



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**TEMA  
“DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL  
DE LUMINARIAS Y AIRE ACONDICIONADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”**

**AUTOR  
GUERRA GUERRERO JOSE DAVID**

**DIRECTORA DEL TRABAJO  
ING. ELEC. GALLEGOS ZURITA DIANA ERCILIA, MG.**

**GUAYAQUIL, ABRIL 2021**



## ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

#### REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

#### FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL DE LUMINARIAS Y AIRE ACONDICIONADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	GUERRA GUERRERO JOSE DAVID		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	ING. PARRA LÓPEZ RODOLFO ANTONIO/ ING. GALLEGOS ZURITA DIANA ERCILIA		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>			
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	30 DE SEPTIEMBRE DEL 2021	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	73
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	XigmaNAS, respaldos, almacenamiento / XigmaNAS, backups, storage		

#### **Resumen**

El presente trabajo de titulación se basó en el desarrollo de una investigación aplicada, con la finalidad de encontrar una solución para el encendido y apagado de las luminarias y el aire acondicionado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil. Por lo general, los sistemas domóticos no son implementados por su alto costo y en esta investigación se realizó una simulación del circuito implementado en la sala de profesores donde se encontró que al sistema se puede agregar una placa wi-fi para convertirlo a un sistema informático con variables, resultados y una buena administración del consumo de energía. Se hizo el diseño y la simulación con la placa wi-fi, además agregamos un diseño de la red local que se utilizara, la interfaz y el servidor web donde se almacenaran toda la información. Dando como resultado una excelente administración y funcionamiento de nuestros dispositivos electrónicos, así ahorrando y optimizando el consumo de la electricidad.

**Abstract**

The present degree work was based on the development of an applied research, in order to find a solution for turning lights and air conditioning on and off at the Faculty of Industrial Engineering of the University of Guayaquil. In general, home automation systems are not implemented due to their high cost and in this investigation a simulation of the circuit implemented in the teachers classroom was carried out where it was found that a wi-fi board can be added to the system to convert it to a computer system with variables, results and good management of energy consumption. The design and simulation were done with the wi-fi board, we also added a design of the local network to be used, the interface and the web server where all the information would be stored. Resulting in an excellent administration and operation of our electronic devices, thus saving and optimizing the consumption of electricity.

ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0985024815 / 042210863	E-mail: <a href="mailto:glenm.garzons@ug.edu.ec">glenm.garzons@ug.edu.ec</a> / <a href="mailto:audysist@yahoo.com">audysist@yahoo.com</a>
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: <a href="mailto:direccionTi@ug.edu.ec">direccionTi@ug.edu.ec</a>	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE  
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y  
NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA  
CON FINES NO ACADÉMICOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---



**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON  
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **GUERRA GUERRERO JOSE DAVID**, con C.C. No. **0921951661**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL DE LUMINARIAS Y AIRE ACONDICIONADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "JDG", written over a light gray rectangular background.

**GUERRA GUERRERO JOSE DAVID**

**CC:0921951661**



## ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrada **ING. GALLEGOS ZURITA DIANA ERCILIA**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **GUERRA GUERRERO JOSE DAVID**, C.C.: 0921951661, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL DE LUMINARIAS Y AIRE ACONDICIONADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 4% de coincidencia.

Documento	Urkund final (1).docx (D112727781)
Presentado	2021-09-16 10:55 (-05:00)
Presentado por	DIANA GALLEGOS (diana.gallegosz@ug.edu.ec)
Recibido	diana.gallegosz.ug@analysis.arkund.com
Mensaje	Urkund Guerra Guerrero <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>

4% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.

Lista de fuentes

Bloques

Abrir sesión

+	Categoría	Enlace/nombre de archivo	
+		TESIS MARIA CHEME 14-08-2019 final URKUND.docx	
+		<a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39769/1/B-CISC-PTG-1626%20P%C3%...">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39769/1/B-CISC-PTG-1626%20P%C3%...</a>	
+		<a href="https://www.hogarsense.es/domotica/luces-domotica">https://www.hogarsense.es/domotica/luces-domotica</a>	✓
+		<a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48812/1/B-CINT-PTG-N.%20507%20G%...">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48812/1/B-CINT-PTG-N.%20507%20G%...</a>	✓
+		<a href="https://docplayer.es/90088421-Analisis-y-diseno-de-un-sistema-domotico-para-clima...">https://docplayer.es/90088421-Analisis-y-diseno-de-un-sistema-domotico-para-clima...</a>	✓
+	>	TESIS PEREZ TEXTO.docx	✓

<https://secure.arkund.com/view/107415796-486662-334266>



Firmado electrónicamente por:  
**DIANA ERCILIA  
GALLEGOS  
ZURITA**

**Ing. Diana Gallegos Zurita, Mg.**  
**TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**C.C. 1204926313**

**FECHA: 15 de septiembre del 2021**





## ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 15 de septiembre del 2021

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, Mg.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mi consideración:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “**DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL DE LUMINARIAS Y AIRE ACONDICIONADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**”, del estudiante **GUERRA GUERRERO JOSE DAVID**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**DIANA ERCILIA  
GALLEGOS  
ZURITA**

**Ing. Diana Gallegos Zurita, Mg.**

**TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**C.C. 1204926313**



**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 23 de septiembre 2021 .

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG

Director (a) de Carrera Ingeniería en Telemática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación "DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL DE LUMINARIAS Y AIRE ACONDICIONADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL " del (la) estudiante GUERRA GUERRERO JOSE DAVID. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 23 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sub-líneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



RODOLFO  
 ANTONIO PARRA  
 LOPEZ

Ing. Rodolfo Parra López, Mg.

Docente Revisor

C.C.: 0909770448

FECHA: 23 de septiembre 2021

## Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	¡Error! Marcador no definido.

### Capítulo I

#### El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento Del Problema	3
1.2	Delimitacion Del Problema	4
1.3	Formulacion Del Problema	5
1.4	Justificacion e Importancia	6
1.5.	Objetivos de la Investigación	7
1.5.1.	Objetivo General	7
1.5.2	Objetivos Especificos	7
1.6	Hipotesis Prospectiva	8
1.7	Variables e indicadores	8
1.7.1.	Variables	8
1.7.2	Conceptualización y operacionalización de las variables	8
1.7.3.	Indicador	9
1.8	Preguntas de investigación	10
1.9.	Alcance de proyecto	11

### Capítulo II

#### Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes De Estudio	12
2.2.	Fundamentación Teórica	14
2.2.1.	Diseño de sistema de control y automatización descentralizada	14
2.3	Definiciones Conceptuales	29
2.4	Fundamentación legal	30

### Capítulo III

#### Propuesta

N°	Descripción	Pág.
3.1	Metodología del proyecto	32
3.2	Descripción.	34



<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.3	Esquema general del proyecto	39
3.4	Recursos de construcción	40
3.5.	Procedimiento	42
3.6.	Diseño y construcción	45
3.7.	Prueba de funcionalidad	52
3.8.	Cálculos y resultados	55
3.9	Costo de elaboración	56
3.10.	Conclusiones.	56
3.11.	Recomendaciones	57
	Anexos	52
	Bibliografía	58

**Índice de tablas**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Conceptualización de variables	8
2	Indicadores.	10
3	Beneficios y costos del sistema domótico controlado por una red local	38
4	Resultados	55
5	Presupuesto	56

## Índice de figuras

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Ciclo de Aplicación de la metodología OMT	33
2	Esquema del circuito conectado a la placa Wi-fi-Wemos DIRI	39
3	Placa Wi.fi Esp8266	41
4	Diagrama de bloques del proceso del sistema domótico	43
5	Arduino UNO y la placa wifi Esp8266 realizadas en Proteus	46
6	Sensor de presencia agregado a nuestra simulación en Proteus	46
7	Infrarrojo y sensor de temperatura y humedad	47
8	Luminarias y aire acondicionado	48
9	Simulación del sistema domótico circuito completado en Proteus	48
10	Interfaz para poder controlar los sensores y el infrarrojo	49
11	Opción de agregar control del IoT en Proteus	49
12	Foto con la dirección web de local host puerto 80	50
13	Foto tomada en Cayanne Mydevices mostrando los paneles de control	51
14	Foto tomada en Cayanne Mydevices muestra la forma gráfica de la temperatura	51
15	Foto tomada en Cayanne Mydevices muestra la forma gráfica del infrarrojo y presencia	52
16.	Foto tomada en Cisco Packet Tracer donde se realiza Wlan	53
17	Foto tomada en Proteus dándole click al botón presencia y se enciende	54



**ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN (ESPAÑOL)**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



---

**DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL DE LUMINARIAS Y AIRE  
ACONDICIONADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**Autor:** Guerra Guerrero José David

**Tutor:** Ing. Gallegos Zurita Diana Ercilia, MG.

**Resumen**

El presente trabajo de titulación se basó en el desarrollo de una investigación aplicada, con la finalidad de encontrar una solución para el encendido y apagado de las luminarias y el aire acondicionado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil. Por lo general, los sistemas domóticos no son implementados por su alto costo y en esta investigación se realizó una simulación del circuito implementado en la sala de profesores donde se encontró que al sistema se puede agregar una placa wi-fi para convertirlo a un sistema informático con variables, resultados y una buena administración del consumo de energía. Se hizo el diseño y la simulación con la placa wi-fi, además agregamos un diseño de la red local que se utilizara, la interfaz y el servidor web donde se almacenaran toda la información. Dando como resultado una excelente administración y funcionamiento de nuestros dispositivos electrónicos, así ahorrando y optimizando el consumo de la electricidad.

**Palabras Claves:** XigmaNAS, respaldos, almacenamiento



**ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN (INGLÉS)**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



---

**DESIGN OF A HOME AUTOMATION SYSTEM FOR CONTROL OF LUMINAIRES  
AND AIR CONDITIONING OF THE FACULTY OF INDUSTRIAL ENGINEERING OF  
THE UNIVERSITY OF GUAYAQUIL**

**Author:** Guerra Guerrero José David

**Advisor:** Ing. Gallegos Zurita Diana Ercilia, MG

The present degree work was based on the development of an applied research, in order to find a solution for turning lights and air conditioning on and off at the Faculty of Industrial Engineering of the University of Guayaquil. In general, home automation systems are not implemented due to their high cost and in this investigation a simulation of the circuit implemented in the teachers classroom was carried out where it was found that a wi-fi board can be added to the system to convert it to a computer system with variables, results and good management of energy consumption. The design and simulation were done with the wi-fi board, we also added a design of the local network to be used, the interface and the web server where all the information would be stored. Resulting in an excellent administration and operation of our electronic devices, thus saving and optimizing the consumption of electricity.

**Keyboard:** XigmaNAS, backups, storage



## **Introducción**

El uso de sistemas inteligentes se ha popularizado en la actualidad, esto principalmente por las prestaciones que son posibles encontrar y obtener sobre estos, como, por ejemplo, la entrega de seguridad, servicios de gestión energética, bienestar y comunicación, por mencionar algunos. A su vez, estos sistemas han permitido a las personas disfrutar y vivir un estilo de vida cómodo, sin embargo, a pesar que este tipo de sistemas ya se encuentra en algunos domicilios e instituciones, la implementación de un sistema domótico aún demanda de una inversión significativa, por el precio elevado, lo que hace que estos recursos no sean aún frecuentes en la población promedio.

Como se mencionó previamente, estos sistemas tienen varias ventajas, algunos diseñados específicamente por ejemplo para optimizar y ahorrar servicios como el agua y la electricidad. Como apartado técnico, es posible determinar que, para el desarrollo de este sistema, se necesitan tanto de un hardware y software donde en las plataformas se desarrollan controles automatizados para poder manejar funciones específicas dentro del hogar. Dependiendo de sus necesidades del usuario, es posible desarrollar sistemas con funcionalidades y acciones específicas a cumplir, con lo que se asegura que el sistema inteligente por medio de codificación cumpla los requerimientos deseados, así como sea posible controlarlos de forma remota de acuerdo con el espacio en el que se instalen, como por ejemplo las áreas del aula de profesores de la Universidad.

Con base a lo previamente expuesto, el objeto del presente proyecto se centra en el diseño de un sistema automatizado para el control de luminarias y aire acondicionado para la carrera de telemática, en la facultad de Ingeniería Industrial, logrando por medio de una red local, una interfaz y un servidor web el poder manejar en este caso específico los dispositivos antes mencionados, con funcionalidades como apagar y encender los dispositivos electrónicos. A su vez, con el desarrollo de este sistema, además de tener

control sobre estos dispositivos, se espera poder generar un ahorro de tiempo y energía de estos. Por lo tanto, este sistema es el punto inicial para la carrera, en su camino para mejorar las condiciones para la facultad, hacia la disponibilidad de un mejor sistema de inteligente para el beneficio de los estudiantes.

## **Capítulo I**

### **El Problema**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

Actualmente el uso de sistemas inteligentes es limitado en instituciones educativas públicas como en domicilios, esto se debe a la falta de recursos económicos y tecnológicos. Sin embargo, de acuerdo con los avances logrados, el surgimiento de una categoría de productos y sistemas como la domótica ha tenido un impacto favorable, considerando que a través de estos es posible obtener beneficios como optimizar el uso de recursos como el agua y la energía, dado a que su uso irracional y no controlado es un problema general en la población a nivel mundial.

A su vez, este tipo de problemáticas incrementa en su impacto, si se considera que en diferentes entidades tanto educativas, industriales, comerciales y de servicios, la falta de compromiso al ahorro sobre estos servicios básicos incide a incrementar las consecuencias relacionadas a la no optimización de estos sistemas, como por ejemplo el agotamiento del recurso hídrico del cual proviene el 70% de energía de acuerdo con lo expuesto por (Naciones Unidas, 2016).

En contexto al presente proyecto, se identifica que en la carrera de Telemática de la Universidad de Guayaquil, no existe el control automatizado para una gestión eficiente del uso de la energía eléctrica en las aulas y sala de profesores con el uso de un sistema domótico que controle las luminarias y el sistema de aires acondicionados, lo que conduce a un alto consumo energético, debido a que es común que estos dispositivos electrónicos se mantengan encendidos aun cuando no se encuentren personas en el área.

Estos escenarios se repiten en varias aulas de la carrera, siendo una situación en la que es evidente la necesidad de mejora y optimización; a su vez, no existe una persona encargada de controlar el tiempo que se mantiene encendidas las luminarias y el sistema de aire acondicionado, debido a que se incurren a gastos adicionales que actualmente no son posibles administrarlos de parte de la institución.

En este caso es posible determinar que la problemática de estudio se centra en la falta de automatización de los sistemas iluminación y climatización en la carrera de Telemática; atribuido tanto a la carencia de asignación en personal para que maneje estos dispositivos electrónicos, así como por la falta de consciencia sobre la importancia de ahorrar energía. Por lo antes mencionado, el propósito de este estudio es diseñar un sistema de control y automatización inteligente para el encendido/apagado de las

luminarias y aire acondicionado, por medio de una red local que se diseñará acorde a las necesidades de la carrera.

#### Delimitación del problema

El presente proyecto requiere de un análisis previo al diseño del sistema inteligente en las aulas de la sala de profesores de la carrera de Telemática, siendo importante previamente conocer el costo tentativo para el desarrollo y la instalación del módulo para dar inicio con el proyecto, para esto, será necesario realizar una la identificación de los materiales a usar, encontrar materiales de calidad a costos accesibles para la universidad.

De igual manera, se requerirá del acceso a un ordenador a través del cual se manejarán los dispositivos electrónicos por medio de una red local, identificándose e sus características identificar la ubicación de este, dónde un personal administrativo de la facultad pueda controlar y organizar el sistema. La finalidad del proyecto es la de dotar de una alternativa que permita automatizar el uso de los dispositivos descritos previamente, moderar el consumo de electricidad en la carrera y con eso aprovechar de mejor forma la vida útil al aire acondicionado y a las luminarias.

### 1.2. Formulación del problema

El problema de los sistemas domóticas está relacionado principalmente con el alto costo de su instalación, por ello, inicialmente se incurrirá en el diseño del módulo para la sala de profesores de la carrera de Telemática, determinándose para esto los costos de este, para posteriormente determinar la forma en la que este permitirá automatizar el uso de la luminarias y aire acondicionado, identificándose previamente el uso de la plataforma Arduino, haciendo fácil y flexible su materialización. Sobre lo previamente expuesto, el problema se lo plantea de la siguiente manera:

¿Cómo automatizar el encendido y apagado del sistema de aire acondicionado y luminarias de la sala de profesores a través del diseño de un sistema de domótica?

Se procederá a diseñar un sistema de domótica en la sala de los profesores, teniendo presente el posible el presupuesto para materializar el sistema con todas sus prestaciones a un precio moderado. Por ello, se diseñará inicialmente este sistema para la sala de profesores, posteriormente de instalado y de comprobarse el éxito del módulo, se procederá a diseñar el sistema para las aulas de toda la carrera. Con base a esto, otra interrogante que surge es:

Se requiere diseñar un sistema por medio de una red local donde sea posible el control de las luminarias y el aire acondicionado de la sala de profesores. El diseño del hardware

de este proyecto se basará en una plataforma Arduino que tenga conexión a la red local, y de acuerdo con las conexiones en relación a las luminarias y el aire acondicionado, efectuar el control por medio de un infrarrojo conectado al Arduino.

Por ello, se reitera que lo que se busca con este proyecto es encaminar el sistema inteligente en la carrera de Telemática de la Universidad de Guayaquil, mediante la cual se automatice los sistemas de iluminación y climatización y se contribuya con el ahorro de energía de la facultad, así como dar solución al problema relacionado con el dejar encendido la luz o el aire acondicionado sin ningún personal presente que pueda controlarlos (apagarlos).

### **1.3. Justificación e importancia**

El diseño de un sistema domótico, que permita el control descentralizado por medio de una red local, tiene como propósito fundamental el control y optimización del uso de la electricidad, particularmente de los sistemas de encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado en la Carrera de Telemática. De igual manera, se destaca que la implementación de este sistema se buscará contribuir de forma indirecta con el ahorro energético de la facultad, para lo cual se trabajará con la plataforma Arduino para apilar la codificación y que realice las acciones respectivas. Otro aspecto relevante del presente proyecto, se centra en proporcionar un sistema que le permita a la carrera, facultad y universidad, destacar por el desarrollo de iniciativas de esta magnitud.

Con base a lo expuesto por el sitio web de especialidad ecológica Ecoesmás (2021):

La domótica es el conjunto de tecnologías que permiten una gestión más eficiente de la energía necesaria en cualquier hogar; es decir, que consigue que nuestra vivienda haga un consumo óptimo de la climatización, la luz o el gas y, por tanto, sea posible reducir el coste de las facturas mensuales (p. 1).

La domótica proporciona importantes ventajas, entre las que destaca la facilidad de controlar desde una red o dispositivos los sistemas de encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado, para asegurar que su uso se realice de forma automatizada y únicamente en el momento en que sea necesario. Por ello, este tipo de sistemas implantados en la carrera de Telemática, evitará que las iluminarias o aire acondicionado en la sala de profesores se mantengan encendidas aun cuando no se encuentre ninguna persona en el área.

Otro de los aspectos por los cuales se justifica el diseño de este sistema domótico, radica en la importancia de poder visualizar y controlar el tiempo en que se encuentran



encendidos los dispositivos, identificar diferencia en el gasto de electricidad en la sala de profesores de la carrera. El tiempo que se mantienen encendido sin estudiantes ni profesores en el aula, para al final del mes tener un reporte del consumo de electricidad, determinando si existe un aumento significativo del valor económico.

Otro aspecto que se logrará con este sistema está relacionado con los profesores y los estudiantes, puesto que con la información que se proporcione a través de la presente investigación, se posibilita ir avanzando con el desarrollo de este y otros proyectos que faciliten estos tipos de acciones en el entorno de la universidad y por qué no, en todo el Ecuador.

#### **1.4. Objetivos de la investigación**

##### **1.4.1. Objetivo General.**

Mejorar la gestión y control del encendido y apagado de las luminarias y aire acondicionado, por medio del diseño de un sistema de control y automatización descentralizado con Arduino y servidor web local, para las aulas de la carrera Telemática.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Simular la unidad de control domótico instalado en la sala de profesores de la carrera de Telemática agregando la placa wifi.
- Diseñar la arquitectura del sistema de control y automatización descentralizado, para las aulas de la carrera de Telemática.
- Diseñar el sistema de comunicación entre el servidor, interfaz al sistema domótico utilizando una red local.
- 

#### **1.5. Hipótesis prospectiva**

Si se diseña un sistema de control y automatización descentralizado, por ende, mejorará la gestión y control del encendido y apagado de las luminarias y aire acondicionado en la carrera de Telemática.

#### **1.6. Variables e indicadores**

##### **1.6.1. Variables**

**Variable independiente:** Diseño de un sistema de control y automatización descentralizado.

**Causa:** Desarrollar un sistema de control que controle y automatice el encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado por medio de una red local.

**Variable dependiente:** Gestión y control del encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado.

**Causa:** Con la automatización del sistema se podrá gestionar y controlar el encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado en la carrera de Telemática, controlado por medio de una red local.

### 1.6.2. Conceptualización y operacionalización de las variables

**Tabla 1.**

Conceptualización de variables

<b>Variable</b>	Diseño de un sistema de control y automatización descentralizado.	Gestión y control del encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado.
<b>Definiciones conceptuales</b>	Con la incorporación de la domótica, el control de la iluminación se puede realizar fácilmente de forma centralizada, lo que simplifica la tarea.	La gestión y control del encendido y apagado automático de la iluminación permite encender las luminarias al detectar el movimiento de una persona y apagarla después de un tiempo establecido con la desaparición del movimiento. Además, La gestión y control automatizado de los sistemas de acondicionamiento de aire a través de dispositivos domóticos, asegura la

		eficiencia energética de manera constante.
<b>Definiciones operacionales</b>	- Elementos de diseño de un proyecto de domótica.	- Beneficios de la automatización.
	- Domótica en iluminación	- Pasos para la automatización.
	- Domótica en sistemas de acondicionamiento de aire.	

*Elaboración: El autor*

Indicador

Indicador: Características técnicas de un sistema de control y automatización descentralizado.

Indicador: Características técnicas de la gestión y control del encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado.

**Tabla 2.**

Indicadores

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>
Diseño de un sistema de control y automatización descentralizado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de elementos utilizados.</li> <li>- Precio de dispositivos y sensores.</li> <li>- Calidad de dispositivos y sensores.</li> <li>- Tipo de sistemas de climatización.</li> <li>- Cantidad de dispositivos de iluminación.</li> </ul>
Gestión y control del encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas automatizados de encendido y apagado de luminarias.</li> <li>- Sistemas automatizados de encendido y apagado de aire acondicionado.</li> <li>- Cantidad de dispositivos automatizados.</li> </ul>

*Elaboración: El autor*

### **1.7. Preguntas de investigación**

Debido a la necesidad de automatizar el manejo de las luminarias y aire acondicionado en la carrera de telemática, con un sistema inteligente de un costo moderado para poder proceder al uso en la entidad, por lo que para el desarrollo de esta investigación se desea contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se controla actualmente el encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado en la Carrera de Telemática?
- ¿Qué tipo de red local será adecuada para la comunicación y operación del sistema domótico de manera remota?
- ¿Qué tipo de servidor web local será adecuado para el almacenamiento de variables y el control de encendido/apagado las luminarias y aire acondicionado?

### **1.8. Alcance de proyecto**

El alcance del presente proyecto se centra en el diseño de un sistema de domótica que se controle por medio de una red local, con el cual se pretende contribuir con la automatización de los sistemas de encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado por medio de una red local en la Carrera de Telemática. En este caso, el proyecto únicamente abarcará el diseño del sistema por lo tanto queda fuera del alcance del autor su posterior implementación.

El sistema inteligente que se desea diseñar para la carrera de Telemática en la sala de profesores es el comienzo de un proyecto eficiente con aspiraciones que sea tomado como modelo referente para toda la facultad, la universidad y otras instituciones del país. Dado a que el proyecto empezará por las salas de profesores como Test run, será posible obtener información relevante que servirá como antecedente referencial para su posible incorporación en otras áreas de la facultad y la universidad en general.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Antecedentes de Estudio**

A pesar de los avances tecnológicos que se han generado a nivel mundial respecto a la implementación de la domótica y el Internet de las Cosas (IoT), la aplicación de esta tecnología en el Ecuador aún se encuentra en una etapa de introducción. En este sentido, pese a las diversas ventajas que ofrece su uso tanto en hogares, como en otro tipo de instituciones como centros de salud, instituciones educativas, entre otros; existe un bajo despliegue de sistemas inteligentes en universidades para proporcionar una mayor comodidad a estudiantes y personal. Por lo tanto, en el siguiente apartado se analiza diferentes estudios referenciales que abordan esta temática y su aplicación en diferentes ciudades del país.

Uno de los trabajos referenciados es el de García y López (2019), titulado: “Diseño e implementación de un sistema domótico ininterrumpido con iluminación, sistemas de vigilancia y automatización, sistemas de vigilancia y automatización de portones de ingreso utilizando control pid y labview”. En este trabajo los autores analizaron los diferentes dispositivos y sistemas disponibles para el desarrollo de un sistema de domótica y la aplicación correspondiente para la gestión los sistemas de iluminación y seguridad.

El objetivo principal de los autores fue proporcionar una alternativa de solución a los problemas que se presentan en los sistemas de iluminación y control de portón de ingreso en una ciudadela cerrada de la ciudad de Guayaquil. Además, consideraron importante automatizar dichas tareas a fin de que las familias que residen en la urbanización cuenten con energía ininterrumpida.

Es importante señalar que el proyecto realizado por García y López (2019), tuvo un enfoque práctico, por lo cual llevaron a cabo un estudio de campo para el levantamiento de la información respecto a las condiciones del sitio a intervenir. Así como también, en el desarrollo de su propuesta ejecutaron una serie de pasos que incluyeron la planeación, la implementación, la ejecución de pruebas y la entrega del sistema.

Por otra parte, se tomó como referencia el trabajo realizado por Pérez (2019), “Diseño e implementación de un sistema domótico para la automatización de los servicios, confort y seguridad en los laboratorios de la carrera de ingeniería en sistemas con el protocolo



X10 usando Arduino”. El objetivo central de esta tesis fue el de analizar las diversas tecnologías disponibles en el marco de la automatización de los espacios.

La problemática expuesta en el estudio realizado por Pérez (2019), abordó la falta de aprovechamiento de los sistemas de domótica para la automatización del laboratorio. En este caso, para recabar información respecto a la necesidad existente, el autor realizó un estudio de campo mediante la aplicación de encuestas y entrevistas a través de las cuales logró corroborar la existencia del problema y obtener los lineamientos necesarios para el diseño del sistema domótico, el cual desarrolló mediante la aplicación de protocolos x10 y se direccionó en incorporar funcionalidades que permitieran el control total del laboratorio a través de la aplicación y a su vez permitiera programar el desempeño autónomo de acuerdo con los requerimientos del usuario.

Finalmente, se consideró como referencia el trabajo realizado por Gallardo y Villacís (2017), titulado: “Diseño e implementación de un sistema de entrenamiento en domótica para los laboratorios de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE”. El propósito de este proyecto fue el de analizar la tecnología domótica, así como también promover el desarrollo de competencias de los alumnos de la carrera de electrónica.

## **2.2 Fundamentación Teórica**

### **2.2.1 Diseño de sistemas de control y automatización descentralizada**

En el diseño de sistemas de control y automatización descentralizada, la tecnología basada en el Internet de las Cosas (IoT) y la domótica cumplen un rol fundamental, puesto que los elementos y herramientas que incluyen hacen posible la gestión de dispositivos desde un sistema de redes que se conectan a través de sensores para permitir la interacción entre las personas y los dispositivos. Particularmente en relación a la domótica, según lo establecido por Muñoz (2017):

La domótica es una disciplina técnica que tiene una faceta muy social. La domótica consiste en introducir tecnología en los hogares para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la misma y con lo que se podrá ampliar las posibilidades de comunicación, con lo que automatizará procesos domésticos e intercomunicando tanto estos procesos como los residentes del hogar entre sí y con el exterior (p. 406).

En términos generales, la domótica consiste en la incorporación de tecnología inteligente para la automatización de los espacios, direccionando su aplicación principalmente hacia el hogar, puesto que su función radica en la mejora de la calidad de

vida de los individuos al reemplazar algunos de los movimientos y tareas que tradicionalmente se realizan de forma manual. El sistema de hogar inteligente toma el control de todos los equipos del hogar y con las funciones que ofrece el panel de control, el usuario podrá realizar el encendido, apagado de dispositivos entre otras funciones adicionales.

El desarrollo de los sistemas de domótica inició con la invención del termostato y con el pasar de los años ha ido evolucionando y perfeccionándose hasta convertirse en uno de los mercados tecnológicos de mayor demanda en la actualidad con alto potencial de crecimiento. Las diversas aplicaciones de la domótica permiten la automatización integral de los espacios, lo que facilitará el control remoto de electrodomésticos, sistemas de climatización, sistemas de iluminación, centros de entretenimiento, sistemas de sonido, sistemas de seguridad y circuito cerrado, entre otros (Ruiz, 2020).

Los principales beneficios de la implementación de un sistema de domótica se asocian con la conveniencia en términos de ahorro y eficiencia que ofrece la automatización de los espacios, puesto que la optimización en el uso de los dispositivos (encendido y apagado) le permitirá al usuario reducir el consumo energético, considerando que los equipos funcionarán de acuerdo con el tiempo establecido y según los requerimientos predeterminados en los ajustes del panel de control. Por ejemplo, el usuario podrá verificar si las luces están apagadas y las puertas están cerradas con una aplicación móvil que brinda información detallada sobre su hogar.

Otra de las ventajas de su aplicación está relacionada con la facilidad de interactuar con los dispositivos del hogar ya que los sistemas de domótica permiten al usuario monitorear lo que está sucediendo en el hogar de forma remota. En este caso, las aplicaciones incorporadas en el panel de control le permiten al usuario programar el sistema para recibir notificaciones en caso de detectarse algún problema potencial o recibir información respecto a determinadas situaciones, tales como la recepción de una llamada telefónica, o la llegada de algún visitante, entre otras funcionalidades (Gallardo, 2019).

Además, considerando que los sistemas de domótica están diseñados para brindar comodidad y conveniencia al usuario, generalmente se desarrollan con una interfaz sencilla para facilitar su uso y el control remoto a través de aplicaciones que el usuario podrá instalar en cualquier dispositivo inteligente con acceso a Internet (Smartphone, tablets) o controlar desde el mando principal. Usualmente, este tipo de sistemas incluyen

una amplia variedad de elementos y sensores; además, permite que los usuarios puedan establecer sus propios parámetros, establecer diferentes horarios de trabajo.

### **Fases de diseño e instalación de un proyecto de domótica.**

De acuerdo con lo establecido por Cerdá y Gas (2020):

Una instalación de domótica pasa por diferentes fases desde que se realiza una definición de las necesidades hasta que se entrega al cliente. También es importante conocer cuáles son los elementos y métodos de instalación que son prácticamente los mismos que los relacionados con las instalaciones eléctricas de interior (p. 32).

Referenciando lo manifestado por Cerdá y Gas (2020), el desarrollo y puesta en marcha de un proyecto orientado a la implementación de un sistema de domótica en espacios seleccionados consta de seis fases que incluyen: la definición del alcance, la planificación del proyecto, la instalación o ejecución, la fase de ajustes y programación, la fase de pruebas y finalmente la entrega del proyecto culminado, según se describe a continuación:

1. Fase de definición: En la primera fase se establece el alcance del proyecto de domótica. Se determina los elementos que se requerirán para cada uno de los espacios que se pretende automatizar acorde a las funcionalidades requeridas (confort, seguridad, entre otras). Es importante tomar en consideración las necesidades y requerimientos actuales del usuario sin dejar de lado las posibles ampliaciones a largo plazo.
2. Fase de planificación: Con base a los lineamientos establecidos en la fase de definición, se realiza la planificación del proyecto en la cual se determina la distribución con base a las cuales se incorporarán los dispositivos y sensores de acuerdo, generalmente se utilizan los planos del área para establecer una ubicación adecuada que no afecte las condiciones del diseño interior. Además, durante esta fase se establece la lista de materiales y elementos que se utilizarán, así como el respectivo presupuesto para la fase de instalación.
3. Fase de instalación: En la tercera fase se realiza la instalación del sistema de domótica en el espacio seleccionado. Es importante que se realicen marcados sobre los tabiques del área a fin de establecer la dirección de las canalizaciones, así como también la localización de las cajas de mecanismos y otros elementos. Posteriormente se llevan a cabo los trabajos de instalación de cableado, conexiones y acabados en la infraestructura (Mora, 2018).

4. Fase de ajuste y programación: Durante la cuarta fase se lleva a cabo los trabajos de programación y ajuste de los dispositivos para garantizar su adecuado funcionamiento, así como también para establecer los parámetros predefinidos requeridos por el cliente.
5. Fase de pruebas: Habiendo culminado la instalación, ajuste y programación, se procede a ejecutar las pruebas de comprobación mediante las cuales el instalador verificará que el sistema se encuentra en óptimo funcionamiento y responde adecuadamente a las especificaciones establecidas.
6. Fase de culminación: Finalmente, en la fase de culminación se realiza la entrega del sistema de domótica y los controladores al cliente, así como también se deberá realizar la planificación para llevar a cabo las tareas de mantenimiento a largo plazo.

### **Elementos utilizados en el diseño de un proyecto de domótica.**

Según Cerdá y Gas (2020), “La instalación domótica es similar a la instalación eléctrica, empleando las mismas técnicas de montaje, materiales, herramientas, etcétera” (p. 32).

Al momento de realizar la instalación de un sistema de domótica, es necesario tomar en consideración que las instalaciones eléctricas y pueden provocar interferencias en los sistemas tecnológicos que involucran la transferencia de datos. Consecuentemente, las instalaciones de ambos sistemas deben realizarse de manera independiente. En este caso, referenciando a Cerdá y Gas (2020), entre los elementos de instalación se incluyen: armarios y cuadros, cajas de registros y derivaciones, y canalizaciones; según se detalla a continuación:

- Armarios y cuadros: Las instalaciones de sistemas domóticos de alto alcance requieren de un cuadro de mando que concentre la localización de los dispositivos de control, entre los cuales se incluyen: las fuentes de alimentación, módulos input y output, autómatas, entre otros.
- Cajas de registro y derivaciones: Las cajas de registro permitirán la incorporación del cableado, consecuentemente deben implementarse ya sea que usen en tiempo presente o se considere su uso para ampliaciones a futuro. Para este efecto, se lleva a cabo una preinstalación de canalizaciones y cajas de registro. Sin embargo, es posible utilizar cajas con compartimientos divididos

para la instalación de cableado eléctrico y el cableado necesario para el sistema de domótica.

- **Canalizaciones:** Es necesario utilizar canalizaciones especialmente direccionadas para el sistema de domótica, puesto que utilizar las canalizaciones del sistema eléctrico podría ocasionar interferencias que afecten el funcionamiento de los dispositivos.

Para el proceso de implementación del sistema de domótica el instalador puede aplicar diversas técnicas de ejecución entre las cuales se mencionan: el montaje en carril DIN, el montaje empotrado, el montaje superficial o el montaje en falso techo (Jiménez, 2018).

### **Gestión y control del encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado.**

Para que funcione un sistema de automatización a nivel de iluminarias o de aire acondicionado, es necesario que haya una red para la comunicación entre todos los dispositivos y una aplicación de gestión centralizada, o controlador (Guerrero, 2018). Los controladores de red suelen demandar determinados requisitos, como, por ejemplo:

- Deben mantenerse encendidos.
- Tener una conexión a internet o una vía de comunicación alternativa para que sea posible el control de los dispositivos que se emparejen con el mismo.
- Ser revisados constantemente para valorar el funcionamiento de este.

Teniendo en consideración que la automatización de diversos espacios permite otorgar a las personas la capacidad de poder activar y controlar dispositivos de diversas características y sobre todo de forma remota, así como programar cosas como la hora para que algo se encienda o apague, es fundamental que se tengan en consideración la conexión a internet, así como debe existir una matriz o controlador sobre el cual debe apoyarse los contactores.

En el pasado, la automatización de algunos dispositivos solía estar restringida a cosas como el temporizador de las bombas de agua, el sistema de riego del jardín y el termostato de electrodomésticos como el refrigerador, por mencionar algunos ejemplos. Sin embargo, aunque estos dispositivos son programables, ninguno de ellos podía operarse de forma remota, aspecto que se ha logrado mejorar con el desarrollo de la tecnología, y particularmente con el surgir de nuevos sistemas y dispositivos dentro del campo de la domótica, lo que ha permitido que su aplicación, más allá de un factor de la mera



innovación, la contribución en esta área ha significado un mejor aprovechamiento de los recursos como la energía, el agua, por mencionar algunos.

En relación con lo antes expuesto, es un hecho que ha cambiado gracias a la expansión del internet, tabletas, teléfonos inteligentes y una gran variedad de dispositivos habilitados desde una conexión previa wifi o de red por cable. Con una casa, salones educativos, habitaciones, locales comerciales, con características inteligente, ni siquiera se necesita estar en presente para controlar los componentes de cada uno de los dispositivos, ya que es hacerlo a través de una conexión a Internet desde cualquier lugar (Marqués, 2018 ).

Tomando en consideración el trabajo de referencia de Jaimes y Álvarez (2017), los sistemas automatizados requieren de una previa arquitectura para que la instalación en este caso del sistema domótica funcione de acuerdo con lo esperado, se exponen los componentes a continuación según la funcionalidad de cada uno:

**Sensores:** Receptan toda la información del ambiente o escenario interno o externo del lugar en el que se aplicará el sistema. Por ello, es fundamental que se seleccione el emplazamiento de la información que los receptores obtengan.

Cabe acotar que los receptores varían entre:

- Sensores de temperatura.”
- “Sensores de humedad.”
- “Sensores de ópticos.”
- “Sensores de nivel.”
- “Sensores de temperatura, entre otros.”

**Actuadores:** Son los que gestionan el control de los elementos para el sistema.

**Controladores:** Son los encargados de receptar la información de todos los dispositivos, funcionan como sensores que procesan dichos datos para efectuar el control de los dispositivos actuadores. Además, estos controladores permiten determinar el estado y funcionamiento general del sistema.

**Interfaces:** Hacen posible la comunicación que se generará entre el sistema domótico y el o los usuarios.

Dispositivos particulares para el sistema: Son aquellos recursos elementales que contribuirán en el funcionamiento del sistema.

**Sistemas automatizados de encendido y apagado de luminarias.**

Se procede a continuación a tomar como referencia lo expuesto por Mora (2018):

Para realizar el control sobre un grupo de iluminación, basta con disponer de actuadores basados en relés o contactores que actúen sobre los circuitos de fuerza concretos, efectuado un control todo/nada, es decir, un control únicamente con las opciones de encendido y apagado (S/P).

Es importante considerar previo al desarrollo del sistema automatizado de luminarias, evaluar todas las necesidades que se suscitan en el lugar preciso para las que se diseñará el sistema, con esto, consecuentemente se logrará tener un plano de circuito, que posteriormente servirá de referencia para el diseño general de todo el sistema automatizado.

- Particularmente, para el diseño automatizado de encendido y apagado de luminarias, la arquitectura demanda de:
- El coordinador.
- Cable de red.
- El Modem (con servicio a internet habilitado).
- El dispositivo final receptor, en este caso, el aire acondicionado.
- La plataforma de desarrollo o placa electrónica de hardware.

**Domótica en iluminación.**

De acuerdo con lo manifestado por Barreto (2021):

La tecnología en control de iluminación continúa evolucionando a medida que aparecen más innovaciones en las infraestructuras alámbrica e inalámbrica. Se estima que una instalación de iluminación domótica puede ahorrar hasta un 25-30% del consumo energético mensual. Por ello, la automatización y monitoreo de los diferentes elementos de iluminación en la vivienda, se ha vuelto una tendencia (p. 1).

La automatización de los sistemas de iluminación a través de la incorporación de la domótica permite transformar de forma significativa los espacios, puesto que no solo mejora la funcionalidad de los procesos básicos de control de luminarias, sino que además agrega nuevas funciones con las cuales es posible hacer más acogedor los ambientes, ya sea mediante el control de las tonalidades de la luz o la intensidad acorde a las necesidades del usuario. Entre las principales funcionalidades se incluye:

- Encendido y apagado de luminarias manual y/o automático: Cuando hay múltiples entradas a una habitación y/o múltiples fuentes de luz conmutables, la instalación tradicional se vuelve muy complicada. Con la incorporación de la domótica, el control de la iluminación se puede realizar fácilmente de forma centralizada, lo que simplifica la tarea. El encendido y apagado automático de la iluminación permite encender las luminarias al detectar el movimiento de una persona y apagarla después de un tiempo establecido con la desaparición del movimiento (Ecoluz Led, 2019).
- Atenuación de la iluminación: En algunos espacios puede ser necesaria la atenuación de las luminarias, para evitar que la luz cegüe a las personas. La domótica permite la atenuación de un punto de iluminación determinado se puede realizar desde muchos lugares distribuidos libremente.
- Creación de escenas de luz: Las escenas de luz son el cambio de un toque del estado de múltiples puntos de luz (y otros dispositivos como persianas enrollables) para cambiar rápidamente el estado de ánimo o la función de una habitación. Esta función le permite administrar de manera efectiva (sin instalar una batería de interruptores) la iluminación de una habitación con múltiples puntos y consiste en asignar a un evento específico la combinación óptima de puntos de iluminación para una situación determinada (Ecoluz Led, 2019).
- Apagado central: Esta función permite apagar las luces de todo el espacio con un solo botón al salir de habitación, esta opción utiliza la capacidad de controlar varios circuitos simultáneamente. Opcionalmente, la función de apagado central se puede combinar directamente con un sistema de bloqueo.
- Mantener la intensidad de la iluminación: Esta función permite mantener la intensidad luminosa constante requerida ajustando el brillo de la iluminación artificial en función de la intensidad de la luz solar. Esta función, junto con el uso de detectores de presencia (apagar la luz cuando no hay personas en la habitación), permite un importante ahorro en los costes de electricidad (Ecoluz Led, 2019).
- Control remoto de la iluminación: El control remoto de la iluminación de los espacios se realiza a través de un teléfono inteligente y tableta iPhone, iPad o cualquier dispositivo inteligente, así como a través de cualquier computadora a través de Internet.

Según lo establecido por la empresa especializada Casa Domótica (2019), “Los dispositivos para controlar el sistema son variados. Puede ser un interruptor, un multipulsador, un mando a distancia y, por supuesto, un móvil o una Tablet” (p. 3).

El control inteligente de la iluminación en los espacios ofrece una gama de opciones, desde un simple encendido/apagado, pasando por escenas de luz, hasta una amplia gama de opciones de control automático de la iluminación de acuerdo con las funciones programadas. Control de iluminación también se puede combinar libremente con el control de otros dispositivos conectados a la red domótica.

Esto se debe a que cada circuito de iluminación se puede controlar desde cualquier número de sensores (botones, paneles táctiles, controles remotos, sensores de presencia y movimiento, relojes, entradas binarias, entre otros dispositivos de control). La ventaja de la iluminación inteligente está asociada con el diseño moderno y la funcionalidad de los accesorios que incorpora, gracias a los cuales es posible; por ejemplo: con la domótica es posible colocar de forma segura el interruptor de luz sobre el vidrio (ducha de vidrio, pared de vidrio, entre otros) y en otros lugares.

La tecnología LED ha ganado mayor relevancia en la implementación de los sistemas de iluminación inteligente debido a los beneficios y las posibilidades que ofrece de controlar las características de esta iluminación, yendo mucho más allá del simple encendido/apagado. Para controlar la iluminación LED en un espacio automatizado, se utilizan controladores KNX o controladores SmartLED, en cooperación con sensores de movimiento.

### **Sistemas automatizados de encendido y apagado de aire acondicionado.**

La automatización para funciones primordiales en dispositivos de climatización ha tomado mucha relevancia a la fecha actual, precisamente por la oportunidad que le ofrece a los usuarios el poder controlar dichos dispositivos de manera remota, logrando obtener beneficios más allá del solo aprovechamiento tecnológico, por lo que, para los desarrolladores, es fundamental previo al diseño de estos sistemas, evaluar las características del espacio en los que se implementará a futuro la propuesta domótica (Sánchez, 2017)

Similar al caso del sistema automatizado anterior, para el diseño domótico en dispositivos de aire acondicionado o climatización en general, la arquitectura que se requiere se compone principalmente de acuerdo con Jaimes y Álvarez (2017) consiste en:

- El coordinador.

- Cable de red.
- El Modem (con servicio a internet habilitado).
- El dispositivo final receptor, en este caso, el aire acondicionado.
- La plataforma de desarrollo o placa electrónica de hardware.

Consecuentemente para sistemas automatizados de encendido y apagado de luminarias y aire acondicionado es necesario la disponibilidad de los siguientes elementos:

Plataforma Arduino que permite desarrollar prototipos de código abierto (OpenSource), la misma que según datos de referencia deberá contar con las características que se exponen de manera breve a continuación:

- 32 kbytes de memoria Flash.”
- “1 kbyte de memoria RAM.”
- “16 MHz.”
- “13 pins para entradas/salidas digitales (programables).
- “Completamente autónomo:” Con la programación respectiva, no es necesario que exista el control manual de parte del usuario destinatario.
- “Microcontrolador ATmega328.”
- “Voltaje de entrada (recomendado)” 7-12 V.
- “Digital I/O Pins 14 (con 6 salidas PWM).”
- “DC corriente I/O Pin 40 mA.”
- “DC corriente 3.3V Pin 50 mA.”
- “SRAM 1 KB.”
- “EEPROM 512 byte.”
- “Velocidad de reloj 16 MHz.”

### **Domótica en sistemas de acondicionamiento de aire.**

Tomando como punto de referencia lo expuesto por Sánchez (2017):

La automatización de la climatización, tanto de frío como de calor, es uno de los servicios más desarrollados en los sistemas domóticos e inmóticos. El acondicionamiento de aire, ya sea en viviendas unifamiliares, edificios de oficinas, o grandes superficies (centros comerciales, hospitales, aeropuertos...), es una de las gestiones esenciales para el bienestar y el uso eficiente de la energía dentro del ámbito de la domótica. (p. 67).

Debido a los requerimientos y avances que se han generado en materia de sistemas de climatización, se encuentran incluso tipificados entre:

**Sistemas individuales:** Estos por lo general hace referencia a los dispositivos que se destinan para cada hogar, donde no se comparte previamente el mismo a través de una red interconectada.

**Sistemas divididos:** Al contrario de los individuales, se instalan con base a una red, donde el compresor otorga el acondicionamiento a varias lugares, usuarios u hogares.

**Sistemas compactos:** Son los más comunes, o también denominados como aires acondicionados de venta o Split, las cuales se caracterizan por estar formados de una sola unidad.

**Sistemas centrales:** Son aquellos equipos en los que se genera el intercambio entre el aire y agua que se acondiciona y el refrigerante mediante el uso de agua, (este último funciona como fluido de intercambio). Particularmente estos dispositivos o equipos se pueden dividir entre:

- Todo aire.
- Aire/agua.
- Agua/aire.

La automatización de los sistemas de acondicionamiento de aire a través de dispositivos domóticos asegura la eficiencia energética de manera constante. Por lo general, esta alternativa además de surgir en un entorno altamente innovador ha significado a que las personas conscientes del uso de energía y preocupados por reducir sus gastos por el uso de estos dispositivos, ha significado un equilibrio completo (De Garrido, 2021 ).

Algunos dispositivos inteligentes se han desarrollado con características duales, lo que permite por ejemplo que se exista la combinación tanto inalámbrica como el acceso web de forma simple, con lo que sea hace posible administrar diversos dispositivos desde el celular o una Tablet. Particularmente los recursos domóticos para los sistemas de acondicionamiento de aire permiten:

- Programar el encendido o apagado de los dispositivos de aire acondicionado.
- Controlar la temperatura del hogar desde diversos dispositivos emparejados.
- Establecer mensajes de alertas para corroborar si se está haciendo el uso adecuado sobre el sistema de acondicionamiento de aire.

- Verificar la optimización de la energía destinada al uso de estos dispositivos, entre otras acciones.

Es posible determinar que además de la contribución en materia tecnológica que se ha presentado conforme se han ido desarrollado dispositivos y software enfocados a unificarse con los dispositivos dentro del hogar, radica en los beneficios que cada vez más se presentan en relación a la optimización de recursos, que consecuentemente se espera que se reflejen en la reducción significativa y mejor uso de estos recursos (Sarquis, 2021 ).

Al igual que muchos productos o sistemas que se han creado a lo largo de la historia, y conforme pasa el tiempo ha sido innovados al punto de ya no requerir una previa instancia profesional, particular con la domótica ocurre algo similar, debido a que para sistemas completos y de más alcance, es necesario la ayuda y asesoría de técnicos que de acuerdo con sus experiencia, pueden integrar el programa de automatización de los sistemas de aire acondicionados del hogar con aplicaciones descargables desde el teléfono, los cuales también presentan una función instaurada de fábrica, permitiendo que sea posible controlar todos estos dispositivos a distancia.

Con base a lo expuesto por Ortega (2019):

La domótica ha sido un buen factor en el ámbito tecnológico con el avance de las redes y telecomunicaciones que nos permite navegar y hablar de integración a nivel de esta red IP (Internet Protocol) es muy importante la parte electrónica para la automatización en casa y edificios inteligentes que ahora en este tiempo y a futuro nos ha facilitado de muchas formas en brindándonos una buena seguridad, ahorro de electricidad, y múltiples servicios (p. 1).

Por lo tanto, si bien a la fecha actual de acuerdo con las prestaciones y características de los dispositivos inteligentes, como las Tablet, celulares, etc. que hacen posible el control a distancia tanto por infrarrojo, conexión wifi, u otro tipo de conexión, las aplicación móviles de automatización del hogar han demostrado gran utilidad para ayudar a administrar de manera fácil y conveniente los electrodomésticos desde cualquier lugar, incluso, si dentro del hogar no se encuentra nadie por unas horas, días o semanas, otras de las grandes aportaciones que se han obtenido de la domótica.

### 2.3 Definiciones conceptuales

En relación con el contexto de la investigación, las variables, los términos empleados en el presente estudio y demás conceptos ligados con el diseño del sistema domótico para el control de luminarias y aire acondicionado, se presenta a manera de glosario los siguientes términos:

**AMX:** Este es uno de los nombres más comunes en domótica. Este es un marco que crea soluciones escalables para hogares inteligentes corporativos (Porcuna, 2021).

**Controlador:** Es un término utilizado para describir el cerebro de las operaciones de automatización del hogar. El controlador es el que conecta los dispositivos inteligentes entre sí (Guerrero, 2018).

**CAT5 / CAT6:** Es un tipo de cable de uso frecuente en la industria de la domótica para el cableado de redes. Es el tipo de cable que se conecta al enrutador y hace la conexión entre el enrutador y los dispositivos domóticos con cable (Chenlo, 2019 ).

**Emparejamiento de dispositivos:** Se refiere a incluir un dispositivo en la red de otro con el fin de obtener el control o compartir las opciones de configuración entre ellos (2020).

**Ethernet:** Sistema para crear una red informática mediante cables.

**Protocolo:** Un conjunto de reglas, o "idiomas", que utilizan los dispositivos inteligentes para comunicarse con otros dispositivos. Bluetooth, Wi-Fi, Z-Wave y ZigBee son todos protocolos. Aquí es donde un concentrador puede ser útil, ya que básicamente actúa como un traductor que permite que sus dispositivos se comuniquen sin problemas (2018).

**Regulador de intensidad:** Un dispositivo inalámbrico que controla el brillo de la luz, así como los estados de encendido / apagado de la luz en una habitación o casa (Porcuna, 2021).

### 2.4 Fundamentación legal

Se procede a tomar en consideración las normativas y disposiciones legales en relación con el contexto del presente proyecto, considerando: a la Constitución de la República del Ecuador, y la Ley de propiedad intelectual.

La Constitución de la República del Ecuador se la considera relevante debido a que en esta se exponen específicamente en el Art. 15. El Estado promoverá el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energía alternativas. Y el Art- 350. Que el sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional



con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción y tecnología.

Sobre la Ley de Propiedad Intelectual, se considera relevante y relación al contexto de trabajo, debido a que el Estado reconoce, regula y garantiza la propiedad intelectual, en la que específicamente ante el desarrollo de cualquier actividad, proyecto, productos y servicios de diversa índole incluyendo los relacionados con el área tecnológica. Específicamente en el Art. 28. De esta ley se hace referencia a los programas de ordenadores, los cuales son considerados como obra literaria, por lo que serán protegidas como tal. En este caso, el diseño del sistema domótico para el control de luminarias y aire acondicionado de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil podrá ser registrado como propiedad intelectual para su posterior aplicación y socialización en esta institución de tercer nivel.

## **Capítulo III**

### **Propuesta**

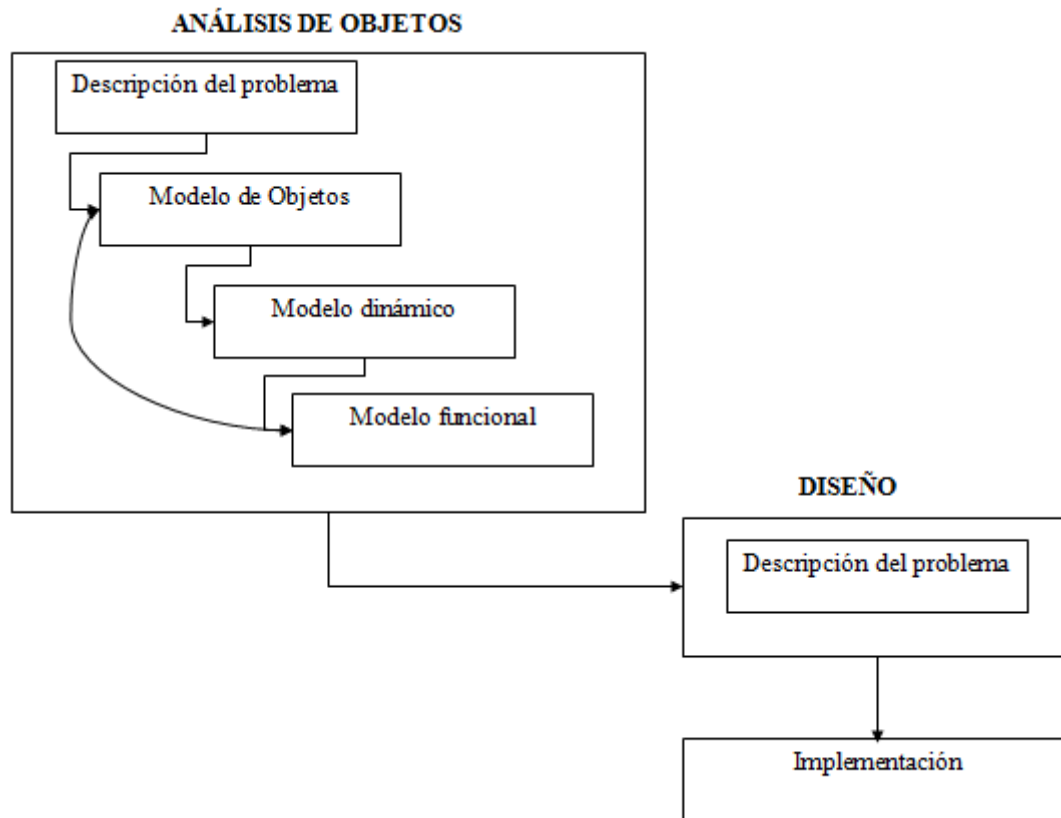
#### **3.1. Metodología del proyecto**

El presente proyecto se basó en el desarrollo de una investigación aplicada, considerando que se realizó el estudio de una problemática en particular asociada a la falta de automatización de los sistemas de encendido/apagado de las luminarias y aire acondicionado en la Carrera de Telemática. Por lo tanto, a partir del diagnóstico de la situación actual, se buscó proporcionar una alternativa de solución a partir del diseño de un sistema domótico para control de luminarias y aire acondicionado de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil.

Así mismo, se trabajó con un tipo de estudio bibliográfico, considerando que en primera instancia fue necesario analizar desde una perspectiva teórica las diferentes implicaciones asociadas con los sistemas domóticos, sus beneficios, fases del diseño, características de las tecnologías disponibles, herramientas a considerar, entre otros aspectos que proporcionaron los lineamientos necesarios para la elaboración de la propuesta.

A nivel específico, para el diseño de la propuesta se aplicó la metodología Object Modeling Technique (OMT), desarrollada en 1991 por Rumbag y Blaha quienes desarrollaban investigaciones para la General Electric, considerada como una de impulsoras de la tecnología domótica. En este contexto, la metodología OMT permite ejecutar el respectivo análisis y diseño de sistemas basados en la automatización e incremento de la eficiencia de objetos (Jaimes & Álvarez, 2017).

Uno de los principales beneficios que proporciona esta metodología radica en su carácter libre (no propietaria), consecuentemente es de dominio público y puede ser empleada para el desarrollo de proyectos orientados al diseño domótico. A su vez, puede ser adaptada a las necesidades específicas de la investigación según el diagnóstico realizado. Las fases de implementación de la metodología OMT son las siguientes:



**Figura 1.** Ciclo de aplicación de la metodología OMT

**Fuente:** Tomado de Jaimes y Álvarez, 2017.

### 1. Fase de análisis

- Determinar los sistemas que serán automatizados a partir del diseño del sistema domótico, en este caso el sistema del encendido y apagado de las luminarias y aire acondicionado.
- Formulación del plan de ejecución del proyecto y análisis de costos.
- Selección del tipo de tecnologías adecuadas para el diseño del sistema domótico.
- Análisis y selección de los componentes del sistema domótico a diseñarse.

### 2. Fase de diseño del sistema

- Determinación de la base de datos.
- Desarrollo de la aplicación móvil.

### 3. Fase de diseño de objetos

- Elaboración de diagramas.
- Elaboración del diseño arquitectónico del sistema.

### 4. Fase de diseño de implementación

Cabe señalar que con base al alcance del presente proyecto únicamente se realizará el diseño del sistema domótico, es decir no se ejecutará la implementación de este; sin embargo, en la fase cuatro se describen los lineamientos a considerar para una posterior implementación.

## **3.2. Descripción**

Se procede a continuación a establecer los aspectos de carácter general en los que se incurrirá para llevar a cabo el diseño de un sistema domótico descentralizado para el control de luminarias y aire acondicionado en la carrera de Telemática, exponiéndose a continuación los siguientes detalles ligados con:

A través del sistema que se diseñe, se tendrá como objetivo principal dar solución al control del sistema de luminarias y aire acondicionado, logrando consecuentemente la eficiencia energética en las aulas en las que se plantee a futuro instalar el sistema al así poder acceder de manera remota desde los dispositivos configurados y corroborar si están encendidas.

Para este caso, los requerimientos específicos para el sistema domótico son los siguientes:

- Acceso a internet.
- Conexiones adicionales para los controladores que permitan mantener encendido la vía de conexión alternativa para los dispositivos.

- Constante supervisión y revisión para corroborar el funcionamiento del sistema en general.
- Disponibilidad de los elementos (hardware) y software.

Como parte de la descripción general, se procede a continuación en el siguiente apartado a enlistar a detalle los requerimientos con relación a la factibilidad técnica, legal, económica y operacional.

### **Factibilidad Técnica**

Para el diseño del sistema domótico que permita efectuar el control de luminarias y aire acondicionado carrera de Telemática será necesario en primer lugar corroborar la disponibilidad de Software y Hardware. Específicamente de acuerdo con algunas referencias tomadas de investigaciones y proyectos similares el tipo de software a requerirse será:

- OpenSource (Arduino, Processing, TouchOSC iPhone App): A través de este software será posible iniciar con el diseño de toda la interfaz, a su vez, de acuerdo con los protocolos que se determinen, será posible establecer la comunicación de los componentes.
- Prototipo de control domótico: Para este caso, se requerirá tanto el software de Arduino y Processing (este último es un lenguaje de programación y desarrollo de entornos integrados por código abierto y basado en Java) (Diymakers, 2021).

En cuanto a los requerimientos del hardware, se precisan de los siguientes requerimientos:

- Microcontrolador (que sean configurados y controlados vías Bluetooth): A través de este será posible de acuerdo con las órdenes que se programen, ejecutar las funciones de control de las luminarias y el aire acondicionado. Otra de las características de estos microcontroladores es la capacidad de procesar y almacenar varias funciones.

Otros componentes técnicos para requerirse son los que se exponen a continuación en la siguiente lista:

- Sensores infrarrojos.
- Actuadores electrónicos y eléctricos.
- Controladores: En este caso en particular el tipo de controlador que se emplea para el diseño previo de un sistema domótico es el Z-Wave, lo que hace posible también el poder controlar los dispositivos (de luminarias y aire acondicionado) desde cualquier lugar.
- Interfaces, un ejemplo de este son los transmisores “Lonworks” que hacen posible la conexión de los chips empleados y el entorno físico del sistema.
- Terminales o dispositivos puntuales para el sistema.

### **Factibilidad Legal**

Con respecto a la domótica en el Ecuador no hay un reglamento específico en la ley Orgánica de telecomunicaciones, Se puede encontrar artículos con relación a una definición general de las redes públicas y privadas telecomunicaciones.

### **Artículo 10.- Redes públicas de telecomunicaciones.**

Toda red de la que dependa la prestación de un servicio público de telecomunicaciones; o sea utilizada para soportar servicios a terceros será considerada

una red pública y será accesible a los prestadores de servicios de telecomunicaciones que la requieran, en los términos y condiciones que establecen esta ley. (Ley Orgánica de Telecomunicaciones del Ecuador, 2020)

### **Artículo 13.- Redes privadas de telecomunicaciones.**

Las redes privadas son aquellas utilizadas por personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, con el propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad o bajo su control.

Las redes privadas están destinadas a satisfacer las necesidades propias de su titular, lo que excluye la prestación de estos servicios a terceros. La agencia de regulación y control de la Telecomunicaciones regulará el establecimiento y uso de redes privadas de telecomunicaciones. (Ley Orgánica de Telecomunicaciones del Ecuador, 2020)

### **Factibilidad Económica**

La base del diseño que conforma el sistema domótico es la programación en Arduino, el circuito eléctrico (sensores de temperatura, humedad, infrarrojo, etc.) y la red local para controlar y guardar los datos recompilados así se podrá realizar un análisis. El valor en costo de inversión es de \$347 u costos y beneficios del sistema propuesto, para poder tomar la decisión que pueda beneficiar la facultad.

Con base a lo expuesto por Ingeniera María Cheme (2019):

El consumo eléctrico mensual en la sala de profesores en la facultad sin la unidad domótica es de 95.04 kwh/mes y con la unidad domótica es un consumo estimado de 11.88 kwh/mes.

El kilovatio por hora en el Ecuador tiene un valor aproximadamente de \$0,10 centavos, multiplicando los valores:

Sin unidad domótica:

$$95,04 \text{ kwh/mes} * 0,10 = \$9,50 \text{ valor por aula}$$

Con unidad domótica:

$$11,88 \text{ kwh/mes} * 0,10 = \$1,18 \text{ valor por aula}$$

Para cada aula típica de 48 metros cuadrados que hace uso de un aire acondicionado de 48,000 Btu y luminarias tiene un valor aproximadamente de \$9,50 sin unidad domótica y con la unidad domótica con un estimado de \$1,18. Entrega la diferencia de ahorro de consumo de energía en \$8,32 mensuales.

### **Tabla 3.**

*Beneficio y costos del sistema domótico controlado por una red local*

<b>Costos</b>	<b>Valor/aula</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Valor/aula</b>
Sistema domótico	\$91,00	Ahorro en consumo de	\$8,32
2 computadoras	\$420	energía mensual	
Mantenimiento estimado			
mensual.	\$10		
enrutador	\$35		
Total	\$556,00	Total	\$8,32

***Elaboración:*** El autor



**Tabla 4***Van y Tir por aula*

	<b>Tasa</b>	<b>Inversión</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>
Inversión Inicial		556,00				
Flujo de caja	10%	-556,00	99,84	199,68	299,52	399,36

**Elaboración:** El autor

$$VAN = -357 + (99,84 / (1,10)) + 199,68 / (1,10)^2 + 299,52 / (1,10)^3 + 399,36 / (1,10)^4$$

$$VAN = 198$$

$$TIR = [K(+) + VAN(+)] / [K(-) - K(+)]$$

$$TIR = 22\%$$

El Van y el Tir permite analizar si el proyecto es rentable, donde existe una tasa de descuento del proyecto, la inversión inicial, el flujo de caja durante 4 años. El valor \$99,84 se obtuvo multiplicando el valor mensual de consumo de energía de \$8,32 por los 12 meses del año. Cada año nos permite un mayor flujo de caja, y el Tir se calculó resultando en un valor que es mayor que la tasa de descuento estimando que el proyecto es rentable.

$$B/C = \frac{\text{BENEFICIO NETOS (AÑOS)}}{\text{COSTOS DE INVERSION}} = \frac{\$ 99,84(4)}{\$556} = \frac{\$ 399,36}{\$556} = 1,3$$

**Costo de inversión**

El valor en costo de inversión es de \$556, este total fue resultado de la suma del costo del sistema domótico a implementar con un valor de \$91, la red local que conforman dos computadoras estimando un valor de \$256 y el mantenimiento que es aproximadamente \$10.

## **Beneficio**

Se cuenta un ahorro en consumo de energía, con el diseño del sistema domótico controlado por una WLAN donde se podrá guardar los resultados y tener un mejor control de las luminarias y el aire acondicionado. El total del beneficio es del resultado del consumo de energía anual en la facultad sin la unidad domótica que es aproximadamente 1,1140.48 kwh representado en dólares es \$114, y el consumo de energía que se obtendría ya implementada, es de 142.56 kwh en dólares \$14,16 dando una diferencia de \$99,84. Se multiplica por 4 años que es cuando representa un beneficio ya para la facultad.

La fórmula de Costo/Beneficio da como resultado 1,3 donde indica que para que un proyecto sea rentable debe ser mayor a 1.

## **Factibilidad Operacional**

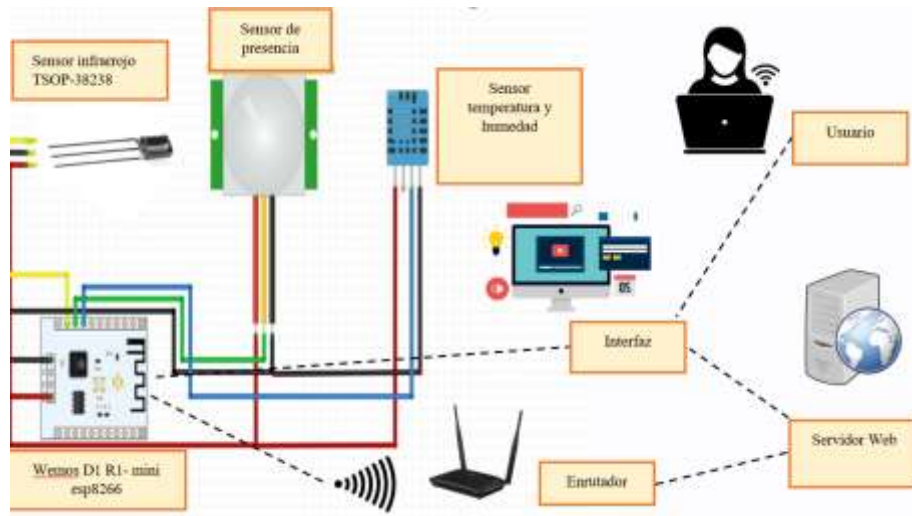
El objetivo del trabajo realizado es diseñar un sistema que pueda controlar por medio de una red local las luminarias y el aire acondicionado. Recopilando los datos de temperatura, humedad, encendido o apagado del infrarrojo y luminarias por medio de un servidor, permitiendo así su futura implementación.

Actualmente, en la Carrera de Telemática ya se ha implementado la primera parte del desarrollo del proyecto. Está instalado una unidad de control domótico por medio de Arduino y sensores, la segunda parte del proyecto será poder controlarlo por una red local agregándole una placa wi-fi, guardar sus datos y poder prender y apagar el aire acondicionado y luminarias por medio de una interfaz.

Se ayuda a la optimización del ahorro de consumo de energía, en base a los cálculos se puede rescatar que la facultad aceptaría que el proyecto sea respaldado. El proyecto se enfoca en el bienestar de los estudiantes, profesores y empleados. No tiene un costo

considerable, donde se cuenta con el apoyo por parte de la administración para que se pueda implementar en un futuro.

### 3.3. Esquema general del proyecto



**Figura 2.** Esquema general del proyecto conectado a la placa Wi-fi Wemos D1R1 – mini Esp2866

**Fuente:** Elaborado por autor

El esquema del diseño que conforma el circuito eléctrico con Arduino, se agrega la placa de wi-fi que por media de esta podremos controlar el sistema domótico por la red local y por medio de un servidor guardar los datos de temperatura, humedad, infrarrojo y presencia. Se cuenta con una interfaz donde nos permitirá conocer si están encendidas y apagadas los dispositivos, por este medio también poder controlar el on/off.

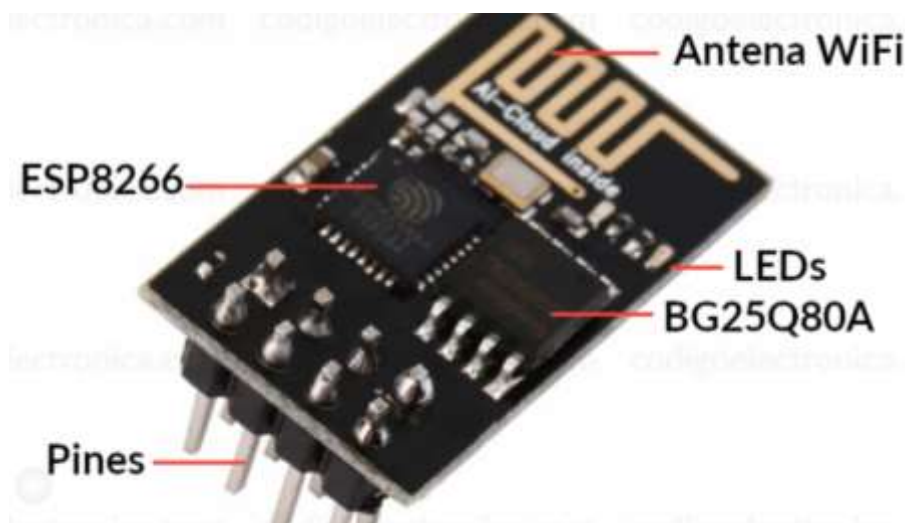
### 3.4. Recursos de construcción

Los recursos que se utilizan en este trabajo de investigación se conforman por:

- 1 Placa Wi-Fi Esp8266
- 4 Relay
- 1 Arduino mega
- 1 Infrarrojo TSOP 38238
- 1 Sensor de temperatura dth11

- 1 Sensor dual pir-ultrasonico (marca Bticino, modelo b22056)
- 1 Bornera
- 1 Caja metálica
- 1 Metro de cable jumper
- 6 Metros de cable 16
- 2 Metros de canaleta
- 1 Contactor
- 1 Interruptor de 3 estados
- 1 Fuente conmutada de 110 voltios AC, con 12 voltios DC
- 2 Computadoras
- 1 enroutador
- 1 Servidor
- 1 Interfaz gráfica de usuario (GUI)

### Placa Wi- FI ESP8266



**Figura 3.** Placa Wi-Fi ESP8266

**Fuente:** Tomado de [codigoelectronica.com](http://codigoelectronica.com), 2019.

Este microcontrolador permitirá llevar el circuito eléctrico a que realice ya funciones de un sistema informático. Al contrario de los microcontroladores que llevan los Arduino, este permite una conexión total a una red, dando acceso a recibir y enviar datos por medio del internet.

### **Red local inalámbrica**

En informática y telecomunicaciones, se conoce como red inalámbrica a un tipo de conexión entre sistemas informáticos que se lleva a cabo mediante diversas ondas del espectro electromagnético. Es decir, una conexión de nodos que no requiere de ningún tipo de cableado o dispositivo alámbrico (Editorial Etecé, 2021).

### **Servidor**

Un servidor puede ser virtual o físico empleando un modelo de Cliente/Servidor, se requiere de un computador para establecerse como cliente y requerir datos también se representa como host. Luego, el servidor puede ser creado virtualmente donde se podrá guardar información en la nube para poder tener seguimiento de la misma. En este trabajo de investigación, para poder tener un registro de los datos que nos entrega los sensores de presencia, temperatura, humedad e infrarrojo. Se usa un servidor web gratis llamado Cayenne, es una plataforma donde facilita el uso para poder crear un sistema sin dificultarnos con la programación de los gráficos y datos.

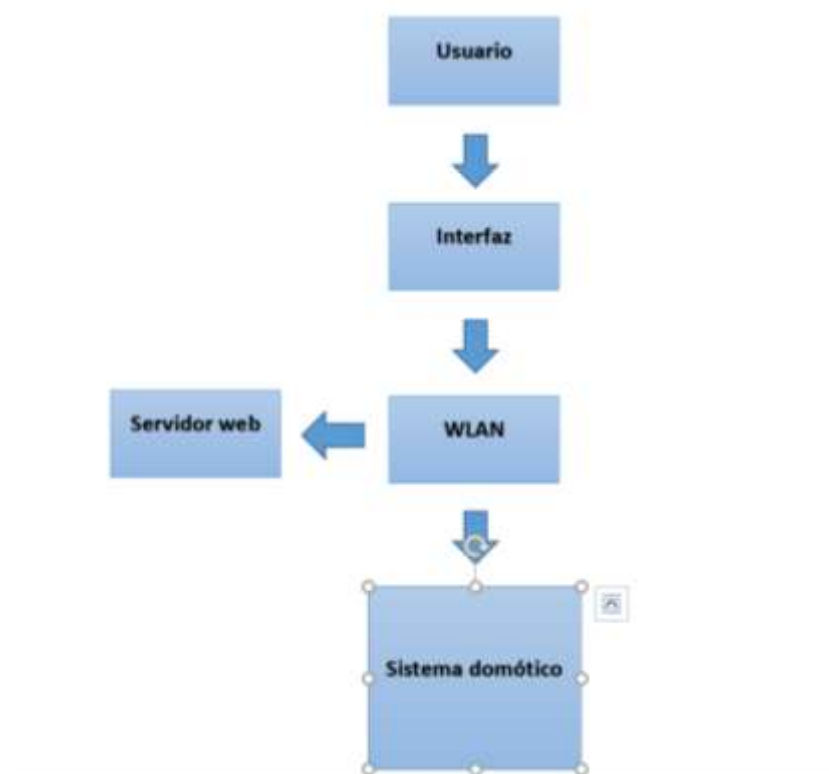
### **Interfaz**

Cuando se tiene una interacción con un sitio web, se denomina un interfaz. Donde cuenta con diferentes tipos de iconos, botones, imágenes, etc.; Se crea una interfaz donde nos muestra si están encendidos o apagados el sensor de presencia, sensor de temperatura, infrarrojo, luminarias y aire acondicionado. Mediante el interfaz se tiene un control eficaz del sistema domótico, así podemos también controlarlo por forma remota conectándonos

al computador encargado de la red local inalámbrica y poder controlarlo inclusive desde nuestro domicilio.

### 3.5. Procedimiento

Los pasos por seguir para poder completar el diseño de un sistema domótico controlado por medio de una interfaz y guardando los datos producidos por los sensores e infrarrojo en un servidor son:



**Figura 4.** Diagrama de bloques del proceso del sistema domótico.

**Fuente:** Elaborado por autor

En el diagrama de bloques que se muestra en la figura 4 se observa que se tiene varias etapas en el proceso del sistema. Se empieza por un Usuario, la red inalámbrica, la interfaz, el sistema domótico donde entrega y el servidor recompila los datos.

#### Usuario

Para esta etapa se requiere una persona encargada de manejar la interfaz, donde pueda revisar los datos establecidos y estar pendiente de algún tipo de error en cualquier sensor que provoque que las luminarias y el aire acondicionado estén encendidas sin ningún estudiante o profesor en la sala.

### **Wlan**

La conexión que permitirá tener la conexión de usuario/interfaz es una red local inalámbrica. La Wireless Local Area Network por la placa Wi-fi Esp8266 que permite la conectividad solo inalámbrica. Logra acceder al servidor, y poder también conectarse remotamente al pc de esta red para poder hacer cualquier tipo de cambio como el encendido y apagado de los dispositivos electrónicos desde otra área de la ciudad o hasta incluso país.

### **Interfaz**

La interfaz es una parte importante de este trabajo de investigación, nos ayudara a controlar el mínimo detalle de nuestro sistema, ya que cuenta con las alertas de los sensores como:

- Sensor de presencia
- Sensor de temperatura
- Infrarrojo

Alerta también si las luminarias y el aire acondicionado están encendidos o apagados obteniendo la información requerida para conocer si hubo el mínimo error y poder corregirlo inmediatamente desde cualquier lugar.

### **Sistema Domótico**

Al circuito eléctrico se agregó la placa wi-fi Esp8266, para tener un control de toda la unidad por medio de una red local inalámbrica. Donde se obtendrán también los datos necesarios que serán cargados al servidor y a la interfaz conociendo el estado de cada uno de los sensores y dispositivos electrónicos.

### **Servidor**

Contribuyendo los datos mostrados en la interfaz por medio de la placa wi-fi se almacenan los datos de la temperatura, humedad, presencia y el infrarrojo. Contamos también con un diagrama donde nos indicara en forma gráfica de todos estos datos y podremos ver sus cambios durante el día. El objetivo principal es guardar en la nube estos datos para poder conocer si el sistema domótico funciona y no tiene ningún tipo de error así evitando el excesivo consumo de luz.

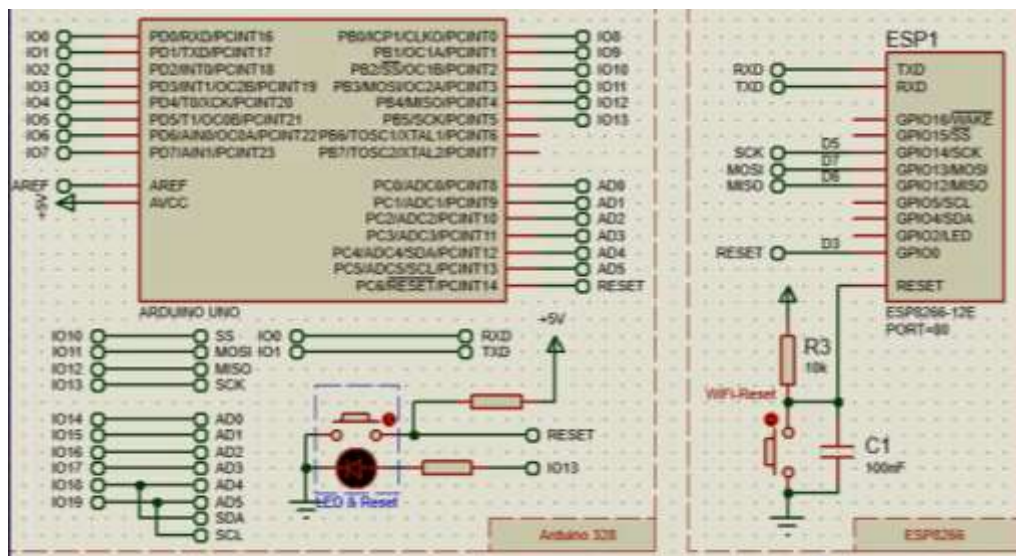
### **3.6. Diseño y construcción**

Se procede a explicar la construcción del diseño del sistema domótico que se interconecta con la red local inalámbrica, el interfaz, el servidor y la placa wi-fi ESP8266. Explicando así su conexión y funcionamiento, mostrando la simulación del sistema domótico realizado en el programa proteus, la red local inalámbrica en Cisco Packet Tracer, el servidor en Cayanne y como se conecta con los datos transmitidos por la placa Wi-fi.

### **Proteus**

El software donde se realiza nuestra simulación del circuito domótico, este programa permite realizar esquemas, simulaciones de sistemas o circuitos. Se utiliza la versión 8.12 que nos permite realizar un trabajo mucho más ágil y también eficaz, con su respectiva codificación del Arduino.

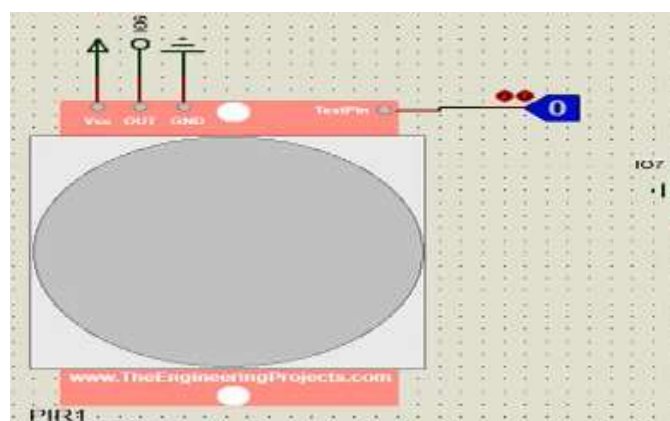




**Figura 5.** Arduino UNO y la placa Wi-Fi 8266 realizadas en Proteus.

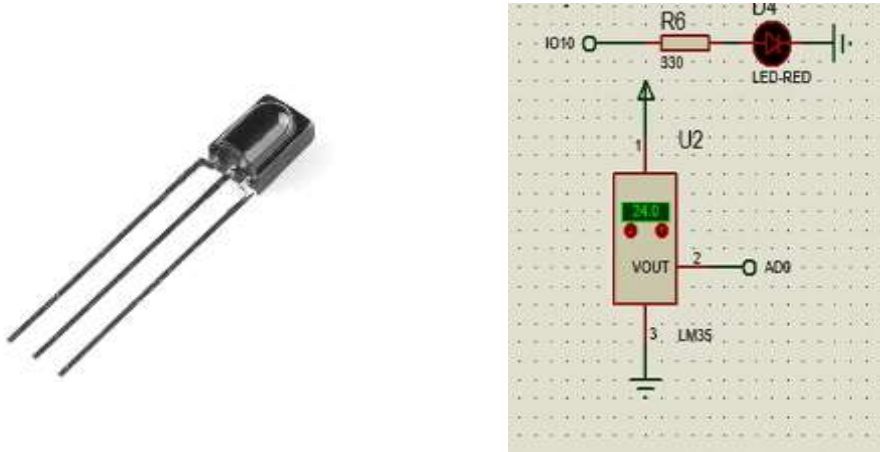
**Fuente:** Elaborado por autor

En la figura 5 se analiza la conexión del Arduino con la placa Wi-Fi ESP8266, estos dos dispositivos electrónicos son la base del sistema domótico. El Arduino logra conectar a los sensores de temperatura y humedad, el infrarrojo, el sensor de presencia y la placa Wi-fi. La ESP8266 permite convertir este circuito electrónico en un sistema informático, se obtiene datos de los sensores e infrarrojo para que se actualice la información a la nube por medio de un servidor. La placa wi-fi estará conectada por medio de una red inalámbrica.



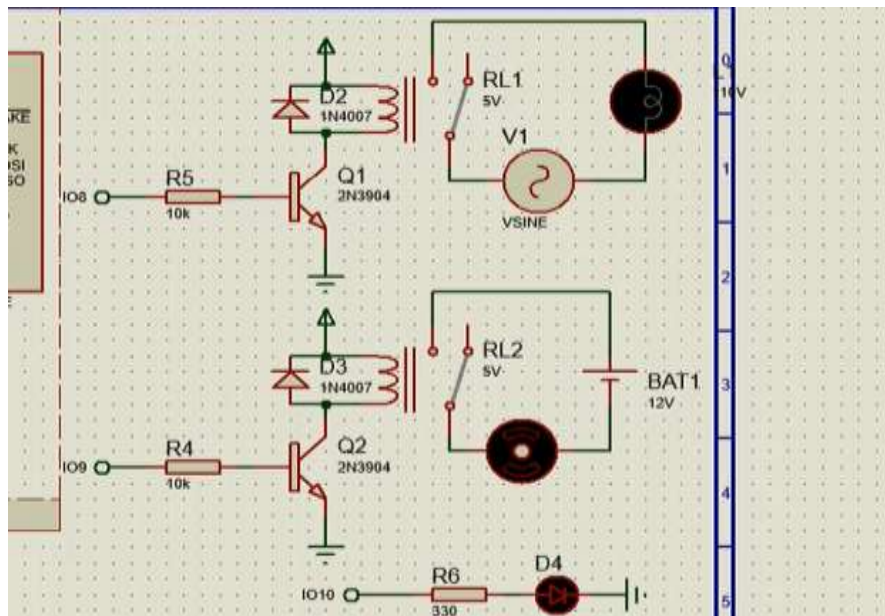
**Figura 6.** Sensor de presencia agregado a nuestra simulación en Proteus  
**Fuente:** Elaborado por autor

El sensor de presencia permite encender o apagar las luminarias solo por movimiento de un individuo o varias personas, los datos van directamente al servidor e interfaz donde se verifica si el sensor está activado o desactivado. Mostrando también si las luminarias están encendidas o apagadas por medio de la interfaz podemos tomar acción.



**Figura 7.** Infrarrojo TSOP y sensor de temperatura y humedad agregado a nuestra simulación en Proteus.  
**Fuente:** Elaborado por autor

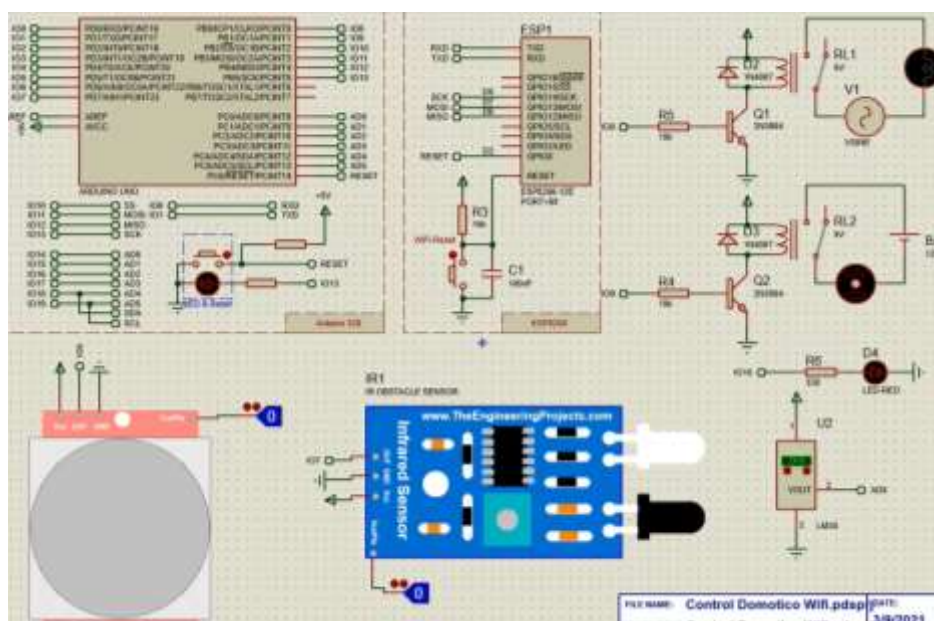
El infrarrojo permite poder encender y apagar el aire acondicionado, mediante los parámetros que entrega el sensor de temperatura y humedad. Si el ambiente es mayor a 25 grados centígrados se va a encender y si es de 16 grados centígrados se va a apagar ya que cuenta con un ambiente frío. Si el sensor de humedad detecta un ambiente frío el infrarrojo va a enviar una señal para apagar el aire acondicionado con esto se podrá ahorrar electricidad ya que no se deja encendido todas las horas laborales en la sala de profesores.



**Figura 8.** Luminarias y el aire acondicionado (representado con un motor) agregado a nuestra simulación en Proteus.

**Fuente:** Elaborado por autor

Se tiene el motor en la parte de abajo que representa el aire acondicionado donde el infrarrojo dependiendo de los parámetros de temperatura y humedad va a encender o apagar. Los datos serán enviados al servidor, se visualiza directamente por la interfaz si están encendidos o apagados.



**Figura 9.** Simulación del sistema domótico, circuito completo realizado en Proteus.

**Fuente:** Elaborado por autor

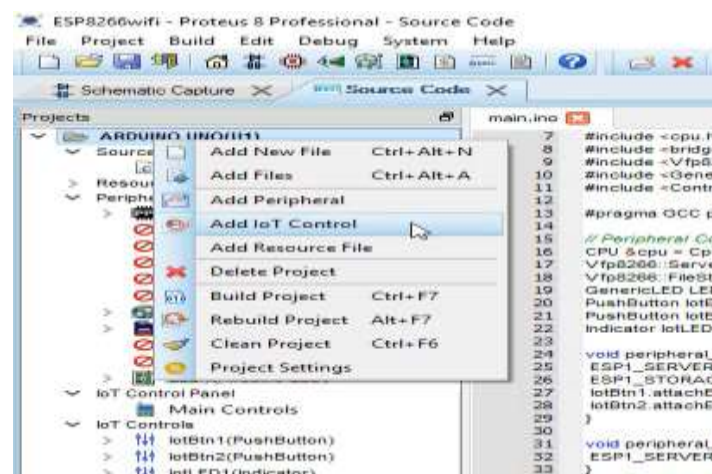
## Interfaz



**Figura 10.** Interfaz para poder controlar los sensores y el infrarrojo

**Fuente:** Elaborado por autor

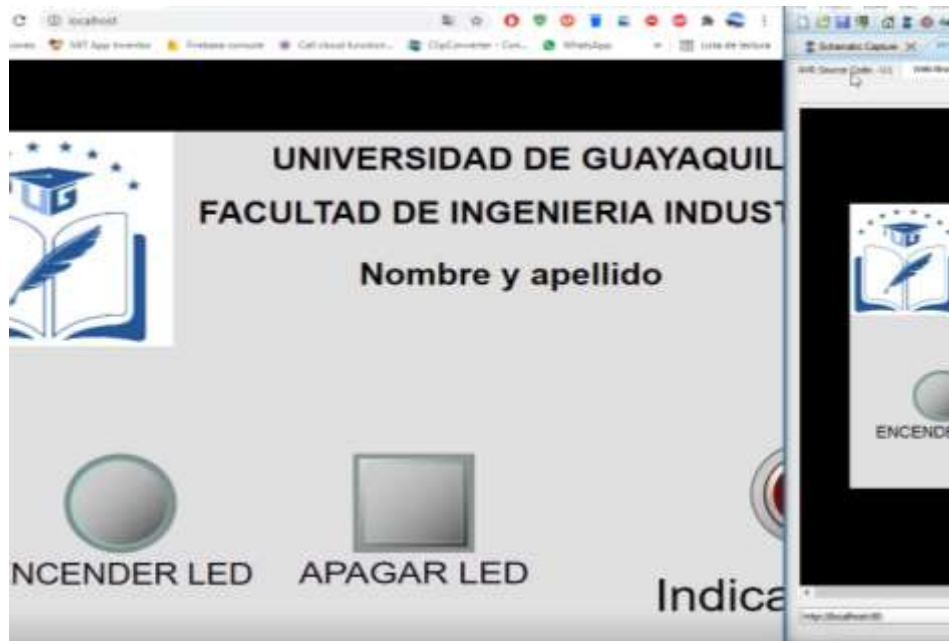
La interfaz que se usa en este trabajo de investigación, es la interfaz gráfica de usuario (GUI) que permite una interacción sencilla para el usuario. Se realizó la codificación y diseño por medio de un panel IoT. El panel IoT es una interconexión del circuito eléctrico y la interfaz por medio de una red, usando un puerto libre en internet que es el puerto 80. El puerto 80 es un servicio web estándar que no tiene ningún costo usar en esta simulación.



**Figura 11.** Opción de agregar control de IoT en Proteus.

**Fuente:** Elaborado por autor

Después de agregar los objetos para la interfaz por medio de la codificación se agrega que nos conecte al puerto 80, enviando una dirección web de local host y se podrá visualizar la interfaz.



**Figura 12.** Foto con la dirección web de local host puerto 80

**Fuente:** Elaborado por autor

### **Servidor Cayenne**

La plataforma ayuda a poder monitorizar, alertar y dar un seguimiento a los sensores. Se adapta al sistema domótico y con facilidad crear paneles de control sin ningún tipo de código. El objetivo de Cayenne es mantener el control de la temperatura, humedad, presencia e infrarrojo. Mostrando de forma gráfica y numérica el cambio en los sensores durante el día.





**Figura 13.** Foto tomada en Cayenne Mydevices mostrando los paneles de Control.

**Fuente:** Elaborado por autor

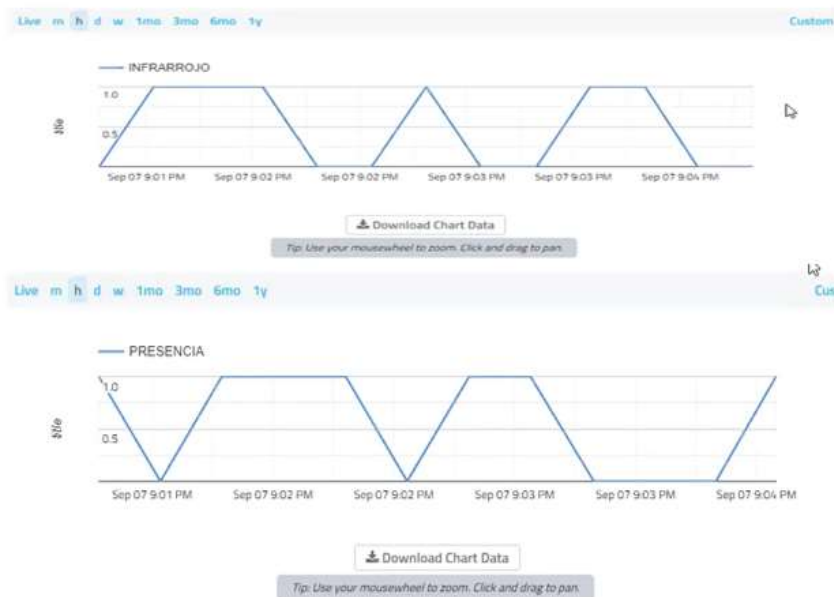
Como se muestra la figura 10 se encuentra con los paneles de control de temperatura, humedad, presencia e infrarrojo. Se analiza que todos tengan su valor, y en presencia e infrarrojo si están encendidos se muestra un 1 si están apagados se muestra un 0.



**Figura 14.** Foto tomada en Cayenne Mydevices muestra la forma gráfica de la temperatura

**Fuente:** Elaborado por autor

Se analiza en la forma gráfica de representar los datos que tiene la plataforma. Se visualiza cuanto bajo o subió la temperatura y la humedad durante la última hora, así se mantiene el total control de los dispositivos electrónicos como las luminarias.



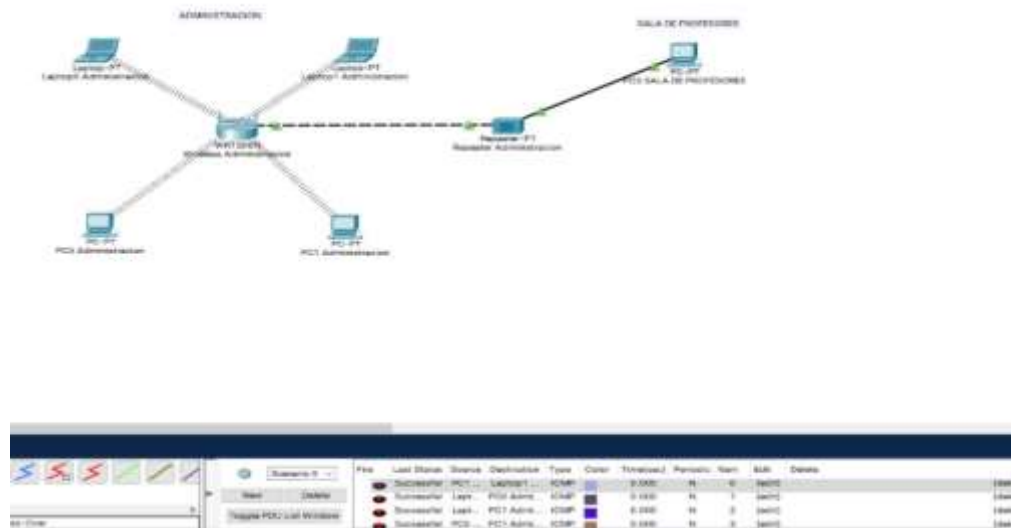
**Figura 15.** Foto tomada en Cayenne Mydevices mostrando la forma gráfica del infrarrojo y presencia.  
**Fuente:** Elaborado por autor

El sensor de presencia y el infrarrojo muestran si están encendidos y apagados, de forma gráfica se representa con valores entre 1 y 0. El valor 1 se interpreta como si el sensor o infrarrojo está en estado encendido y a su contra el valor 0 es interpretado como apagado.

### 3.7. Prueba de funcionalidad

Se prueba la funcionalidad de la simulación del sistema domótico por medio de una red local inalámbrica, para obtener los resultados queridos y en un futuro se logre la implementación de la placa wi-Fi, la interfaz, la red inalámbrica y el servidor en la Facultad de Ingeniería Industrial.

### 3.7.1 Prueba



**Figura 16.** Foto tomada en Cisco Packet Tracer donde se realiza una wlan..

**Fuente:** Elaborado por autor

En el primer escenario se tiene la red local inalámbrica, para configurar una wlan se debe contar con computadoras, un punto de acceso, enrutador y repetidores de señales. Conocemos que una red inalámbrica tiene de 2.4GHz un alcance de 45 metros en interiores y 90 metros en exteriores, el de 5GHz es de 15 metros interiores y de 30 metros en exteriores. Se entiende que es importante los repetidores de señales ya que da un alcance mayor para que la placa wi-Fi se conecte a la red.

Device Name: Wireless Administracion			
Device Model: Linksys-WRT300N			
Port	Link	IP Address	MAC Address
Internet	Down	<not set>	00E0.A3CE.C501
Virtual-Access1	Down	<not set>	0003.E491.4B83
Dialer1	Up	<not set>	0001.6438.38D8
LAN	Up	192.168.0.1/24	0001.429E.AC21
Ethernet 1	Up	--	00E0.A3CE.C502
Ethernet 2	Down	--	00E0.A3CE.C503
Ethernet 3	Down	--	00E0.A3CE.C504
Ethernet 4	Down	--	00E0.A3CE.C505
Wireless	Up	--	00E0.A3CE.C506

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Wireless Administracion

**Figura 17.** Foto tomada en Cisco Packet Tracer de las Mac Address..

**Fuente:** Elaborado por autor





**Figura 18.** Foto tomada en Proteus dándole click al botón presencia y se prende luminarias.

**Fuente:** Elaborado por autor

El segundo escenario se realiza la interacción entre el usuario y la interfaz, donde la persona encarga podrá revisar cómo se encuentran las luminarias, aire acondicionado y sensores. Se puede manejar manualmente o dejarlo en automático con los sensores de presencia, el de temperatura y el de humedad. La interfaz muestra datos de en qué estado está actualmente nuestros dispositivos electrónicos, también es muy amigable o fácil de usar. Se observa en la Figura 14 que con la acción de aplastar el botón presencia se conecta a nuestra placa wi-fi que permite comunicar con el Arduino y se enciende las luminarias esto es si se tiene en modo manual. Si se está utilizando los sensores apenas el sensor de movimiento se encienda se recibir el dato automáticamente. El aire acondicionado y el infrarrojo toman la misma acción, si se maneja con manual se puede encender y apagar desde la interfaz, si está en modo automático se recibe los datos a nuestra interfaz.

Tercer escenario donde se recibe los datos de encendido y apagado pero esta ocasión a el servidor que esta interconectado con nuestra placa wi-fi, donde se podrá tener los datos de nuestros dispositivos electrónicos guardados en la nube. Con esta información se puede organizar mejor y estar pendiente a los cambios que muestran las luminarias y el aire acondicionado.

### 3.8. Cálculos y resultados

#### 3.8.1 Velocidad y alcance

Para que el sistema domótico funcione y su operación sea factible se necesita que el servicio de internet brinde un buen servicio, para este trabajo de investigación se requiere un rango de 35 Mbps a 50Mbps de velocidad. Se recuerda que nuestra placa wi-fi no tiene conectividad a base de cable, tendrá una operación solo por la vía inalámbrica.

El enrutador tiene un rango de señal de 45 metros aproximadamente, en este escenario se debe colocar un repetidor para poder aumentar el rango de alcance de nuestra señal. Si el sistema domótico se encuentra a aproximadamente 100 metros, se agrega nuestro repetidor de señal que abarca un alcance de 50 metros.

**Tabla 5**

*Resultados*

<b>Variables</b>	<b>Datos</b>
Velocidad del Internet	35 Mbps-50Mbps
Alcance	45 metros

***Elaboración: El autor***

Los resultados mostrados son para tener un buen funcionamiento en el área, dados los datos para cuando a futuro se realice la implementación puedan conocer cuántos repetidores de señal se van a necesitar para poder tener una buena conexión con nuestra placa Wi-Fi.

### 3.9. Costo de Elaboración

El costo de elaboración:

**Tabla 6**

Presupuesto

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Página Web	1	\$17.99 c/año	\$17.99 c/año
Placa wi-Fi Esp8266	1	\$8.00	\$8.00
Repetidor de señal	1	\$40.00	\$40.00
Total		\$65,99	\$65,99

**Elaboración:** *El autor*

El presupuesto que se obtiene es por la adaptación al sistema domótico ya implementado en la facultad. El diseño que se realiza es agregando la placa Wifi al circuito eléctrico y se realiza la respectiva codificación para que se pueda conectar a la red inalámbrica, luego se conecta al servidor y a la interfaz para entregar los datos. Se necesita adquirir todos los requisitos para tener una página web, esta tiene un valor anual, también se cuenta con repetidor de señal por si el alcance del enrutador no es suficiente.

### 3.10. Conclusiones

Se analizó el circuito eléctrico domótico, que se encuentra instalado en la facultad para poder estudiar su funcionamiento. El resultado de este análisis se encontró que el circuito eléctrico se podía transformar en un sistema informático y se agregó una placa wi-fi.

Se realizó el diseño de la arquitectura del sistema de control, con la simulación, la interfaz y el servidor para que se pueda tener un manejo del sistema domótico. Optimizando el consumo de energía en la sala de profesores y se muestre el funcionamiento de la simulación para en un futuro pueda ser implementado en la facultad,

dando a conocer su interfaz y servidor. Se interconecta por medio de una red local inalámbrica.

Por medio de una investigación exhaustiva, se programó la la placa wifi, y la interfaz resultando en la funcionalidad de cada uno para un mejor control de los dispositivos electrónicos. Se busca la facilidad para que el usuario pueda manejar la interfaz y el servidor, integrando botones para el encendido y apagado, alertas y led que nos indiquen su estado.

Se realizó una configuración de la wlan donde vamos a conectar la placa wi-fi, para garantizar el buen funcionamiento de nuestro sistema inteligente. Se llegó a la conclusión que se necesita un buen servicio de internet que nos entregue de 35 Mbps a 50Mbps, la razón principal es por la conexión inalámbrica que tenemos con la placa wifi.

### **3.11. Recomendaciones**

El enrutador tiene un rango de señal de aproximadamente 45 metros, si se necesita ampliar este alcance se podrá agregar un repetidor que permita una distancia adicional de 50 metros.

Se recomienda un buen funcionamiento de la red inalámbrica para que se obtenga los resultados buscados, así se cuenta con un manejo fluido de la interfaz, servidor y el sistema domótico.

Se recomienda el mantenimiento de los equipos de la wlan y el sistema domótico por lo menos una vez al año así evitando problemas de obtener un equipo o dispositivo dañado. Se evita que los dispositivos electrónicos sufran daños cuando exista corte de luz intempestivo, agregando un pequeño generador para las máquinas y el sistema domótico. El presupuesto es por la adaptación al sistema domótico ya implementado.

# ANEXOS

## Anexo 1

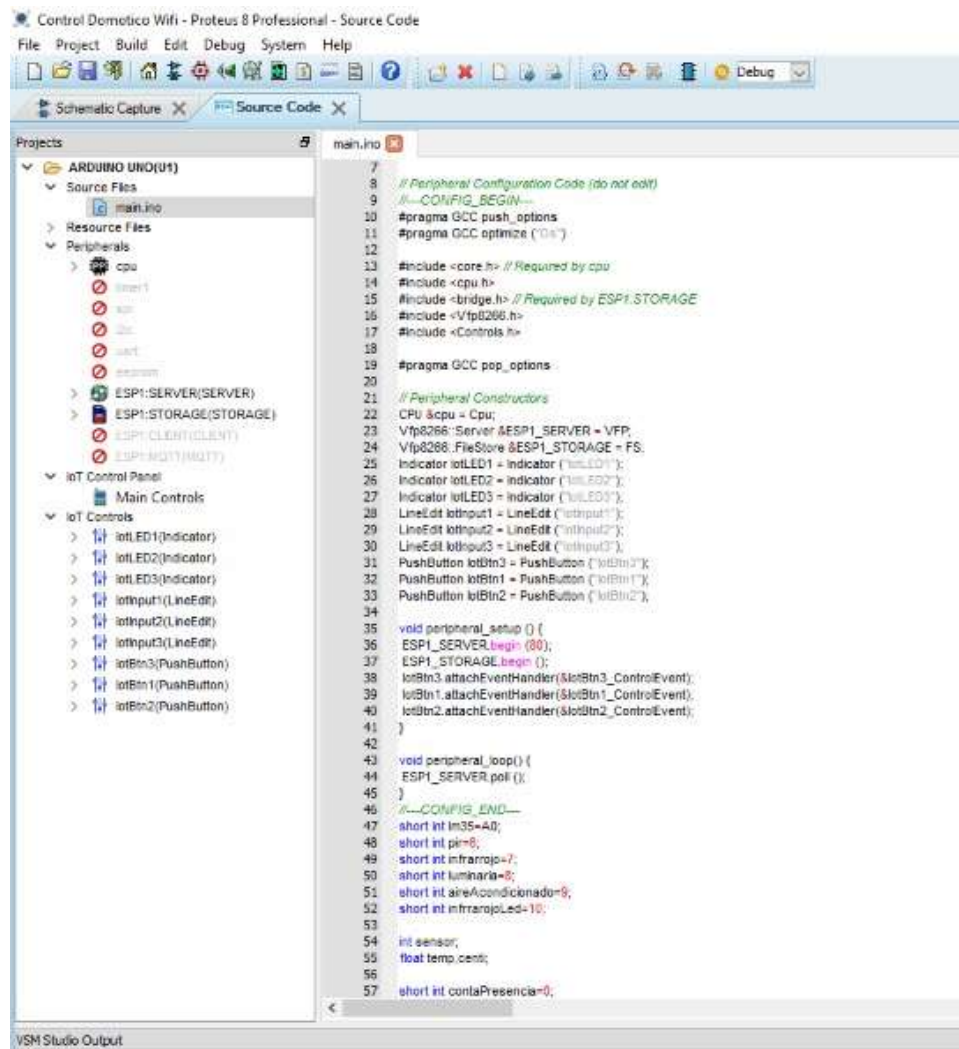
### Ley orgánica de telecomunicaciones

	Redes y prestación de servicios de telecomunicaciones
<b>Ley orgánica del Ecuador</b>	<p><b>Artículo 10.-</b> Redes públicas de telecomunicaciones.</p> <p>Toda red de la que dependa la prestación de un servicio público de telecomunicaciones; o sea utilizada para soportar servicios a terceros será considerada una red pública y será accesible a los prestadores de servicios de telecomunicaciones que la requieran, en los términos y condiciones que se establecen en esta Ley, su reglamento general de aplicación y normativa que emita la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. Las redes públicas de telecomunicaciones tenderán a un diseño de red abierta, esto es sin protocolos ni especificaciones de tipo propietario, de tal forma que se permita la interconexión, acceso y conexión y cumplan con los planes técnicos fundamentales. Las redes públicas podrán soportar la prestación de varios servicios, siempre que cuenten con el título habilitante respectivo</p>

## Anexo 2

### *Ley orgánica de telecomunicaciones*

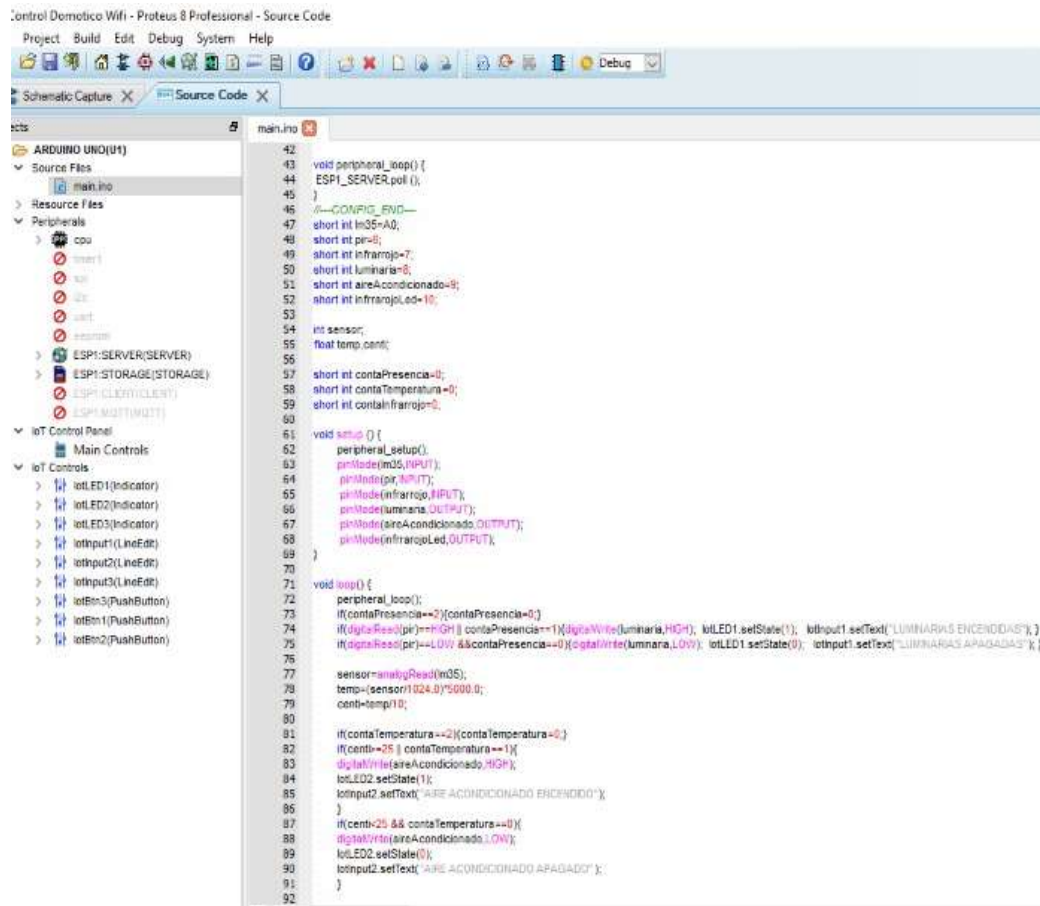
	<b>Redes y prestación de servicios de telecomunicaciones</b>
<b>Ley orgánica del Ecuador</b>	<p><b>Artículo 13.-</b> Redes privadas de telecomunicaciones. Las redes privadas son aquellas utilizadas por personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, con el propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad o bajo su control. Su operación requiere de un registro realizado ante la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones y en caso de requerir de uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, del título habilitante respectivo. Las redes privadas están destinadas a satisfacer las necesidades propias de su titular, lo que excluye la prestación de estos servicios a terceros. La conexión de redes privadas se sujetará a la normativa que se emita para tal fin. La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones regulará el establecimiento y uso de redes privadas de telecomunicaciones.</p>



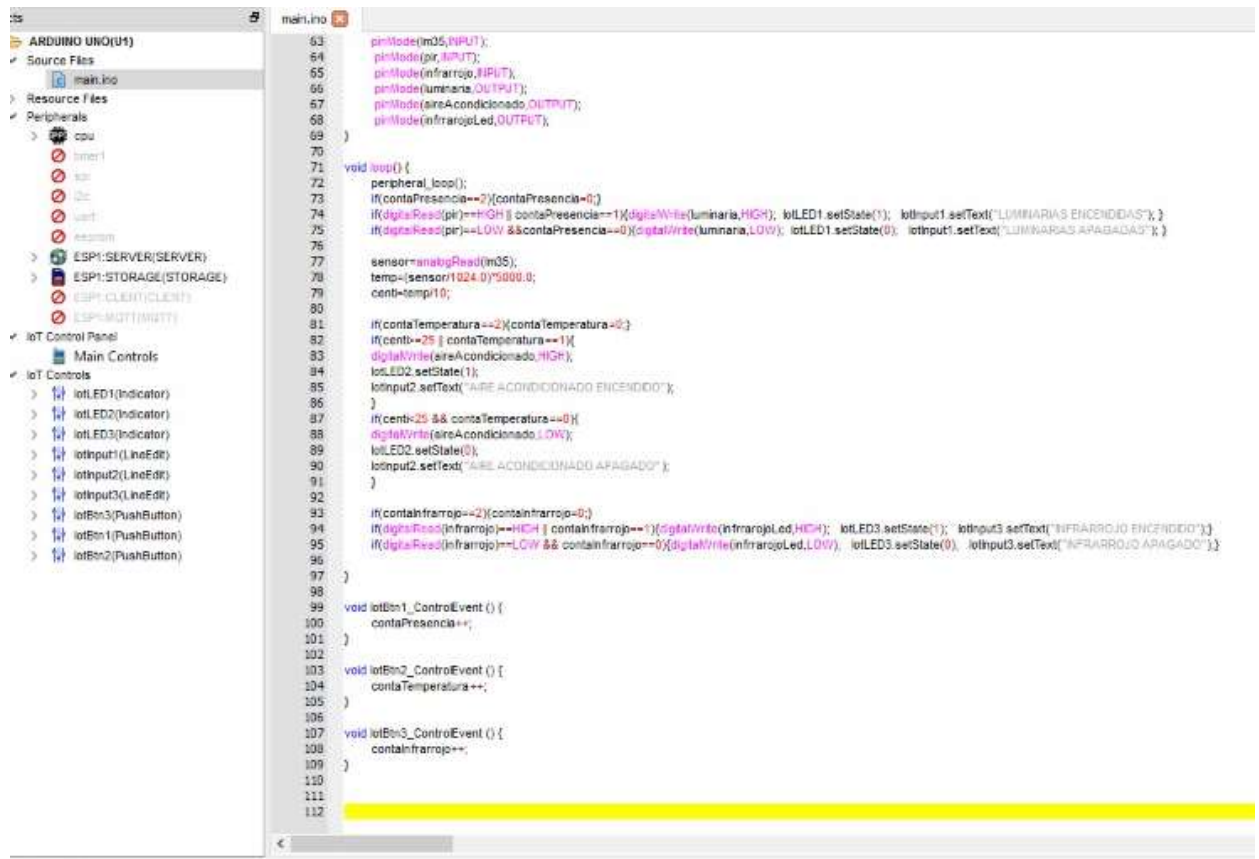
**Figura 19..** Foto tomada en Proteus de la programación, agregando los botones, led, etc.

**Fuente:** Elaborado por autor





**Figura 20.** Foto tomada en Proteus de la programación indicaciones de encendido y apagado.  
**Fuente:** Elaborado por autor



**Figura 21.** Foto tomada en Proteus de la programación.

**Fuente:** Elaborado por autor

## Bibliografía

- Barreto, N. (22 de junio de 2021). *Tecnologías para el control domótico de la iluminación*. Obtenido de Hogar Sense: <https://www.hogarsense.es/domotica/luces-domotica>
- Cerdá, L., & Gas, M. (2020). *Instalaciones domóticas*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Cerdá, L., & Gas, M. (2020). *Instalaciones domóticas* . Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Cheme, M. (26 de Abril de 2019). *La protección del usuario en la domótica y las facilidades que ofrece*. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/TESIS%20MARIA%20CHEME.pdf>
- Chenlo, G. (2019 ). *Domótica con Raspberry, Google y Python*. México D.F.: Amazon Digital Services .
- De Garrido, L. (2021 ). *Manual de arquitectura ecológica avanzada*. CP67.
- Diymakers. (20 de Julio de 2021). *Arduino y Processing Primeros pasos*. Obtenido de <http://diymakers.es/arduino-processing-primeros-pasos/#:~:text=Processing%20es%20un%20lenguaje%20de,c%C3%B3digo%20abierto%20basado%20en%20Java.&text=Es%20muy%20com%C3%BAn%20usar%20Processing,Serial%20del%20IDE%20de%20Arduino>.
- Ecoesmás. (16 de Junio de 2021). *Domótica: Ahorrar Energía Al Alcance De Todos*. Obtenido de <https://ecoemas.com/domotica-ahorrar-energia/>
- Ecoluz Led. (8 de diciembre de 2019). *La domótica en la iluminación*. Obtenido de Casa Domótica: <https://www.ecoluzled.com/blog/5-ventajas-de-la-domotica-en-la-iluminacion-led-i-ecoluz-led/>
- Gallardo, M., & Villacís, E. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de entrenamiento en domótica para los laboratorios de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/13467>
- Gallardo, S. (2019). *Configuración de instalaciones domóticas y automáticas 2.ª edición*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- García, J., & López, J. (febrero de 2019). *Diseño e implementación de un sistema domótico ininterrumpido con iluminación, sistemas de vigilancia y automatización, sistemas de vigilancia y automatización de portones de ingreso utilizando control pid y labview*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17070/1/UPS-GT002528.pdf>

- Guerrero, R. (2018). *Mantenimiento preventivo de sistemas domóticos e inmóticos*. IC Editorial.
- Jaimes, E., & Álvarez, E. (2017). *Análisis y diseño de un sistema domótico para climatización e iluminación inteligente caso de uso: Abcell comunicaciones*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/1649/1/TrabajodeGradoFase1.pdf>
- Jiménez, J. (2018). *Instalación y puesta en marcha de sistemas domóticos e inmóticos*. IC Editoria.
- Marqués, L. (2018 ). *Diagnóstico de averías y mantenimiento correctivo de sistemas domóticos e inmóticos*. IC Editorial.
- Mora, J. (2018). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos ...* IC Editorial. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=\\_VEpEAAAQBAJ&pg=PT131&dq=Sistemas+automatizados+de+encendido+y+apagado+de+luminarias&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiDkbCCv-DxAhVwTd8KHfOPAnQQ6wEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=Sistemas%20automatizados%20de%20encendido%20y%20apagad](https://books.google.com.ec/books?id=_VEpEAAAQBAJ&pg=PT131&dq=Sistemas+automatizados+de+encendido+y+apagado+de+luminarias&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiDkbCCv-DxAhVwTd8KHfOPAnQQ6wEwAHoECAQQAQ#v=onepage&q=Sistemas%20automatizados%20de%20encendido%20y%20apagad)
- Mora, J. (2018). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos*. IC Editorial.
- Muñoz, J. (2017). *Procesos de trazados de carreteras y vías urbanas*. Editorial Elearning, S.L.
- Naciones Unidas. (2016). *Agua y energía*. Madrid: Naciones Unidas.
- Pérez, S. (2019). *Diseño e implementación de un sistema domótico para la automatización de los servicios, confort y seguridad en los laboratorios de la carrera de ingeniería en sistemas con el protocolo X10 usando Arduino*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39769/1/B-CISC-PTG-1626%20P%c3%a9rez%20Jama%20Steven%20Abraham.pdf>
- Porcuna, P. (2021). *Robótica y domótica básica con Arduino: Contiene 28 prácticas explicadas*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ruiz, C. (2020). *Sistemas integrados y hogar digital*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Sánchez, Á. (2017). *Planificación de la gestión y organización de los procesos de montaje de sistemas domóticos e inmóticos*. Grupo Editorial .

Sarquis, J. (2021 ). *Arquitectura y técnica*. Nobuko.

Cheme, M. (2019) *Implementación de una Unidad de control domótico para la sala de profesores carrera Ingeniería Teleinformática*.