEA CIRCUITO 2 (2 x THHN14) DUCTO 3/4"
-  LINEA CIRCUITO 3 (3 x THHN8) DUCTO 1 1/2"
-  LINEA CIRCUITO 4 (2 x THHN14) DUCTO 3/4"
-  LINEA CIRCUITO 5 (2 x THHN14) DUCTO 3/4"
-  LINEA CIRCUITO 6 (3 x THHN8) DUCTO 1 1/2"
-  LINEA CIRCUITO 7 (2 x THHN14) DUCTO 3/4"
-  LINEA CIRCUITO 8 (2 x THHN14) DUCTO 3/4"
-  CENTRO DE CARGA
-  CONTADOR
-  POLO A TIERRA

CEUTEC

Contenido:
Plano
eléctrico

Fecha:
07/09/2021

Escala:
1:100

Proyecto:
Proyecto Fase I

Ubicación:
Tegucigalpa

03

Diseño: Edgar Hernández
31411239

Dibujó: Edgar Hernández
31411239

Revisó: Ing. Kario Villafranca

Hoja: **03**

10.4 Hoja de datos Sensor SCT013-50

Split core current transformer



Model: SCT013-050

Characteristic:

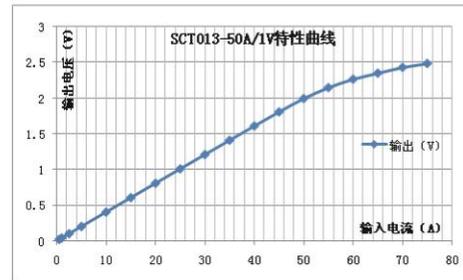
Opening size 13mmx13mm, Compatible to foreign products, leading wire 1 metre, standardΦ3.5 three core plug output, current & voltage two types of output. (Patent No. ZL 2015 3 0060067.X)



Technical indicators:

Hanging installation, leading wire output
 Fire resistance property: UL94-V0
 Standard: GB1208-2006
 Work temperature: -25°C ~ +70°C
 Storage temperature: -30°C ~ +90°C
 Work voltage: 660V
 Frequency range: 50Hz-1KHz
 Dielectric strength: 3.5KV 50Hz 1min

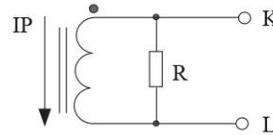
Characteristic curve in different load volt-ampere:



Electric parameter:

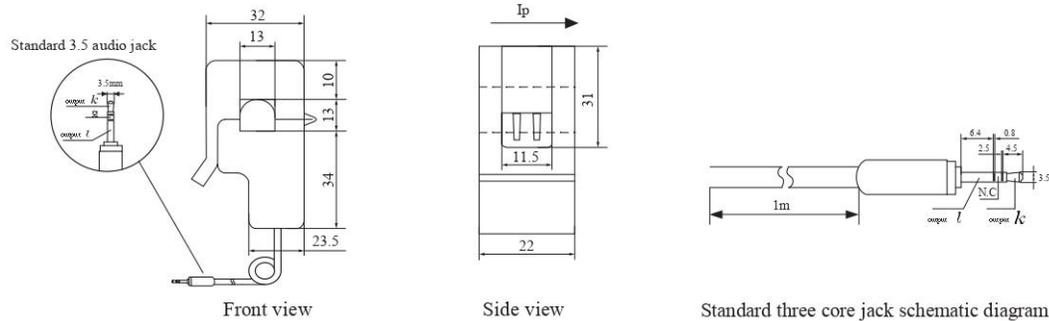
Rated input(rms)	50	A
Max. Input	70	A
Rated output	1	V
Turns ratio		
Accuracy	± 1	%
Linearity	≤ 0. 2	%
Phase error		
max. Sampling resistance		Ω
Weight	50	g

Wiring diagram:



Built-in with sampling resistance voltage output type

Outline size diagram(in mm):



10.5 Hoja de datos Sensor PIR HC-SR501

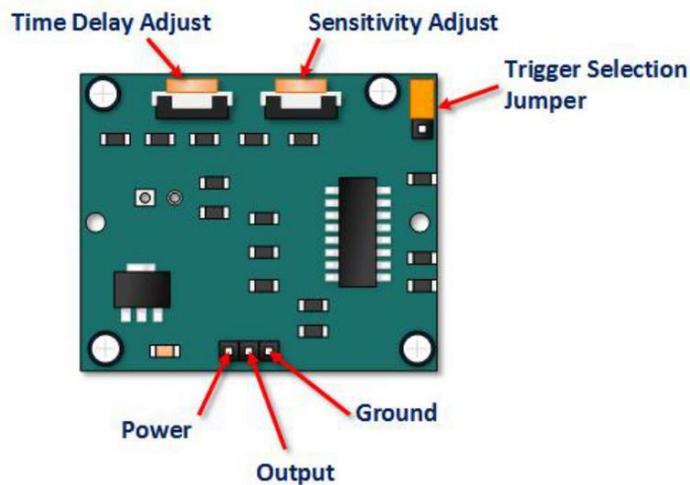
HC-SR501 Passive Infrared (PIR) Motion Sensor



This motion sensor module uses the LHI778 Passive Infrared Sensor and the BISS0001 IC to control how motion is detected.

The module features adjustable sensitivity that allows for a motion detection range from 3 meters to 7 meters, also includes time delay adjustments and trigger selection that allow for fine tuning within your application.

HC-SR501 Pin Outs and Controls



Pin or Control	Function
Time Delay Adjust	Sets how long the output remains high after detecting motion.... Anywhere from 5 seconds to 5 minutes.
Sensitivity Adjust	Sets the detection range.... from 3 meters to 7 meters
Trigger Selection Jumper	Set for single or repeatable triggers.
Ground pin	Ground input
Output Pin	Low when no motion is detected.. High when motion is detected. High is 3.3V
Power Pin	5 to 20 VDC Supply input

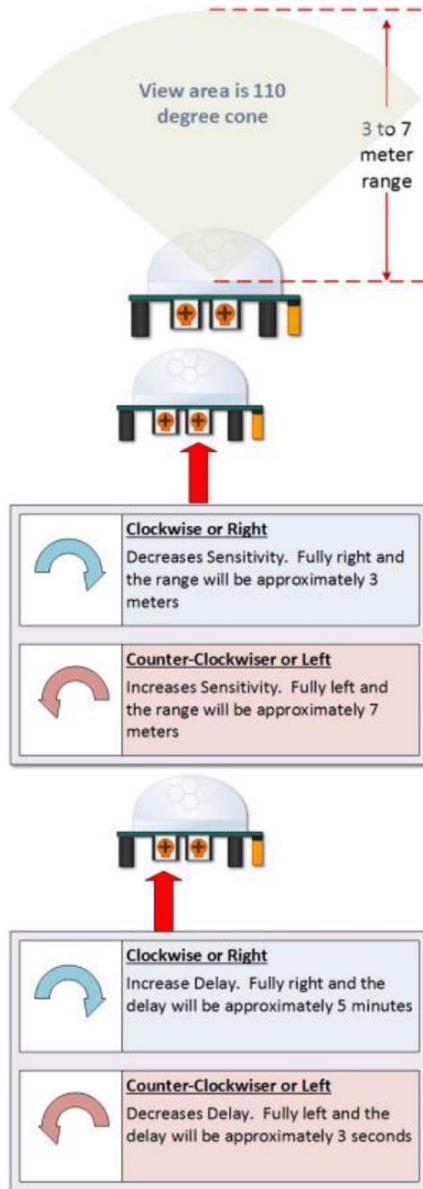
HC SR501 PIR Functional Description

The SR501 will detect infrared changes and if interpreted as motion, will set its output low. What is or is not interpreted as motion is largely dependent on user settings and adjustments.

Device Initialization

The device requires nearly a minute to initialize. During this period, it can and often will output false detection signals. Circuit or controller logic needs to take this initialization period into consideration.

Device Area of Detection



The device will detect motion inside a 110 degree cone with a range of 3 to 7 meters.

PIR Range (Sensitivity) Adjustment

As mentioned, the adjustable range is from approximately 3 to 7 meters.

Time Delay Adjustment

The time delay adjustment determines how long the output of the PIR sensor module will remain high after detection motion. The range is from about 3 seconds to five minutes.

3 Seconds Off After Time Delay Completes - IMPORTANT

The output of this device will go LOW (or Off) for approximately 3 seconds AFTER the time delay completes. In other words, ALL motion detection is blocked during this three second period.

For Example:

- Imagine you're in the single trigger mode (see below) and your time delay is set 5 seconds.
 - The PIR will detect motion and set it high for 5 seconds.
 - After five seconds, the PIR will sets its output low for about 3 seconds.

- During the three seconds, the PIR will not detect motion.
- After three seconds, the PIR will detect motion again and detected motion will once again set the output high and the output will remain on as dictated by the Time Delay adjustment and trigger mode selection.

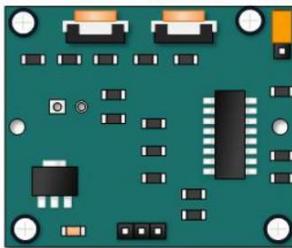
OVERRIDING THE TIME DELAY – If you're connecting your HC-SR501 to an Arduino, it is likely that you are going to take some sort of action when motion is detected. For example, you may wish to brighten lights when motion is detected and dim the lights when motion is no longer connected

Simply delay dimming within your sketch.

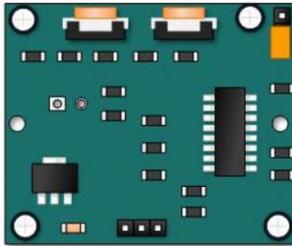
Trigger Mode Selection Jumper

The trigger mode selection jumper allows you to select between single and repeatable triggers. The affect of this jumper setting is to determine when the time delay begins.

- **SINGLE TRIGGER** – The time delay begins immediately when motion is first detected.
- **REPEATABLE TRIGGER** – Each detected motion resets the time delay. Thus the time delay begins with the last motion detected.



Single Trigger Mode – Time Delay is started immediately upon detecting motion. Continued detection is blocked



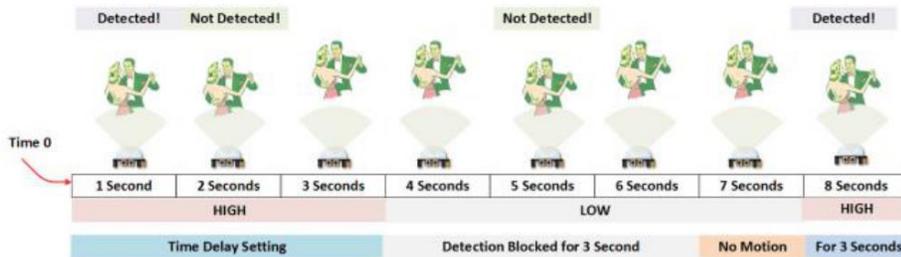
Repeatable Trigger Mode – Time Delay is re-started every time motion is detected.

HC-SR501 Dance Floor Application Examples

Imagine that you want to control lighting on a dance floor based upon where the dancers are dancing. Understanding how the time delay and trigger mode interact will be necessary to controlling that lighting in the manner that you want.

Example One

In this first example, the time delay is set to three seconds and the trigger mode is set to single. As you can see in the illustration below, the motion is not always detected. In fact, there is a period of about six seconds where motion can not be detected.



10.6 Código de programa Arduino

```
// * Incluimos las siguientes librerías

#include <Ethernet.h>

#include <SPI.h>

#include <UbidotsEthernet.h>

#define TOKEN "BBFF-23W045ofRDNTZ1GH90FtsEH8CwCKSq" //Token unico asignado por
Ubidots

#define DEVICE_LABEL "arduino-ethernet" //Nombre del dispositivo en Ubidots

//Declaración de variables

#define VARIABLE_LABEL_I "corriente"

#define VARIABLE_LABEL_P "potencia"

#define VARIABLE_LABEL_PIN2 "luz1"

#define VARIABLE_LABEL_PIN7 "inter1"

#define VARIABLE_LABEL_PIN8 "inter2"

int calibracion = 30;

int pirPin1 = 2; //pin digital conectado a la salida del módulo PIR 1

int lamp1 = 5; //pin digital que controla al rele de la lampara 1

int inter1=7;//pin digital que controla al rele del interruptor 1

int inter2=8;//pin digital que controla al rele del interruptor
```

```
/* Dirección MAC para el módulo ethernet */  
  
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };  
  
Ubidots client(TOKEN);  
  
void setup() {  
  
  Serial.begin(9600);//velocidad del puerto serial  
  
  analogReference(INTERNAL);  
  
  pinMode(inter1, OUTPUT);//define "inter1" como salida  
  pinMode(inter2, OUTPUT);//define "inter2" como salida  
  pinMode(pirPin1, INPUT); //define "pirPin1" como entrada  
  pinMode(lamp1, OUTPUT); //define "lamp1" como salida  
  digitalWrite(pirPin1, LOW); //referencia para iniciar el sensor  
  //tiempo de inicialización para el sensor  
  
  Serial.print("Calibrando sensor ");  
  for(int i = 0; i < calibracion; i++){  
  
    Serial.print(".");  
  
    delay(1000);  
  
  }  
  
  Serial.println("hecho.");  
  
  Serial.println("Sensor activo.");  
  
  delay(50);  
}
```

```
Serial.print(F("Inicializando conexión ethernet..."));

if (!Ethernet.begin(mac)) {

  Serial.println(F("ops hubo un problema"));

} else {

  Serial.println(Ethernet.localIP()); //Nos muestra la dirección ip local

}

// Esperamos un tiempo para el módulo arranque

delay(2000);

Serial.println(F("PLaca ethernet lista!!!"));

}

void loop() {

  Ethernet.maintain();

  inter(); //Llama a la función que activa los interruptores

  fotoR(); //Llama a la función que controla la iluminación

  get_corriente(); //Llama a la función que calcula la corriente
```

```
float Irms=get_corriente(); //Corriente eficaz (A)
```

```
float P=Irms*118.0; // P=IV (Watts)
```

```
Serial.print("I: ");
```

```
Serial.print(Irms,3);
```

```
Serial.print("A, P: ");
```

```
Serial.print(P,3);
```

```
Serial.println("W");
```

```
//delay(100);
```

```
//Enviar las variables a Ubidots
```

```
client.add(VARIABLE_LABEL_I, Irms);
```

```
client.add(VARIABLE_LABEL_P, P);
```

```
client.sendAll();
```

```
}
```

```
float get_corriente()
```

```
{
```

```
float voltajeSensor;
```

```
float corriente=0;
```

```
float Sumatoria=0;
```

```
long tiempo=millis();
```

```

int N=0;

while(millis()-tiempo<500)//Duración 0.5 segundos(Aprox. 30 ciclos de 60Hz)
{
    voltajeSensor = analogRead(A0) * (1 / 1023.0);////voltaje del sensor
    corriente=voltajeSensor*30.0; //corriente=VoltajeSensor*(30A/1V)
    Sumatoria=Sumatoria+sq(corriente);//Sumatoria de Cuadrados
    N=N+1;
    delay(1);
}

Sumatoria=Sumatoria*2;//Para compensar los cuadrados de los semiciclos negativos.
corriente=sqrt((Sumatoria)/N); //ecuación del RMS

return(corriente);

}

```

```

void inter(){

```

```

    int valor = client.getValue(DEVICE_LABEL, VARIABLE_LABEL_PIN7);// * Obtenemos el
    último valor de una variable */

```

```

    int valor1 = client.getValue(DEVICE_LABEL, VARIABLE_LABEL_PIN8);// * Obtenemos el
    último valor de una variable */

```

```
/* Mostramos el valor obtenido */  
  
//Serial.print("Inter1 recibido es: ");  
  
Serial.println(valor);  
  
//Serial.print("Inter2 recibido es: ");  
  
Serial.println(valor1);  
  
  
//Se evalua el valor enviado desde ubidots  
  
if(valor==1){  
  
    digitalWrite(inter1, HIGH);  
  
    //delay(2000);  
  
}  
  
if(valor==0){  
  
    digitalWrite(inter1, LOW);  
  
    }  
  
//delay(1000);  
  
  
if(valor1==1){  
  
    digitalWrite(inter2, HIGH);  
  
    //delay(2000);  
  
}
```

```
if(valor1==0){  
    digitalWrite(inter2, LOW);  
}
```

```
}
```

```
void fotoR(){
```

```
    int value= digitalRead(pirPin1);
```

```
    if (value == HIGH)
```

```
    {
```

```
        digitalWrite(lamp1, HIGH);
```

```
        delay(50);
```

```
    }
```

```
    else
```

```
    {
```

```
        digitalWrite(lamp1, LOW);
```

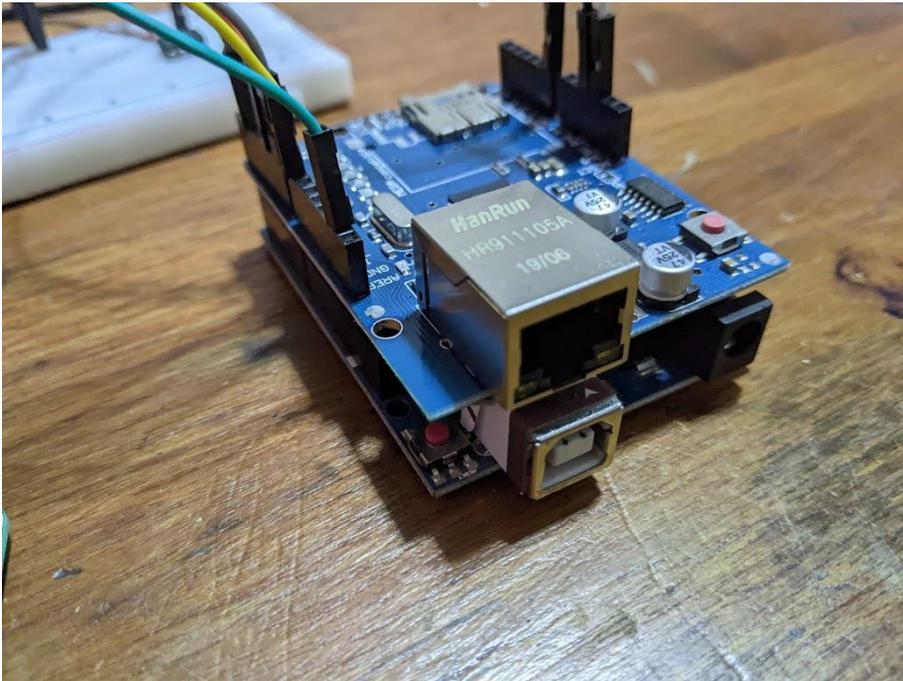
```
    }
```

```
int spir1 = digitalRead(lamp1);
```

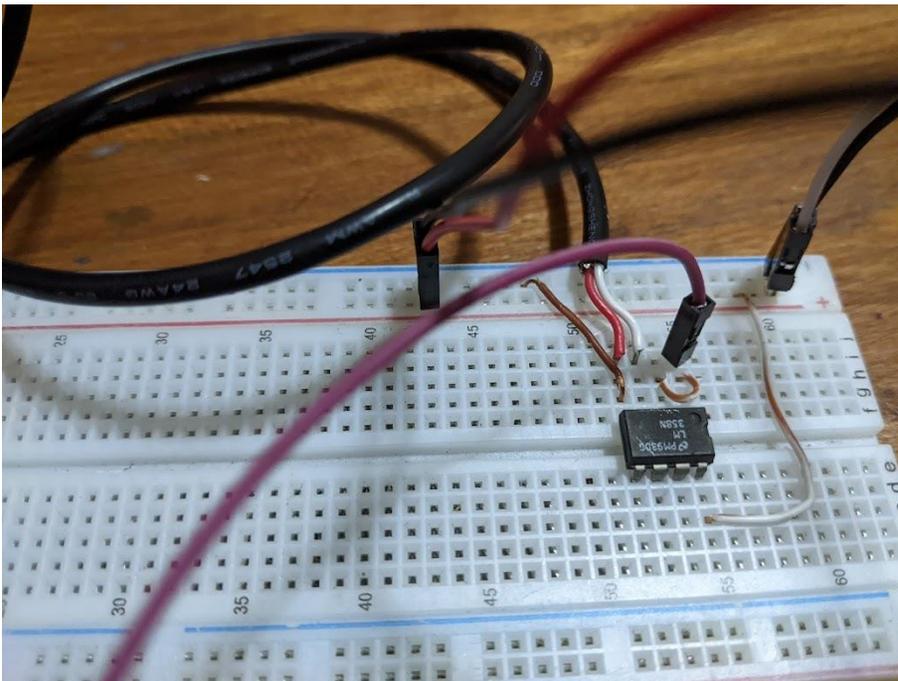
```
client.add(VARIABLE_LABEL_PIN2, spir1);
```

```
}
```

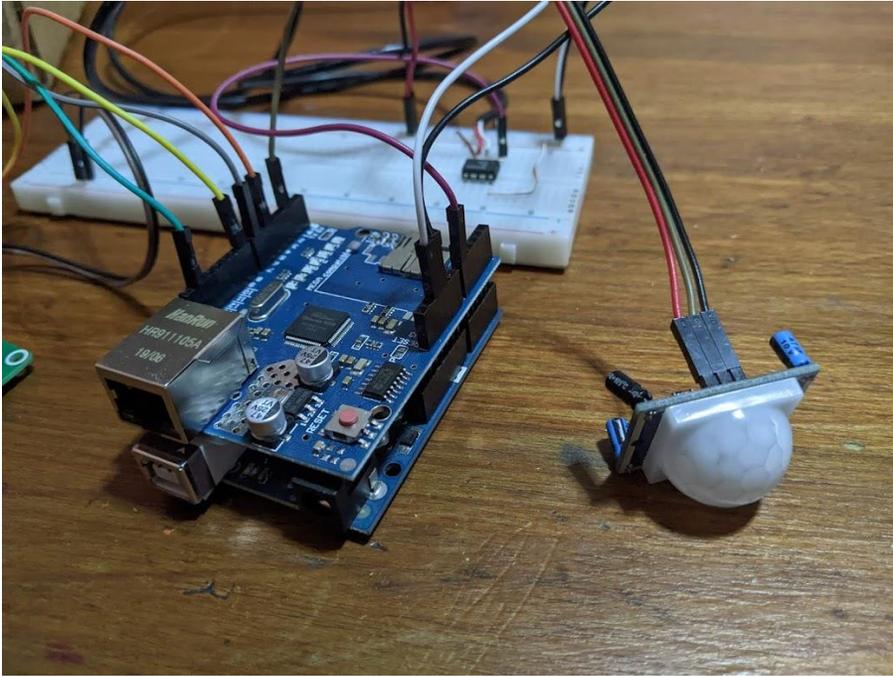
10.7 Fotografías del prototipo



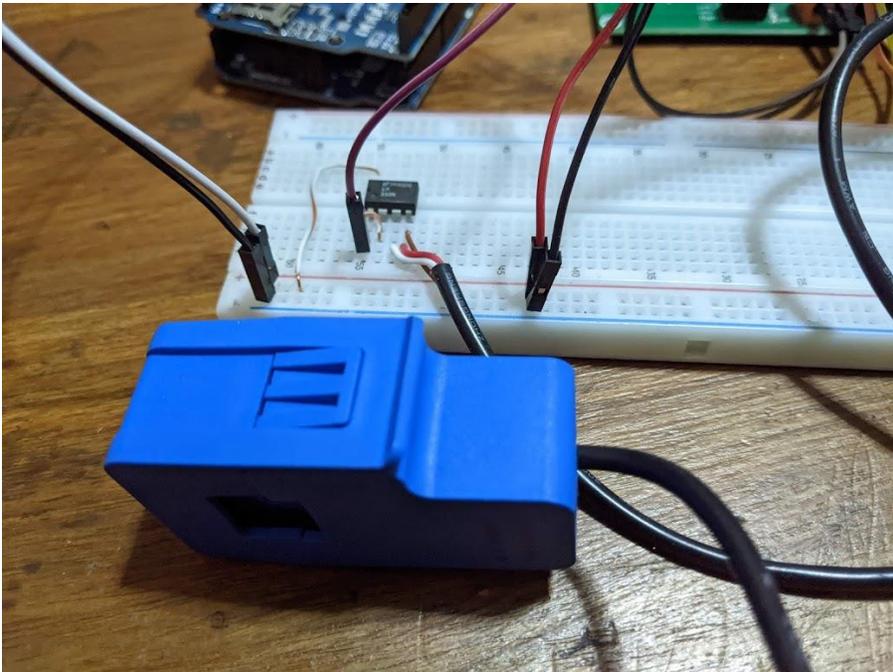
Arduino UNO y módulo Ethernet W5100



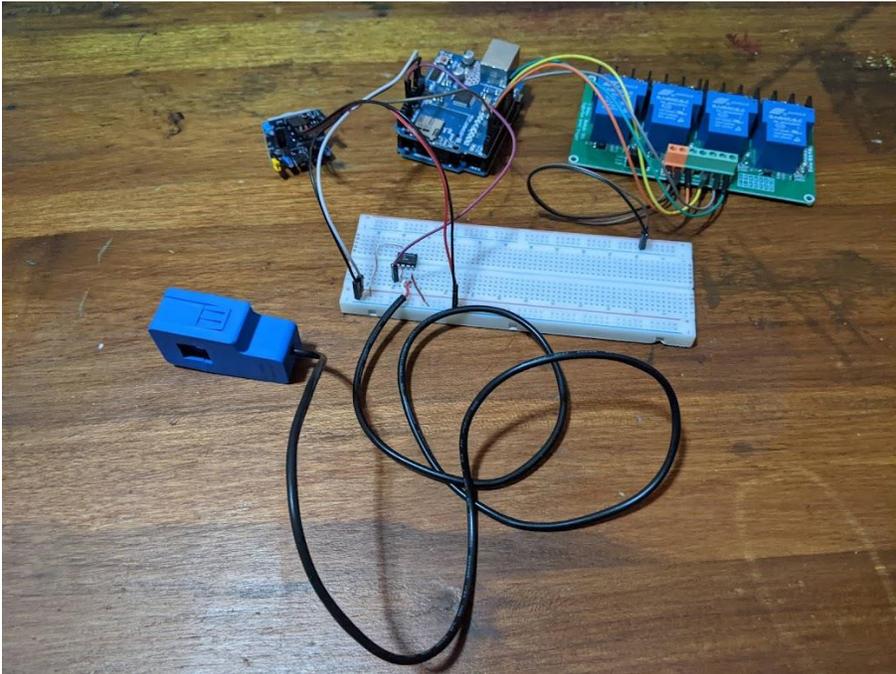
Amplificador Operacional LM358



Arduino y Sensor PIR HC-SR501



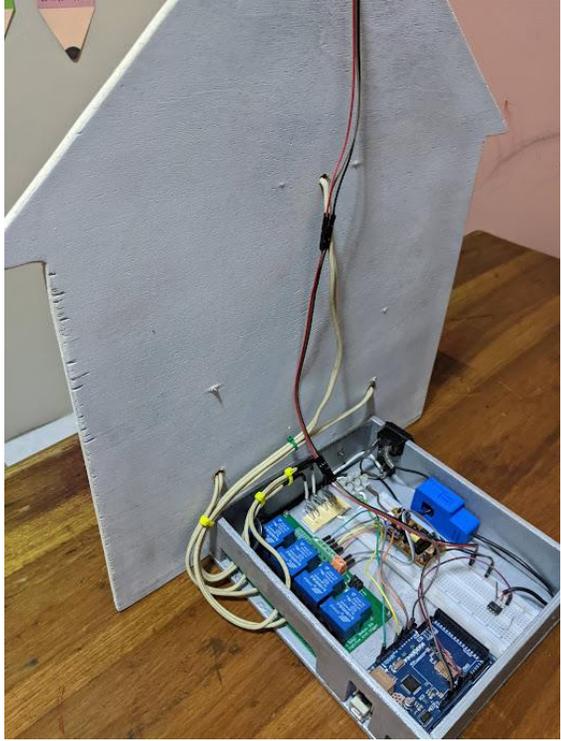
Sensor de corriente SCT-013 30



Montaje de prototipo



Carcasa de madera



Maqueta de prototipo