



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MEJORAR LA RED
INTERNA WIFI DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, AL INCORPORAR
TECNOLOGÍA LIFI**

José Fabricio Méndez Cruz

Asesorado por el MSc. Armando Alonso Rivera Castillo

Guatemala, marzo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MEJORAR LA RED
INTERNA WIFI DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, AL INCORPORAR
TECNOLOGÍA LIFI**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ FABRICIO MÉNDEZ CRUZ

ASESORADO POR EL MSC. ARMANDO ALONSO RIVERA CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alberto Navarro Fuentes
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
EXAMINADORA	Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MEJORAR LA RED
INTERNA WIFI DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, AL INCORPORAR
TECNOLOGÍA LIFI**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 12 de enero de 2022.

José Fabricio Méndez Cruz



EEPFI-

Guatemala, 12 de enero de 2022

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera


Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MEJORAR LA RED INTERNA WIFI DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, AL INCORPORAR TECNOLOGÍA LIFI**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Infraestructura de red - Infraestructura de red**, presentado por el estudiante **Jose Fabricio Mendez Cruz** carné número **200915067**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Ingeniería Para La Industria Con Especialidad En Telecomunicaciones.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

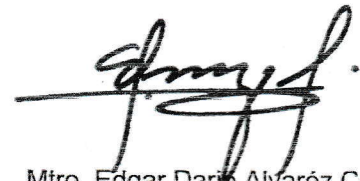
"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Armando Alonso Rivera Carrillo
Asesor(a)

Armando Alonso Rivera Carrillo
Ingeniero Electrónico
Colegiado No. 4265


Mtro. Mario Renato Escobedo Martinez
Coordinador(a) de Maestría




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-0180-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MEJORAR LA RED INTERNA WIFI DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, AL INCORPORAR TECNOLOGÍA LIFI**, presentado por el estudiante universitario **Jose Fabricio Mendez Cruz**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

The image shows a handwritten signature in black ink over a circular official stamp. The stamp contains the text: "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", "DIRECCIÓN ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA", and "FACULTAD DE INGENIERIA".

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica

Guatemala, enero de 2022



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.166.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO PARA MEJORAR LA RED INTERNA WIFI DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, AL INCORPORAR TECNOLOGÍA LIFI**, presentado por: **José Fabricio Méndez Cruz**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova 

Decana

Guatemala, marzo de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la luz que guía mi camino. Porque me has dado la sabiduría y entendimiento para culminar esta meta.
- Mi padre** Paulo Méndez, por todas esas enseñanzas y ser mi modelo a seguir. Gracias por todo el apoyo que me has brindado.
- Mi madre** Noemi Cruz, por ser ese amor incondicional que siempre ha sido mi soporte y que gracias a ella he podido culminar esta etapa de mi vida.
- Mis hermanas** Paola y Jessica Méndez, por ser mi compañía y ayuda que siempre ha estado disponible cuando más la he necesitado.
- Mis sobrinos** Stephan, Esteban, Estefanía, Santiago y Sebastián, por ser la alegría de la casa y una motivación más para seguir superándome.
- Mi cuñado** Franklin Valdéz, a quién considero como hermano, siempre he valorado toda la ayuda y consejos que me has dado.

Mi familia

Abuelos, tíos y primos, que de alguna forma han estado presentes en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad para ser un profesional más de nuestra querida <i>alma mater</i> .
Facultad de Ingeniería	Por brindarme un espacio en sus instalaciones para que día tras día avanzara en mi meta de ser un profesional.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por el apoyo para que esta meta culminara y darme la oportunidad de seguir adquiriendo conocimientos.
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica	A todos los ingenieros e ingenieras, que compartieron sus conocimientos, consejos y sus experiencias con el afán de formar profesionales de excelencia.
Mis amigos y compañeros	Por compartir esos buenos momentos compartidos en el estudio, tareas y proyectos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	5
3.1. Descripción general.....	5
3.2. Definición del problema	5
3.3. Formulación del problema	6
3.3.1. Pregunta principal de investigación	6
3.3.2. Preguntas complementarias de investigación	6
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. OBJETIVOS	9
5.1. General.....	9
5.2. Específicos	9

6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	11
6.1.	Esquema de solución	11
6.2.	Ubicación del lugar y área de estudio	13
7.	MARCO TEÓRICO	15
7.1.	Redes inalámbricas.....	15
7.2.	WiFi.....	17
7.2.1.	Seguridad	18
7.2.2.	Medio.....	19
7.3.	LED	20
7.4.	LiFi	20
7.4.1.	Inicios	21
7.4.2.	VLC	21
7.4.3.	Funcionamiento.....	21
7.4.4.	Ventajas de LiFi.....	22
7.4.5.	Desventajas del WiFi.....	23
7.5.	Laboratorio de electrónica.....	24
7.5.1.	Misión	24
7.5.2.	Visión.....	25
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	27
9.	METODOLOGÍA	31
9.1.	Variables	33
9.2.	Fases	34

9.3.	Población de estudio	35
9.4.	Tipo de muestreo.....	35
9.5.	Tamaño de la muestra.....	35
9.6.	Técnicas de investigación.....	36
9.7.	Instrumentos de recolección de datos	37
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	39
11.	CRONOGRAMA.....	41
12.	FACTIBILIDAD DE ESTUDIO	43
13.	REFERENCIAS.....	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de la solución	12
2.	Ubicación del área y lugar de estudio	13
3.	Redes inalámbricas clasificadas por su alcance	17

TABLAS

I.	Operativización de variables	34
II.	Cronograma	42
III.	Costos del estudio.....	43

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Gbps	Gigabit por segundo
Km	Kilómetro
%	Porcentaje
Q	Quetzales
THz	Tera hercios

GLOSARIO

5G	Son las siglas utilizadas para referirse a la quinta generación de tecnologías de telefonía móvil. Es la sucesora de la tecnología 4G la cual le provee conectividad a la mayoría de los teléfonos móviles actuales.
Bluetooth	Es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPAN), que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia.
IEEE 802.11	El estándar 802.11 es una familia de normas inalámbricas creada por el <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> (IEEE).
IoT	<i>Internet of things</i> (internet de las cosas).
LED	<i>Light emitting diode</i> (diodo emisor de luz).
LiFi	Es un tipo de conexión a Internet que usa tecnología que se caracteriza por transmitir información a través de la luz LED.
Microonda	Radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida entre 1 milímetro y 1 metro, y cuya

banda del espectro electromagnético tiene frecuencias entre 300 y 300,000 megahercios.

Morse	Conjunto de signos que establece una correspondencia entre letras y combinaciones de puntos y rayas o señales cortas y largas; se utiliza en sistemas de comunicación por medio de impulsos eléctricos (como el telégrafo) o por medio de luz.
VLC	<i>Visible light communications</i> (comunicaciones por luz visible).
WiFi Alliance	Es una organización que promueve la tecnología WiFi y certifica estos productos si se ajustan a ciertas normas de interoperabilidad. Los fabricantes pueden utilizar la marca para etiquetar los productos evaluados.
WiFi	Tecnología que permite conectar diferentes equipos informáticos a través de una red inalámbrica de banda ancha.
WiMax	Es una tecnología inalámbrica que funciona mediante la emisión y recepción de ondas de radio a través de radioenlaces ubicados en los principales repetidores y lugares estratégicos de la geografía.
WLAN	<i>Wireless local area network</i> (red inalámbrica de área local).

WMAN	<i>Wireless metropolitan area network</i> (red inalámbrica de área metropolitana).
WPAN	<i>Wireless personal area network</i> (red inalámbrica de área personal).
WWAN	<i>Wireless wide area network</i> (red inalámbrica de área ancha).

RESUMEN

En el presente trabajo se plantea la teoría y el diseño de investigación de la propuesta de análisis y diseño para mejorar la red interna WiFi del laboratorio de electrónica de la Universidad de San Carlos de Guatemala al incorporar la tecnología LiFi.

Para abordar esta propuesta de mejora se trabajará en 4 fases, que comprenden desde la revisión de teoría, documentación y análisis de la situación actual de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica, a su vez dar la base teórica de LiFi, para que con esto se establezca los puntos que pueden ser mejorados con esta tecnología, determinar su criticidad y con eso tomar la decisión de que equipos, elementos, dispositivos y componentes de la red deben ser sustituidos o mejorados con la tecnología LiFi, esto se haría con la idea de optar por lo mejor de dos tecnologías para el beneficio de los estudiantes y auxiliares del Laboratorio de Electrónica. Ya con estos elementos se procederá a hacer la propuesta para la mejora de la red interna WiFi, del laboratorio de electrónica.

Con la propuesta de mejorar la red interna WiFi del laboratorio de electrónica, se plantea un gran beneficio para el estudiante que utiliza estas instalaciones para investigar y desarrollar sus proyectos, proveer de conexiones seguras y más rápidas, con más capacidad de ancho de banda y menor consumo de energía. Para así preparar al laboratorio de electrónica a las nuevas tecnologías que vienen en el camino y que este sea referente en relación a la tecnología LiFi en Guatemala.

1. INTRODUCCIÓN

En el laboratorio de electrónica de la Facultad de Ingeniería siempre están en la búsqueda de la excelencia y vanguardia sobre lo último en tecnologías y su objetivo principal es la formación de los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de forma que puedan poner en práctica los conocimientos que han aprendido en las clases teóricas.

Actualmente el laboratorio de electrónica de la FIUSAC se enfrenta a varios problemas con su red inalámbrica WiFi, tales son el agotamiento en el ancho de banda por la saturación de usuarios en ciertos momentos, ruido excesivo generado por las condiciones y construcción del mismo laboratorio, falta de puntos de acceso y problema de acceso para los mismos estudiantes, además de problemas en la seguridad de la misma red. En el presente trabajo de graduación se propone una solución viable para mejorar la red interna WiFi, por medio de la incorporación de tecnología LiFi.

LiFi es una tecnología VLC (*visible Light Communication*), lo que significa que utiliza como medio de transporte una luz visible a comparación con WiFi, que utiliza microondas para la transmisión de información. LiFi se ayuda principalmente del LED y ha estado desarrollándose con paso lento pero continuo. Aunque al principio surgió con la idea de reemplazar al WiFi, actualmente debido a unas limitantes no se ha podido dar este gran salto y LiFi empieza a entrar al ámbito de las personas como una tecnología complementaria y sobre todo muy útil en lugares donde las microondas no puedan penetrar el medio o representan un peligro para las personas y el entorno, como por ejemplo

hospitales, vehículos y laboratorios de allí el por qué se decidió indagar en esta investigación. Una de las ventajas de LiFi son los costos reducidos de sus equipos por la simplicidad que estos conllevan, aunque por el momento por no estar tan extendido y al haber pocos fabricantes, oferta y demanda, los productos ofrecidos disponibles se encuentran con precios elevados, esto también para devolver un poco de las investigaciones realizadas, pero como se sabe los precios disminuirán conforme la tecnología sea más conocida y aumente su demanda.

Este trabajo de graduación reúne las características de una metodología de investigación aplicada ya que se pretende conocer la situación actual del laboratorio de electrónica y la tecnología LiFi, para mejorar la red interna del mismo.

Al realizar una investigación de la situación actual del laboratorio y comparar ambas tecnologías para determinar las ventajas y desventajas entre ellas, se desarrollara una propuesta para cuantificar y determinar costos, para que al momento idóneo las mejoras propuestas se puedan implementar en el laboratorio de electrónica y que este sea referente al cambio que se acerca, en relación a temas como la nube y el IoT y que los mismos estudiantes puedan tener fácil acceso a la información y recursos web desde el mismo laboratorio.

Al incorporar LiFi se plantea mejorar la red interna WiFi del Laboratorio de Electrónica y al desarrollar esta propuesta se creará un punto de referencia para que LiFi pueda ser aplicada a otros ámbitos en Guatemala, tales como hospitales, aeropuertos y comunicación entre vehículos, que es dónde el WiFi no puede proveer conexiones seguras debido a su misma naturaleza.

2. ANTECEDENTES

Los estudiantes de electrónica ven la necesidad de aprender, desarrollar y practicar las nuevas tecnologías en el laboratorio de electrónica y para ello necesitan más y mejores conexiones inalámbricas.

Debido a que el uso de las microondas es costoso y limitado y que cada vez existe más saturación del espectro electromagnético, sobre todo con WiFi ya que este utiliza bandas no comerciales y que por esa naturaleza se encuentran aún más saturadas que las demás microondas, conlleva a buscar alternativas para poder enviar datos de forma inalámbrica, ya que en un futuro inmediato estos problemas serán mayores.

“La palabra LiFi se inspiró en wifi, que, a su vez, se inspiró en HiFi o alta fidelidad” (Pauli, 2019, p. 41). Por lo que al hacer la analogía LiFi viene de juntar las dos palabras en inglés (*light fidelity*) y que se refiere a una conexión inalámbrica que utiliza luz visible en vez de utilizar microondas para la transmisión de datos, comúnmente por medio de LEDs y podría llegar a los 224 Gbps.

Algunas ventajas que proporciona LiFi son: alivio en el espectro de radiofrecuencia, iluminación inteligente, conectividad móvil, entornos peligrosos, hospitales, aviación, comunicaciones submarinas, vehículos y transporte, escape de radiofrecuencias, servicios basados en localización y hasta en juguetes (Vera, 2017).

Con esto se ve la tendencia en dónde sería mejor la aplicación de la tecnología LiFi a comparación de WiFi, tales como, lugares peligrosos o dónde las microondas no logran penetrar.

“La investigación y la innovación deben ser una estrategia para los países en vía de desarrollo.” (Rosales, 2019, p. 30), por lo que el laboratorio de electrónica no debería quedarse atrás y apostar por la incorporación de esta tecnología para aprovechar sus ventajas y además contribuir al desarrollo de la misma.

3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

En el presente capítulo se describen los problemas relacionados a la red WiFi del laboratorio de electrónica, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.1. Descripción general

Actualmente el laboratorio de electrónica se enfrenta a varios problemas con su red inalámbrica WiFi, tales como la falta de puntos de acceso, ruido excesivo generado por las condiciones y construcción del laboratorio, así como su mismo equipamiento electrónico, problemas relacionados a la salud y de seguridad al acceso a la red, así como la falta de delimitación y alcance del área de cobertura y además de la saturación en el ancho de banda por la cantidad de usuarios conectados al mismo tiempo. La mayoría de estos problemas son intrínsecos a la tecnología WiFi.

3.2. Definición del problema

El LiFi por su característica principal de enviar datos por medio de luz visible solventará los problemas mencionados anteriormente, claro está que como toda tecnología además de sus ventajas, también posee desventajas a comparación de WiFi, por lo que se debe plantear en qué medida deben coexistir estas dos tecnologías.

En el presente trabajo se pretende investigar la situación actual de la problemática de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica, con el objeto

de diseñar una propuesta de un modelo de red interna dónde la tecnología WiFi junto con la tecnología LiFi, logren mitigar esos problemas y hacer una red robusta y apta para un laboratorio de electrónica.

3.3. Formulación del problema

A continuación, se detalla la pregunta principal y las preguntas complementarias desarrolladas en la investigación.

3.3.1. Pregunta principal de investigación

¿Cómo se puede mejorar la red interna WiFi del laboratorio de electrónica incorporando tecnología LiFi?

3.3.2. Preguntas complementarias de investigación

- ¿Cuál es la situación actual de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica?
- ¿Qué es LiFi y cuáles son sus ventajas y desventajas en relación con la tecnología WiFi?
- ¿Cómo diseñar la mejora de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica incorporando tecnología LiFi?

4. JUSTIFICACIÓN

La red interna WiFi del laboratorio de electrónica tiene como fin el proveer al estudiante de la carrera de electrónica una conexión inalámbrica hacia el internet, pero debido al auge de las nuevas tecnologías tales como la nube y el IoT, entre otras, la red necesita ser mejorada para que pueda cumplir y satisfacer a las necesidades actuales de los estudiantes.

La línea de investigación escogida para la presente investigación es la de infraestructura de red, específicamente la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.

Con la incorporación de la tecnología LiFi a la red interna WiFi brindará mejoras que se pretenden indagar en esta investigación como la seguridad y el alcance de la red inalámbrica, mejora en el ancho de banda y mayor cantidad de usuarios conectados al mismo tiempo, entre otras.

La idea principal es mejorar la red interna del laboratorio de electrónica para que todos los estudiantes de electrónica tengan una conexión inalámbrica a Internet adecuada para la realización de sus proyectos que estén orientados a las nuevas tendencias.

El aporte de esta investigación está orientado para ayudar a los estudiantes de la carrera de electrónica que deseen desarrollar y trabajar sus proyectos en el laboratorio de electrónica. Pero dada la naturaleza de LiFi, la cual cambia en medio de las comunicaciones inalámbricas tradicionales de ondas electromagnéticas por luz visible, este proyecto podría orientarse a otros lugares

donde las microondas sean algún problema, tales como, hospitales, centros de radar, entre otros.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Mejorar la red interna WiFi del laboratorio de electrónica incorporando tecnología LiFi.

5.2. Específicos

- Identificar los problemas de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.
- Describir la tecnología LiFi, así como sus ventajas y desventajas en relación con la tecnología WiFi.
- Diseñar una red LiFi que mejore la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad para realizar la investigación es la de ofrecer un mejor funcionamiento en la red interna WiFi al incorporar LiFi, para tomar las ventajas de ambas tecnologías y aplicarlas en el laboratorio de electrónica .

Es necesaria porque nos acercamos a un futuro dónde las tecnologías inalámbricas toman más auge y lo que actualmente se usa no basta para cubrir la demanda que se generará, como lo es un mayor acceso a internet, los servicios en la nube y el internet de las cosas. Por lo que se remarca la necesidad de ir pensando en el futuro del laboratorio de electrónica en cuanto a su red inalámbrica, se beneficie de tecnologías emergentes tal como lo es LiFi y que además sea referente en el desarrollo y aplicación en Guatemala.

6.1. Esquema de solución

El esquema de la solución al problema consta de cuatro fases.

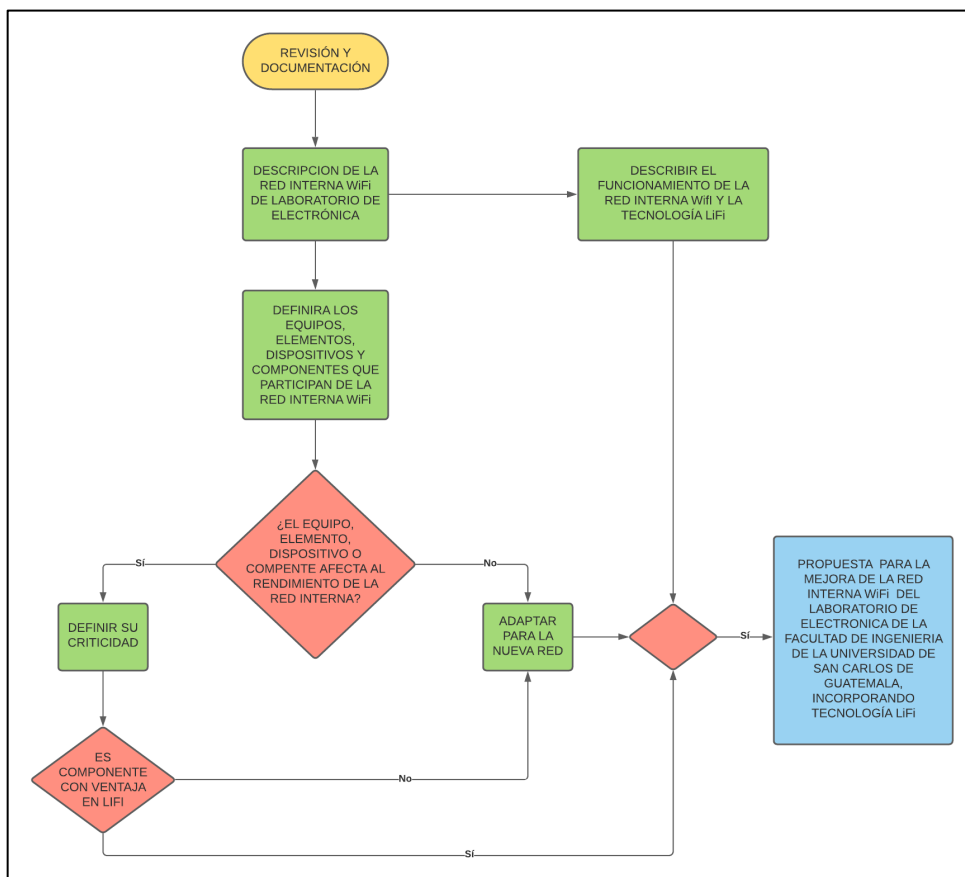
La primera fase consiste en la revisión y documentación para analizar la situación actual de la red interna WiFi en el laboratorio de electrónica. Además de obtener las opiniones de las principales personas involucradas en la misma, estudiantes y auxiliares.

En la segunda fase en base del análisis de la información recopilada, se pretende definir los equipos, elementos, dispositivos y componentes que intervienen en la red interna WiFi del laboratorio de electrónica y que tomarán parte del rendimiento de la misma.

La tercera fase establecerá los procedimientos adecuados que se deben tomar en cuenta para mejorar la red interna inalámbrica, basados en los resultados obtenidos durante la segunda fase.

Con fase 2 y 3 concluidas, en la fase 4, se procederá a realizar la propuesta que incluya los puntos de mejora sobre los que la incorporación de la tecnología LiFi, beneficiará a la ya existente red interna WiFi, en el laboratorio de electrónica.

Figura 1. Esquema de la solución

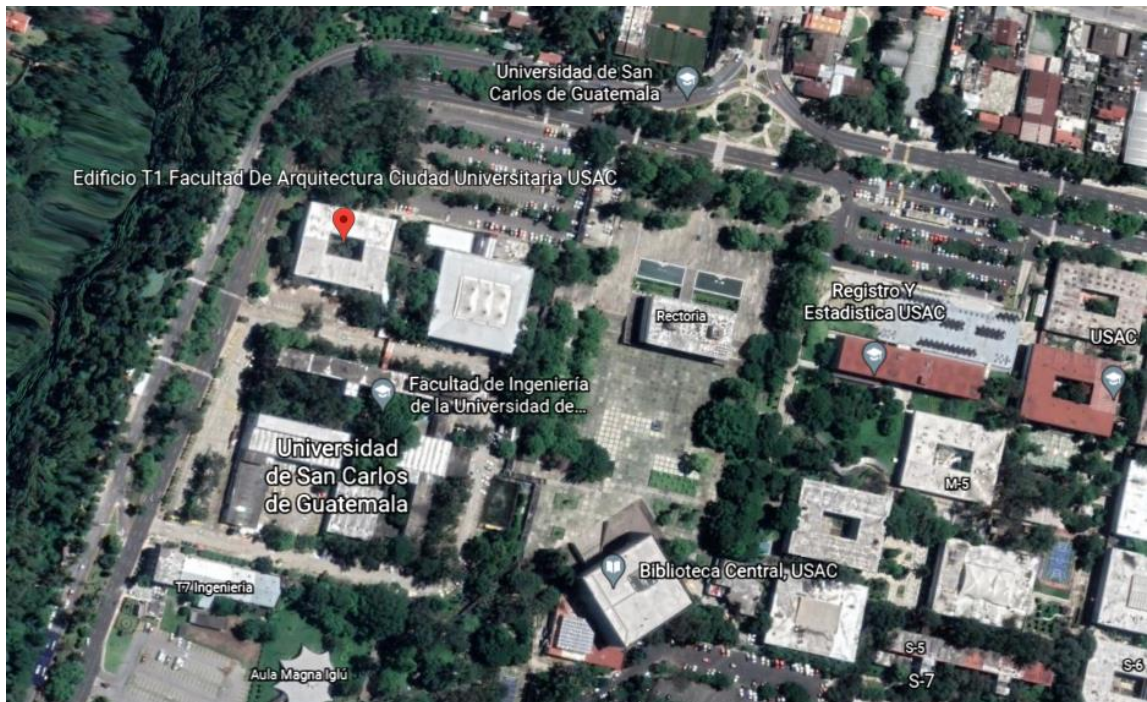


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

6.2. Ubicación del lugar y área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en la zona 12 del municipio de Guatemala, departamento de Guatemala. El lugar de estudio es en el laboratorio de electrónica, 3er. Nivel del edificio T1 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlo de Guatemala.

Figura 2. Ubicación del área y lugar de estudio



Fuente: Google Earth Pro (2021). Consultado el 12 de agosto de 2021. Recuperado de Lansat/Copernicus 2021 INEGI.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas según Salazar (2016), son las redes que no necesitan cables en la interconexión de dispositivos ya que estas utilizan las microondas como un medio para transmisión, envío y recepción de datos. Además, las redes inalámbricas suelen utilizar dispositivos portátiles, teléfonos móviles y computadoras de escritorio. En analogía las redes inalámbricas son muy similares a las cableadas, es decir, su arquitectura y lógica de funcionamiento y desarrollo para diseñar son las mismas, lo único que cambia es que las redes inalámbricas deberán convertir las señales de forma que estas puedan ser enviadas por aire.

Para Salazar (2016) las redes inalámbricas sirven a propósitos en casos dónde se necesita la sustitución de redes cableadas para proporcionar acceso en ubicaciones remotas y difíciles de llegar. Además, de que una infraestructura de conexión inalámbrica es de menor coste a comparación de una red cableada. Por lo que, en términos de facilidad de acceso y de ahorro una comunidad puede verse beneficiada al obtener acceso a internet de manera inmediata, lo que brinda un acceso total a la información y esto se traduce a un desarrollo local en menos tiempo y esfuerzo.

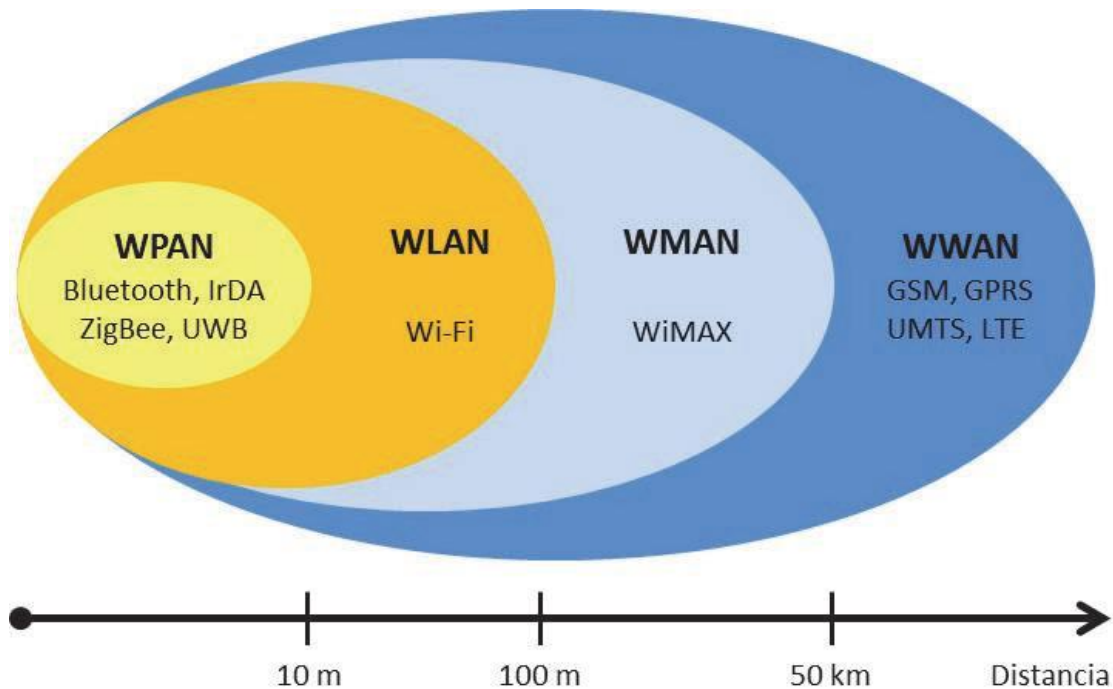
Según Salazar (2016) los dispositivos en las redes inalámbricas se pueden conectar de manera fácil sin importar la distancia entre ellos, ya sea de unos metros hasta algunos kilómetros, eso claro está depende de la tecnología a utilizar, las cuales se comentarán más adelante. La comunicación entre estos

dispositivos se logra sin tener la necesidad de romper estructuras para guiar cables y conectores, todo esto hace que las comunicaciones inalámbricas sean muy populares y se extiendan rápidamente.

Según Pop (2017), las redes inalámbricas se pueden clasificar según su alcance en cuatro categorías. En la figura 3, claramente se observa el área de cobertura de las cuatro categorías.

- La primera categoría WPAN o red inalámbrica de área personal, se caracterizan por ser redes de corto alcance, no más de 10 metros de alcance, pero son las más conocidas y con ellas se tiene más contacto en el día a día, el ejemplo más conocido es el bluetooth.
- La segunda categoría WLAN o red inalámbrica de área local, no suelen pasar más de los 100 metros, la red más conocida de esta división es sin duda el WiFi, se dará más información de esta categoría tecnología más adelante.
- La tercera categoría WMAN o red inalámbrica de área metropolitana, suelen llegar a los 50 km, la red más conocida es el WiMax, esta red está tomando auge gracias a su gran alcance y sobre todo dónde la red cableada aún no ha llegado o es muy difícil su acceso.
- La cuarta categoría WWAN o red inalámbrica de área ancha, esta es la categoría que engloba todas las tecnologías de telefonía móvil, ya que su alcance es muy amplio.

Figura 3. **Redes inalámbricas clasificadas por su alcance**



Fuente: Salazar (2016). *Clasificación por cobertura en redes inalámbricas.*

7.2. WiFi

Para Castro (2005) al hablar de WiFi, en realidad se hace referencia a la WiFi Alliance, que es una organización que reúne a varios fabricantes, que, sin ánimos de lucro, ayudan a promocionar todo lo relacionado a esta red inalámbrica para maximizar la compatibilidad entre los fabricantes que usan los estándares basados en la IEEE 802.11 y sus derivados.

Como bien indican Cárdenas, Molina, Morocho, Novillo y Moreno (2017), el WiFi al utilizar microondas para enviar y recibir datos a por el aire, dan paso a que estas ondas sean muy propensas a diferentes interferencias tales como:

reflexión en la señal, condiciones del ambiente y clima, obstáculos que impiden el paso de la señal y señales externas producidas por otros dispositivos.

7.2.1. Seguridad

Hay ideas generales sobre la seguridad de la red WiFi sobre el desinterés sobre proteger una red WiFi, de gastar recursos y tiempo en la misma, pero resulta perjudicial ese razonamiento ya que hay personas que conocen muy bien el tema y se dedican a encontrar esas vulnerabilidades.

Los ataques más comunes a una red WiFi son:

- Ancho de banda: es sorprendente la facilidad con la que se puede conectar a una red inalámbrica desprotegida cuando estamos en algún lugar público y de igual manera no es muy difícil conectarse a una red que como mínimo tiene una medida de protección. Por lo que el acceso no autorizado, merma considerablemente el ancho de banda de una red inalámbrica WiFi y lo peor que esto incluye a toda la red si la red WiFi se deriva de una red cableada.
- Accesos no autorizados: suele ser más común que los equipos exteriores estén más protegidos que los que se encuentran dentro de la misma red local. Es por eso que cuando un equipo externo se ve comprometido los equipos internos corren un mayor riesgo y el atacante tiene camino libre para poder acceder a ellos y a la información que estos posean. Que dependiendo el caso puede ser perjudicial para la persona o institución afectada.

- Responsabilidad legal: al existir un equipo atacado puede dar lugar a responsabilidades legales si existe prueba de que el propietario o persona que instaló la red WiFi, la hizo de forma negligente y sin seguir las medidas de seguridad pertinentes y preventivas. Aunque la seguridad de una red inalámbrica es responsabilidad de todos los involucrados siempre está el factor de deducir las mismas a alguna persona y como siempre es mejor estar prevenidos y no caer en las malas prácticas a la hora de diseñar una red inalámbrica.

7.2.2. Medio

El medio de transmisión WiFi como bien dice Castro (2005), está compartido por los dispositivos que se encuentren en el área de cobertura de la señal por lo que estos podrán recibir o interferir en los datos transmitidos por el medio, sin necesidad de que estos vayan dirigidos hacia él. Y una de las ventajas del WiFi, se vuelve en contra en este caso ya que los equipos que captan los mensajes o interferir en las señales, son relativamente baratos y cualquier persona puede tener acceso a ellos, ya que no se necesitan licencias para ellos debido a la misma filosofía del WiFi, la de ser fácilmente accesible para cualquiera.

Esto ha logrado que las medidas de seguridad resulten ineficientes en las redes locales en los hogares, salas edificios, oficinas, entre otros. Esto deriva en el problema en la gestión del área de cobertura de una red WiFi lo que conlleva en mayormente a los accesos no autorizados desde áreas que tampoco se tenían contemplados en la creación de la red inalámbrica. Y cómo vimos anteriormente puede dar paso a otros problemas inclusive dentro de la misma red, dónde por lo general las medidas de seguridad son pocas o hasta inexistentes.

7.3. LED

El LED como dice Rosales (2019), fue inventado en el año de 1962 por el científico Nick Holonyak en los Estados Unidos, al igual que el diodo consiste en pasar una corriente eléctrica por un semiconductor de dos electrodos y dependiendo del material así será la luz que irradian. Y tienen la ventaja de que son eficientes al aprovechar el consumo de energía ya que no calientan y por lo mismo han sido implementados en varios dispositivos en la actualidad.

7.4. LiFi

Para Leguizamon (2019), LiFi (*light fidelity*) es una conexión inalámbrica que emplea luz visible en lugar de las microondas para la transmisión de datos, principalmente utiliza uno o varios LED y se espera que llegue a la velocidad 224 Gbps.

Actualmente este tipo de conexión no es muy comercializada, pero gracias a las ventajas que ofrece podrá convivir y unirse a otras tecnologías ya existentes. Un gran ejemplo de una tecnología que podría recibir en gran medida al LiFi es el IoT (internet de las cosas), la cual ya ha cambiado en gran medida el pensar de las personas con respecto a la tecnología y la comunicación en las actividades del día a día.

“Algunas personas desconocen el significado de lo que podría reemplazar el WiFi, y es lo que se conoce como LiFi, que en español hace referencia a Fidelidad de la luz” (Leguizamon, 2019, p. 44). Esto quiere decir que las personas dan por hecho que el WiFi no desaparecerá, pero no conocen algunos problemas a los que se enfrenta y se enfrentará de los cuáles se tocarán más adelante.

7.4.1. Inicios

Aunque parezca increíble la comunicación por luz visible viene de mucho tiempo atrás tal como explica Pauli (2019), es bien conocido que Graham Bell hizo el gran invento del teléfono, pero lo que pocos saben es que también desarrolló otro dispositivo al que llamó fotófono, el cual era similar al teléfono, solo que utilizaba luz modulada en vez de sonido, llegó a utilizar incluso la propia luz del sol para llegar a los 200 metros. Por eso el mismo Graham creía que el fotófono era su mejor invento incluso más que el propio teléfono.

7.4.2. VLC

Para Peñafiel (2015), las VLC están basadas en la transmisión de los datos usando como medio el espectro de luz visible, este tipo de comunicación ha tomado auge gracias a la invención del LED, lo que ha permitido no solo iluminar nuestros hogares, si no también transmitir información por medio de ellos.

Como dicen Incipini, Belli, Palma, Ballicchia y Pierleoni (2017), la tecnología LiFi tiene una gran base de sus estudios en las comunicaciones por luz visible. Y de allí deriva la idea de enviar datos usando la luz como canal, por lo que la portadora podría estar en el rango de los 400 THz y 800 THz si tomamos todo lo relacionado al espectro visible de las ondas electromagnéticas y como precursora del LiFi se sustenta en los mismos principios de usar la iluminación para la transmisión los datos.

7.4.3. Funcionamiento

De manera sencilla se puede explicar que, para transmitir los datos por LiFi, solo se incorpora un chip a una bombilla de LED y se agrega un fotodiodo para

la recepción. De igual forma en el otro extremo debe haber un fotodiodo y otra bombilla LED, esta puede ir en un celular, Tablet, computadora, entre otros. De esta forma se completa el ciclo para enviar y recibir información y al agregarlos a más dispositivos podemos así tener una red inalámbrica con tecnología LiFi.

“Otra forma sencilla de verlo es que el envío de información usa la técnica morse, en vez de usar el sonido usa una bombilla LED, la cual maneja un sistema binario para ser traducido por el receptor” (Leguizamon, 2019, p. 44).

Para Vera (2017) la incursión de los dispositivos móviles, tales como los celulares, a la tecnología LiFi, será de gran ayuda para que su implementación sea lo más pronto posible, para obtener velocidades y conexiones más rápidas, sin modificar tanto la estructura de los mismos.

Para Naranjo y Casilla (2016), los sistemas LiFi se convertirán en un desarrollo muy importante en el tema de seguridad de las redes inalámbricas, lo que dará por beneficio que el acceso sea robusto y sin accesos no autorizados.

7.4.4. Ventajas de LiFi

- Vida útil: al cambiar las bombillas convencionales del hogar por unos LED que sean compatibles con la tecnología LiFi, obteniendo las ventajas del LED ya que pueden tener una vida útil de hasta 50,000 horas de vida y sin perder luminosidad. Por lo que al cambiar el medio a luz se obtiene un ancho de banda de más de 10,000 veces en comparación con las ondas de radio con lo que se puede lograr velocidades altas con poca interferencia y en temas de salud, no se ha demostrado que la luz genere ningún tipo de enfermedades.

- **Eficiencia energética:** los LED son bastante eficientes y consumen menos energía, que las bombillas convencionales e incluso que los mismos dispositivos que generan las radioondas en los dispositivos WiFi, al consumir menos energía contribuye por un medio ambiente más sano. El tema de lo eco-amigable está muy de moda en Guatemala, en estos días.
- **Nuevos panoramas:** un caso curioso es en las ondas de radio es que no logran atravesar el agua. Pero la luz visible sí, por lo que puede dar una ventaja a nuevos medios de comunicación subacuática.
- **Acceso seguro:** ya que como por cultura general se sabe que la luz no traspasa paredes, los ambientes en dónde se implemente el LiFi este estará específicamente limitado por las cuatro paredes del cuarto, por lo que los datos no pueden ser interceptados en lugares no previstos y sin autorización, lo que añade una forma de protección a la red extra, debido a la misma naturaleza de la luz.

7.4.5. Desventajas del WiFi

- **Limitación en su ancho de banda:** WiFi emplea ondas de radio para transmitir los datos y estas son muy limitadas y caras de usar. Por norma tiene un ancho de banda muy limitado y debido al crecimiento de las redes móviles el WiFi podría quedarse sin espectro para poder transmitir, como bien se sabe el 5G se acerca mucho a su ancho de banda.
- **Altos costos:** para una comunicación que utiliza ondas de radio, se requieren de antenas y receptores, que no son eficientes en consumo de energía y sus costos son considerables, aunque con la demanda que

existe y la fabricación en masa de estos dispositivos, se logran precios razonables.

- Interferencia: en aviones, fábricas y hospitales el uso de dispositivos móviles, que utilizan comunicación por ondas de radio, son prohibidos ya que podrían resultar peligrosos para los dispositivos delicados que se utilizan en estos ambientes.
- Alcance no delimitado: en WiFi sus ondas de radio pueden penetrar paredes que no sean muy gruesas, por lo que la señal podría llegar a espacios no deseados y por lo tanto ser puntos de riesgo para accesos no autorizados y sin algún tipo de método para poder vigilarlos.

7.5. Laboratorio de electrónica

El laboratorio de electrónica pertenece a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Es el lugar dónde se pone en práctica todo lo aprendido en las distintas clases del pensum creado para la carrera de Ingeniería Electrónica de dicha facultad y universidad.

7.5.1. Misión

Según Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica (2014) su misión es:

Formar profesionales competentes, con principios éticos y conciencia social, en los campos de las Ingenierías Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica, mediante técnicas de enseñanza actualizadas y fundamentados en la investigación, comprometidos con la sociedad, con el

fin de contribuir al bien común y al desarrollo sostenible del país y de la región. (párr. 1)

7.5.2. Visión

Así mismo Escuela de Mecánica Eléctrica (2014) indica que su visión es:

Ser la institución académica líder a nivel nacional y regional, con incidencia en la problemática nacional, en la formación de profesionales de calidad, en los campos de las Ingenierías Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica, emprendedores, con sólidos conocimientos científicos, tecnológicos, éticos, sociales, fundamentados en la investigación, orientados hacia la excelencia, reconocidos internacionalmente y comprometidos con el desarrollo sostenible de Guatemala y de la región. (párr. 2)

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción a redes inalámbricas

1.1.1. Tipos de redes inalámbricas

1.1.1.1. WWAN

1.1.1.2. WMAN

1.1.1.3. WLAN

1.1.1.4. WPAN

1.2. Comunicación por luz visible

1.2.1. Historia

1.2.2. Estándar IEEE 802.15.7

1.2.2.1. Capa PHY

1.2.2.2. Capa PHY II

1.2.2.3. Capa PHY III

1.2.3. Dispositivos

- 1.3. LiFi
 - 1.3.1. Historia
 - 1.3.2. Estándar IEEE 802.11
 - 1.3.3. Estándar IEEE 802.15.7r1
 - 1.3.4. Dispositivos
 - 1.3.5. Modelo general
 - 1.3.5.1. Transmisor óptico
 - 1.3.5.2. Receptor óptico
 - 1.3.6. OFDM
 - 1.3.6.1. Modulación OFDM
 - 1.3.6.2. Demodulación OFDM
 - 1.3.7. Espectro
 - 1.3.8. Tecnologías
 - 1.3.9. Desventajas respecto a WiFi
 - 1.3.10. Ventajas respecto a WiFi

- 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 5. METODOLOGÍA

- 6. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

- CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

En este capítulo se describirá la base y metodología para la investigación, por lo que es necesario desarrollar el diseño de investigación, ya que “el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 128).

Lo que indica que para el diseño de investigación es necesario establecer una serie de pasos, con los que se puede obtener la información necesaria para resolver el problema principal que se ha planteado al inicio de esta investigación.

Como primer paso se debe determinar el tipo de diseño de investigación, según Hernández *et. al.* (2014) un diseño no experimental cuantitativo “se puede definir como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables” (p. 152). Con esto se puede decir que esta investigación tendrá un diseño no experimental cuantitativo, ya que únicamente se realizará una observación en la red interna WiFi del laboratorio de electrónica y no se pretende cambiar las variables independientes que interfieren para mejorar dicha red.

Luego de determinar que el diseño de investigación es no experimental, se debe determinar si la investigación será transeccional o longitudinal, por lo que recurrimos a lo que dice Hernández *et. al.* (2014) “los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo

único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.” (p.154).

Esta investigación tendrá un tipo de investigación transeccional ya se analizarán las variables en la red interna WiFi, en un solo momento, ya que, debido a la naturaleza de la investigación, no es necesario realizar la recolección en distintos tiempos, ya que el entorno no cambiará y ni la misma investigación hará que este cambie.

Se debe establecer qué tipo de diseño transeccional aplicará para esta investigación, al observar lo que dice Hernández *et. al.* (2014) sobre los diseños transeccionales descriptivos.

Tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, entre otros y proporcionar su descripción. (p. 155)

Se establece que el tipo de estudio de esta investigación no experimental de tipo transeccional será descriptivo ya que se pretende indagar y ubicar las variables que influyen en el rendimiento de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica y describirlas al proponer un nuevo diseño de red para el mismo.

Al determinar el diseño para esta investigación y su correspondiente línea es necesario determinar el enfoque de esta investigación para lo cual.

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos brincar o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque

desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas; se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández *et. al.*, 2014, p. 4)

Por lo que podemos decir que el enfoque de esta investigación es cuantitativo ya que se determinarán una serie de pasos para determinar el estado actual de la red interna WiFi en el laboratorio de electrónica, determinar los puntos de mejora que se pueden dar al incorporar la tecnología LiFi y proponer un diseño de red donde convivan ambas tecnologías, pero que esto no se puede hacer en distinto orden.

9.1. Variables

Las variables que se estudiarán durante el desarrollo de esta investigación serán las siguientes, para obtener los resultados que se necesitarán para el análisis de la investigación. Estas se pueden observar en la tabla I.

Tabla I. **Operativización de variables**

Objetivo	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica	Plan de tabulación
Identificar los problemas de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.	Visita de campo y encuesta en el Laboratorio de Electrónica.	Independiente Cuantitativo Nominal	Recopilación de información.	Fotografías, diagramas, procedimientos, encuestas, diagramas de flujo.	De la recopilación se harán reportes y de la encuesta se dará el resultado de la misma.
Describir la tecnología LiFi, así como sus ventajas y desventajas en relación con la tecnología WiFi.	Fuentes bibliográficas, tablas de comparación entre las tecnologías WiFi y LiFi.	Independiente Cualitativo Ordinal	Descripción de ventajas y desventajas.	Fotografías, generar tablas de comparación entre las tecnologías WiFi y LiFi.	Informe sobre la tecnología LiFi y de las ventajas y desventajas del WiFi sobre esta.
Diseñar una red LiFi que mejore la red interna WiFi del Laboratorio de Electrónica.	Mejorar la red interna WiFi del Laboratorio de Electrónica al incorporar LiFi.	Dependiente Cuantitativo Nominal	Mejorar la red interna.	Diseño, procedimiento y recomendaciones.	De la recopilación y el informe se realizará una propuesta de implementación de la tecnología LiFi para mejorar la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.

Fuente: elaboración propia.

9.2. Fases

- Fase 1: Revisión documental de fuentes bibliográficas para la realizar los antecedentes y el marco teórico para este trabajo de graduación.
- Fase 2: Definir los equipos, elementos, opinión de las personas y componentes críticos de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.

- Fase 3: Enlistar los puntos a mejorar en la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.
- Fase 4: Proponer una implementación de la tecnología LiFi en la red interna para mejorar la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.

9.3. Población de estudio

La población para el estudio actual serán los estudiantes y auxiliares que cursan e imparten los distintos laboratorios de la carrera de Ingeniería Electrónica en el laboratorio de electrónica, específicamente los laboratorios del tercer nivel del edificio T1. De los cuáles para definir una población fija, se tomará que la población será de 500 en total.

9.4. Tipo de muestreo

Para el muestreo se utilizará el probabilístico del tipo aleatorio simple, ya que no se hará ninguna consideración sobre la población objetivo, se tomarán muestras aleatorias entre todos los estudiantes y auxiliares del laboratorio de electrónica, sin discriminación y objetivo.

9.5. Tamaño de la muestra

Para el tamaño de la muestra usaremos la ecuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 p q} \quad (\text{Ec. 1})$$

Se escogerá un nivel de confianza de mínimo 80 % por lo que $Z_{\alpha} = 1.28$ y la proporción de individuos se hará simétrica por lo tanto $p = q = 0.5$.

El tamaño de la población es de $N = 500$ individuos. El error muestral será de $e = 5 \%$.

Por lo que al sustituir los datos.

$$n = \frac{(1.28)^2 * 500 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2(500 - 1) + (1.28)^2 * 0.5 * .5} = 123.59 \cong 124$$

Por lo que el tamaño de la muestra a usar será de 124 individuos entre estudiantes y auxiliares del laboratorio de electrónica.

9.6. Técnicas de investigación

Para el trabajo de investigación actual se procederá a utilizar las siguientes técnicas de investigación:

- Observación, se procederá a observar las instalaciones del Laboratorio de Electrónica con el fin de recopilar la mayor cantidad de información a la cual aplicar análisis y enfocarlo al fin principal de este estudio. La información que principalmente se recopilará es determinar cómo es el uso del WiFi en el laboratorio de electrónica, cantidad de redes, bandas que se usan, así como la saturación y alcance de las mismas.
- Encuesta, se aplicará una encuesta a los estudiantes y auxiliares del Laboratorio para determinar el conocimiento sobre la red interna WiFi del

laboratorio y su nivel de satisfacción de la misma, así como saber si conocen de los futuros riesgos que se dan a conocer en este estudio.

9.7. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos que ayudarán a las distintas técnicas de investigación que se plantearon en el numeral anterior son los siguientes:

Para la observación se pretende hacer uso de instrumentos como las notas de campo que se obtendrán al hacer visitas de campo para obtener los datos y codificarlos a números exactos para analizarlos con enfoque cuantitativo. Una de las grandes ventajas es que la observación da lugar a una buena relación entre personas e interpretación de los equipos involucrados en el laboratorio de electrónica.

Para las encuestas, se utilizarán cuestionarios para indagar qué tanto sabe la población escogida (auxiliares y estudiantes), sobre la tecnología LiFi y el estado actual de la red interna WiFi en el laboratorio de electrónica. También se pretende realizar cédulas de entrevistas para obtener el nivel de satisfacción y la opinión en general sobre el estado actual de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la primera fase se analizará la información documental obtenida en la observación durante la visita de campo y encuestas realizadas a la población de interés para este estudio de investigación, para así determinar la utilidad que esta información tenga para alcanzar los objetivos de esta investigación.

En la segunda fase se pretende definir en base del análisis de la primera fase, la información de los equipos, elementos, dispositivos y componentes que participan en la red interna WiFi y su criticidad en el rendimiento de la misma

En la tercera fase se pretender adaptar o cambiar en base a mezclar la tecnología WiFi y LiFi, para obtener una mejora para red interna inalámbrica en el Laboratorio de Electrónica.

En la fase 4, con toda la información obtenida se realizará una propuesta para la mejora de la red interna WiFi del laboratorio de electrónica al incorporar la tecnología LiFi.

11. CRONOGRAMA

En el presente capítulo se presenta la organización cronológica del proceso de la propuesta, organizado en semanas y abarcando un total de 28 semanas, desde el inicio del informe final hasta su finalización.

La primera fase de la investigación es la revisión y documentación en la que se encuentra la red interna WiFi del laboratorio de electrónica, tiene una duración de 5 semanas. En la segunda fase se analizará la información recopilada, los equipos, elementos, dispositivos y componentes que intervienen en la red interna WiFi del laboratorio de electrónica. La cual tendrá una duración de 2 semanas.

La tercera fase establecerá los procedimientos adecuados que se deben tomar en cuenta para mejorar la red interna inalámbrica, basados en los resultados obtenidos durante la segunda fase, se desarrollará en 3 semanas. En la fase 4, se procederá a realizar la propuesta que incluya los puntos de mejora sobre los que la incorporación de la tecnología LiFi, beneficiará a la ya existente red interna WiFi, en el Laboratorio de Electrónica, se realizará en 7 semanas.

En las 8 semanas siguientes se realizará la presentación de resultados, la discusión de resultados, redacción de conclusiones y la redacción de las recomendaciones. En las últimas 3 semanas de la investigación se realizará la redacción y corrección del informe final.

En la página siguiente se muestra la tabla II. La cuál establece el cronograma de las actividades para desarrollar la totalidad de la investigación hasta finalizar el informe final.

Tabla II. Cronograma

Nombre de Tarea	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Desarrollo de trabajo de graduación																												
Fase 1: Revisión y documentación sobre la red interna WiFi																												
Fase 2: Analizar información de equipos, elementos, dispositivos y componentes																												
Fase 3: Establecer procedimientos para mejorar la red interna																												
Fase 4: Propuesta con los puntos a mejorar																												
Presentación de resultados																												
Discusión de resultados																												
Redacción de conclusiones																												
Redacción de recomendaciones																												
Redacción de informe final																												

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DE ESTUDIO

Esta investigación será financiada completamente por él investigador, se buscará el tiempo necesario para que el investigador con ayuda de un asesor logre desarrollar la investigación. Los gastos previstos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla III. **Costos del estudio**

Materiales		Presupuesto
Humano	Investigador	Q 8,000.00
	Asesor	Q 2,000.00
Materiales	Computadora personal	Q 3,000.00
	Cámara fotográfica	Q 1,500.00
	Impresora	Q 1,500.00
	Impresiones	Q 500.00
	Refill tinta	Q 200.00
	2 resmas de hojas carta	Q 100.00
	3 juegos de lapiceros (rojo, azul, negro)	Q 30.00
	1 caja de lápiz 2B	Q 25.00
	5 folder con gancho tamaño carta	Q 15.00
	10 encuadernados	Q 200.00
	Alimentación	Q 4,000.00
	Transporte	Q 3,000.00
	Servicio de Internet y telefonía	Q 3,000.00
	Gastos imprevistos	Q 1,000.00
TOTAL		Q 28,070.00
Financiación prevista por el investigador.		Q 28,070.00

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Cárdenas, O., Molina, J., Morocho, R., Novillo, J. y Moreno, G. (octubre, 2017). Estudio entre las tecnologías WIFI – LIFI en la optimización del servicio de internet. *Revista ciencia e investigación*, 2(8), 50-53.
2. Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica (22 de febrero, 2014). *Misión y Visión*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://eime.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/2015-10-06-22-23-45/mision-y-vision>.
3. Espinoza, R. y Vivanco, M. (mayo, 2017). Li-Fi: Velocidad de Internet sorprendente bajo la Luz Visible. *Revista Killkana Técnica*, 1(2), 1-6. Recuperado de https://killkana.ucacue.edu.ec/index.php/killkana_tecnico/article/view/76/118.
4. Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
5. Incipini L., Belli, A., Palma L., Ballicchia M. y Pierleoni P. (noviembre, 2017). Sensing Light with LEDs: Performance Evaluation for IoT Applications. *J. Imaging*, 3(4), 50.

6. Leguizamón, M., Rojas, J. y Rodríguez, E. (junio, 2019). LiFi y su integración con la internet de las cosas. *Revista vínculos*, 16(1), 42–56.
7. Naranjo, O. y Casilla, F. (2016). *Estudio de factibilidad de la implementación de la tecnología Li-Fi en la facultad de ciencias matemáticas y físicas* (Tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
8. Pauli, G. (2019). *La comunicación a la velocidad de la luz*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
9. Peñafiel, J. (2015). *Análisis de la tecnología Li-Fi: comunicaciones por luz visible como punto de acceso a internet, una alternativa a la transmisión de datos en las comunicaciones inalámbricas* (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7770>.
10. Pop, L. (2017). *Diseño de una red inalámbrica de área local para la unidad académica (17) de la Universidad de San Carlos de Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
11. Rodríguez, A., Paternina, J. y Salcedo, O. (julio, 2017). Evaluation of QoS in RF/Li-Fi hybrid networks on 5th generation environments. *Revista Facultad de Ingeniería*, 26(46), 141-154. Recuperado de <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/7326/5717>.

12. Rosales, D. (2019). *La innovación de la tecnología Li-Fi y la viabilidad de protección como patente de su tecnología* (Tesis de maestría). INFOTEC, México. Recuperado de <http://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1027/394>.
13. Salazar, J. (2016). *Redes inalámbricas*. República Checa: Universidad Técnica Checa de Praga. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf.
14. Vera, D. (2017). *Análisis Comparativo de la Tecnología Lifi: Comunicaciones por luz Visible con otras Tecnologías de Comunicación* (Tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16963>.

