



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y

TELECOMUNICACIONES

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN
SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A
LAS REDES WIFI**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

AUTORES:

HUGO RICHARD GÓMEZ MATAMOROS

GALO EDUARDO NARVÁEZ ALBÁN

TUTOR:

ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO: APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS REDES WIFI

TUTOR:

ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN

REVISOR:

ING. JORGE MAGALLANES BORBOR.

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD:

CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA:

INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

FECHA DE PUBLICACIÓN:

No. DE PAGS: 112

ÁREA TEMÁTICA: Redes de Comunicaciones Inalámbricas

PALABRAS CLAVES: Comunicaciones Inalámbricas, Sistema de Control de Acceso, Arduino y Tecnología LIFI.

RESUMEN: El presente trabajo de titulación tiene como objetivo analizar las aplicaciones de la tecnología LIFI en empresas PYMES con la finalidad de lograr mayor velocidad, cobertura y seguridad en la información.

No. DE REGISTRO:

No. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL: (PROYECTO DE TITULACIÓN EN LA WEB)

ADJUNTO PDF:

☒

SI

☐ NO

CONTACTO CON AUTOR:

Hugo Richard Gómez Matamoros

Galo Eduardo Narváez Albán

Teléfono:

0992983567

0997581959

E-mail:

hugo.gomezm@ug.edu.ec

galo.narvaeza@ug.edu.ec

CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN:

Víctor Manuel Rendón entre Baquerizo Moreno y
Córdova

Nombre: Ab. Juan Chávez Atocha, ESP.

Teléfono: 042- 565016

E-mail: secretaria_cisc_cint@ug.edu.ec

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación, **“APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS REDES WIFI “** elaborado por el Sr. GÓMEZ MATAMOROS HUGO RICHARD & el Sr. NARVÁEZ ALBÁN GALO EDUARDO, Alumnos no titulados de la Carrera de Ingeniería en Networking & Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

Atentamente

ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN

TUTOR DEL PROYECTO DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación de manera primordial a la memoria de mi respetado padre Dr. Hugo Gómez Toledo, puesto que desde el cielo supo guiarme con sabiduría para enfrentar cada obstáculo que se presentara y así poder llegar a este tan esperado momento.

A mi madre Carmen Matamoros León que fue sinónimo de constancia, a mi esposa Alexandra Trillanes Delgado que fue mi fortaleza en todo momento de este proceso de aprendizaje y a mis hermanos Luis Gómez Matamoros, Jacqueline y Karina Machuca Matamoros que fueron ejemplos de unidad; brindándome su apoyo incondicional día a día. A mis hijos Arianna, Aaron, Ainnara y Thais porque son la razón principal de mi superación. Gracias por creer y confiar en mí.

Hugo Richard Gómez Matamoros

DEDICATORIA

A mis padres: Galo Narváez Pérez & María Lucila Albán Silva, a mis hermanas: Ximena Narváez Albán y María Laura Narváez Albán, quienes han sido fuente de apoyo y aliento constante desde siempre.

A mi esposa: Paola Díaz Villacís, quien ha sido el pilar fundamental para cumplir esta etapa y me ha brindado contención y motivación durante toda mi carrera. A mis hijos: Galo Narváez Díaz y Julieta Narváez Díaz, quienes me han dado la fuerza necesaria para continuar día a día.

Galo Eduardo Narváez Albán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme y permitirme demostrar todos aquellos conocimientos aprendidos en mi etapa universitaria. Un agradecimiento total a mis padres, esposa, hijos y hermanos por haber puesto toda su confianza en mí y haber luchado día a día para llegar al objetivo final.

A la Universidad de Guayaquil, autoridades, docentes y compañeros por el tiempo, apoyo, consejos y respeto compartido en cada uno de los pasillos de nuestra prestigiosa institución.

Hugo Richard Gómez Matamoros

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanas, esposa e hijos. Sin ellos esta meta no hubiera sido posible.

A la Universidad de Guayaquil, que me abrió sus puertas para cumplir este objetivo.

Galo Eduardo Narváez Albán

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Ing. Harry Luna Aveiga, M.Sc
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

Ing. Jorge Magallanes Borbor, M.Sc.
PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. José Morán Agosto, M.Sc.
PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. Juan Manuel Chaw Tutiven.
PROFESOR TUTOR DEL PROYECTO
DE TITULACIÓN

Ing. Ab. Juan Chávez Atocha, Esp.
SECRETARIO TITULAR

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

Autor(es):

Gómez Matamoros Hugo Richard

Narváez Albán Galo Eduardo



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y

TELECOMUNICACIONES

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN
SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A
LAS REDES WIFI**

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el
Título de:

INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Autor: HUGO RICHARD GÓMEZ MATAMOROS

C.I. 0920585536

Autor: GALO EDUARDO NARVÁEZ ALBÁN

C.I. 1704327848

Tutor: ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN

Guayaquil, Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por los estudiantes **HUGO RICHARD GÓMEZ MATAMOROS & GALO EDUARDO NARVÁEZ ALBÁN**, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones cuyo problema es:

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS REDES WIFI

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

HUGO RICHARD GÓMEZ MATAMOROS

C.I.: 092058553-6

GALO EDUARDO NARVÁEZ ALBÁN

C.I.: 170432784-8

Tutor: ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN

Guayaquil, Agosto de 2018



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERIA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Autorización para Publicación de Proyecto de Titulación en Formato Digital

1. Identificación del Proyecto de Titulación

Nombre Alumno: Hugo Richard Gómez Matamoros.	
Dirección: Sauces 6 Manzana. 276 Villa. 13	
Teléfono: 0992983567	E-mail: hugo.gomezm@ug.edu.ec
Nombre Alumno: Galo Eduardo Narváez Albán.	
Dirección: Las Brisas 108 y Av. Olmos – Lomas de Urdesa.	
Teléfono: 0997581959	E-mail: galo.narvaeza@ug.edu.ec

Facultad: Ciencias Matemáticas y Físicas
Carrera: Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones
Proyecto de Titulación al que opta: Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones
Profesor Tutor: Ing. Juan Manuel Chaw Tutiven

Título del Proyecto de Titulación: APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS REDES WIFI

Tema del Proyecto de Titulación: Comunicaciones Inalámbricas, Sistema de Control de Acceso, Arduino y Tecnología LIFI.

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica del Proyecto de Titulación

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de este Proyecto de titulación.

Publicación Electrónica:

Inmediata	X	Después de 1 año:	
-----------	---	-------------------	--

Firma de los Alumnos:

Gómez Matamoros Hugo Richard

Narváez Albán Galo Eduardo

3. Forma de Envío:

El texto del proyecto de titulación debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. O .RTF y .Puf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: .gif, .jpg o .TIFF.

DVDROM ☐

CDROM ☒

ÍNDICE GENERAL

Contenido

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
DEDICATORIA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	VII
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VIII
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	X
ÍNDICE GENERAL.....	XIII
ABREVIATURAS.....	XVIII
SIMBOLOGÍA.....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XX
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XXI
.....	XXIII
RESUMEN.....	XXIII
.....	XXV
ABSTRACT.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos específicos.....	6
Alcances del problema.....	7
Justificación e importancia.....	7
Metodología del Proyecto.....	8
CAPITULO II.....	9

MARCO TEÓRICO	9
Antecedentes de estudio	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
Tecnología LIFI	11
Diodos LED	12
Diodo Láser	14
Ventajas	15
Desventajas	15
Aplicaciones	15
Energía de emisión	16
Paneles Solares utilizados en tecnología le luz	17
Panel fotovoltaico	17
Bombillos LED	18
Características de la tecnología LIFI	20
Topologías de Red	21
Topología Peer-To-Peer	21
Topología Estrella	21
Topología Broadcast	22
Broadcast	23
• Antena	23
• Satélite de Comunicaciones	23
• Canal	23
Placas Arduino	24
• Interfaz de entrada	24
• Instalación de la información al micro controlador	24
• Interfaz de salida	24
Arduino Uno	25
Arduino Nano	26
Funcionamiento	26
Módulo Ethernet Shield	27
Funcionamiento	27
Ventajas	27
Código Manchester	28

Funcionamiento	28
Ventajas	28
Fotocélula o Resistencia LDR	29
LED RGB	29
Comunicación HTTP (Hypertext Transfer Protocol)	30
Funcionamiento	31
Lista de comandos HTTP	32
Método GET del HTTP	33
Lenguaje HTML	33
Java Script	34
MÉTODO AJAX	34
Sistemas de Control de Acceso	34
Tipos de Control de Acceso	35
• Sistemas de Control de Acceso Autónomos	35
• Sistemas de Control de Acceso en Red	36
Lenguaje PHP (HyperText Pre-Processor)	37
MySQL (Gestor de Base de Datos)	37
Ventajas	38
Arquitectura LIFI	38
Capa Física	39
• PHY I	40
• PHY II	40
• PHY III	40
Capa MAC	40
Funcionamiento de la redes LIFI	40
Seguridad LIFI	41
FUNDAMENTACIÓN LEGAL	43
Constitución de la República del Ecuador 2015	43
TÍTULO I	43
CÁPITULO I	43
Consideraciones Preliminares	43
TÍTULO II	44
REDES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	44

CAPÍTULO I	44
Establecimiento y explotación de redes	44
Artículo 9.- Redes de telecomunicaciones	44
Artículo 10.- Redes públicas de telecomunicaciones.	45
Artículo 12.- Convergencia.	46
Artículo 13.- Redes privadas de telecomunicaciones.	46
Artículo 35.- Servicios de Telecomunicaciones.	46
Artículo 76.- Medidas técnicas de seguridad e invulnerabilidad”.	47
Artículo 77.- Interceptaciones”	47
Artículo 78.- Derecho a la intimidad”	47
Artículo 82.- Uso comercial de datos personales.	48
Sección Tercera	48
Comunicación e Información	48
Capítulo Quinto	49
Sectores Estratégicos, servicios y empresas públicas	49
Sección Primera	50
Educación	50
Sección Octava	50
Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales	50
HIPÓTESIS	51
DEFINICIONES CONCEPTUALES	51
CAPITULO III	55
PROPUESTA TECNOLÓGICA	55
Análisis de factibilidad	55
Ventajas de LIFI	55
Desventajas de LIFI	56
Factibilidad operacional	57
Factibilidad técnica	58
Primera parte: Diseño de arquitectura de red LIFI	58
Segunda parte. Prototipo de control de acceso por LIFI	61
ESQUEMA DE COMUNICACIÓN CLIENTE - SEVIDOR	63
Factibilidad legal	69
Factibilidad económica	69

Etapas de la metodología del proyecto.....	71
Iniciación	71
Planificación.....	71
Ejecución.....	71
Monitoreo y control:	72
Cierre:.....	72
Entregables del proyecto.....	72
Criterios de validación de la propuesta	72
Procesamiento y análisis.....	73
CAPITULO IV	88
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO	88
Informe de resultados:	88
Matriz de criterios de aceptación para los alcances del proyecto.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	94

ABREVIATURAS

UG	Universidad de Guayaquil
ING.	Ingeniero
MSc	Master
WWW	World Wide Web
URL	Localizador de Fuente Uniforme
HTML	Lenguaje de Marcas de Hipertexto
LDR	Resistencia Dependiente de Luz
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto
PHP	Pre-Procesador de Hipertexto
VLC	Comunicación por Luz Visible

SIMBOLOGÍA

S	Desviación estándar
e	Error
E	Espacio Muestral
E(Y)	Esperanza matemática de la v.a. y
S	Estimador de la desviación estándar
e	Exponencial

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Causas y Consecuencias	4
Tabla 2 Cuadro Comparativo de las Tecnologías LIFI - WIFI	56
Tabla 3 Direccionamiento IP de los Componentes del Sistema.....	63
Tabla 4 Componentes utilizados en la Construcción del Prototipo de Control de Acceso por LIFI	65
Tabla 5 Componentes utilizados en la Construcción del Prototipo de Transmisión de Audio por LIFI.....	68
Tabla 6 Costos de Construcción de Prototipo de Transmisión de Audio por LIFI	70
Tabla 7 Costos de Construcción del Prototipo de Control de Acceso por LIFI	70
Tabla 8 Conocimiento LIFI.....	73
Tabla 9 Tecnología LIFI	75
Tabla 10 Velocidad LIFI	76
Tabla 11 Seguridad LIFI.....	77
Tabla 12 Avance Tecnológico.....	78
Tabla 13 Eficiencia Energética	79
Tabla 14 Tecnología Muy Avanzada.....	80
Tabla 15 Necesidad de Luces LED	81
Tabla 16 Necesidad de Lámparas Encendidas	82
Tabla 17 No Atraviesa Paredes	83
Tabla 18 Seguridad LIFI.....	84
Tabla 19 Instalación LIFI	85
Tabla 20 Contratación de Servicio	86
Tabla 21 Informe de Resultados	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Tecnología LIFI	12
Gráfico No. 2 Diodo LED	13
Gráfico No. 3 Diodo Láser	14
Gráfico No. 4 Energía de Emisión	16
Gráfico No. 5 Paneles Solares	17
Gráfico No. 6 Bombillos LIFI	19
Gráfico No. 7 Espectro de Luz Visible	20
Gráfico No. 8 Topología P2P	21
Gráfico No. 9 Topología Estrella	22
Gráfico No. 10 Topología Broadcast	22
Gráfico No. 11 Broadcast	23
Gráfico No. 12 Placa Arduino	24
Gráfico No. 13 Arduino Uno R3	25
Gráfico No. 14 Arduino NANO	26
Gráfico No. 15 Módulo Ethernet Shield 33	27
Gráfico No. 16 Código Manchester	28
Gráfico No. 17 Fotocélula o Resistencia LDR	29
Gráfico No. 18 LED RGB	30
Gráfico No. 19 Esquema de Comunicación HTTP	31
Gráfico No. 20 Funcionamiento de Comunicación HTTP	32
Gráfico No. 21 Sistemas de Control de Acceso	35
Gráfico No. 22 Instalación de Control de Acceso Autónomo	36
Gráfico No. 23 Sistema de Control de Acceso en Red	36
Gráfico No. 24 Arquitectura LIFI	39
Gráfico No. 25 Funcionamiento LIFI	41
Gráfico No. 26 Seguridad LIFI	42
Gráfico No. 27 Modelo de Arquitectura para la Implementación de la Tecnología LIFI	58
Gráfico No. 28 Diseño del Área de Trabajo de una PYME	59
Gráfico No. 29 Esquema de Tecnología LIFI - Compañía PureLIFI	60

Gráfico No. 30 Esquema de Tecnología LIFI - Empresa VLNCONN	60
Gráfico No. 31 Esquema de Tecnología LIFI – Empresa VLNCONN	61
Gráfico No. 32 Esquema del Funcionamiento del Sistema de Control de Acceso por LIFI.....	61
Gráfico No. 33 Esquema de Comunicación del Sistema de Control de Acceso por LIFI.....	62
Gráfico No. 34 Conexión con el Server	63
Gráfico No. 35 Base de Datos MySQL	64
Gráfico No. 36 Programación del Módulo Arduino	65
Gráfico No. 37 Máquina Virtual con Linux Ubuntu.....	66
Gráfico No. 38 Programación de la Base de Datos.....	66
Gráfico No. 39 Prototipo en Funcionamiento.....	67
Gráfico No. 40 Transmisión de Audio por LIFI.....	68
Gráfico No. 41 Prototipo del Dispositivo de Transmisión de Audio por LIFI	69
Gráfico No. 42 Conocimiento LIFI	74
Gráfico No. 43 Tecnología LIFI	75
Gráfico No. 44 Velocidad LIFI	76
Gráfico No. 45 Seguridad LIFI.....	77
Gráfico No. 46 Avance Tecnológico	78
Gráfico No. 47 Eficiencia Energética	79
Gráfico No. 48 Tecnología Muy Avanzada	80
Gráfico No. 49 Necesidad de Luces LED	81
Gráfico No. 50 Necesidad de Lámparas Encendidas	82
Gráfico No. 51 No Atraviesa Paredes	83
Gráfico No. 52 Seguridad LIFI.....	84
Gráfico No. 53 Instalación LIFI	85
Gráfico No. 54 Contratación de Servicio	86



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y

TELECOMUNICACIONES

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN
SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS
REDES WIFI**

Autor: HUGO RICHARD GÓMEZ MATAMOROS

Autor: GALO EDUARDO NARVÁEZ ALBÁN

Tutor: ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo analizar las aplicaciones de la tecnología LIFI en empresas de tipo PYME con la finalidad de lograr mayor cobertura suministrando seguridad en la información. LIFI como tecnología emergente tiene como principales características la seguridad, ahorro de energía y mayor ancho de banda por lo que se presenta como una alternativa a la tecnología WIFI para ser utilizada en diversas PYMES y diferentes tipos de entornos. Para esto se presentará un diseño de red con las características y capacidades necesarias para que una red LIFI sea utilizada en una PYME. Además, se presentan dos prototipos: el primero servirá para demostrar la aplicación práctica de LIFI en sistemas de control de acceso como una alternativa a los ya existentes y como medio de introducción de la tecnología al

mercado de bajo costo. El segundo prototipo servirá para demostrar la aplicación práctica de LIFI en ambientes que requieren auto guía o de entrega automática de información como son los bancos, hoteles, lugares restringidos, hospitales o museos. El avance en las telecomunicaciones genera que las aplicaciones y tendencias futuras hagan que LIFI y WIFI convivan y se complementen perfectamente ya que LIFI puede ser implementada en lugares donde WIFI no sería posible y viceversa.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y

TELECOMUNICACIONES

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN
SEGURIDAD CON ACCESO INALÁMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS
REDES WIFI**

Author: HUGO RICHARD GÓMEZ MATAMOROS

Author: GALO EDUARDO NARVÁEZ ALBÁN

Tutor: ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN

ABSTRACT

The objective of this thesis work is to analyze the applications of LIFI technology in PYMES companies in order to achieve greater coverage by providing information security. LIFI as emerging technology has as main features security, energy savings and greater bandwidth. Furthermore, it represents an alternative to WIFI technology that is used in various PYMES and different types of environments. To demonstrate the applications of LIFI technology, we will show a network design with the characteristics and capabilities necessary for a LIFI network for a PYME. In addition, two prototypes are presented: the first will serve to demonstrate the practical application of LIFI in access control systems as an alternative to existing ones and as a means of introducing technology to the low-cost market. The second prototype will serve to demonstrate the practical application of LIFI in environments that require self-guidance or automatic delivery of information such as banks, hotels, restricted places, hospitals or museums. The advance in telecommunications means that applications and future trends make LIFI and WIFI coexist and complement each other perfectly,

since LIFI can be implemented in places where WIFI would not be possible and vice versa.

INTRODUCCIÓN

La utilización de la luz como medio de transmisión no guiado se remonta a los años de 1880 cuando el científico británico Alexander Graham Bell por primera vez en la historia realizó una transmisión de voz por medio de frecuencias de luz solar utilizados como canales de comunicación a una cierta distancia. (Oledcomm, 2014)

En base a la investigación de Alexander Graham Bell, universidades como la de Versalles, en Francia, son pioneras en el desarrollo e implementación de tecnologías usando redes LIFI – Light Fidelity.

El presente proyecto de titulación desarrolla los aspectos de la tecnología LIFI, la cual está concebida para proporcionar una conexión entre dispositivos teniendo como medio de transmisión la luz LED, proporcionando seguridad en la transmisión de datos, disminuyendo errores y generando ahorro de energía.

Ofrecer una posible alternativa de comunicación a las PYMES es de gran relevancia debido a la información confidencial que manejan, donde por medio de la red LIFI puede existir una conexión segura entre dispositivos; por ejemplo, acceder a una base de datos particular.

Las conexiones inalámbricas por WIFI que se utilizan actualmente carecen de alta seguridad en el momento de transmitir los datos, mayormente por desconocimiento de los usuarios comunes quienes no proporcionan las seguridades adecuadas; además la falta de innovación para proteger los datos críticos ha producido que exista un alto índice de ataques cibernéticos donde los piratas informáticos, una vez que estén conectados a la red WIFI de la víctima, tienen la capacidad de capturar información sensible y tomar el control de ordenadores ocasionando daños a los activos físicos y lógicos de la empresa.

La presente propuesta tecnológica consta de cuatro capítulos que se detallan a continuación:

- **Capítulo I El Problema:** En este capítulo se define el planteamiento del problema, situación, conflicto, nudos críticos, causas, consecuencias, alcances y objetivos del proyecto.
- **Capítulo II Marco Teórico:** En esta parte se detalla la fundamentación teórica referente al tema propuesto y además se menciona la fundamentación legal y las definiciones conceptuales.
- **Capítulo III Propuesta Tecnológica:** Se define la factibilidad operacional, técnica, económica y legal determinando la viabilidad de la propuesta aplicando una metodología al proyecto y se detallan las fases del mismo.
- **Capítulo IV Criterios de Aceptación del Producto o Servicio:** Consiste en elaborar una matriz de aceptación del producto o servicio detallando si se ha cumplido con los alcances del proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ubicación del problema en un contexto

Actualmente las PYMES utilizan las redes inalámbricas para realizar consultas de distinta índole, como del tipo legal, judicial o para realizar transferencias de dinero o bien acceder a servidores con información confidencial, etc. Las redes inalámbricas dentro de una PYME generalmente son compartidas a través de dispositivos WIFI, que se ven afectadas por su disponibilidad, seguridad, escalabilidad y contraseñas vulnerables las cuales pueden ser atacadas desde el exterior con un equipo próximo a las mismas con el objetivo de interceptar datos sensibles de estas compañías afectando la productividad del negocio.

Los dispositivos WIFI tienen un alcance limitado por las condiciones de los sitios en los que son instalados y por la potencia de los mismos para emitir su señal por lo que para tener mayor cobertura es necesario aumentar el número de equipos WIFI, incrementando los costos para alojar a un mayor número de usuarios.

La tecnología LIFI es una alternativa encaminada a reducir estos costos y aumentar la cobertura con mayor ancho de banda.

Situación conflicto nudos críticos

El problema de seguridad de las redes inalámbricas por WIFI surge debido a que los usuarios asignan contraseñas de corta longitud las cuales se convierten en blanco fácil para los piratas informáticos quienes intentarán acceder a información confidencial lo que ocasiona que se produzcan conexiones sin la autorización y autenticación debida con el objetivo de afectar el rendimiento de la red y la sustracción de información. Además, el no tomar en consideración las tecnologías que incrementen los niveles de seguridad en las pequeñas y medianas empresas produce que se mantenga la misma infraestructura provocando que esta siga siendo afectada por atacantes.

Causas y Consecuencias

Tabla 1 Causas y Consecuencias

CAUSAS	CONSECUENCIAS
La falta de inversión en seguridad en las redes inalámbricas	Produce ataques informáticos a la red con el objetivo de lograr la captura de datos sensibles
La falta de alternativas de solución para mitigar el problema de redes inalámbricas	No considera tecnologías emergentes como LIFI para incrementar el nivel de seguridad de la información lo que produce que las pequeñas compañías mantengan la misma infraestructura
Corto alcance de la señal en las redes inalámbricas	Produce desconexiones en la red afectando la productividad
Gastos excesivos de equipos inalámbricos para aumentar el alcance de las redes inalámbricas	Aumento de costos operacionales

Fuente: Trabajo de Investigación
Autores: Hugo Gómez - Galo Narváez

Delimitación del problema

1. **Campo:** Redes inalámbricas
2. **Área:** Telecomunicaciones
3. **Aspecto:** Tecnología LIFI – Light Fidelity
4. **Tema:** APLICACIÓN DE TECNOLOGIA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN SEGURIDAD CON ACCESO INALAMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS REDES WIFI

Formulación del problema

La tecnología LIFI, la cual promete revolucionar el futuro de las comunicaciones inalámbricas, teniendo como principales características la seguridad, ahorro de energía, mayor ancho de banda entre otros aspectos y utilizando la luz emitida por focos led como medio de transmisión:

¿Será LIFI una alternativa para lograr incrementar el nivel de seguridad para la comunicación entre dispositivos?

Evaluación del problema

Los aspectos a evaluar son los siguientes:

1. **Evidente:** Con el transcurso del tiempo el tráfico de información a nivel mundial se va incrementando. Lo que se percibe es que la velocidad de transmisión de datos que proporcionan las redes inalámbricas de WIFI son limitados al enviar grandes cantidades de datos de forma protegida. Actualmente investigadores de países como Francia, Escocia, México, entre otros han demostrado como transmitir información por medio de la luz led, logrando que la tecnología LIFI trabaje en conjunto con las redes de datos de WIFI para mejorar el alcance de la señal, la seguridad y la velocidad de transmisión de datos.
2. **Delimitado:** El proyecto planteado está enfocado en demostrar la viabilidad de la utilización de los prototipos de esta tesis y de su aplicación en PYMES.
3. **Relevante:** El poder aplicar nuevas tecnologías como LIFI en equipos de uso cada vez más frecuente en las PYMES, hace que sea de suma importancia su desarrollo e implementación.

4. **Original:** Actualmente la utilización de luz visible con focos led en PYMES, hogares y otros sitios no está considerada como medio de conexión entre dispositivos o hacia internet, por lo que la posibilidad de demostrar su viabilidad y utilización la hace original.
5. **Factible:** Este proyecto es posible debido a que la información sobre estas tecnologías y los recursos económicos necesarios para la realización de los prototipos presentes en el mismo están al alcance para su implementación.
6. **Identifica los productos esperados:** Obtener los resultados por medio de un estudio de factibilidad técnica basado en la tecnología LIFI, proponiendo a ésta como alternativa de seguridad de la información y dos prototipos de implementación con los que se demuestra la posibilidad real del uso de esta tecnología.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las aplicaciones de la tecnología LIFI en empresas PYMES con el objetivo de aumentar cobertura en lugares específicos suministrando seguridad en la información.

Objetivos específicos

1. Realizar un levantamiento de información sobre la tecnología LIFI identificando su alcance, velocidad de transmisión de datos, arquitectura de red, aplicaciones y modo de uso.
2. Identificar los tipos de equipos de tecnología LIFI que están disponibles en el mercado para la transmisión de datos, así como los lugares en los que pueden ser implementados.
3. Analizar por medio de un cuadro comparativo las tecnologías WIFI y LIFI verificando sus ventajas, desventajas y costos.

4. Presentar dos prototipos a modo de ejemplos factibles de que LIFI es una tecnología que se puede implementar en PYMES

Alcances del problema

El alcance del proyecto consiste en demostrar que la transmisión de datos por medio de la luz LED es factible a través de la construcción de dos prototipos LIFI aplicando circuitos electrónicos y adicionalmente diseñar un esquema de red inalámbrica basado en esta tecnología, como opción a los sistemas WIFI.

El primer prototipo servirá para demostrar la aplicación práctica del LIFI en sistemas de control de acceso como una alternativa a los ya existentes y como medio de introducción de la tecnología al mercado de bajo costo.

El segundo prototipo servirá para demostrar la aplicación práctica del LIFI en ambientes que requieren auto guía o de entrega automática de información como son los bancos, hoteles, lugares restringidos, hospitales o museos. Para ambos casos se determinarán los elementos necesarios para la implantación de esta tecnología.

Para el diseño de red, se hará una recopilación de información de los productores de esta tecnología que están comercialmente disponibles y se determinarán los elementos que se requieren para la implementación de una red en una empresa tipo PYME.

Justificación e importancia

Las redes inalámbricas generan movilidad y flexibilidad al momento de acceder a la información desde cualquier dispositivo, pero estos son vulnerables a los atacantes que, con las herramientas adecuadas, podrían tener acceso a datos sensibles. La tecnología LIFI disminuye los inconvenientes presentes en las redes WIFI ya que una de sus ventajas principales es que no atraviesa paredes y por tanto no es posible para un atacante acceder a la red LIFI sin ser detectado. LIFI es una tecnología emergente que suministra gran ancho de banda, de 10 a 100 veces más rápido que una red con WIFI y permitirá incrementar la cobertura ya que se puede utilizar en lugares cerrados como por ejemplo en un avión, en

un tren o en salas de hospitales donde además, no interfieren con otros equipos inalámbricos por lo que es necesario su estudio y su aplicación. Además, por medio del desarrollo de este proyecto, se comprenderá mejor los beneficios en la implementación de LIFI en las PYMES que manejan información confidencial donde los problemas de seguridad presentes en las redes inalámbricas pueden generar robo de información y bajo desempeño de la red.

Es de transcendencia para la sociedad porque con el desarrollo de esta tecnología se logra una mayor seguridad de la información dentro de redes LIFI en las que los usuarios pueden acceder a internet o conectarse a dispositivos de forma segura sin la necesidad de ser víctimas de piratas informáticos, además de contar con los beneficios de gran ancho de banda.

Metodología del Proyecto

El PMI indica que los procesos para dirigir un proyecto son Iniciación/Planificación/Ejecución/Monitoreo y control/Cierre

Para este proyecto de titulación se ha elegido seguir las directrices y estándares que indica el PMI pues se ajusta a sus características. El desarrollo de esta metodología será explicada en el capítulo III de este documento. (PMI, 2018)

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de estudio

En estos últimos años los avances tecnológicos han centrado sus bases de investigación en una nueva tecnología que de manera silenciosa se abre paso entre las ramas de la telecomunicación y las redes de comunicación inalámbrica, el presente proyecto se ha apoyado en las siguientes investigaciones:

En el año 2014 la compañía francesa Oledcomn hizo la presentación de la tecnología LIFI, haciendo uso de un dispositivo móvil Android, donde su hardware fue modificado por especialistas en teléfonos inteligentes, cambiando la cámara frontal del celular por un sensor de luz; además la misma modificación se la realizo con una Tablet, esta innovación permitió que los equipos móviles tengan la capacidad de captar la señal LIFI emitidas por dos lámparas LED(Light Emithing Diode), a través del sistema Android se efectuaron algunas pruebas de conectividad tales como: la reproducción del contenido audiovisual y la presentación de imágenes en diferentes formatos, todo esto se lo ejecuto a velocidades superiores a los 10 Gbps, mostrando el potencial de esta infraestructura tecnológica. (Alvarado&Litardo, 2018)

La compañía rusa STINS COMAND en Abril del 2014 presentó el desarrollo de una red de área local inalámbrica denominada LIFI, a quién bautizo con el nombre de BEAMCASTER, en donde su módulo actual transfería información a una velocidad de 1,25 Gbps, pero dicha compañía preveía un aumento de velocidad en el futuro no muy lejano de hasta 5 Gbps. Además en el mismo año,

la empresa mexicana SISOFIT estableció un nuevo estándar en donde se podía transmitir datos a velocidades de hasta 10 Gbps por medio del espectro de luz emitidos por lámparas LED. (Pototski, 2014)

La estructura de red LIFI tiene como objetivo mejorar la seguridad en las redes inalámbricas para evitar ataques y que atacantes no tengan acceso a la información sensible, ya que esta tecnología solo funciona en lugares reducidos y las bombillas que proveen luz LED solo emitirán señal en un corto espacio.

En el año 2015 la Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca realiza un análisis de tecnología LIFI, empleando el método de comunicación por luz visible para el acceso a la red de internet como una alternativa a las redes inalámbricas para la transmisión de la información, Dicha institución de educación superior ha detallado durante su investigación la evolución, el descubrimiento y la forma de implementar este sistema que proporcione una excelente conexión a internet con la finalidad de aplicar mejoras en la seguridad de los datos disminuyendo los riesgos en las redes. (Oyola&Sañudo, 2016)

En la actualidad una variedad de países en el mundo han realizado estudios sobre la nueva tendencia tecnológica denominada LIFI, en donde los investigadores e ingenieros informáticos han propuesto que se implementen un sistema que permita promover las redes inalámbricas ópticas de alta velocidad y así poder superar limitantes y proporcionar seguridad en la información de las redes WIFI tradicionales. Perú se ha planteado un estudio de esta tecnología en base al desarrollo de las comunicaciones inalámbricas en Colombia. (Naranjo&Casillas, 2016)

Con la creciente demanda de los datos inalámbricos, la falta de espacio en el espectro de radio y los problemas que se han presentado por medio de la contaminación electromagnética es que aparece la tecnología LIFI como una alternativa más ecológica, más saludable y menos costosa respecto al tradicional WIFI, que se ha venido usando con el transcurso del tiempo.

El término LIFI es utilizado por primer vez por Harald Haas en su charla en TED GLOBAL sobre la VLC (Comunicación por Luz Visible), ésta infraestructura fue implementada en el CONSUMER ELECTRONIC SHOW en el año 2012 en los Estados Unidos, Ciudad de las Vegas usando dos dispositivos móviles marca

CASIO en donde se intercambiaban datos aprovechando la intensidad de la luz variable emitida desde sus pantallas a una distancia de tan sólo 10 metros. (Mariana, 2016)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Tecnología LIFI

La tecnología LIFI o también denominada tecnología de comunicaciones por luz visible (VLC), efectúa una transmisión de datos y libera una capacidad de transferencia que equivale a 10.000 veces más con respecto al rango de frecuencias que emite el espectro radioeléctrico.

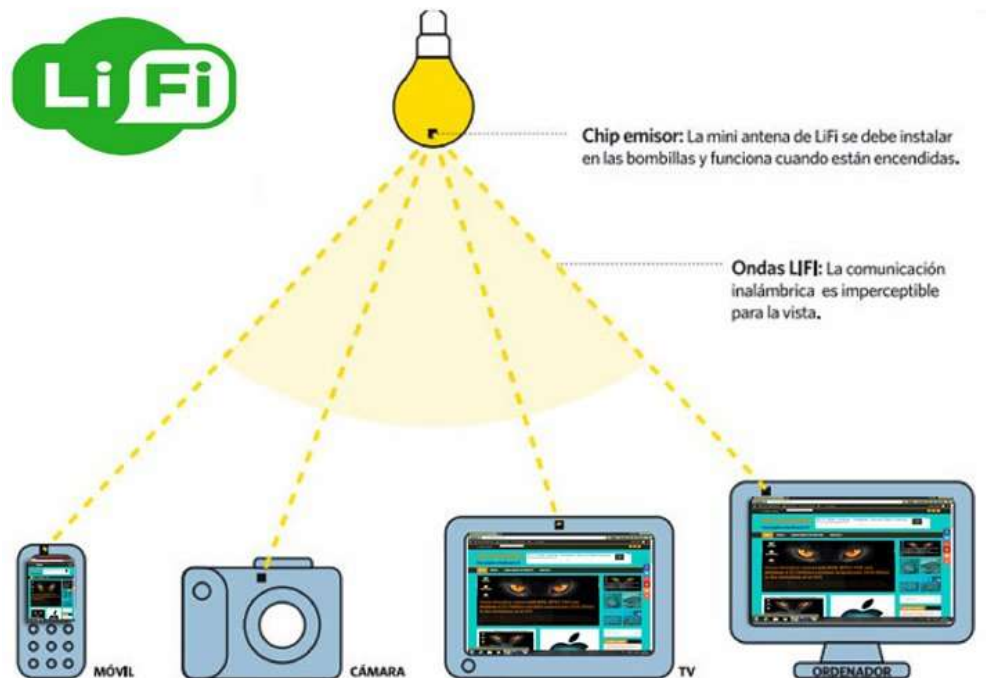
Las redes LIFI funcionan por medio de bombillas o lámparas LED, las cuales pueden encontrarse en oficinas o también en los hogares, pero **¿Qué significa el diodo LED?** (Diodo Emisor de Luz), es un elemento electrónico que emite luz en la mayoría de aplicaciones diarias enfocadas en la electrónica digital. La tecnología LIFI, utiliza una de las características principales de dicho diodo, la cual consiste en efectuar un parpadeo a gran velocidad, el mismo que en lenguaje binario se interpretan como unos y ceros, los cuales son muy utilizados para transmitir datos a través de esta red.

Los diodos que emiten luz se encuentran en cualquier equipo que tenga la capacidad de poder transmitir este tipo de señal. De esta manera podemos decir que su trabajo dentro del espectro de luz es totalmente efectivo al poder transmitir datos a una velocidad 10.000 veces mayor a la que se registra en el espectro de radiofrecuencias.

Una de las mayores ventajas de esta tecnología es la seguridad en la transmisión de los datos evitando que atacantes la intercepten debido a que la luz LED no se propaga sino que abarca un radio específico de cobertura, las ondas de luz no poseen la capacidad de atravesar paredes de bloques, de ladrillo, de madera y metálicas lo cual genera una excelente seguridad de la información generando imposibilidad a los posibles atacantes de penetrar la red

por medio de herramientas de software con distribuciones basadas en LINUX y WINDOWS orientadas al hackeo ético. (Combariza&Acosta, 2015)

Gráfico No. 1 Tecnología LIFI



Fuente: <https://busy.org/@eliaxis77/LIFI-el-nuevo-sistema-de-conexion-inalambrica-ii>

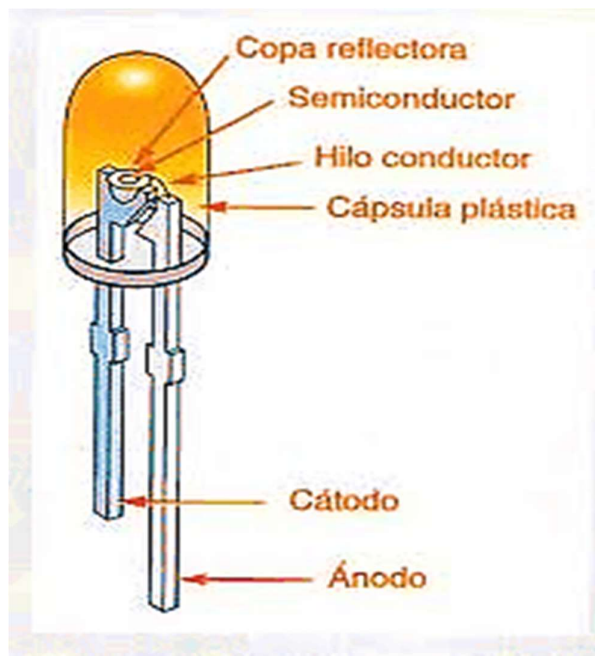
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Diodos LED

Un elemento electrónico es de vital importancia para el procesamiento de señales ópticas para efectuar la transmisión de la información por medio de generación de haces de luz es el diodo LED. Las señales ópticas son utilizadas en comunicaciones de medios de transmisión de fibra óptica para la transferencia de datos. Dichas señales son necesarias para el flujo de la información en dispositivos visualizadores.

El diodo emisor de luz o LED es un dispositivo fotónico sencillo y muy utilizado en aplicaciones para visualización de producción de señales ópticas en comunicaciones. Comparado con el diodo láser (LD), su elaboración es más simple por lo cual no requiere una cavidad óptica especial; aunque entre sus desventajas se pueden citar: baja señal óptica, espectros anchos de luz, y tiempos de respuesta lentos. (Sanchis&Ejea, 2008)

Gráfico No. 2 Diodo LED



Fuente: <http://www.areatecnologia.com/electronica/como-es-un-led.html>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

La estructura básica de los diodos emisores de luz es una reunión p-n (positiva y negativa) la cual está directamente polarizada introduciendo electrones y huecos en las zonas p y n de manera correspondiente. Dicha carga proporcionada a los portadores minoritarios, los cuales se encuentran implantados en cada una de estas zonas y se combinan con aquellos portadores mayoritarios ubicados en zonas ya establecidas. Si bien es cierto la fuente de luz LED es una de las más utilizadas para establecer comunicaciones ópticas como en los sistemas de visualizadores, aun así este dispositivo no es el de mayor prestaciones a pesar

de su fácil fabricación y uso, pues existe otra fuente de luz bastante similar denominada Diodo Láser (LD) el cual aprovecha dos de las desventajas más comunes del LED dando como resultado: un espectro de luz de alta intensidad focalizado y una modulación de hasta 50 GHz.

Diodo Láser

La palabra láser significa (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), es decir, luz amplificada por la emisión estimulada de radiación, estos dispositivos ópticos pueden dividirse en varios grupos según sus diferentes criterios: el estado de la materia del medio activo, el rango espectral de la longitud de onda del láser y el método de excitación del medio activo.

El diodo láser es un semiconductor capaz de emitir luz coherente mediante la unión p-n, las mismas que se encuentran muy densamente concentradas y con una estructura interna bastante compleja que al integrarse y funcionar a modo de diodo puede producir un efecto láser.

Gráfico No. 3 Diodo Láser



Fuente: <https://ingenieriaelectronica.org/diodo-laser-definicion-caracteristicas-usos/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Ventajas

- Emite luz en una sola dirección.
- La emisión de luz en monocromática.
- Alta fiabilidad.
- Alto rendimiento (más del 20% de energía suministrada es emitida por radiación laser).
- Bajo costo.
- Pequeño peso y volumen.
- Bajo consumo de energía.
- Largo tiempo de vida útil (más de 100 años de operación continua)

Desventajas

- Baja potencia debido a las bandas de energía ocupadas por electrones.
- Alta sensibilidad a los cambios de temperatura.
- Poca colimación en el haz de luz obtenido.
- Alto calentamiento en el paso de corriente sobre el material de diodo.

Sin embargo, estos dispositivos a pesar de sus pocas desventajas ocupan el segundo lugar en ventas después del láser He-Ne por sus usos en computadoras, impresoras, medios de comunicación e inclusive tratamientos médicos, entre otros.

Aplicaciones

La aplicación más básica que se le ha asignado al diodo láser es como fuente de alimentación lumínica para sistemas de telecomunicaciones utilizando como medio de transmisión la fibra óptica, el mismo es capaz de proporcionar una potencia óptica entre 0.005 a 25mW, suficiente para transmitir señales de un punto a otro a varios kilómetros de distancia cubriendo un intervalo de longitud de onda entre 920 y 1650 nm.

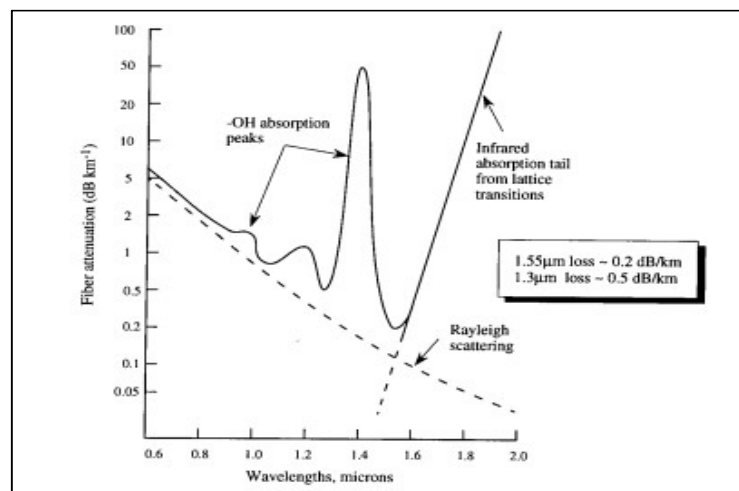
El diodo láser requiere de una fuente alimentación de 100 a 200 mW, los mismos que han obtenido un extenso uso como sensores para los reproductores de discos compactos, de la misma forma se conoce que existe un diodo láser de un solo modo capaz de emitir un haz de luz de 20 a 50 mW y el mismo es bastante utilizado en impresiones de alta calidad, sistemas de distribución de datos,

transmisión de datos y comunicaciones espaciales entre satélites en órbita. (Carbajal, s.f.)

Energía de emisión

El propósito de crear una emisión de luz particular nos da como resultado, una serie de efectos, dando como parte de la búsqueda colores determinados por dicha emisión. De manera frecuente se seleccionan aleaciones de ciertos materiales puesto que guardan una mayor flexibilidad en el rango permitido de ancho de banda para un mayor acceso. Además, si se necesitan fuentes para comunicaciones ópticas, se pide seleccionar materiales que puedan emitir haces de luz en longitudes de onda equivalentes a los $1,55\mu\text{m}$ o $1,3\mu\text{m}$. Estas longitudes de onda se encuentran representadas por dos valores mínimos en su curva característica en donde muestran la atenuación de potencia a lo largo de la fibra, como se detalla en el siguiente gráfico. Enfocándose en la teoría, las comunicaciones a larga distancia se establecen a miles de kilómetros generando velocidades de transmisión de datos superior a los Mbps. Existen materiales como el GAs (elemento químico) que emiten $0,8\mu\text{m}$ el cual puede ser utilizado aún en la actualidad en redes LAN. (Sanchis&Ejea, 2008)

Gráfico No. 4 Energía de Emisión



Fuente: (Sanchis&Ejea, 2008)

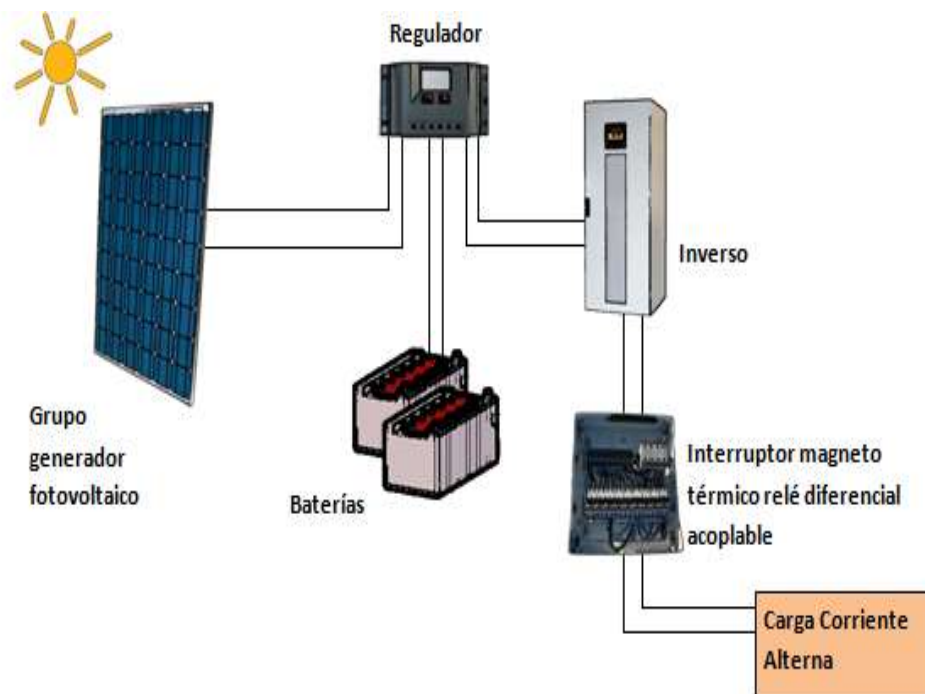
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Paneles Solares utilizados en tecnología le luz

Panel fotovoltaico

Es el elemento de vital importancia de un sistema de energía solar. Este tipo de sistema es el que menos trabajo de mantenimiento requiere para su funcionamiento. Se realiza una limpieza en la superficie del mismo, puesto que por acción del clima se cubre de polvo en su cubierta. La frecuencia de estos mantenimientos dependerá del sitio en los cuales se haya instalado dicho sistema.

Gráfico No. 5 Paneles Solares



Fuente: <http://eliseosebastian.tumblr.com/post/37407508820/qu%C3%A9-hace-un-regulador-con-los-paneles>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Bombillos LED

Actualmente la iluminación LED se abre camino entre las tecnologías de iluminación más utilizada en empresas, edificios, casas, negocios y otros entornos. Esta tecnología pretende aprovechar este tipo de iluminación para poder transmitir datos o información hacia cualquier equipo que este dentro del campo de incidencia de la luz LED, considerando los cambios de intensidad de la luz.

La transmisión de información por medio de luz no es una idea novedosa; códigos como el Morse se han utilizado de manera histórica para enviar mensajes a través de señales luminosas, por ejemplo en los mares o en los campos de batalla.

LIFI hace el mismo trabajo, solo que es otro dispositivo el que recibe y decodifica la información. Además, utiliza código binario. De la misma manera podemos decir que otra tecnología anterior es la del mando a distancia, ya que funciona por medio de luz infrarroja y la comunicación es unidireccional. En la actualidad empleamos la luz como medio de comunicación entre lugares distantes, utilizando como medio de transmisión cables de fibra óptica.

La luz puede recoger mensajes igual que las transmisiones radiales, dado que ambas están compuestas por ondas electromagnéticas, la única diferencia radica en su frecuencia. Así mismo, al utilizar luz ofrecemos una enorme versatilidad, puesto que las comunicaciones actuales están saturando el espectro radioeléctrico y de esa manera al utilizar la banda de luz visible se demuestra que puede ser unas 10.000 veces más ancha que las frecuencias de radio conocidas. (Serre, 2017)

Alrededor de una cuarta parte del consumo mundial de electricidad se destina para iluminación y los LEDs juegan un papel importante en el ahorro de recursos para el cuidado del medio ambiente del planeta. De esta manera dicho consumo de recursos disminuye y así los dispositivos LED podrían llegar a durar hasta 100.000 horas, un valor bastante significativo en relación al tiempo de vida útil de las bombillas incandescentes y fluorescentes.

Partiendo de este último punto, las lámparas tradicionales están reemplazándose por lámparas LED, de esta manera se aprovecha el potencial que poseen para aumentar la calidad de vida de millones de habitantes alrededor del mundo. (Copyright © DIARIO ABC, 2014)

Gráfico No. 6 Bombillos LIFI



Fuente: <https://www.proydesa.org/portal/index.php/noticias/1340-LIFI-la-tecnologia-que-nos-conecta-a-internet-mediante-la-luz>

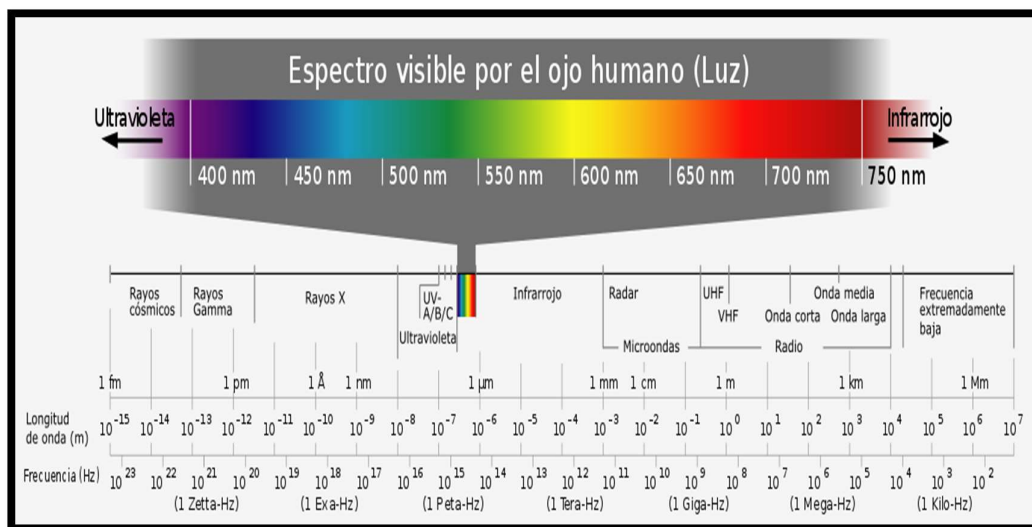
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

La comunicación por luz visible (VLC) denominada LIFI está enfocada en la teoría y tecnología de las comunicaciones digitales. Este tipo de tecnología desarrollada por diversos investigadores de la Universidad de Edimburgo, Strathclyde Oxford St., basa su origen en un tipo de luz visible ultra paralela que aumentando sus propios colores, podía efectuar una conexión de alta amplitud y velocidad. (PROYDESA)

Características de la tecnología LIFI

- Puede operar en tres tipos de topologías existentes: estrella, peer-to-peer y broadcast.
- Dentro del espectro electromagnético se aloja en un rango especial en el cual no necesita ningún tipo de licencia para trabajar, el mismo que va desde los 400 THz hasta los 800 THz.
- Por encontrarse dentro de este rango de transmisión, provee un ancho de banda elevado para cualquier dispositivo.
- Permite que su ancho de banda sea 100 veces mayor que el de las tecnologías de radio frecuencia normal.
- Por medio de la utilización de cada diodo emisor de luz posee un alcance máximo de 10 metros.
- Al existir una señal LIFI a una distancia de 10 metros y ser utilizada solamente en espacios cerrados como: Auditorios, Oficinas, Departamentos, etc., los atacantes no poseen la capacidad de ejecutar un espionaje o sustracción de datos por medio de esta tecnología. (Alvarado&Litardo, 2018)

Gráfico No. 7 Espectro de Luz Visible



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_visible

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Topologías de Red

Siguiendo la norma o estándar IEEE 802.15.7 que establece el uso de tres tipos de topologías para esta tecnología, tenemos:

Topología Peer-To-Peer

Permite la conexión entre dispositivos clientes como ordenadores y dispositivos móviles en sistema Android e IOS, además esta es considerada como un controlador central denominado “coordinador”, al establecerlo este admitirá la comunicación mediante la red con otro equipo informático siempre y cuando se encuentren dentro del área de cobertura.

Gráfico No. 8 Topología P2P



Fuente: <https://sites.google.com/site/redes1118pc/home/red-por-relacion-funcional/peer-to-peer-o-p2p>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Topología Estrella

Es aquella que trabaja de forma independiente con respecto a otras redes que se encuentran cerca y funcionan con la misma topología, esta infraestructura de red posee un parecido a la topología peer-to-peer debido a que se establece un

coordinador o nodo central con el objetivo de que diversos dispositivos clientes puedan conectarse a la red.

Gráfico No. 9 Topología Estrella



Fuente:

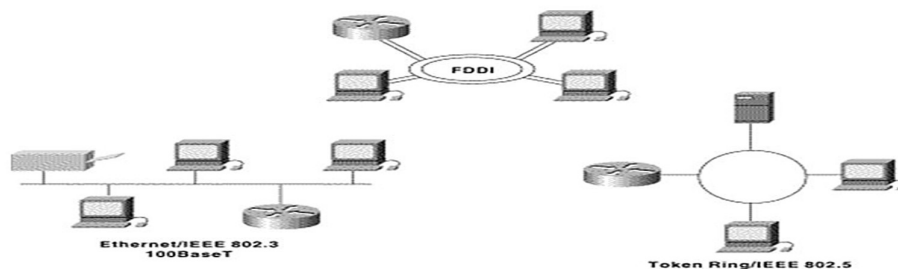
<http://arquitecturabsicasdeunared.blogspot.com/2012/02/topologias-estrella-anillo-bus.html>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Topología Broadcast

Enfoca su trabajo en que un dispositivo cliente sea un ordenador o teléfono inteligente Android o IOS, cumpliendo con la función de emitir información su objetivo es poder efectuar transmisiones de señales donde dicha comunicación es considerada como unidireccional donde no se requiere la necesidad de solicitar una dirección destino, donde cabe destacar que se puede ejecutar la transmisión sin la solicitud de formar un red. (Alvarado&Litardo, 2018)

Gráfico No. 10 Topología Broadcast



Fuente: <https://slideplayer.es/slide/4587620/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Broadcast

Es un término bastante utilizado en la informática y en las telecomunicaciones, para el caso de las telecomunicaciones se lo define como la transferencia masiva de paquetes de datos a través de redes informáticas, es decir es la transmisión y recepción de señales del espectro electromagnético desde un nodo emisor a una multitud de nodos receptores.

Para que exista el proceso de difusión o transmisión de señal son necesario los siguientes equipos:

- **Antena:** Dispositivo encargado de enviar la programación de ondas a través del aire y de la misma forma poder recibirlo. Existen antenas emisoras y receptoras de señal.
- **Satélite de Comunicaciones:** Dispositivos que reciben la señal de la antena y la transmiten, dando así una mayor cobertura del servicio. Debemos recordar que la ubicación es un factor importante para la captación y emisión de dicha señal.
- **Canal:** Es la ruta por donde llegan las señales a la audiencia y el mismo puede ser aéreo, cableado o por internet. De esta manera surge la necesidad de conocer que las señales cumplen con ciertas políticas internacionales de seguridad y pueden variar en los diferentes países. En los EE.UU la entidad que regula las prácticas de transmisión es la Federal Communications Commission (FCC) y en Europa los estándares son establecidos por la European Broadcasting Union (EBU). (hurí, 2017)

Gráfico No. 11 Broadcast



Fuente: <http://huribroadcast.com/que-es-broadcast/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

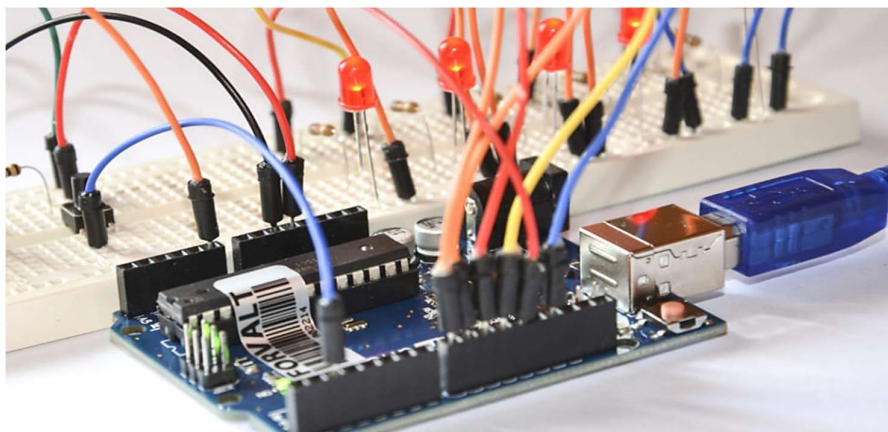
Placas Arduino

Se conoce así a una placa electrónica basada en un micro controlador capaz de hacer todo más flexible y fácil de manejar para el usuario. Las placas son plataformas de hardware libre que incorporan puertos de entrada, puertos de salida, puertos de comunicación así como también módulos que al entrar en funcionamiento como un todo dentro de la placa se tornan totalmente ampliables según las necesidades. (Ibertronica, s.f.)

El Arduino utiliza su micro controlador para comunicarse con el ordenador a través de comunicación serial. Cada una de estas placas cuenta con tres funciones o fases principales:

- **Interfaz de entrada:** Se encuentra unida a los periféricos o puede estar conectada a través de puertos.
- **Instalación de la información al micro controlador:** Esta pieza se encarga de procesar los datos para lo cual va hacer utilizada en el proyecto y la misma puede encontrarse en varios fabricantes y versiones disponibles.
- **Interfaz de salida:** Se encarga de mostrar los datos finales que han surgido de entre los diferentes procesos de la placa, dichos resultados en ocasiones pueden ser observados por otra placa centralizada que procesa la información de manera renovada o simplemente mediante una pantalla o altavoz programado para mostrar el dicho resultado final.

Gráfico No. 12 Placa Arduino



Fuente: <https://www.bejob.com/que-es-la-programacion-con-arduino-y-para-que-sirve/>

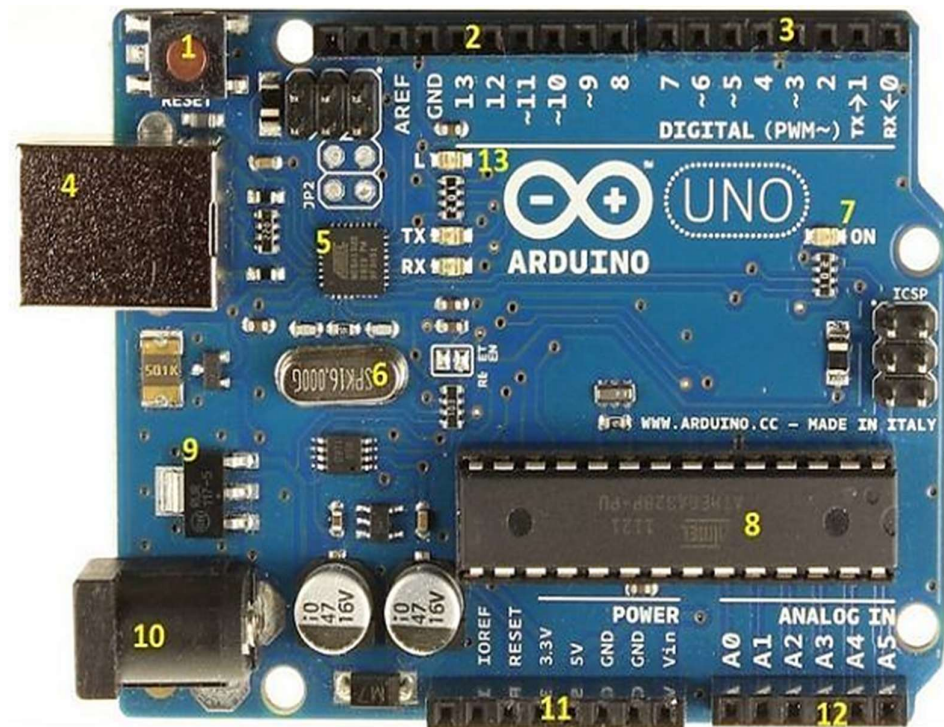
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Arduino Uno

Esta placa electrónica utiliza el chip **ATmega328** que se basa en una distribución de componentes de 14 pines digitales de entrada/salida. Así mismo el software de la placa lleva integrado un controlador USB capaz de simular funciones de periféricos como: un mouse, un teclado y puerto serial.

El Arduino Uno se diferencia de los demás modelos anteriores porque no utiliza el FTDI USB (Future Technology Devices International), a serie driver chip, en lugar de eso la placa cuenta con el Atmega 8U2 programado para convertir de USB a serie. (DescubreArduino, 2016)

Gráfico No. 13 Arduino Uno R3



Fuente: <https://descubrearduino.com/arduino-uno/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Arduino Nano

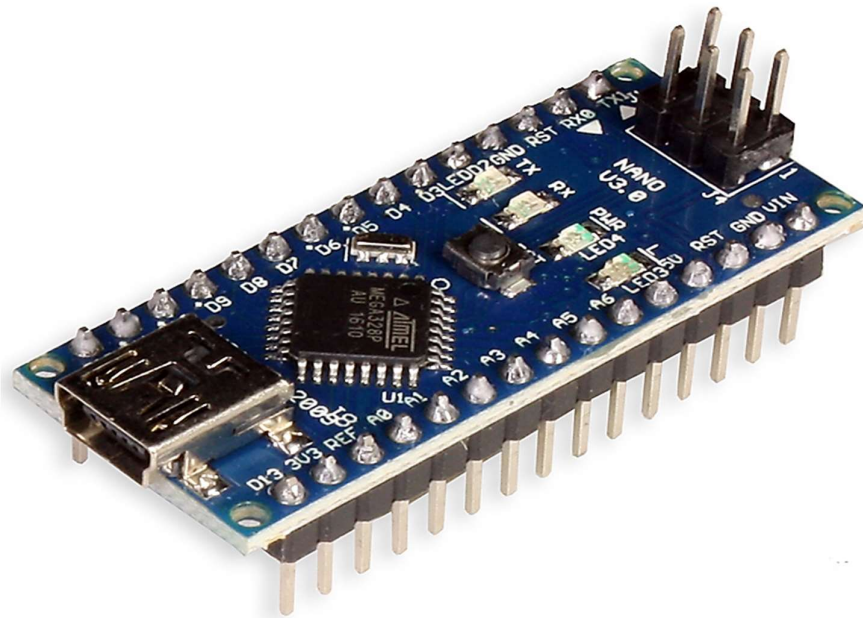
Es una pequeña placa basada en el Atmega 328, la misma que posee las mismas funciones que un Arduino UNO con la única diferencia en su tamaño.

Funcionamiento

Arduino NANO posee una serie de características para la comunicación entre los diferentes dispositivos. Además proporciona un puerto COMM virtual para la implementación del software en el equipo.

Así mismo el software de Arduino incluye la librería WIRE para simplificar el uso del bus de datos, un componente en serie que realiza la transmisión de archivos de texto plano hacia y desde la placa. Los circuitos de transmisión y recepción que se alojan en la placa titilan a través de un chip cuando alguna de estas operaciones se realiza. (patagoniatec, 2014)

Gráfico No. 14 Arduino NANO



Fuente: <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/LCA1207/modulos-electronicos/modulos-arduino>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Módulo Ethernet Shield

Esta placa es un dispositivo capaz de conectar un Arduino a una red Ethernet, será la encargada de interactuar a nivel de capa 2 y 3 dentro del modelo OSI, de esta manera cumple con los estándares del protocolo TCP/IP. Este módulo basa su conformación en un chip Ethernet Wiznet W5100, el cual provee una pila de red IP capaz de soportar protocolos TCP y UDP.

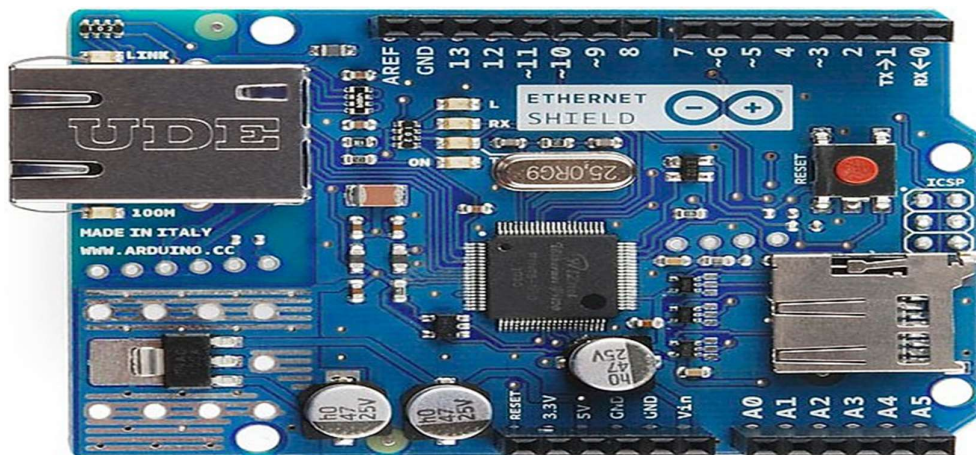
Funcionamiento

El módulo Ethernet posee un conector RJ45, así mismo dispone de unos conectores que le permiten adaptarse a otras placas en cascada. Utiliza los pines 10, 11, 12 y 13 como entradas digitales para comunicarse con el chip W5100 en dicho módulo.

Ventajas

- Se puede utilizar con 5V.
- El controlador no consume memoria.
- Tiene capacidad para 4 conexiones simultáneas.
- Usa librerías Ethernet.
- El módulo posee un lector de memorias micro-SD utilizado para guardar ficheros, los mismos que luego estarán disponibles en la red.
- El chip Wiznet W5100 integra al sistema completo de arduino al internet.

Gráfico No. 15 Módulo Ethernet Shield 33



Fuente: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/07/04/ethernet-shield/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Código Manchester

Es un método de codificación eléctrica que basa su funcionamiento en la emisión de una señal binaria, la misma que en cada cambio de bit muestra una transición entre dos niveles de señal, por esta razón es una codificación auto sincronizada que origina como resultados señales de reloj.

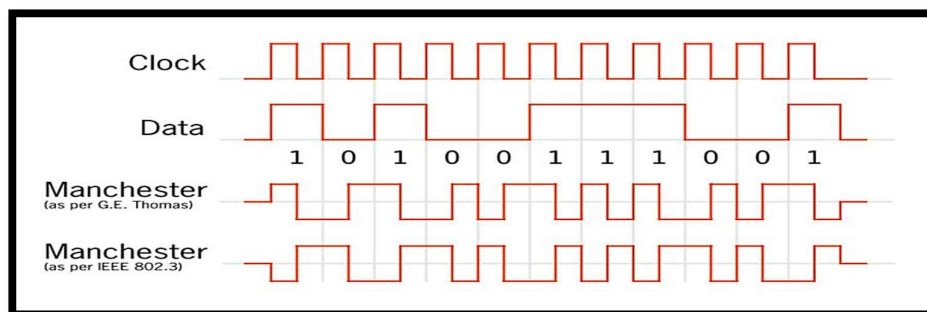
Funcionamiento

- Ambas señales se combinan para formar un auto sincronización en el flujo de datos.
- Por cada bit que se logra codificar, podemos obtener transición en la mitad del intervalo.
- Una transmisión de positivo a negativo está representada por un cero y una transmisión de negativo a positivo está representada por un uno.

Ventajas

- Es una codificación auto sincronizada, es decir codifica de la manera más simple una secuencia de bits.
- Utiliza como componente continua de las señales al cero, para representar los niveles de señal existentes y de esa manera no tener pérdidas en la señal.
- Detección de retardos, de esta manera garantiza que el hardware utilizado puede detectar violaciones de código y utilizar dicha información para sincronizar de manera adecuada la la interpretación correcta de los datos. (Communication2011JEFF, 2011)

Gráfico No. 16 Código Manchester



Fuente: <https://communicationsone.files.wordpress.com/2011/01/159.jpg>

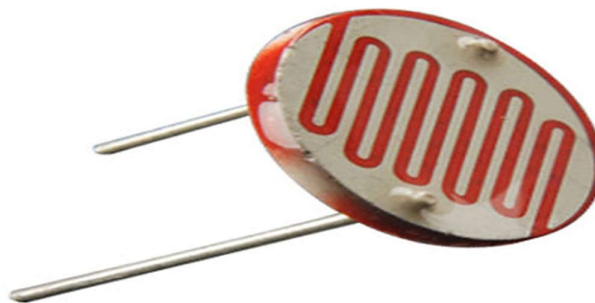
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Fotocélula o Resistencia LDR

Es un componente foto electrónico cuya resistencia fluctúa en función de la luz que percibe. Si este componente recibe una alta intensidad de luz del foco emisor la resistencia disminuye pero si recibe una débil señal de luz, la resistencia aumenta; por esta razón los valores de las resistencias van a depender del tipo de LDR.

Se suelen utilizar como sensores de luz, para crear luces de manera automática cuando la oscuridad sobrepasa un cierto espacio o umbral. Otra aplicación en la cual pueden ser utilizados es como detectores de proximidad. (PROMETEC, s.f.)

Gráfico No. 17 Fotocélula o Resistencia LDR



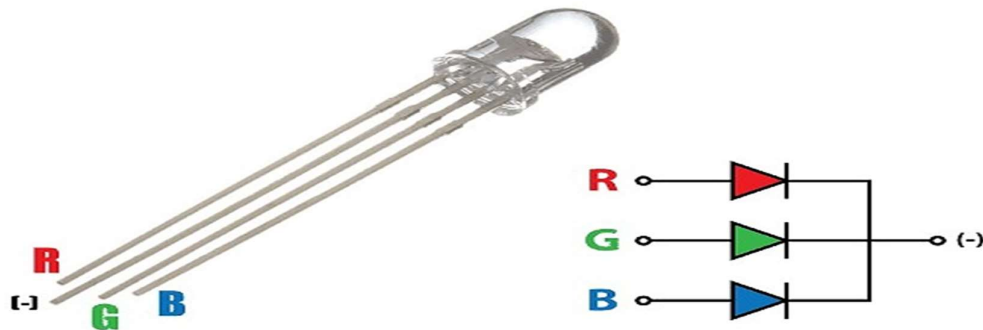
Fuente: <http://www.elprocus.com/elprocus-staging/ldr-light-dependent-resistor-circuit-and-working/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

LED RGB

El LED RGB (Red, Green, Blue) se compone de tres diodos emisores de luz en su parte interna. Su principal propósito es poder generar distintos colores dependiendo de la intensidad con que se encienda cada uno de ellos. De este modo al combinarse los tres tonos a una misma intensidad se origina el color blanco en el LED,. (RACSO, 2014)

Gráfico No. 18 LED RGB



Fuente: <https://arduxop.com/loja/produto/leds-rgb-catodo-comum-alto-brilho/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Comunicación HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

A partir los años de 1990 este tipo de comunicación fue el más utilizado a nivel de internet, cuando un grupo de programadores se vieron en la necesidad de transferir información a nivel de la web. HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) es el protocolo más utilizado a nivel de internet, su principal propósito y objetivo es crear o permitir la transferencia de archivos entre un navegador y un servidor web determinado por su correspondiente URL, en donde en múltiples ocasiones interviene el intérprete o programa en PHP alojado en el servidor, para procesar las instrucciones que se le asignó a dicho archivo. Una particularidad de este protocolo es que transfiere datos escritos bajo la programación HTML (HyperText Markup Language – Lenguaje de Marcados para Hipertextos), los mismos que son los elementos más básicos para la construcción de una página web. En la siguiente gráfica podremos observar el proceso completo de una comunicación HTTP.

Gráfico No. 19 Esquema de Comunicación HTTP



Fuente: https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=501:comunicacion-cliente-servidor-sin-php-y-con-php-interprete-php-y-gestor-de-bases-de-datos-cu00804b&catid=70&Itemid=193

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Funcionamiento

El objetivo principal del protocolo es crear un canal de comunicación entre un cliente y un servidor, el mismo que se genera de la siguiente manera:

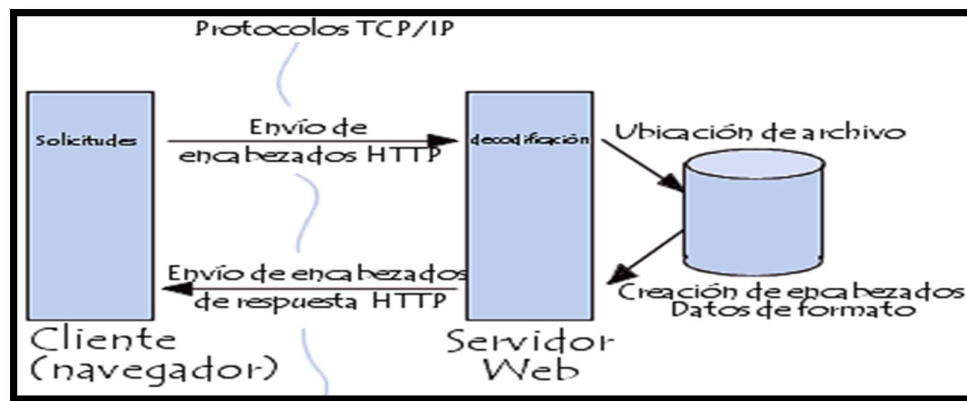
- El navegador realiza una solicitud HTTP, la cual es enviada al servidor.
- El servidor recibe la solicitud, la procesa y luego envía una respuesta HTTP.

Tanto la solicitud del navegador como la respuesta del servidor son un conjunto de líneas que se interpretan mediante:

- **Una línea de solicitud:** En ella se especifica el tipo de documento solicitado. Se compone de tres líneas básicas: el método, la URL y el protocolo.
- **Campos de encabezado de la solicitud:** Conjunto de líneas adicionales que proporcionan cierta información acerca de la petición del cliente.

- **El cuerpo de la solicitud:** Permite el envío de datos POST durante la transmisión de datos al servidor.
- **Línea de Estado:** Permite conocer la versión del protocolo y el estado de la solicitud en proceso.
- **Campos de encabezado de la respuesta:** Conjunto de líneas que permiten conocer respuesta al servidor.
- **El cuerpo de la respuesta:** Posee el documento solicitado por el cliente.

Gráfico No. 20 Funcionamiento de Comunicación HTTP



Fuente: <https://es.ccm.net/contents/264-el-protocolo-http>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Lista de comandos HTTP

El protocolo HTTP maneja los siguientes comandos para interactuar con las líneas de código, entre los más utilizados tenemos:

- **Comando GET:** Requiere el recurso alojado en la URL.
- **Comando HEAD:** Requiere el encabezado del recurso que se encuentra en la URL especificada.
- **Comando POST:** Transmite datos al programa en la URL especificada.
- **Comando PUT:** Envía datos a la URL especificada.
- **Comando DELETE:** Borra el contenido ubicado en la URL.

Método GET del HTTP

Hace un envío de petición al servidor como un **“request”** y en ciertas ocasiones se lo suele confundir como la respuesta a dicha solicitud conocida como **“response”**.

Este método es utilizado para obtener información desde el servidor, es decir, se extraen datos del servidor ya sea mediante un archivo o por medio de una base de datos. Las llamadas GET pueden ser encontradas en el historial del navegador, las mismas que pueden quedar registradas por los buscadores, por los enlaces a favoritos o inclusive al pasar de manera directa una URL a otra persona para que ingrese a dicha página. De manera habitual estas llamadas utilizan enlaces para ejecutarse puesto que la idea fundamental de un link es solicitar información de la página del servidor y que la misma se devuelva como una respuesta. (micayael, 2011)

Lenguaje HTML

Por sus siglas se lo conoce como el Lenguaje de Marcas de Hipertexto, surge de la necesidad de compartir documentos científicos por parte de un investigador conocido como Tim Bernes-Lee en los años de 1991. Este lenguaje de programación se lo utiliza para el desarrollo de páginas web puesto que es el formato de los documentos de la Word Wide Web, organización que desarrolla los estándares para normalizar el desarrollo y la expansión de la web.

Los documentos HTML son archivos de texto plano, conocidos como códigos ASCII, los mismos que son formatos que almacenan los datos mediante textos simples para intercambiarlos o generar archivos que se puedan modificar por el usuario. Existen editores de texto que se utilizan para trabajar con lenguaje HTML, tales como: Netscape Navigator, Microsoft Explorer y Mozilla, los mismos que cuentan con opciones que les permiten visualizar el código fuente de la página HTML y de esa forma poder comprender para que fueron creadas.

En la actualidad se han desarrollado un gran número de sistemas gestores de hipertextos ya sea para aquellos que son independientes o para crear y gestionar los hipertextos abiertos a la web puesto que muchos son gratuitos. (Lapuente, 2018)

Java Script

Es un lenguaje de programación robusto que se utiliza de manera habitual en los documentos HTML, para añadir una serie de características interactivas al sitio web que se está diseñando. JavaScript es un lenguaje ligero y de fácil interpretación, orientado a objetos con funciones de primera clase. Por otra parte los desarrolladores han podido hacer mejoras en el núcleo del lenguaje y esto ha servido para que muchas de sus funcionalidades se utilicen de mejor manera.

Existen interfaces de programación elaboradas dentro de los navegadores que ofrecen diversas formas de crear de manera dinámica contenidos HTML. (Docs, 2018)

MÉTODO AJAX

Es un procedimiento utilizado para realizar peticiones get o post al equipo servidor que forma parte de la comunicación cliente - servidor. Este método es posible configurarlo mediante un objeto y que tiene todas las instrucciones que necesita JQuery para completar las peticiones, de esta manera es posible definir sus propiedades de manera particular y así poder reutilizar dicho código. (LIBROSWEB, 2016-2018)

Ajax es considerado como un conjunto de técnicas que les permite a las páginas web actualizarse dinámicamente, sin la necesidad de recargarse de manera completa. (CYBMETA, 2016)

Sistemas de Control de Acceso

Es un sistema electrónico que permite o no el acceso a un usuario a áreas específicas. Valida la identidad del mismo por diferentes tipos de lecturas, que a su vez controlan algún dispositivo eléctrico como una cerradura electromagnética. Los tipos de lectura más comunes que se pueden implementar en un sistema de control de acceso son: ingreso por teclado, tarjetas de proximidad o lectores biométricos.

De una forma generalizada este tipo de sistema hace referencia al mecanismo en función de la identificación y una vez autenticada dicha identificación es posible acceder a los recursos. Estos sistemas se encuentran de muchas formas

y para distintas aplicaciones como lo es para el enfoque de un prototipo en seguridad, relacionando el acceso con la apertura de una puerta.

Gráfico No. 21 Sistemas de Control de Acceso



Fuente: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>

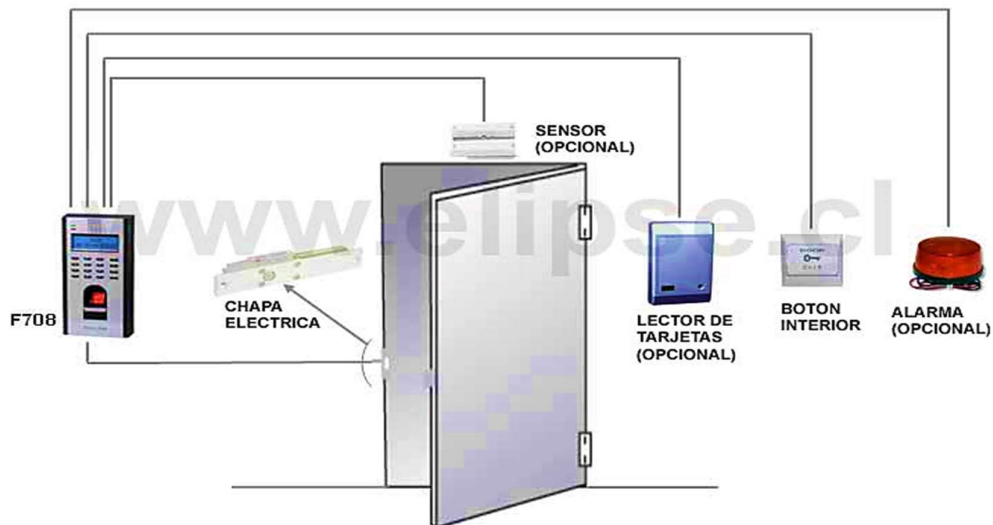
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Tipos de Control de Acceso

De forma general existen dos tipos de sistema de control de acceso:

- **Sistemas de Control de Acceso Autónomos:** Permite controlar una o más puertas a la vez sin necesidad de estar conectado a sistema centralizado; esto genera que el mismo no guarde registros de eventos. Son relativamente sencillos ya que solo utilizan métodos de identificación mediante los diferentes tipos de lectura implementados en una llave electrónica.

Gráfico No. 22 Instalación de Control de Acceso Autónomo

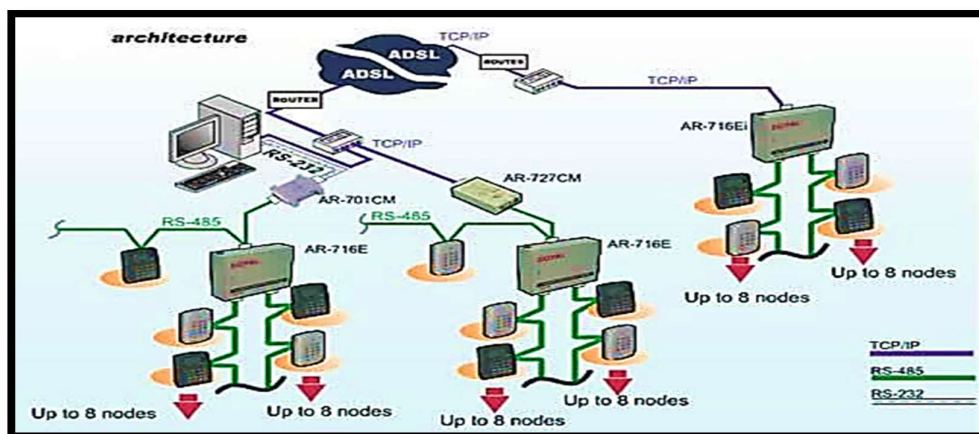


Fuente: <http://arbe-inc.com/alarmes-i-sistemas-de-seguretat/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

- **Sistemas de Control de Acceso en Red:** Este sistema es integrado a través de un ordenador local o mediante sistemas remotos en donde se utiliza un software de control que permite registrar todas las funciones ejecutadas sobre el sistema teniendo en cuenta fechas, horarios de acceso y permisos otorgados. (TECNOSeguro.com)

Gráfico No. 23 Sistema de Control de Acceso en Red



Fuente: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Lenguaje PHP (HyperText Pre-Processor)

Creado por Rasmus Lerdorf en el año de 1995 bajo la licencia de Open Source, es un lenguaje de programación de software libre capaz de desarrollar contenido web dinámico y de integrarse de manera directa en un documento HTML dado que el mismo será interpretado por un servidor web para su posterior funcionamiento.

Por su gran aceptación este lenguaje de programación ha conseguido mejoras que incluyen líneas de comandos que se utilizan para aplicaciones gráficas de manera independiente, por otra parte la mayoría de estos servidores web se los puede conseguir sin costo alguno al igual que muchos sistemas operativos o plataformas similares.

PHP es una alternativa para diferentes tecnologías de Microsoft y tiene la capacidad de interactuar con muchos gestores de bases de datos, entre los cuales se pueden mencionar: SQL, MySQL, Oracle, ODBC, DB2, Microsoft SQL Server, entre otros y de la misma manera puede ser ejecutado en la mayoría de sistemas operativos conocidos en la actualidad. (wikipedia, 2018)

MySQL (Gestor de Base de Datos)

Es un sistema de gestión de base de datos relacionales, de código abierto y con un lenguaje de consulta estructurado (SQL). Este gestor se ejecuta en casi todas las plataformas conocidas.

Una característica interesante de MySQL es que permite recurrir a bases de datos multiusuarios a través de la web y en los diferentes lenguajes de programación los cuales se adaptan a las diferentes necesidades y requerimientos. Las plataformas que utiliza son de diferentes tipos, las mismas que son aplicables a Windows, Linux, BSD, Open Solaris, Perl y Python entre otros.

Con el pasar del tiempo se están analizando y creando nuevas versiones de este poderoso gestor de base de datos, el mismo que busca presentar mejoras y avances para permitir un mejor desempeño en todas las actividades que requieran el uso de base de datos relacionales. Por esta razón el programa de

base de datos MySQL se usa como servidor a través del cual pueden conectarse múltiples usuarios y utilizarlo al mismo tiempo. (esepe, 2005)

Servidor Web Apache 2

Nació con la finalidad de lograr establecer un ambiente de fácil acceso a múltiples desarrolladores para compartir cierta información y que la misma pueda ser modificada.

Apache es un servidor web multiplataforma que se utiliza para la creación de páginas y servicios web, el mismo que destaca por su rendimiento y seguridad.

Los servidores web se encuentran dentro de una computadora que tiene conexión a internet, el servidor web se encuentra siempre a la espera de algún cliente que realice alguna petición para poder responder a ella y así transferir los datos solicitados por el cliente.

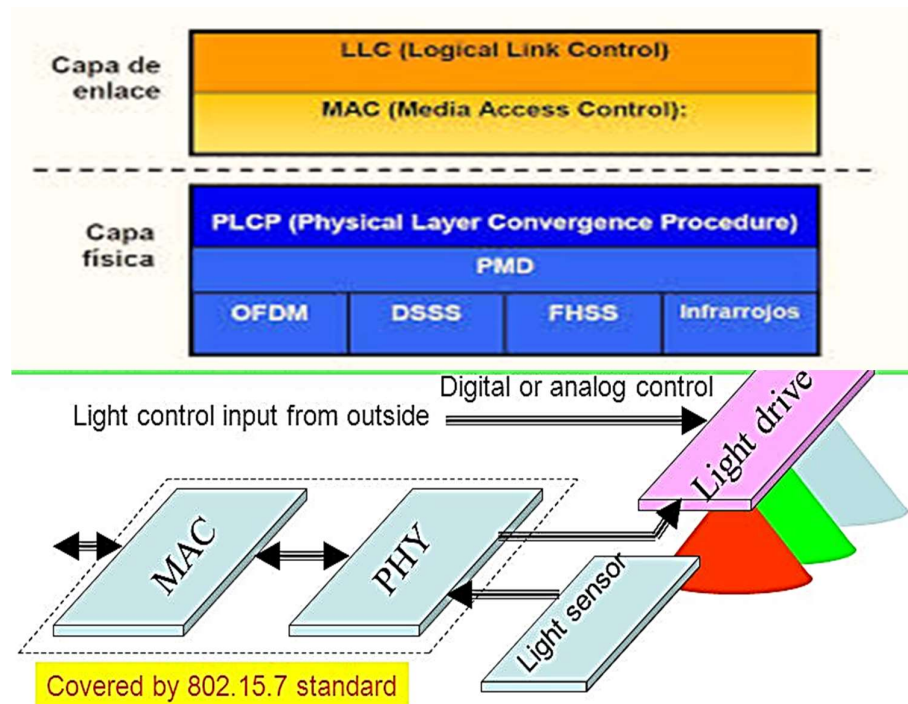
Ventajas

- Es un software de código abierto.
- Este servidor no posee costo, puesto que es gratuito.
- De manera funcional muchos programadores contribuyen de manera constante con mejoras para el server lo que lo vuelve un software con un alto porcentaje de aceptación en la red.
- Se instala en muchos sistemas operativos por su alto grado de compatibilidad: Windows, Linux y MacOS.
- Posee un alto rendimiento, pues es capaz de manejar más de un millón de visitas al día. (iBrugor, 2014)

Arquitectura LIFI

Este tipo de arquitectura de red, es aquella que se basa en el estándar 802.15.7 que es el encargado de establecer funciones y responsabilidades a las capas principales del modelo OSI como lo son: la capa física y la capa de enlace. Luego las mismas proporcionarán servicios para cada una de las capas superiores, así como se detalla en la siguiente gráfica:

Gráfico No. 24 Arquitectura LIFI



Fuente: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13701/Proyecto_Fin_de_Carrera_\(PFC\)_-Oscar_Santos_Hermosa.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13701/Proyecto_Fin_de_Carrera_(PFC)_-Oscar_Santos_Hermosa.pdf)

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Capa Física

Esta capa posee un transceptor de luz que cumple la función de que los dispositivos puedan establecer canales de comunicación sirviendo como una interfaz de comunicación entre la capa Mac y la capa de medios ópticos. La capa física proporciona las siguientes características:

- Activación y desactivación de un dispositivo que es confirmado por un emisor y receptor llamado transceptor.
- Transmisión y recepción de información.
- Proporciona una sincronización correcta.
- Corrige la mayor cantidad de errores existentes.

La capa física se divide en los llamados tipos PHY, los cuales se detallan a continuación:

- **PHY I:** Se emplea esta capa para exteriores donde se utiliza una baja cantidad de datos. Las velocidades equivalen a un rango de 12 a 167 Kbps.
- **PHY II:** Es utilizado para interiores estableciendo una moderada transferencia de datos donde las velocidades van de 1.25 a 96 Mbps.
- **PHY III:** Se utiliza en aplicaciones informáticas que tienen la ventaja de alcanzar velocidades desde 12 hasta 96 Mbps.

Capa MAC

Esta capa cumple con la función de permitir el acceso al canal físico con el objetivo de ejecutar todas las transferencias de información requeridas por los usuarios. Esta capa proporciona las siguientes características:

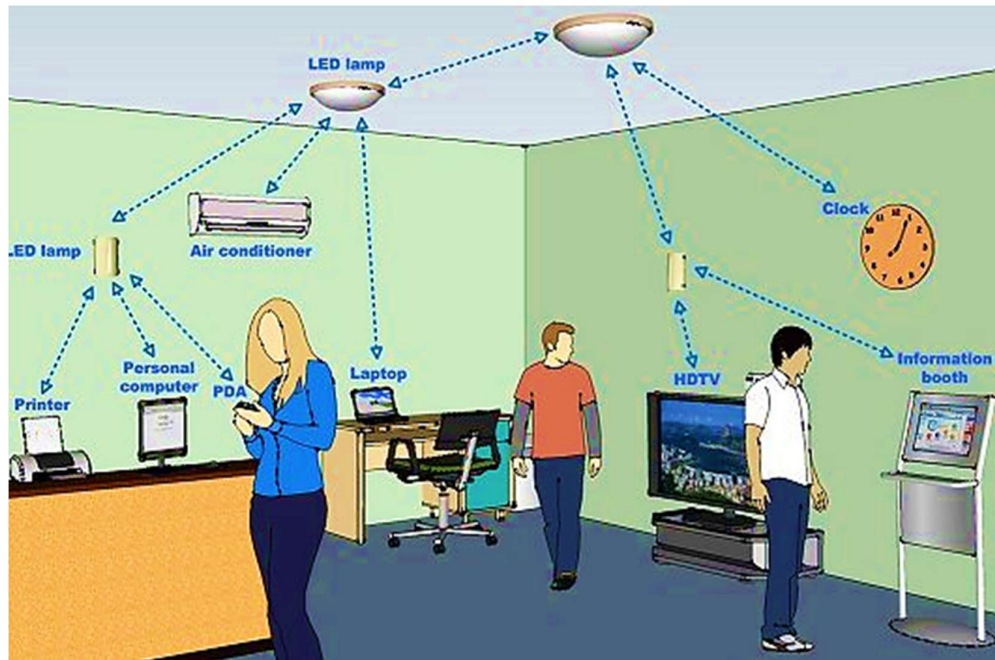
- Permite la sincronización de un dispositivo coordinador.
- Soporta la visibilidad y la función de color de acceso al canal.
- Asocia un dispositivo a una red existente, permitiendo la disociación por parte del nodo coordinador cuando se da por culminada dicha asociación con un equipo de red.

Funcionamiento de la redes LIFI

Para realizar una transmisión de datos se requiere de los siguientes elementos:

- Bombillas LED que posean la capacidad de enviar y recibir señales. Estas bombillas se localizan en cualquier parte de un área determinada como oficina, avión, departamento, etc.
- Emplear una luz potente de color blanco cálido para poder obtener una excelente transmisión de datos y que permite utilizar el espectro de frecuencias.
- Conexión de las bombillas LED a un router que proporciona el servicio de internet con el objetivo de poder enviar la información a un dispositivo capaz de receptar la señal proveniente de un transmisor LIFI.

Gráfico No. 25 Funcionamiento LIFI



Fuente: [http://elbapplication-393215988.us-east-](http://elbapplication-393215988.us-east-1.elb.amazonaws.com/notas/internet-y-datos-a-traves-de-bombillas-led-lifi)

[1.elb.amazonaws.com/notas/internet-y-datos-a-traves-de-bombillas-led-lifi](http://elbapplication-393215988.us-east-1.elb.amazonaws.com/notas/internet-y-datos-a-traves-de-bombillas-led-lifi)

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

Seguridad LIFI

Una de las características más importantes de la tecnología LIFI es la seguridad de la información con el fin de evitar la sustracción de datos. A continuación, se indican los tipos de seguridad que proporciona esta tecnología:

- La tecnología LIFI, en base a sus ventajas y funcionalidades es muy diferente a las redes inalámbricas que en la actualidad son utilizadas por las empresas y usuarios, uno de los métodos de seguridad que proporcionan las redes LIFI es la detección de dispositivos no autorizados.
- Las redes inalámbricas WIFI son aquellas que emiten una señal que viaja a través de paredes y permite la conexión de cualquier usuario al detectar la red con el objetivo de acceder a la misma; mientras tanto las

redes LIFI poseen un alcance de 10 metros y para poder obtener acceso a sus redes los usuarios deben estar cerca de la luz LED.

- Las redes LIFI tecnologías que utilizan la luz como medio de transmisión de la información respecto a las redes WIFI que utilizan los sistemas de radio frecuencia generando que no existan interferencias electromagnéticas que puedan afectar la productividad del negocio. (Alvarado&Litardo, 2018)

Gráfico No. 26 Seguridad LIFI



Fuente: <https://www.isemaq.com/2016/05/the-future-of-wireless-is-lifi/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez.

FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Constitución de la República del Ecuador 2015

TITULO I

Disposiciones Generales

CÁPITULO I

Consideraciones Preliminares

Art. 1.- Objetivo

Esta Ley tiene por objeto desarrollar, el régimen general de telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico como sectores estratégicos del Estado que comprende las potestades de administración, regulación, control y gestión en todo el territorio nacional, bajo los principios y derechos constitucionalmente establecidos.

Art. 2.- Ámbito

La presente Ley se aplicará a todas las actividades de establecimiento, instalación y explotación de redes, uso y explotación del espectro radioeléctrico, servicios de telecomunicaciones y a todas aquellas personas naturales o jurídicas que realicen tales actividades a fin de garantizar el cumplimiento de los derechos y deberes de los prestadores de servicios y usuarios. Las redes e infraestructura usadas para la prestación de servicios de radiodifusión sonora y televisiva y las redes e infraestructura de los sistemas de audio y vídeo por suscripción, están sometidas a lo establecido en la presente Ley. No corresponde al objeto y ámbito de esta Ley, la regulación de contenidos.

Art. 5 Definición de Telecomunicaciones

Se entiende por telecomunicaciones toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, textos, vídeo, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza, por sistemas alámbricos, ópticos o inalámbricos, inventados o por inventarse. La presente definición no tiene carácter taxativo, en consecuencia, quedarán incluidos en la misma, cualquier medio, modalidad o tipo de transmisión derivada de la innovación tecnológica.

Art. 6 Otras Definiciones

Para efectos de la siguiente Ley se aplicaran las siguientes definiciones:

- **Espectro Radioeléctrico.-** Conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin necesidad de guía artificial utilizado por la prestación de servicios telecomunicaciones, radiodifusión sonora, televisión, seguridad, defensa, emergencias, transporte e investigación científica, entre otros. Su utilización responderá a los principios y disposiciones constitucionales.
- **Radiodifusión.-** Servicio cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general, abarcando emisiones sonoras, de televisión o de otro género.

Los términos técnicos empleados en esta ley no definidos, tendran el significado adoptado por la Union Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por los convenios y tratados internacionales ratificados por Ecuador, o en su defecto, a lo establecido en el Reglamento General a la presente Ley y en las regulaciones respectivas.

TÍTULO II

REDES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

CAPÍTULO I

Establecimiento y explotación de redes

Artículo 9.- Redes de telecomunicaciones.

Se entiende por redes de telecomunicaciones a los sistemas y demás recursos que permiten la transmisión, emisión y recepción de voz, vídeo, datos o cualquier tipo de señales, mediante medios físicos o inalámbricos, con independencia del contenido o información cursada.

El establecimiento o despliegue de una red comprende la construcción, instalación e integración de los elementos activos y pasivos y todas las actividades hasta que la misma se vuelva operativa.

En el despliegue de redes e infraestructura de telecomunicaciones, incluyendo audio y vídeo por suscripción y similares, los prestadores de servicios de telecomunicaciones darán estricto cumplimiento a las normas técnicas y políticas nacionales, que se emitan para el efecto.

En el caso de redes físicas el despliegue y tendido se hará a través de ductos subterráneos y cámaras de acuerdo con la política de ordenamiento y soterramiento de redes que emita el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información.

El gobierno central o los gobiernos autónomos descentralizados podrán ejecutar las obras necesarias para que las redes e infraestructura de telecomunicaciones sean desplegadas de forma ordenada y soterrada, para lo cual el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información establecerá la política y normativa técnica nacional para la fijación de tasas o contraprestaciones a ser pagadas por los prestadores de servicios por el uso de dicha infraestructura.

Para el caso de redes inalámbricas se deberán cumplir las políticas y normas de precaución o prevención, así como las de mimetización y reducción de contaminación visual.

Los gobiernos autónomos descentralizados, en su normativa local observarán y darán cumplimiento a las normas técnicas que emita la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, así como a las políticas que emita el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, favoreciendo el despliegue de las redes.

De acuerdo con su utilización las redes de telecomunicaciones se clasifican en:

- a) Redes Públicas de Telecomunicaciones
- b) Redes Privadas de 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 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.

Artículo 12.- Convergencia.

El Estado impulsará el establecimiento y explotación de redes y la prestación de servicios de telecomunicaciones que promuevan la convergencia de servicios, de conformidad con el interés público y lo dispuesto en la presente Ley y sus reglamentos. La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones emitirá reglamentos y normas que permitan la prestación de diversos servicios sobre una misma red e impulsen de manera efectiva la convergencia de servicios y favorezcan el desarrollo tecnológico del país, bajo el principio de neutralidad tecnológica.

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. 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.

Artículo 35.- Servicios de Telecomunicaciones.

Los prestadores de estos servicios están habilitados para la instalación de redes e infraestructura necesaria en la que se soportará la prestación de servicios a

sus usuarios. Las redes se operarán bajo el principio de regularidad, convergencia y neutralidad tecnológica.

Artículo 76.- Medidas técnicas de seguridad e invulnerabilidad”.

Las y los prestadores de servicios ya sean que usen red propia o la de un tercero, deberán adoptar las medidas técnicas y de gestión adecuadas para preservar la seguridad de sus servicios y la invulnerabilidad de la red y garantizar el secreto de las comunicaciones y de la información transmitida por sus redes. Dichas medidas garantizarán un nivel de seguridad adecuado al riesgo existente

Artículo 77.- Interceptaciones”.

Únicamente se podrán realizar interceptaciones cuando exista orden expresa de la o el Juez competente, en el marco de una investigación de un delito o por razones de seguridad pública y del Estado, de conformidad con lo que establece la ley y siguiendo el debido proceso.

Artículo 78.- Derecho a la intimidad”

Para tal efecto, las y los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán adoptar las medidas técnicas y de gestión adecuadas para preservar la seguridad de su red con el fin de garantizar la protección de los datos de carácter personal de conformidad con la ley. Dichas medidas incluirán, como mínimo:

- a) La garantía de que sólo el personal autorizado tenga acceso a los datos personales para fines autorizados por la ley.
- b) La protección de los datos personales almacenados o transmitidos de la destrucción accidental o ilícita, la pérdida o alteración accidentales o el almacenamiento, tratamiento, acceso o revelación no autorizados o ilícitos.
- c) La garantía de la aplicación efectiva de una política de seguridad con respecto al tratamiento de datos personales.
- d) La garantía de que la información suministrada por los clientes, abonados o usuarios no será utilizada para fines comerciales ni de publicidad, ni

para cualquier otro fin, salvo que se cuente con el consentimiento previo y autorización expresa de cada cliente, abonado o usuario.

Artículo 82.- Uso comercial de datos personales.

Las y los prestadores de servicios no podrán usar datos personales, información del uso del servicio, información de tráfico o el patrón de consumo de sus abonados, clientes o usuarios para la promoción comercial de servicios o productos, a menos que el abonado o usuario al que se refieran los datos o tal información, haya dado su consentimiento previo y expreso. Los usuarios o abonados dispondrán de la posibilidad clara y fácil 48 de retirar su consentimiento para el uso de sus datos y de la información antes indicada. Tal consentimiento deberá especificar los datos personales o información cuyo uso se autorizan, el tiempo y su objetivo específico.

Sin contar con tal consentimiento y con las mismas características, las y los prestadores de servicios de telecomunicaciones no podrán comercializar, ceder o transferir a terceros los datos personales de sus usuarios, clientes o abonados. Igual requisito se aplicará para la información del uso del servicio, información de tráfico o del patrón de consumo de sus usuarios, clientes y abonados. (Telecomunicaciones)

Sección Tercera

Comunicación e Información

Art. 16.- Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

1. Una comunicación libre, intercultural, incluyente, diversa y participativa, en todos los ámbitos de la interacción social, por cualquier medio y forma, en su propia lengua y con sus propios símbolos.
2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.
3. La creación de medios de comunicación social, y al acceso en igualdad de condiciones al uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico para

la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, y a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas.

4. El acceso y uso de todas las formas de comunicación visual, auditiva, sensorial y a otras que permitan la inclusión de personas con discapacidad.
5. Integrar los espacios de participación previstos en la Constitución campo de la comunicación.

Art. 17.- El Estado fomentará la pluralidad y la diversidad en la comunicación, y al efecto:

1. Garantizará la asignación, a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones, de las frecuencias del espectro radioeléctrico, para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, así como el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, y precautelaré que en su utilización prevalezca el interés colectivo.
2. Facilitará la creación y el fortalecimiento de medios de comunicación públicos, privados y comunitarios, así como el acceso universal a las tecnologías de información y comunicación en especial para las personas y colectividades que carezcan de dicho acceso o lo tengan de forma limitada.

Capítulo Quinto

Sectores Estratégicos, servicios y empresas públicas

Art. 315.- El Estado constituirá empresas públicas para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas.

Sección Primera

Educación

Art. 350.- 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 de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

Sección Octava

Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, Innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.

Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

HIPÓTESIS

Con el afán de innovar y poder conseguir una forma de comunicación inalámbrica más rápida y segura para beneficio de pequeñas y medianas empresas surge la tecnología LIFI como una alternativa para crear nuevos ambientes de trabajo, áreas de estudio más novedosas y sistemas de seguridad avanzados.

La tecnología LIFI genera una conexión inalámbrica que permite transmitir datos a través de la luz, lo que la convierte en una alternativa tecnológica a otros dispositivos tradicionales inalámbricos aplicados a la seguridad, el acceso, la distribución de servicios y conexiones a redes de área local.

Debido a que es una tecnología emergente, los costos de implementación de sistemas de redes inalámbricas basadas en LIFI son sumamente costosos, sin embargo, podríamos verificar su viabilidad y la factibilidad del uso de esta tecnología mediante aplicaciones basadas en los mismos principios aplicados a la seguridad o de acceso a servicios.

Mediante la creación de prototipos funcionales para el control de acceso inalámbrico y la distribución de servicios de audio basados en tecnología LIFI se podría demostrar la viabilidad de la implementación de esta tecnología en otras áreas como lo es el acceso de redes de área local.

DEFINICIONES CONCEPTUALES

LIFI: Se denomina tecnología LIFI a un sistema de comunicación de información inalámbrico el cual emplea la luz LED como un medio de transmisión estableciendo conexiones con los dispositivos clientes produciendo así la transferencia de datos; este sistema de comunicación es muy similar a las redes WIFI que emplean longitudes de onda distintas, WIFI utiliza la radiofrecuencia mientras que el LIFI maneja ondas de luz visible, lo que proporciona un mayor alcance y seguridad en la red.

WI-FI: Las redes WIFI son aquellas que permiten, de forma inalámbrica, el acceso a Internet de distintos dispositivos clientes al conectarse a una red determinada utilizando como medio de transmisión el aire. Esta tecnología, tiene la capacidad de vincular diferentes equipos entre sí sin la necesidad utilizar cableado estructurado.

VLC: Comunicación por luz visible, guarda el mismo significado que LIFI.

LED: Diodo Emisor de Luz, es un elemento electrónico que emite luz en la mayoría de aplicaciones diarias enfocadas en la electrónica digital. Es uno de los dispositivos fotónicos más sencillos y el mismo es utilizado en importantes aplicaciones para visualización de producción de señales ópticas en comunicaciones.

LD: (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) El diodo láser en un semiconductor capaz de emitir luz coherente mediante la unión p-n, las mismas que se encuentran muy densamente concentradas y con una estructura interna bastante compleja que al integrarse y funcionar a modo de diodo puede producir un efecto láser.

LANs: (Local Área Network) Es una red de computadoras que abarca un área reducida, como por ejemplo: una casa, un departamento o un edificio.

XML: Extensible Markup Language, es un lenguaje que permite definir una gramática específica, por lo tanto permite el intercambio de información estructurada y legible.

GAAs: (Arseniuro de Galio) Compuesto de Galio y arsénico considerado como un importante semiconductor, el cual se utiliza para fabricar dispositivos como circuitos integrados a frecuencias de microondas, diodos de emisión infrarroja, diodos láser y células fotovoltaicas. (EcuRed)

Peer-To-Peer: Topología de red entre pares que significa de igual a igual, es un método de intercambio de archivos, aplicaciones, programas, fotos, videos entre dos o más usuarios.

Atmel: Es el acrónimo de Tecnología Avanzada para la Memoria y la Lógica que se le concedió a una compañía de semiconductores, la cual incluye micro controladores, arquitecturas propias, dispositivos de radiofrecuencia, entre otras aplicaciones.

UART: Es un puerto serial predefinido en cada arduino, que se utiliza para comunicarnos durante la ejecución del programa. Así mismo maneja las interrupciones de todos los dispositivos conectados al puerto y convierte los datos en forma paralela.

RX y TX: Son dos pines digitales establecidos en las tarjetas arduinos y que se definen como RX el pin 0 y Tx el pin 1, de esta manera pueden configurarse como pines capaces de producir ondas de pulsos con modulación, es decir poseen la misma capacidad de entrada y salida de cualquier otro pin digital.

TCP/IP: (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), es el conjunto de protocolos, normas y procedimientos que permiten la comunicación entre los ordenadores pertenecientes a una red. Las siglas que lo preceden guardan el siguiente significado Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet, dos protocolos que al unirse representan todas las reglas de comunicación para internet y basa su funcionamiento en brindar una dirección IP a cada ordenador de la red para poder enrutar paquetes de datos.

UDP: (User Datagram Protocol, Protocolo de Diagrama de Usuario), es un protocolo del nivel de transporte que basa su funcionamiento en el intercambio de datagramas, permitiendo el envío de los datagramas a través de la red sin que se tenga establecida de manera previa una conexión, puesto que el paquete de datos incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.

LDR: (Light Depending Resistor o Resistencia Dependiente de la Luz), es un componente foto electrónico cuya resistencia varía en función de la luz que recibe.

LED RGB: (Light Emithing Diode – Red, Green y Blue), dispositivo compuesto por tres diodos emisores de luz en su parte interna, donde su principal propósito es poder crear toda una gama de colores posibles mezclando cada color con intensidades diferentes.

HTTP: (Protocolo de Transferencia de Hipertexto), es el protocolo más utilizado a nivel de internet, donde su principal propósito y objetivo es crear o permitir la transferencia de archivos entre un navegador y un servidor web determinado por su correspondiente URL.

URL: (Uniform Resource Locator, Localizador Uniforme de Recursos), se trata de unas secuencias de caracteres que siguen un estándar y que permiten realizar llamados a recursos dentro del entorno de Internet para que estos puedan ser localizados.

HTML: (HyperText Markup Language, Lenguaje de Marcas de Hipertexto), son archivos de texto plano, conocidos como códigos ASCII, los mismos que son formatos que almacenan los datos mediante textos simples para intercambiarlos o generar archivos que se puedan modificar por el usuario.

JQUERY: Es una librería con una serie de funciones y métodos para facilitar la programación en el lenguaje de Javascript.

SQL: (Structured Query Language, Lenguaje de Consulta Estructurado), es un tipo de lenguaje vinculado con la gestión de base de datos de carácter relacional que permite la especificación de distintas clases de operaciones.

PHY: (Physical Signaling Layer), abreviación que se le da a la capa física del modelo OSI, la cual establece la distancia máxima, la velocidad de transmisión y el modo en el que la información se transmite.

CAPITULO III

PROPUESTA TECNOLÓGICA

La propuesta tecnológica de este trabajo de titulación se compone de tres partes:

La primera se refiere a la presentación de las capacidades de la tecnología LIFI en cuanto a su alcance, velocidad de transmisión, y demás parámetros operativos para lo cual se presentara un diseño de arquitectura de red para un ambiente que representa típicamente una oficina o espacio físico propio de una PYME en la que se emplee esta tecnología.

La segunda parte comprende un prototipo de control de acceso mediante la utilización de LIFI.

La tercera parte es un prototipo que, a modo de ejemplo, muestra la utilización de la transmisión de audio por LIFI.

Análisis de factibilidad

Toda tecnología emergente presenta ventajas y desventajas que permiten analizar si es factible o no su utilización para el desarrollo de potenciales aplicaciones en diferentes entornos.

A continuación se presentan las principales ventajas y desventajas de la tecnología LIFI.

Ventajas de LIFI

- Alcanza velocidades de transmisión de datos en un rango de 15 Mbps hasta 20 Gbps a una distancia promedio de 10 metros, esto permite que sea utilizada en entornos cerrados como departamentos, oficinas, dormitorios, salas de hospital, aviones, etc.
- La señal no interfiere con otros dispositivos y es inofensiva para el ser humano
- Posee alto nivel de seguridad ya que la señal no tiene la capacidad de atravesar paredes y solo tendrán acceso a la red aquellos dispositivos que estén dentro del área de cobertura del haz de luz.

Desventajas de LIFI

- Al no atravesar paredes, el aparato emisor y receptor de la señal deben estar en la misma habitación o recinto.
- No funciona a cielo abierto pues presenta interferencia de la luz solar
- Es sensible al movimiento, por tanto, menos estable.

A continuación se presenta un cuadro comparativo entre las características de LIFI y WI-FI, considerando a WI-FI como tecnología ya existente.

Tabla 2 Cuadro Comparativo de las Tecnologías LIFI - WIFI

Comparación	Light Fidelity	Wireless Fidelity
Medio	Utiliza la luz con la ayuda de LED.	Transmite datos usando ondas de radio con la ayuda de un Access Point.
Interferencia	No tiene problemas de interferencia similares a las ondas de radio frecuencia	Tiene problemas de interferencia desde los punto de acceso cercanos (routers)
Tecnología	Dispositivos actuales compatibles con IrDA	Dispositivos compatibles con el estándar WLAN 802.11 a/b/g/n/ac/ad
Aplicaciones	Aviones, submarinos, quirófanos de hospitales, oficinas, hogares.	Utilizado para crear WLAN, para control de acceso, monitoreo y comunicación de sensores WCN, Drones.
Privacidad	La luz está bloqueada por las paredes proporcionando seguridad.	Las señales de RF no son bloqueadas por paredes

Velocidad de transferencia de datos	1 Gbps aproximadamente	WLAN 11n – 150/300 Mbps, WLAN ac 433/867 Mbps WGiga/IR 1 a 2 Gbps.
Frecuencia de operación	10 mil veces el espectro de frecuencia de la radio	2.4 Ghz y 5 Ghz
Densidad de datos	Funciona en ambientes de alta densidad	Funciona en entornos menos densos debido a problemas relacionados con la interferencia
Distancia de cobertura	10 m aproximadamente	32 m aproximadamente (WLAN 802.11b/11g) varían según la potencia de transmisión y el tipo de antena
Componentes del sistema	El controlador de la lámpara, la lámpara LED y el dungle forman un sistema LIFI completo	Requiere instalar routers y laptops, tablets, PCs como estaciones
Costo	\$ 1200 aprox.	\$750 aprox.

Fuente: <https://www.cabotsolutions.com/2016/06/wifi-lifi-comparison-infographic>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Factibilidad operacional

El proyecto de titulación en desarrollo está enfocado de manera directa a lugares netamente cerrados como: oficinas, departamentos, despachos y demás; dicha propuesta tecnológica está encaminada a ser implementada en PYMES con el objetivo de garantizar la seguridad de la información, minimizando los riesgos que se puedan generar en el momento que se efectué una transmisión de datos.

En base a las preguntas 3 y 4 de la encuesta efectuada en la CINT de la UG, se manifiesta aceptación para el uso de esta tecnología.

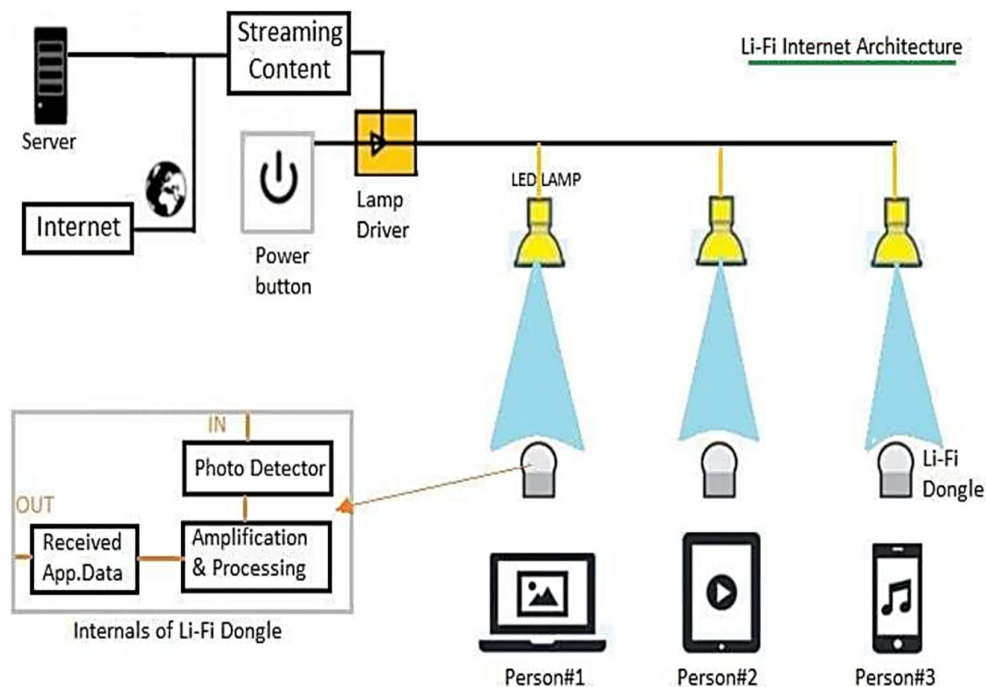
Factibilidad técnica

Primera parte: Diseño de arquitectura de red LIFI

Al ser LIFI una tecnología nueva en el Ecuador, no existen proveedores locales de este tipo de equipamiento por lo cual se consultó con empresas del exterior que son pioneras en este desarrollo tecnológico.

El diseño presentado a continuación es para un ambiente que representa una oficina o espacio físico propio de una PYME en la que se vaya a emplear esta tecnología.

Gráfico No. 27 Modelo de Arquitectura para la Implementación de la Tecnología LIFI

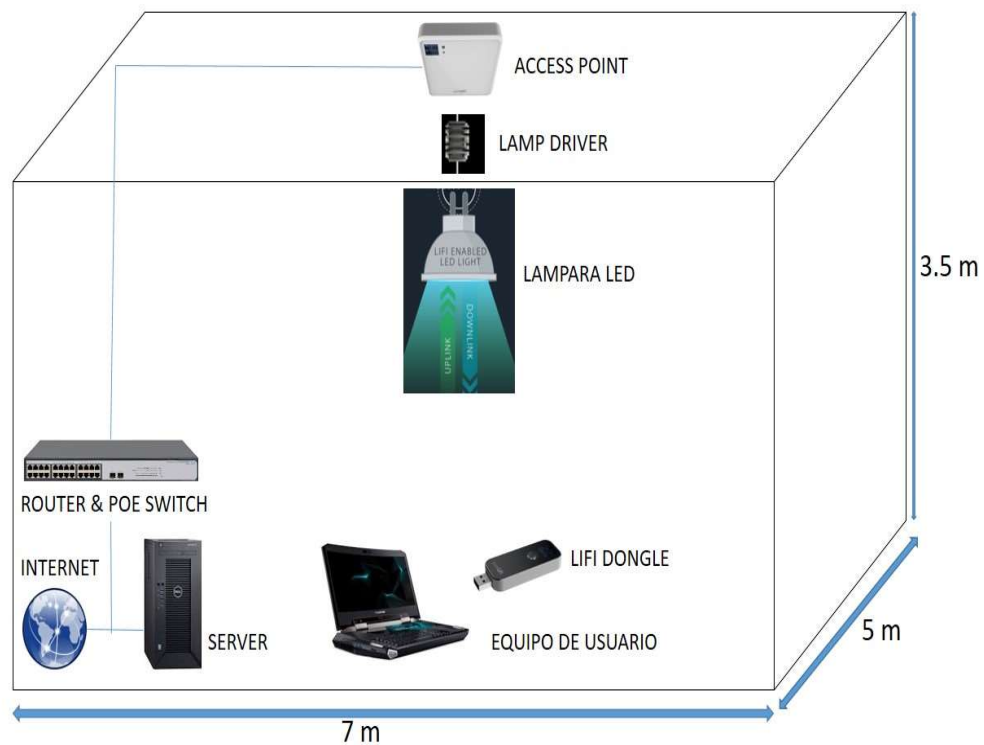


Fuente: http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s16/projects/reports/Arquitectura_LiFi_ELO322_PROYECTO_FINAL_GRUPO5.pdf

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

El espacio considerado para este diseño de red es de 5m de ancho x 7m de largo x 3.5 de alto

Gráfico No. 28 Diseño del Área de Trabajo de una PYME



Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079672717300198>

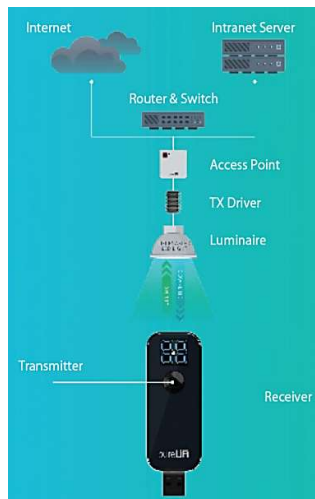
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Y son necesarios los siguientes equipos:

- Un Access Point que se conecta por cable UTP al Router del proveedor de internet y a su vez conecta las luces LED para transmitir la señal inalámbrica hacia el receptor.
- Un Dongle LIFI permite que cualquier dispositivo con entrada USB 2.0 pueda conectarse a internet
- Lámparas LED que tienen un TX Driver, que es quien envía y recibe los datos.

Esta opción es provista por la compañía PureLifi.

Gráfico No. 29
Esquema de



Switch de 24 puertos a 10/100Mbps
Access Point LIFI XC
Conexión full duplex con hasta 43 Mbps de subida y de bajada
Soporta hasta 8 usuarios conectados
Distancia de operación de 1 a 6 m
TX Driver
Se conecta a las lámparas LIFI para enviar y recibir datos
LIFI-XC Station
Dongle USB 2.0 que se adapta al cualquier dispositivo con entrada USB para enviar y recibir datos, hacia y desde el punto de acceso
Lucicup II Luminaires
Luces compatibles con LIFI
Tecnología LIFI - Compañía PureLIFI

Fuente: <https://purelifi.com/lifi-products/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Esta otra por la empresa vlncomm

Gráfico No. 30 Esquema de Tecnología LIFI - Empresa VLNCONN



LumiNex
Área de cobertura 37 m ²
Baja latencia <0.4 ms
15 usuarios conectados
Luz híbrida visible/infrarroja para enlace descendente
Lumens entregados 3200
Conectividad LIFI aun con las luces apagadas
Velocidad de bajada 70 Mb/s
Velocidad de subida 60 Mb/s

Fuente: www.vlncomm.com

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 31 Esquema de Tecnología LIFI – Empresa VLNCONN



Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Ambas alternativas se ajustan a las características del diseño planteado.

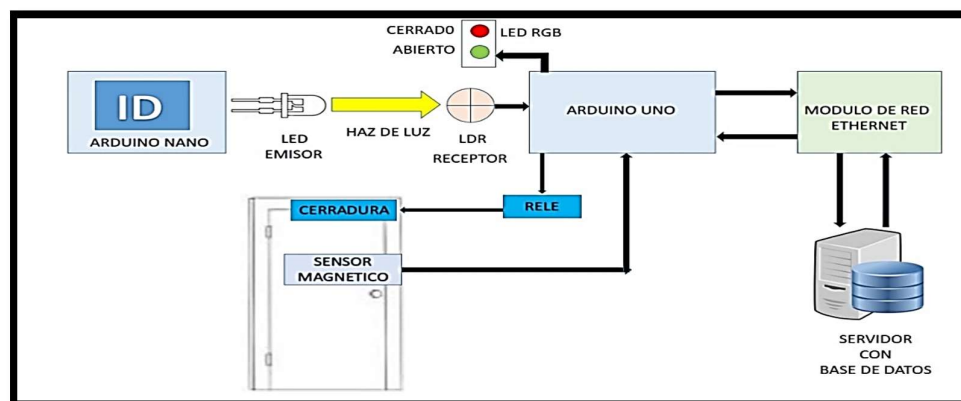
Segunda parte. Prototipo de control de acceso por LIFI

Con la presentación de los dos prototipos funcionales propuestos en este trabajo de titulación se puede demostrar la posibilidad de transmisión de datos a través de la tecnología LIFI y ejemplificar alguna de sus múltiples aplicaciones.

Este prototipo se trata de un dispositivo de control de acceso que transmite datos de identificación mediante LIFI y son validados en una base de datos para permitir, o no, el acceso solicitado.

Su funcionamiento se explica con el siguiente diagrama:

Gráfico No. 32 Esquema del Funcionamiento del Sistema de Control de Acceso por LIFI



Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

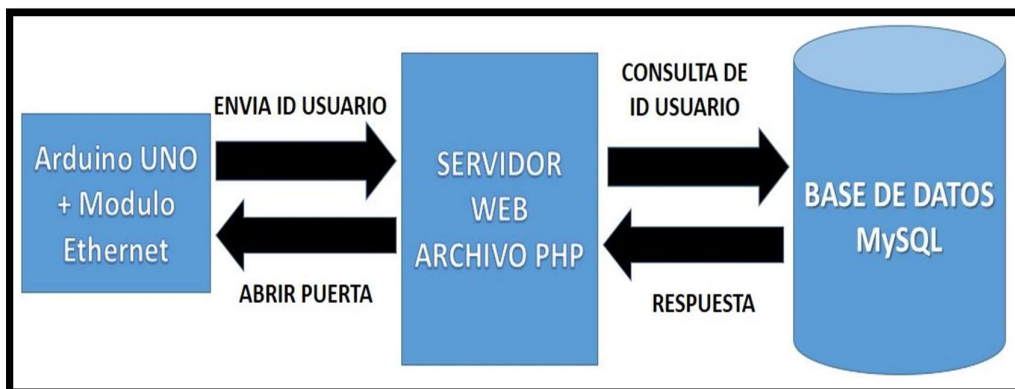
Inicialmente se tiene un código identificador, o ID, que es único para el usuario. Este código está grabado en la memoria EPROM de un Arduino Nano y es transmitido a través de la luz del LED emisor hacia un sensor LDR que actúa como receptor y que al recibir la información, la ingresa al Arduino UNO utilizado en esta etapa.

Seguidamente, el ID recibido es enviado a través del módulo de red Ethernet hacia el servidor en donde está corriendo el servicio de control de accesos y en el que el ID ingresado es comparado con la base de datos y si tiene permisos, regresara a través del mismo módulo de red Ethernet hacia el Arduino UNO, quien dará una señal indicando que se active un relé, que desenergiza la cerradura electromagnética para que abra la puerta; al mismo tiempo se envía desde el Arduino UNO una señalización para encender el color verde del led RGB indicando que se abrió la puerta.

Una vez que el usuario ha entrado, se dispone a cerrar la puerta. En este momento el sensor magnético envía un pulso al Arduino UNO para que éste envíe la señal para energizar la cerradura electromagnética y cerrar la puerta. Al mismo tiempo envía una señalización de color rojo a través del led RGB indicando que la puerta está cerrada.

En cuanto a la comunicación entre los componentes del sistema, se presenta el grafico 33 y se detalla a continuación:

Gráfico No. 33 Esquema de Comunicación del Sistema de Control de Acceso por LIFI



Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Tabla 3 Direccionamiento IP de los Componentes del Sistema

Descripción	IP
Arduino + Modulo de red Ethernet	192.168.1.150
Servidor web	192.168.1.100
Router	192.168.1.1

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

ESQUEMA DE COMUNICACIÓN CLIENTE - SEVIDOR

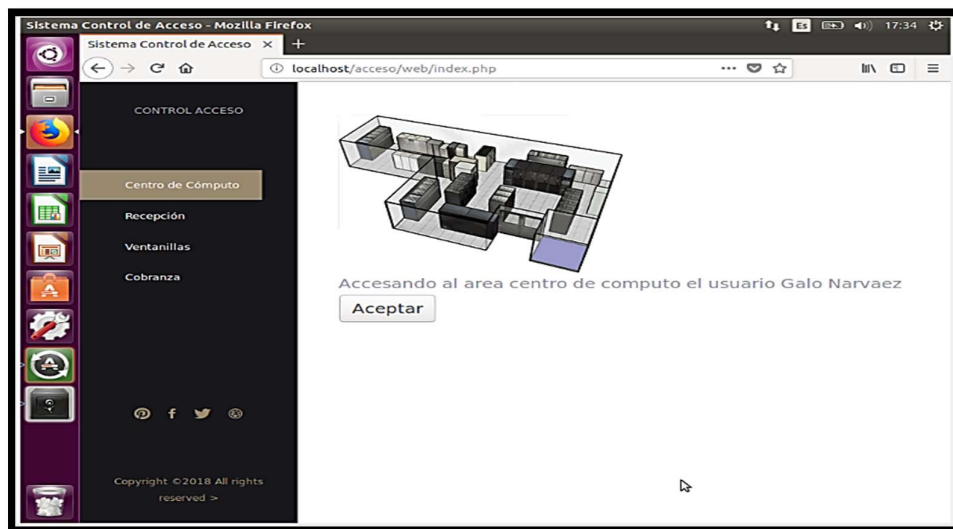
El Arduino UNO, con ayuda del módulo Ethernet se conecta con la red, luego se comunica con el servidor web a través del protocolo HTTP enviando el ID de usuario a través de una URL, utilizando el método GET.

El Arduino UNO, además de trabajar como cliente trabaja como servidor, ya que va a recibir una respuesta del servidor web si la autenticación del usuario es correcta activando así el mecanismo para que se abra la puerta.

A su vez, el servidor web cuenta con dos archivos principales:

- El archivo index.php, que contiene la página web sobre la que se visualiza el ingreso del usuario

Gráfico No. 34 Conexión con el Server



Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

- Archivo de configuración (config_serv.php) que realiza las respectivas validaciones y consultas a la base de datos. Si la validación del usuario es afirmativa se envía un parámetro al Arduino UNO por método GET para que ejecute el procedimiento de abrir la puerta.

Para la gestión de la base de datos se utilizó el gestor MySQL, en el cual se creó la base de datos acceso.

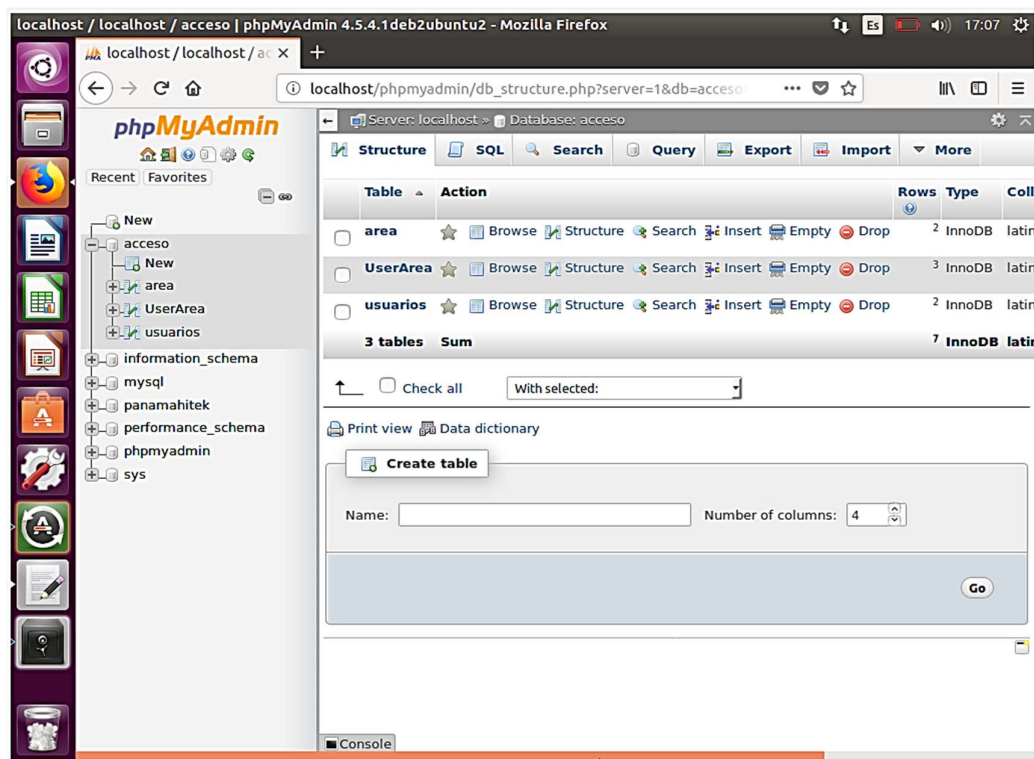


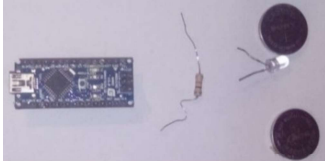
Gráfico No. 35 Base de Datos MySQL

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

A continuación se detallaran los recursos de hardware y software que se utilizaron en el desarrollo de este prototipo.

Tabla 4 Componentes utilizados en la Construcción del Prototipo de Control de Acceso por LIFI

Dispositivo Emisor	
	1 Arduino Nano
	1 resistencia de 100Ω
	1 led blanco
	2 pilas CR3032 3V
Dispositivo Receptor	
	1 Arduino UNO
	1 módulo de red HanRun HR911105a
	1 LDR
	1 resistencia de 100 Ω
	1 led RGB
	1 relé 5V 10A

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

- Programacion del modulo Arduino

Gráfico No. 36 Programación del Módulo Arduino

```

LIFIRReceiver | Arduino 1.8.5 (Windows Store 1.8.10.0)
File Edit Sketch Tools Help

LIFIRReceiver receiver_types.h

int area = 1;
////////////////////////Funciones////////////////////////////////
void enviaID() { //funcion para envio de dato por metodo GET
  Timer1.detachInterrupt();
  if (client.connect(myserver, 80)) { //inicializa y verifica la conexion
    d=String(datoE);

    client.println("GET /acceso/register.php?id=T001GN"); // envio de datos en la URL por el metodo GET
    client.println(" HTTP/1.1");
    client.println(); //termina la solicitud

  }
  else {
    Serial.println("Conexion Fallida"); //mensaje de error para visualizar en monitor serial
    Serial.println();
  }
  Serial.println();
  Serial.println("disconnecting.");
  client.stop();
  client.flush();
  digitalWrite(7,HIGH);
  digitalWrite(4,HIGH);
  digitalWrite(5,LOW);
  delay(6000);
  Timer1.attachInterrupt(sample_signal_edge);
}

```

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

- Se creó una máquina virtual con Virtual Box para correr el sistema operativo Linux Ubuntu en el cual se instaló un servidor Apache 2, una BD MySQL y se utilizó el lenguaje PHP.

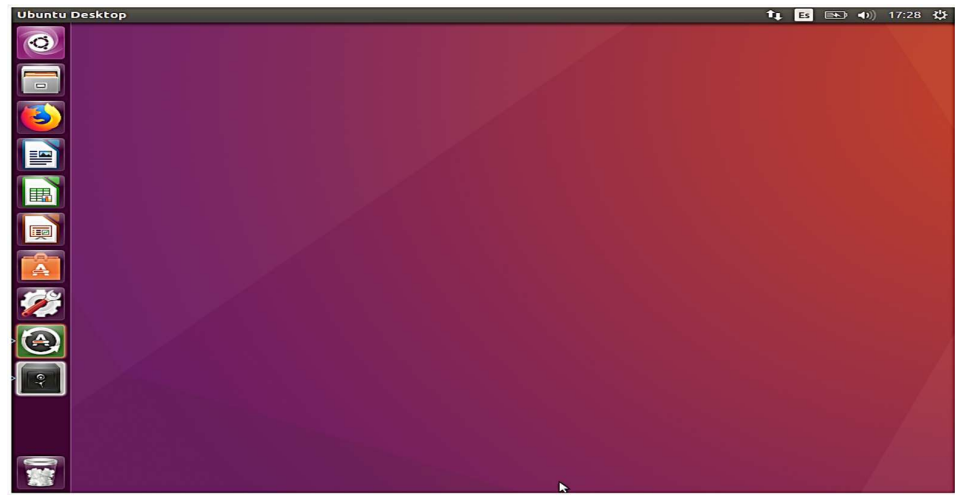
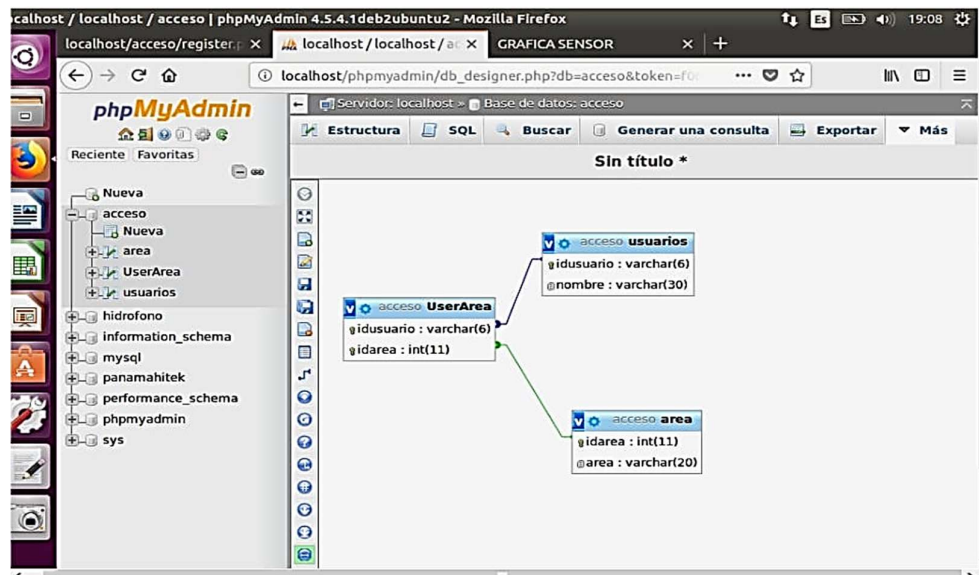


Gráfico No. 37 Máquina Virtual con Linux Ubuntu

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 38 Programación de la Base de Datos



Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Prototipo en funcionamiento:



Gráfico No. 39 Prototipo en Funcionamiento

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Tercera parte. Prototipo de transmisión de audio por LIFI

Este prototipo consiste en un sistema de transmisión de audio por LIFI que funciona de la siguiente manera:

La fuente de audio puede ser una computadora, un teléfono celular o cualquier otro dispositivo. Esta se conecta con el circuito transmisor LIFI y aquí, las señales de audio se convierten simultáneamente en señales de luz que son transmitidas por el LED y recibidas por una matriz de celda solar que capta las señales de luz. Esta celda está conectada directamente a los parlantes para emitir el sonido.

El circuito eléctrico del transmisor está hecho de tres amplificadores. Las señales provenientes de la fuente de audio se amplifican aún más mediante los amplificadores de emisor común configurados en paralelo.

Gráfico No. 40 Transmisión de Audio por LIFI

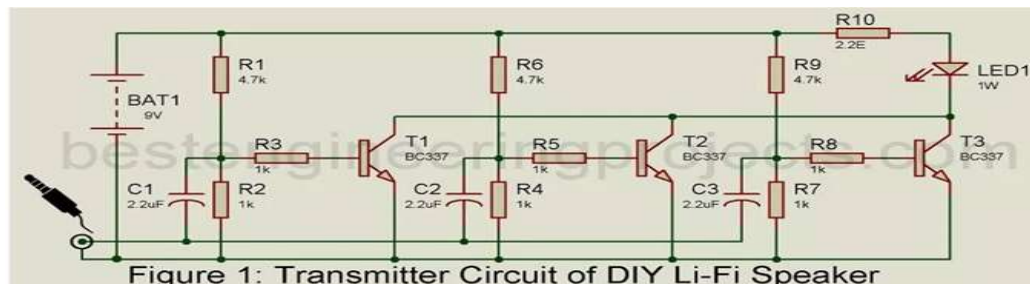


Figure 1: Transmitter Circuit of DIY Li-Fi Speaker

Fuente: <https://bestengineeringprojects.com/diy-LIFI-speaker-how-to-design/>

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

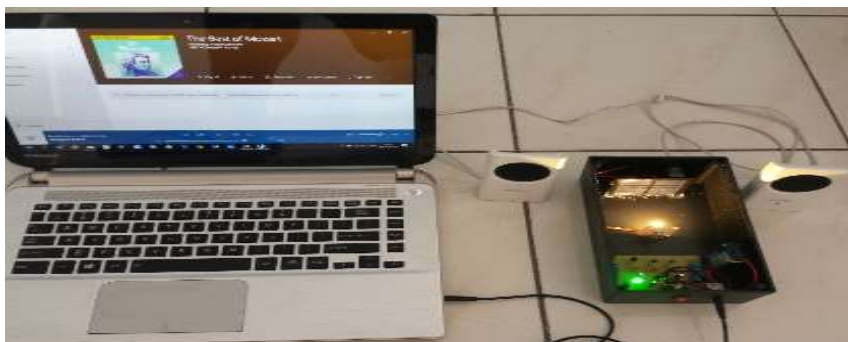
Tabla 5 Componentes utilizados en la Construcción del Prototipo de Transmisión de Audio por LIFI

Prototipo de transmisión de audio por LIFI	
	3 transistores BC337
	3 resistencias de 4.7K Ω 3 resistencias de 1 K Ω 1 resistencia de 2.2 Ω
	3 capacitores de 2.2 μ F 25V
	1 luz led blanca de 1W
	1 panel solar de 3V, 200mA
	1 batería de 9V
	Parlantes para salida de audio

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 41 Prototipo del Dispositivo de Transmisión de Audio por LIFI



Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Factibilidad legal

Dado que la tecnología LIFI es relativamente nueva en el Ecuador no vulnera ningún reglamento o Ley, establecida en la República del Ecuador donde, según la Constitución Sección Primera, Educación, Art 350, dictamina que el sistema de educación superior debe tener como finalidad la formación académica y profesional con una visión científica y humanista, así como la investigación científica y tecnológica. Además, la puesta en marcha de dispositivos con esta tecnología están amparados por los objetivos 4, 5 y 7 del Plan del Buen Vivir, Tomo I vigente en Ecuador desde 2013 hasta 2017 y dentro de la Constitución de la República del Ecuador, vigente hasta la actualidad. Así también en la Sección Octava, Art. 385 donde el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales tiene la finalidad de generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos a los estudiantes de colegio, universidad y demás instituciones académicas; y también el desarrollo de tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional para que así se pueda contribuir al mejoramiento de calidad de vida y aporten a la realización del buen vivir.

Factibilidad económica

La factibilidad de implementar una red LIFI en una PYME es posible, sin embargo, los altos costos de los equipos hace aún muy difícil su implementación en el mercado local debido a los costos de importación de las empresas que

distribuyen estos equipos. En el Anexo 1 se detallan proformas de costos de equipos necesarios para una red LIFI.

A continuación se detallan los valores que se generaron en los prototipos de los proyectos que apuntan al mercado de bajo costo.

Tabla 6 Costos de Construcción de Prototipo de Transmisión de Audio por LIFI

Prototipo de transmisión de audio por LIFI			
Cantidad	Descripción	Costo individual	Costo Total
3	Transistores	0.47	1.41
9	Resistencias	0.1	0.9
3	Capacitores	0.7	2.1
1	Led luz blanca	1	1
1	Panel solar	5	5
1	Batería 9V	2.5	2.5
3	Pilas AAA	1	3
1	Juego de parlantes	20	20
1	Varios	30	30
			\$65.91

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Tabla 7 Costos de Construcción del Prototipo de Control de Acceso por LIFI

Prototipo de control de acceso por LIFI			
Cantidad	Descripción	Costo individual	Costo Total
1	Arduino Nano	18	18
1	Resistencia 100 ohm	0.1	0.1
1	Led luz blanca	1	1
2	Pilas CR3032 3V	2	4
1	Arduino UNO	15	15
1	Módulo de red	15	15
1	LDR	0.8	0.8
1	Resistencia 100 ohm	0.1	0.1
1	Display matriz de luces led	10	10
1	Relé	7	7
1	Varios	70	70
			\$141

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

En los costos no se contempla el valor de las computadoras, pen drives ni herramientas de electrónica que fueron necesarios durante el proceso de construcción e implementación ya que son elementos externos a los prototipos pero que fueron necesarios para su correcta puesta en marcha.

Etapas de la metodología del proyecto

En esta metodología las etapas para realizar el proyecto son las siguientes:

- Iniciación
- Planificación
- Ejecución
- Monitoreo y control
- Cierre

Iniciación:

Este proyecto de titulación surge a partir de la idea de analizar las aplicaciones de la tecnología LIFI en empresas PYMES con el objetivo de aumentar cobertura en lugares específicos suministrando seguridad en la información y presentar dos prototipos con distintas aplicaciones de dicha tecnología que puede ser aplicada a PYMES y otros entornos.

Planificación:

Se siguió la planificación propuesta para la realización de este proyecto y se realizaron controles periódicos a través de revisiones por parte del tutor de tesis y se complementó con consultas adicionales a lo largo de las semanas previstas como tiempo de realización de todo el proyecto.

Ejecución:

La ejecución del proyecto se llevó a cabo cumpliendo las etapas del mismo, en las que se realizaron las siguientes etapas:

- Investigación correspondiente de la tecnología LIFI
- Escritura de los cuatro capítulos que son parte de la presente tesis de grado
- Diseño de los dos prototipos funcionales

- Montado de componentes sobre circuitos impresos
- Pruebas de envío y recepción de datos con ambos prototipos
- Puesta en marcha de los prototipos
- Montado de los prototipos sobre una maqueta para la presentación final

Monitoreo y control:

En esta etapa fue muy importante la supervisión, monitoreo y control en el avance de todo el proyecto de nuestro tutor de tesis, el Ing. Juan Manuel Chaw Tutiven, docente de la CINT en la UG.

Cierre:

Luego de haber culminado con la realización de los prototipos y haber probado su funcionamiento, se complementa el proceso con las explicaciones de factibilidad operacional, técnica, legal y económica expresadas en este mismo capítulo III.

Entregables del proyecto

Los entregables del presente proyecto son:

- Diseño de una red LIFI para una oficina o espacio típico de una PYME
- Prototipo de control de acceso por LIFI
- Prototipo de transmisión de audio por LIFI
- 1 CD con la documentación de esta tesis

Criterios de validación de la propuesta

Para dar validez a este proyecto se realizó una encuesta a alumnos de séptimo y octavo semestre de la CINT en la UG ya que el estar cursando los dos últimos niveles académicos de la carrera les da el conocimiento necesario para contestar la encuesta. Los resultados de la misma indican que el 77.3% de encuestados conoce la tecnología LIFI y que cree que la instalación de una nueva tecnología inalámbrica sería una solución para mejorar la seguridad de conexión de datos entre dispositivos. Así, este proyecto pretende presentar una alternativa a utilizar la tecnología LIFI con implementaciones aplicables a las PYMES o en el campo de la domótica.

Procesamiento y análisis

La encuesta se realizó a los alumnos de séptimo y octavo semestre de la carrera de Networking y Telecomunicaciones de la UG, tomando como muestra a 194 alumnos. En el Anexo 2 se adjunta la encuesta y el documento que confirma el número de alumnos inscriptos en la CINT, mismo que fue tomado como población.

La muestra se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{m}{e^2 (m - 1) + 1}$$

Dónde: m es el tamaño de la población = 194 alumnos

e es el error de estimación. Se tomó el 5%

n es el tamaño de la muestra resultante = 194 alumnos

El procesamiento de la información surgida de las encuestas fue realizado con el paquete estadístico SPSS v 23. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Pregunta 1: ¿Tiene conocimiento que existe la tecnología LIFI (Light Fidelity) como alternativa al WIFI (Wireless Fidelity)?

Si No

Tabla 8 Conocimiento LIFI

CONOCIMIENTO LI-FI					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	150	77,3	77,3	77,3
	NO	44	22,7	22,7	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

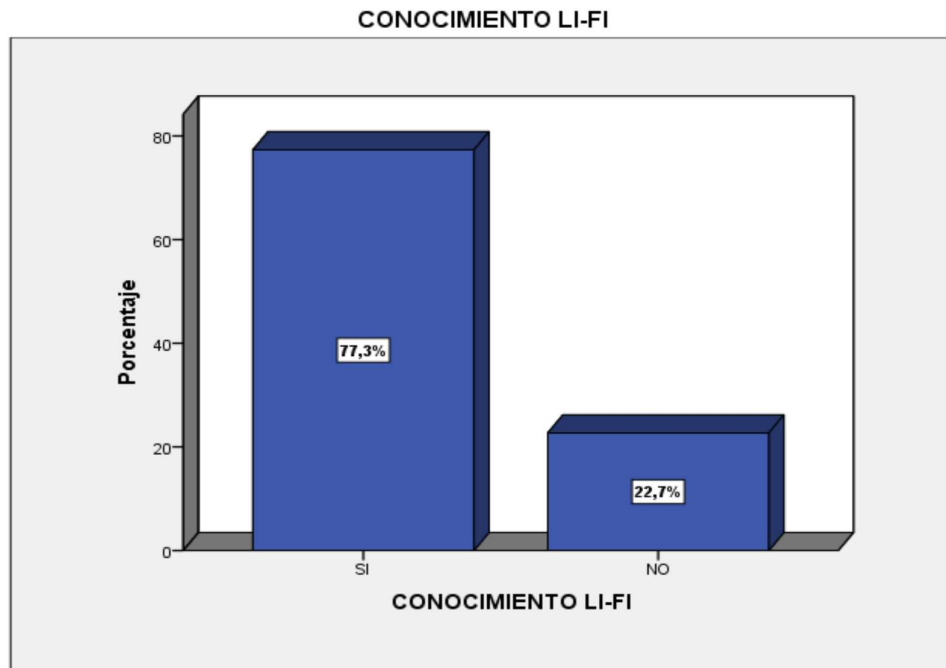


Gráfico No. 42 Conocimiento LIFI

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Análisis: El gráfico 42 indica que el 77.3% de los encuestados (150 alumnos) conocen la tecnología LIFI

Pregunta 2: LIFI permite transmitir datos a través de un emisor y receptor de luz emitida por una bombilla LED. A su criterio ¿Cómo le parece este tipo de tecnología?

1 - Nada interesante 2- Poco interesante 3- Interesante 4- Muy interesante
 5- Demasiado interesante

Tabla 9 Tecnología LIFI

TECNOL LI-FI		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	POCO INTERESANTE	4	2,1	2,1	2,1
	INTERESANTE	97	50,0	50,0	52,1
	MUY INTERESANTE	66	34,0	34,0	86,1
	DEMASIADO INTERESANTE	27	13,9	13,9	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

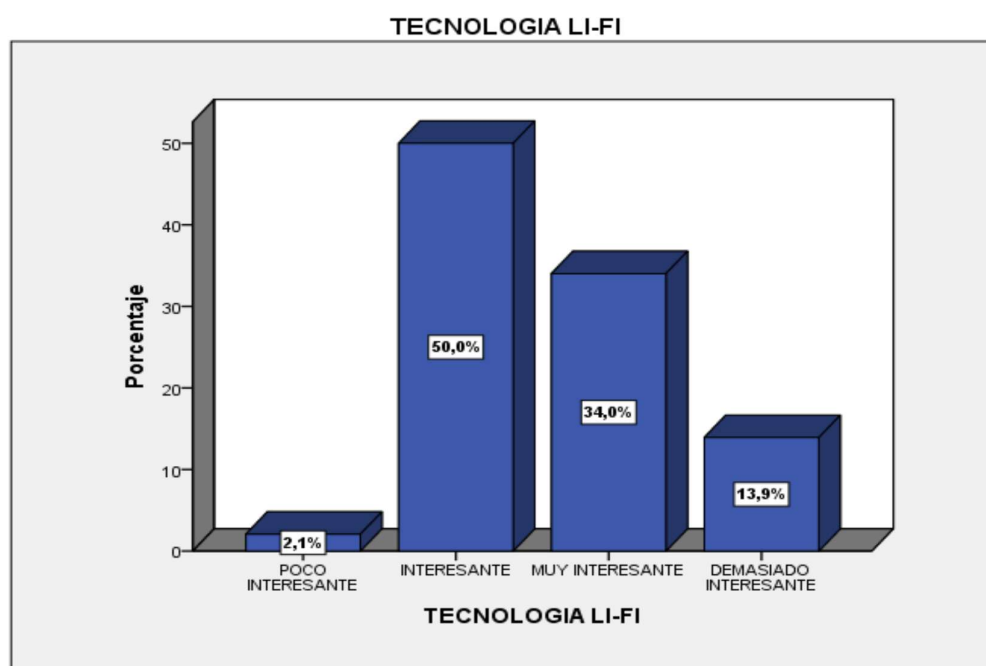


Gráfico No. 43 Tecnología LIFI

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Análisis: El gráfico 43 muestra que el 50% (97 alumnos) encuentra interesante la tecnología LIFI

Pregunta 3: ¿Qué atributos de LIFI le resultarían importantes? Marque del 1 al 5;

1= Sin importancia 2= Poca importancia 3= Importante

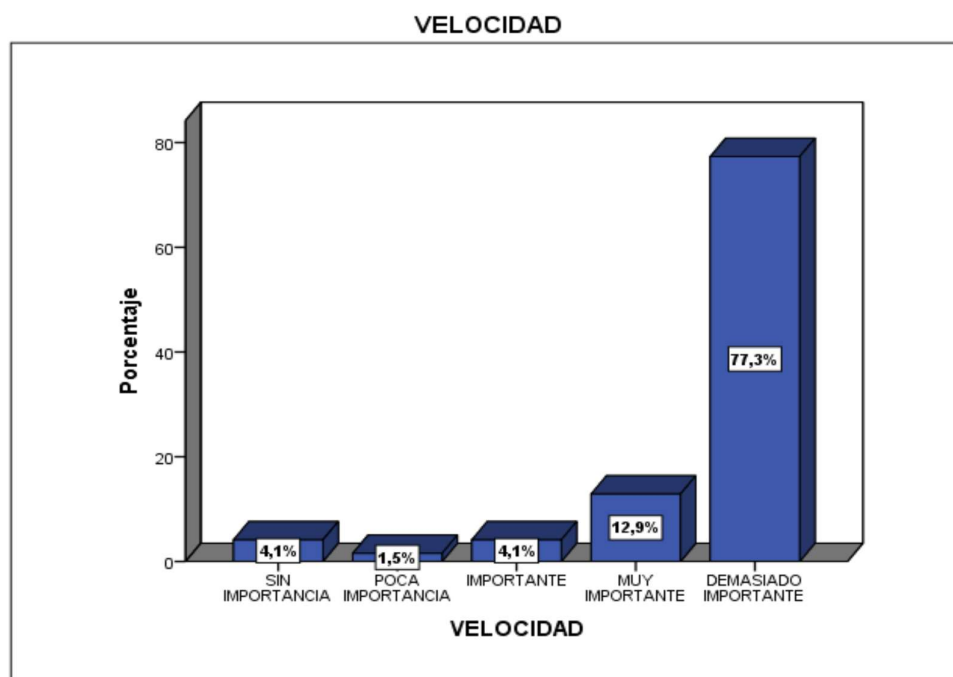
4= Muy importante 5=Demasiado Importante

Tabla 10 Velocidad LIFI

VELOCIDAD		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SIN IMPORTANCIA	8	4,1	4,1	4,1
	POCA IMPORTANCIA	3	1,5	1,5	5,7
	IMPORTANTE	8	4,1	4,1	9,8
	MUY IMPORTANTE	25	12,9	12,9	22,7
	DEMASIADO IMPORTANTE	150	77,3	77,3	100,0
Total		194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 44 Velocidad LIFI



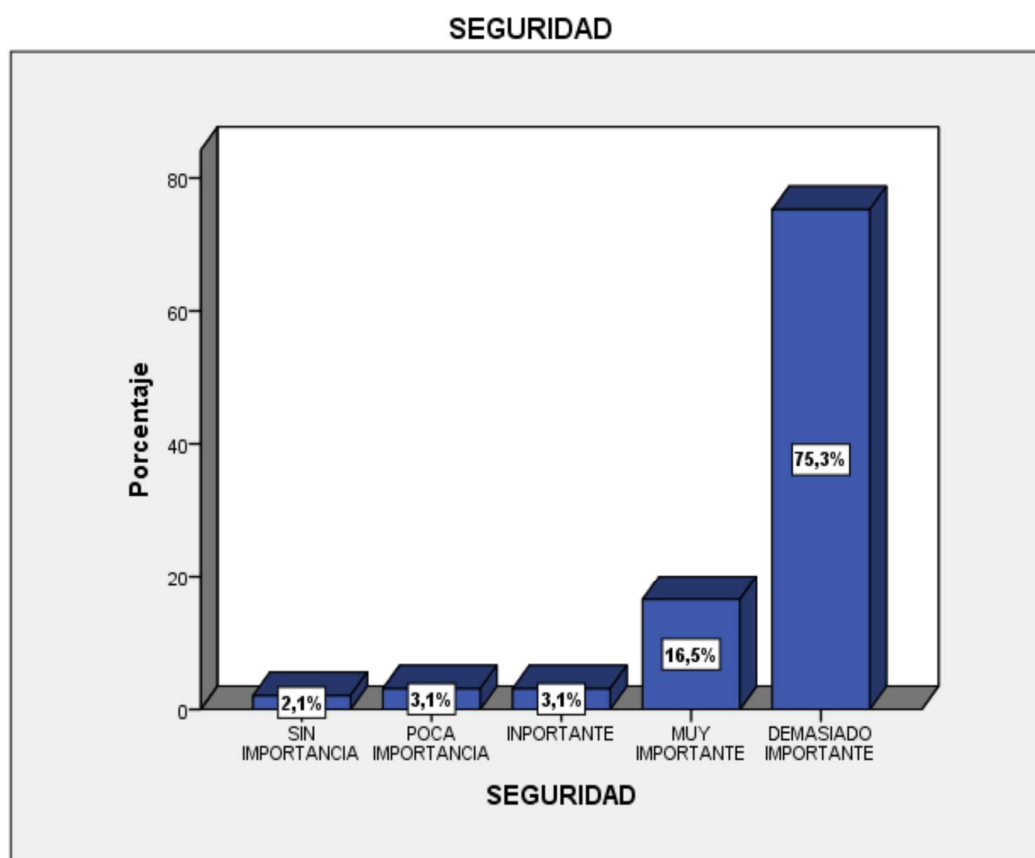
Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Tabla 11 Seguridad LIFI

SEGURIDAD		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SIN IMPORTANCIA	4	2,1	2,1	2,1
	POCA IMPORTANCIA	6	3,1	3,1	5,2
	INPORTANTE	6	3,1	3,1	8,2
	MUY IMPORTANTE	32	16,5	16,5	24,7
	DEMASIADO IMPORTANTE	146	75,3	75,3	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 45 Seguridad LIFI



Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Tabla 12 Avance Tecnológico

AVANCE TECNOLÓGICO		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SIN IMPORTANCIA	6	3,1	3,1	3,1
	POCA IMPORTANCIA	5	2,6	2,6	5,7
	IMPORTANTE	14	7,2	7,2	12,9
	MUY IMPORTANTE	61	31,4	31,4	44,3
	DEMASIADO IMPORTANTE	108	55,7	55,7	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

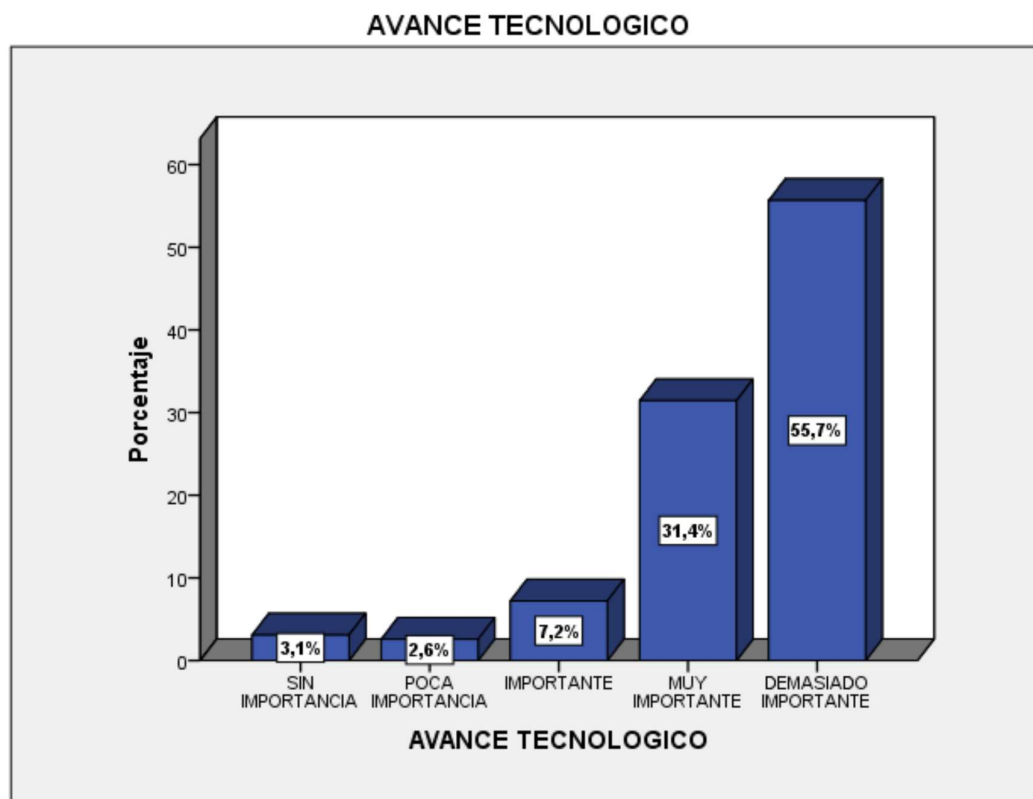


Gráfico No. 46 Avance Tecnológico

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

EFICIENCIA ENERGETICA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SIN IMPORTANCIA	4	2,1	2,1	2,1
	POCA IMPORTANCIA	4	2,1	2,1	4,1
	IMPORTANTE	12	6,2	6,2	10,3
	MUY IMPORTANTE	53	27,3	27,3	37,6
	DEMASIADO IMPORTANTE	121	62,4	62,4	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Tabla 13 Eficiencia Energética

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

EFICIENCIA ENERGETICA

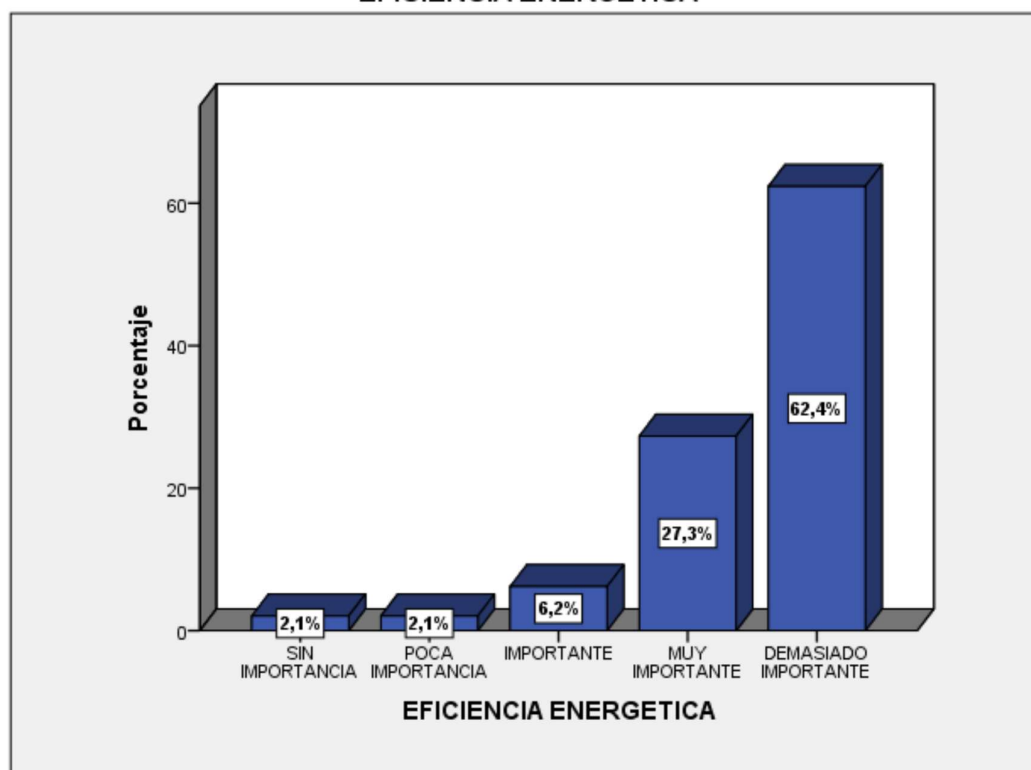


Gráfico No. 47 Eficiencia Energética

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Análisis: De esta pregunta se desprende que la velocidad en un 77.3%, la seguridad en un 75.3%, el avance tecnológico con un 55.7% y la eficiencia energética en un 62.4%, son los parámetros de mayor preponderancia entre los encuestados.

Pregunta 4: ¿Qué características de LIFI, a su criterio podrían ser una desventaja o contra?

Marque del 1 al 5; siendo

1= Demasiada Desventaja 2= Mucha desventaja 3= Poca desventaja

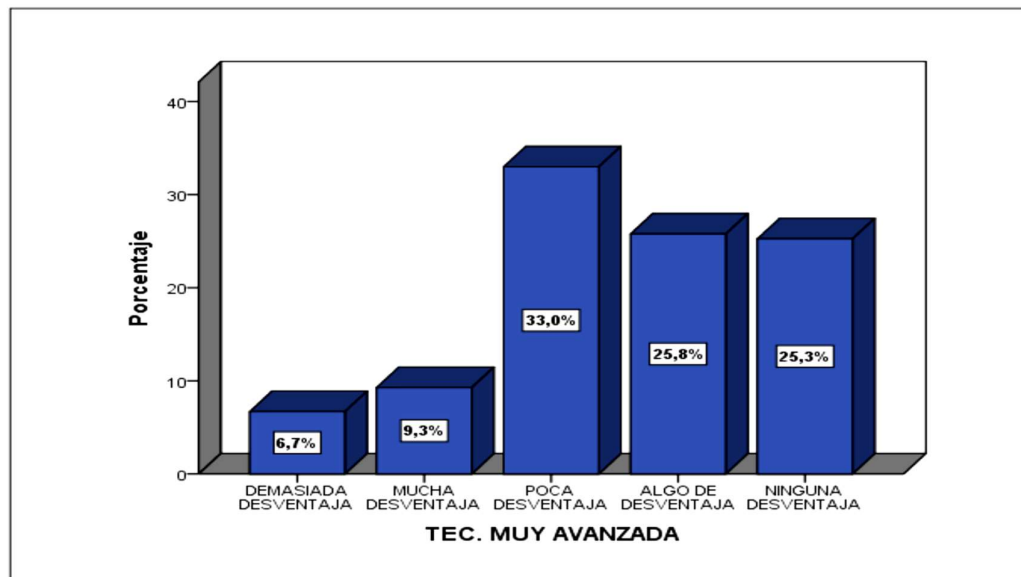
4= Algo de desventaja 5= Ninguna desventaja.

TEC. MUY AVANZADA		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	DEMASIADA DESVENTAJA	13	6,7	6,7	6,7
	MUCHA DESVENTAJA	18	9,3	9,3	16,0
	POCA DESVENTAJA	64	33,0	33,0	49,0
	ALGO DE DESVENTAJA	50	25,8	25,8	74,7
	NINGUNA DESVENTAJA	49	25,3	25,3	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Tabla 14 Tecnología Muy Avanzada

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 48 Tecnología Muy Avanzada



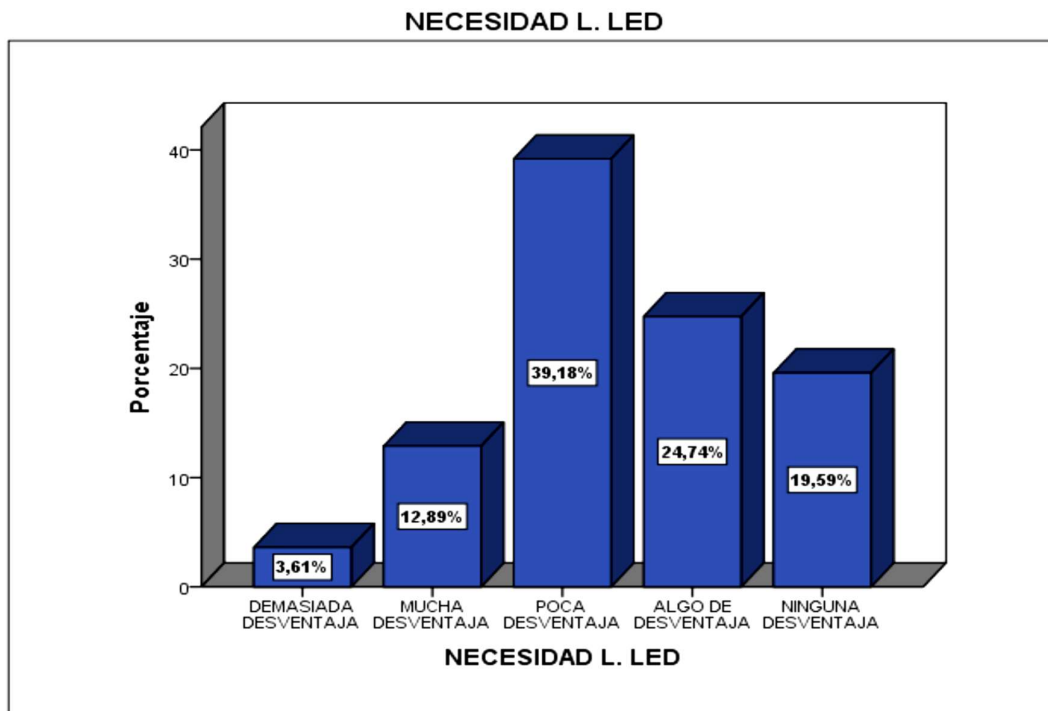
Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Tabla 15 Necesidad de Luces LED

NECESIDAD L. LED		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	DEMASIADA DESVENTAJA	7	3,6	3,6	3,6
	MUCHA DESVENTAJA	25	12,9	12,9	16,5
	POCA DESVENTAJA	76	39,2	39,2	55,7
	ALGO DE DESVENTAJA	48	24,7	24,7	80,4
	NINGUNA DESVENTAJA	38	19,6	19,6	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 49 Necesidad de Luces LED



Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

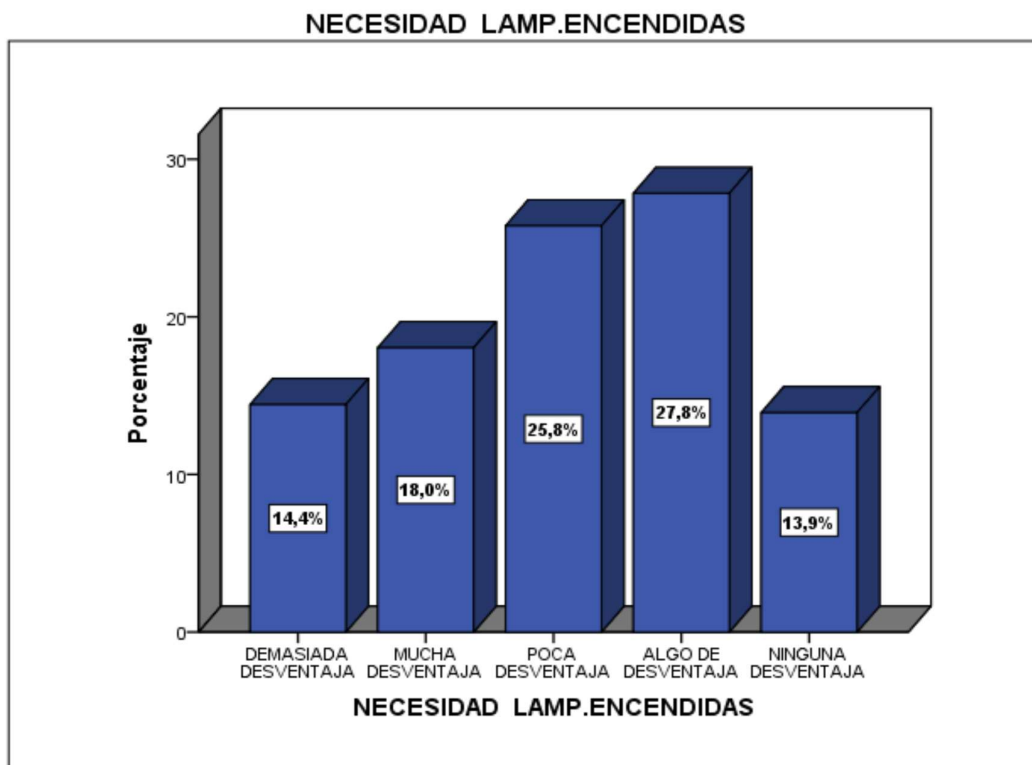
Tabla 16 Necesidad de Lámparas Encendidas

NECESIDAD LAMP.ENCENDIDAS					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	DEMASIADA DESVENTAJA	28	14,4	14,4	14,4
	MUCHA DESVENTAJA	35	18,0	18,0	32,5
	POCA DESVENTAJA	50	25,8	25,8	58,2
	ALGO DE DESVENTAJA	54	27,8	27,8	86,1
	NINGUNA DESVENTAJA	27	13,9	13,9	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 50 Necesidad de Lámparas Encendidas



Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

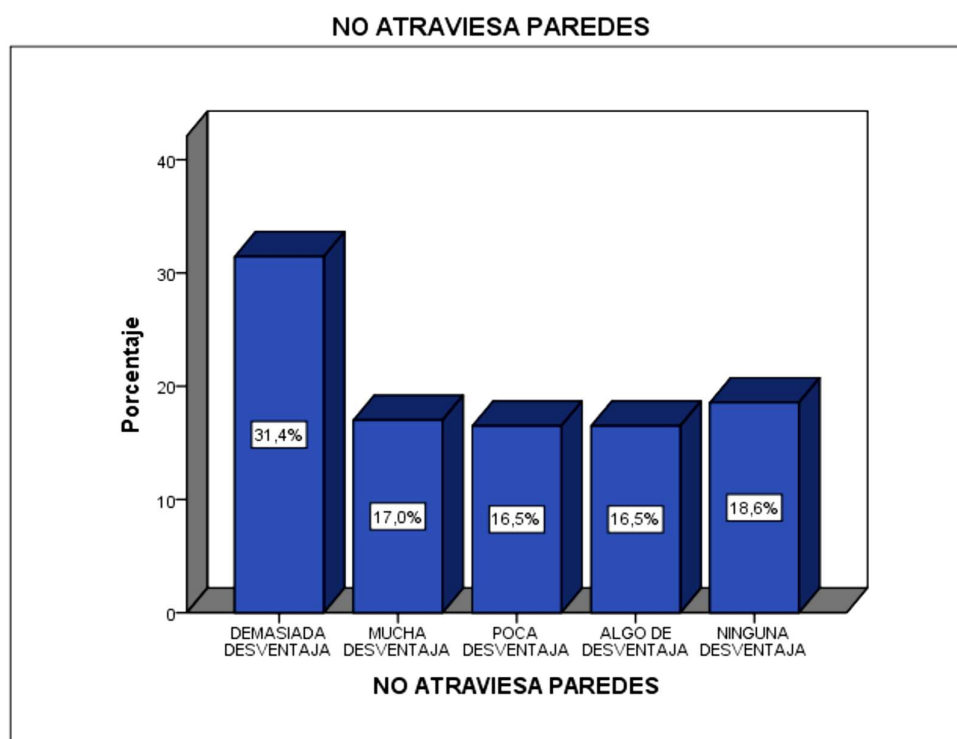
Tabla 17 No Atraviesa Paredes

NO ATRAVIESA PAREDES		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	DEMASIADA DESVENTAJA	61	31,4	31,4	31,4
	MUCHA DESVENTAJA	33	17,0	17,0	48,5
	POCA DESVENTAJA	32	16,5	16,5	64,9
	ALGO DE DESVENTAJA	32	16,5	16,5	81,4
	NINGUNA DESVENTAJA	36	18,6	18,6	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 51 No Atraviesa Paredes



Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Análisis: En esta pregunta se observa que el 33% ve con poca desventaja que esta tecnología sea muy avanzada, como también lo manifiesta así el 39.18% en cuanto a que haya necesidad de utilizar lámparas LED. Sin embargo, el 25.8% y el 27.8% ven con poca desventaja o algo de desventaja respectivamente, la necesidad de tener las lámparas encendidas para que LIFI funcione y predomina en un 31.4%, como una gran desventaja, el que LIFI no atravesase paredes.

Pregunta 5: ¿Cree usted que la instalación de una nueva tecnología inalámbrica sería una solución para mejorar la seguridad de conexión de datos entre dispositivos?

Si No

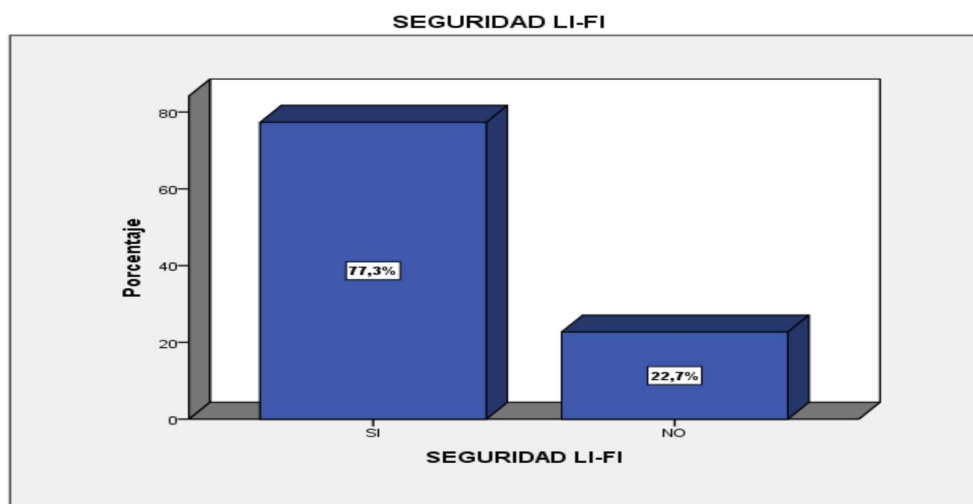
Tabla 18 Seguridad LIFI

SEGURIDAD LI-FI					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	150	77,3	77,3	77,3
	NO	44	22,7	22,7	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 52 Seguridad LIFI



Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Análisis: El 77.3% de los encuestados ve a LIFI como una tecnología que mejorara la seguridad de conexión entre dispositivos.

Pregunta 6: Si existiera la posibilidad de comprar dispositivos LIFI en grandes almacenes o tiendas especializadas y realizar la instalación por su cuenta, ¿Con qué probabilidad lo haría? Marque con una X del 1 al 5; siendo

1= Nada Probable 2= Poco Probable 3=Probable 4= Muy Probable
5= Altamente Probable.

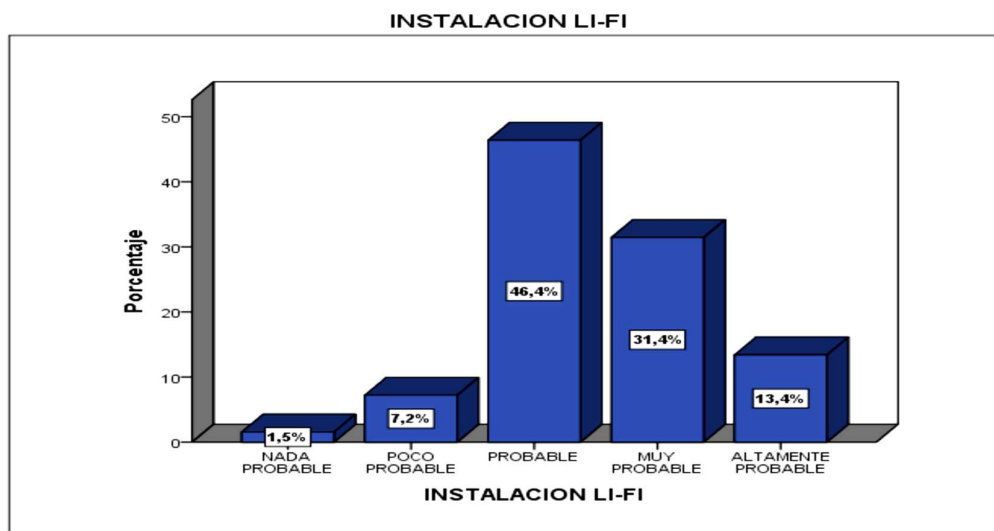
Tabla 19 Instalación LIFI

INSTALACION LI-FI		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NADA PROBABLE	3	1,5	1,5	1,5
	POCO PROBABLE	14	7,2	7,2	8,8
	PROBABLE	90	46,4	46,4	55,2
	MUY PROBABLE	61	31,4	31,4	86,6
	ALTAMENTE PROBABLE	26	13,4	13,4	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez – Galo Narváez

Gráfico No. 53 Instalación LIFI



Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Análisis: En esta pregunta se observa que el 46.4% ve como probable y el 31.4% como muy probable la instalación de esta tecnología.

Pregunta 7: Imagine que LIFI llega de la mano de una gran compañía de Telecomunicaciones (Movistar, Telconet, NetLife, PuntoNet, CNT, Claro, Tv Cable, entre otras) y puede contratar e instalar un sistema LIFI a un precio aceptable. ¿Qué probabilidad existe de que usted contrate el servicio? Marque con una X del 1 al 5; siendo

1= Nada Probable 2= Poco Probable 3= Probable 4= Muy Probable
5= Altamente Probable

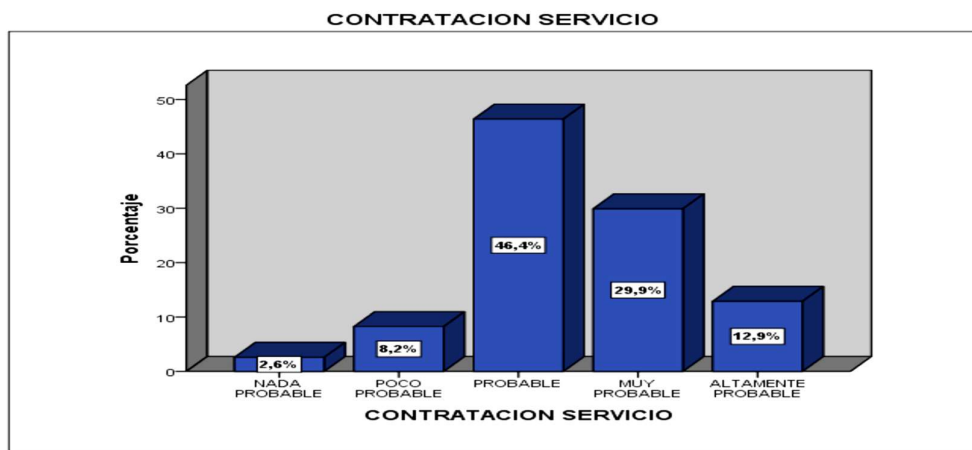
Tabla 20 Contratación de Servicio

CONTRATACION SERVICIO		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NADA PROBABLE	5	2,6	2,6	2,6
	POCO PROBABLE	16	8,2	8,2	10,8
	PROBABLE	90	46,4	46,4	57,2
	MUY PROBABLE	58	29,9	29,9	87,1
	ALTAMENTE PROBABLE	25	12,9	12,9	100,0
	Total	194	100,0	100,0	

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Gráfico No. 54 Contratación de Servicio



Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Análisis: En esta última pregunta se observa también que el 46.4% ve como probable y el 29.9% como muy probable la contratación de esta tecnología cuando sea ofertada en forma masiva.

CAPITULO IV

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

A las tres partes de la propuesta tecnológica de este trabajo de titulación se le pueden aplicar criterios de aceptación de diferente modo ya que cada una de ellas tiene sus propias características y están en distintas etapas de desarrollo.

Para el diseño de red planteado se adjunta un entregable en el Anexo 3 que contiene el modelo de arquitectura para su implementación, los esquemas de diseño del área de trabajo planteada y el listado de equipos y costos que ofrece cada uno de los proveedores consultados. Dependiendo de la disponibilidad económica y la posibilidad de importación del equipamiento se podrá optar por alguna de las propuestas.

En cuanto al prototipo de control de acceso por LIFI, es un dispositivo que podría ser implementado inmediatamente pues se encuentra totalmente funcional. Por esta razón se presenta a continuación el informe de resultados que se obtuvo luego de realizar pruebas de calibración y funcionamiento de los elementos de transmisión y recepción, así como también un modelo de plan de mantenimiento y control que podrá ser adaptado a las necesidades de la PYME en que se desee implementar (Anexo 4).

Informe de resultados:

Se realizaron pruebas de conexión entre el emisor y el receptor para comprobar cuál sería la mejor distancia de operación.

Se efectuaron tres tomas, con 20 repeticiones cada una en dos rangos de distancia distintos. De las pruebas realizadas se observa que la mayor efectividad del dispositivo se logra en el rango de 1cm a 5cm de distancia ente emisor y receptor. El detalle de las mediciones efectuadas se presenta en la tabla 21.

Tabla 21 Informe de Resultados

1RA TOMA	DISTANCIA ENTRE EMISOR Y RECEPTOR		2DA TOMA	DISTANCIA ENTRE EMISOR Y RECEPTOR		3RA TOMA	DISTANCIA ENTRE EMISOR Y RECEPTOR	
Medicion	de 5cm a 8cm	de 1 a 5 cm	Medicion	de 5cm a 8cm	de 1 a 5 cm	Medicion	de 5cm a 8cm	de 1 a 5 cm
1	OK	OK	1	FALLO	OK	1	FALLO	OK
2	OK	OK	2	FALLO	OK	2	FALLO	OK
3	FALLO	OK	3	OK	OK	3	FALLO	OK
4	FALLO	OK	4	FALLO	OK	4	FALLO	OK
5	OK	OK	5	OK	OK	5	OK	OK
6	FALLO	OK	6	OK	OK	6	FALLO	OK
7	FALLO	OK	7	OK	FALLO	7	FALLO	OK
8	FALLO	FALLO	8	FALLO	OK	8	FALLO	OK
9	FALLO	OK	9	FALLO	OK	9	FALLO	OK
10	OK	OK	10	OK	OK	10	OK	OK
11	FALLO	OK	11	OK	OK	11	FALLO	OK
12	FALLO	OK	12	FALLO	OK	12	FALLO	OK
13	FALLO	OK	13	FALLO	OK	13	FALLO	OK
14	FALLO	OK	14	FALLO	OK	14	FALLO	OK
15	FALLO	OK	15	FALLO	FALLO	15	FALLO	OK
16	OK	OK	16	FALLO	OK	16	OK	OK
17	FALLO	OK	17	FALLO	OK	17	FALLO	OK
18	FALLO	OK	18	FALLO	OK	18	FALLO	OK
19	FALLO	OK	19	FALLO	OK	19	FALLO	OK
20	OK	OK	20	OK	OK	20	OK	OK
% Efectividad	30%	95%	% Efectividad	35%	90%	% Efectividad	20%	100%

Fuente: Trabajo de Investigación

Elaborado por: Hugo Gómez - Galo Narváez

Para fines de uso se adjunta en el Anexo 5 un manual de usuario del sistema de control de acceso.

En lo que se refiere al prototipo de transmisión de audio por LIFI, aún está en etapa experimental por lo cual se deben realizar varias mejoras para avanzar en el desarrollo del dispositivo. Así, para poder ser implementado en un museo por ejemplo, la fuente de audio deberá estar almacenada en un audio que se repita cada vez que un visitante lo necesite.

En cuanto a su funcionamiento se pudo comprobar que la mejor señal de audio se logra en un rango de distancia de entre 12cm a 15cm entre la fuente emisora de luz y el panel solar, receptor de la misma.

Matriz de criterios de aceptación para los alcances del proyecto

CRITERIOS DE ACEPTACION	CUMPLE	NO CUMPLE
¿Se logró la transmisión de datos por medio de luz LED demostrada en los dos prototipos?	✓	
¿Es el control de acceso por LIFI una opción a sistemas ya existentes?	✓	
¿El sistema de control de acceso está dentro de los valores para un mercado de bajo costo?	✓	
¿Los elementos empleados en los dos prototipos existen en el mercado local?	✓	
¿Se logró un diseño y esquema de red inalámbrica por LIFI?	✓	
¿La instalación de sistemas de conexión a internet por medio de LIFI es posible actualmente?	✓	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Cumplido el objetivo de realizar un relevamiento de información de los elementos relacionados con la tecnología LIFI en cuanto a sus características, alcances y aplicaciones, se logró determinar que es una tecnología viable para la implementación en PYMES y que logra incrementar el nivel de seguridad para la comunicación entre dispositivos.
- De la comparación entre las características de LIFI y WIFI se concluye que LIFI tiene mayor velocidad y seguridad pero no es una tecnología que vaya a reemplazar a WIFI, por el contrario, las aplicaciones y tendencias futuras harán que ambas tecnologías

convivan y se complementen perfectamente ya que LIFI nos permite un mejor desempeño que WIFI 802.11n.

- Habiendo identificado los diferentes proveedores y equipos necesarios para la implementación de una red de transmisión de datos por LIFI, se concluye que, LIFI es todavía una tecnología en desarrollo y es muy costosa para PYMES de bajos recursos.
- Del estudio de la encuesta realizada se puede concluir que por sus características de velocidad, seguridad y eficiencia energética LIFI representa un avance tecnológico aceptado por futuros profesionales que podrán implementar dicha tecnología para su uso futuro a mediano plazo; sin embargo, el hecho de que LIFI no atraviese paredes, lo que es visto como una desventaja, lo convierte a su vez en un atributo muy favorable en cuanto a la seguridad que ofrece tanto para la conexión a internet como para la comunicación entre dispositivos.
- Haber podido realizar dos prototipos que emplean LIFI da la certeza de que este tipo de implementaciones es posible y representan una alternativa concreta a las necesidades de las PYMES.

RECOMENDACIONES:

- De poder adquirir los equipos necesarios para la implementación de un sistema de transmisión de datos por LIFI se recomienda la utilización de los focos LED que cumplan con los requerimientos de distancia y área a cubrir para que exista una correcta comunicación. A su vez, esta tecnología deberá ser implementada

en lugares cerrados ya que la incidencia de rayos solares afecta su normal desempeño.

- Para el dispositivo de control de acceso, se podría mejorar el dispositivo receptor de una LDR a un fotodiodo para incrementar la distancia de lectura entre emisor y receptor.
- También será parte de las recomendaciones el mejorar las funcionalidades del sistema informático.
- En el dispositivo de transmisión de audio por LIFI, para evitar distorsión en el audio de salida se podría implementar una etapa de filtrado de la señal después del panel solar que recibe la señal y antes de que ésta llegue al parlante de salida.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado&Litardo. (2018). Obtenido de repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27025
- AprendiendoArduino. (2017). Obtenido de <http://manueldelgadocrespo.blogspot.com/p/arduino-mega-2560.html>
- Carbajal, J. R. (s.f.). Obtenido de https://www-optica.inaoep.mx/investigaciones/carlost/pdfs/Jose_Benito_Ruiz_Carbajal.pdf
- Combariza&Acosta. (2015). Obtenido de http://www.profamilia.org.co/docs/docs_blog/Articulo%20-%20La%20tecnologia%20Li-Fi.pdf
- Communication2011JEFF. (27 de 01 de 2011). Obtenido de <https://communication2011jeff.wordpress.com/2011/01/27/codigo-manchester/>
- Copyright © DIARIO ABC, S. (2014). Obtenido de <https://www.abc.es/ciencia/20141007/abci-inventores-luces-nobel-fisica-201410071159.html>
- CYBMETA. (05 de Julio de 2016). Obtenido de <https://cybmeta.com/ajax-con-json-y-php-ejemplo-paso-a-paso>
- DescubreArduino. (2016). Obtenido de <https://descubrearduino.com/arduino-uno/>
- Docs, M. W. (12 de Julio de 2018). Obtenido de https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/JavaScript_basics
- EcuRed. (s.f.). Obtenido de https://www.ecured.cu/Arseniuro_de_galio
- esepe, s. (16 de Agosto de 2005). Obtenido de <https://www.espestudio.com/noticias/que-es-mysql>

- hurí. (2017). Obtenido de <http://huribroadcast.com/que-es-broadcast/>
- Ibertronica. (s.f.). Obtenido de Ibertronica:
<https://www.ibertronica.es/blog/productos/arduino/>
- iBrugor. (11 de Junio de 2014). Obtenido de
<http://www.ibrugor.com/blog/apache-http-server-que-es-como-funciona-y-para-que-sirve/>
- Lapuente, L. (29 de Julio de 2018). Obtenido de
<http://www.hipertexto.info/>
- LIBROSWEB. (2016-2018). Obtenido de
http://librosweb.es/libro/fundamentos_jquery/capitulo_7/metodos_ajax_de_jquery.html
- LLamas, L. (28 de Febrero de 2016). Obtenido de
<https://www.luisllamas.es/matriz-led-arduino-max7219/>
- Mariana. (2016). Obtenido de <https://www.pandaancho.mx/noticias/lifi-harald-haas-led.html>
- micayael. (09 de FEBRERO de 2011). Obtenido de
<http://blog.micayael.com/2011/02/09/metodos-get-vs-post-del-http/>
- Naranjo&Casillas. (2016). Obtenido de
<repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17099/1/UG-FCMF-B-CINT-PTG-N.90.pdf>
- Oyola&Sañudo. (2016). Obtenido de
<repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17001/1/UG-FCMF-B-CINT-PTG-N.116.pdf>
- patagoniatec. (2014). Obtenido de
<https://saber.patagoniatec.com/2014/12/arduino-nano-328-arduino-atmega-clon-compatible-arduino-argentina-ptec/>
- PMI. (2018). Obtenido de
<https://americalatina.pmi.org/latam/AboutUS/QueEsLaDireccionDeProyectos.aspx>

- Pototski, D. (2014). Obtenido de https://es.rbth.com/cultura/tecnologias/2014/06/20/li-wi_una_nueva_senal_de_internet_a_traves_de_la_luz_41073
- PROMETEC. (s.f.). Obtenido de <https://www.prometec.net/producto/ldr-sensor-de-luz/#>
- PROYDESA, F. (s.f.). Obtenido de <https://www.proydesa.org/portal/index.php/noticias/1340-li-fi-la-tecnologia-que-nos-conecta-a-internet-mediante-la-luz>
- RACSO. (22 de Mayo de 2014). Obtenido de <http://www.arduino.utfsm.cl/el-led-rgb/>
- Romero, J. (2015). Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1911/1/T-SENESCYT-01011.pdf>
- Sanchis&Ejea. (2008). Obtenido de https://www.uv.es/=esanchis/cef/pdf/Temas/B_T3.pdf
- Serre, B. D. (3 de April de 2017). Obtenido de <https://smart-lighting.es/li-fi-internet-traves-la-luz-led/>
- TECNOSeguro.com. (s.f.). Obtenido de <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>
- Telecomunicaciones, M. d. (s.f.). Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- wikipedia. (31 de Julio de 2018). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/PHP>

ANEXOS

ANEXO 1

PROFORMAS DEL COSTO DE EQUIPOS PARA UNA RED LIFI

Presupuesto enviado por la empresa Bicomm Group



De:

BICOMM GROUP SpA
 Ballavista 5, Reñaca
 Viña del Mar, V Región
 Chile
aluna@bicomm.io
 Tel : + 56 9 5793 2415

Para :

Señor
Galo Eduardo Narvaez Alban
 Victor Manuel Rendón, Guayaquil 090313
 Universidad de Guayaquil
galo.narvaeza@ug.edu.ec
 Guayaquil Ecuador
 Tel +593 0997581959

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1 LIFINet Kit Ref; TxRx-LN-1M-3B-NP (Dongle y Driver)	1	USD 650	USD 650
2 MyLIFI (Primera lámpara LIFI del Mundo)	1	USD 930	USD 930
3 Nuevo GEOLIFI DL2 3000K	1	USD 170	USD 170
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Forma de pago :	Trasferencia electrónica	SUB-TOTAL	1.750 €
Fecha estimada:	A acordar contra confirmación de compra	IVA 0%	0 €
		TOTAL	1.750 €

- * La presente cotización tiene vigencia hasta el 21 de Junio 2018.
- **La presente cotización incluye gastos de envío.
- *** Esta cotización NO INCLUYE pagos de impuestos y aranceles aduaneros de ingreso a Ecuador.

Datos banco Bicomm

Titular	: Grupo de Tecnologías de Comunicación e Iluminación SpA
RUT	: 76.806.956-5
Banco	: Santander
Dirección del Banco	: Bandera 140 Santiago
Swift y N° Cuanta	: BSCH CLRM
Número cuenta corriente	: 0-000-7239695-2
Correo	: aluna@bicomm.io

**Comunicaciones mantenidas por correo electrónico con la compañía
PureLiFi**

Hello Galo,

Thanks for getting back to us.

Attached is more information on the starter kit.

1 Kit would cost £2,615 with shipping costs. That would exclude and customs or duties costs.

If you are still interested in us quoting for 100 kits let us know as the price would be different at that volume. I've also included the Conditions of Sale for you.

Please confirm how many kits you would like to purchase and we will send you a pro forma invoice.

I've copied Mo who will complete the transaction for you if you are interested.

Best wishes,

Sarah Scace
Director of Marketing & Communications
T: + 44 (0) 131 516 1728

Visit the home of LiFi www.pureLiFi.com
Rosebery House | 9 Haymarket Terrace | Edinburgh | EH12 5EZ

This email and its attachments may be confidential and are intended solely for the use of the intended recipient. If you are not the intended recipient of this email and its attachments, you must take no action based upon them, nor must you copy or show them to anyone. Please contact the sender if you believe you have received this email in error. If you are not the intended recipient you are notified that disclosing, copying, distributing or taking any action in reliance on the contents of this information is strictly prohibited.

From: GALO EDUARDO NARVAEZ ALBAN <galo.narvaeza@ug.edu.ec>

Sent: 23 May 2018 22:27

To: Sarah Scace <sarah.scace@purelifi.com>

Subject: Re: pureLiFi, LiFi Starter Kit

Hello Sarah:

On answer to your mail,

I am doing my thesis work on the Lifi technology and I need the following information

1. Number of Starter Kits you would like to purchase

how much do 100 kits cost?

2. Your Full Name

My name is Galo Eduardo Narvaez Alban

3. Title/Role at the University/Institute

I am an engineering student in networking and telecommunications

4. University Department/Institute To be invoiced

University of Guayaquil. Faculty of Mathematical and Physical Sciences.

5. Full postal Address

Victor Manuel Rendón 429 entre Córdova y Baquerizo Moreno

ZIP 90313

Telefax: 2307729

Guayaquil, Ecuador

Thanks for your prompt reply to this email

De: Sarah Scace <sarah.scace@purelifi.com>

Enviado: lunes, 21 de mayo de 2018 7:38

Cc: Sarah Scace

Asunto: pureLiFi, LiFi Starter Kit

Hello,

Thank you for requesting a quote for the LiFi Starter Kit.

Please be aware we are unable to sell the LiFi starter Kit to individuals. We are only able to sell the kit to the University or Research Institute that will sign up to our T&Cs.

If you are interested in purchasing some kits, please respond with the following detail.

1. Number of Starter Kits you would like to purchase
2. Your Full Name
3. Title/Role at the University/Institute
4. University Department/Institute To be invoiced
5. Full postal Address

Additionally, If you could please respond from your University email that would be helpful.

Once you provide us with the details requested above we can provide you with an updated quote, estimated shipping costs and estimated delivery times.

Best Wishes,

Sarah Scace
Director of Marketing & Communications
T: + 44 (0) 131 516 1728

Visit the home of LiFi www.pureLiFi.com
Rosebery House | 9 Haymarket Terrace | Edinburgh | EH12 5EZ

ANEXO 2

Encuesta realizada a los alumnos de 7mo y 8vo semestre de la CINT



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES



PROYECTO: APLICACION DE TECNOLOGIA LIFI PARA PYMES QUE REQUIEREN SEGURIDAD CON ACCESO INALAMBRICO COMO ALTERNATIVA A LAS REDES WIFI.

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES:

1. ¿Tiene conocimiento que existe la tecnología LI-FI (Light Fidelity) como alternativa al WIFI (Wireless Fidelity)?

☐ Si ☐ No

2. LIFI permite transmitir datos a través de un emisor y receptor de luz emitida por una bombilla LED. A su criterio ¿Cómo le parece este tipo de tecnología?

☐ Nada interesante ☐ Interesante ☐ Demasiado interesante
☐ Poco interesante ☐ Muy interesante

3. ¿Qué atributos de LIFI le resultarían importantes? Marque del 1 al 5; siendo 1= Sin importancia/2= Poca importancia/3=Importante/4= Muy importante/5=Demasiado importante

ATRIBUTOS	1	2	3	4	5
Velocidad					
Seguridad					
Avance Tecnológico					
Eficiencia Energética					

4. ¿Qué características de LIFI, a su criterio podrían ser una desventaja o contra? Marque del 1 al 5; siendo 1= Demasiada Desventaja/2= Mucha desventaja/3= Poca desventaja/4=Algo de desventaja/5= Ninguna desventaja.

DESVENTAJAS	1	2	3	4	5
Tecnología muy avanzada para el usuario					
Necesidad de lámparas LED					
Necesidad de tener lámparas encendidas					
No atraviesa paredes					

5. ¿Cree usted que la instalación de una nueva tecnología inalámbrica sería una solución para mejorar la seguridad de conexión de datos entre dispositivos?

☐ Si ☐ No

6. Si existiera la posibilidad de comprar dispositivos LIFI en grandes almacenes o tiendas especializadas y realizar la instalación por su cuenta, ¿Con qué probabilidad lo haría? Marque con una X del 1 al 5; siendo 1= Nada Probable/2= Poco Probable/3=Probable/4= Muy Probable/5= Altamente Probable.

☐ Nada Probable ☐ Probable ☐ Altamente Probable
☐ Poco Probable ☐ Muy Probable

7. Imagine que LIFI llega de la mano de una gran compañía de Telecomunicaciones (Movistar, Telcel, NetLife, Purcel, CNT, Claro, TxCable, entre otras) y puede contratar e instalar un sistema LIFI a un precio aceptable. ¿Qué probabilidad existe de que usted contrate el servicio? Marque con una X del 1 al 5; siendo 1= Nada Probable/2= Poco Probable/3=Probable/4= Muy Probable/5= Altamente Probable.

☐ Nada Probable ☐ Probable ☐ Altamente Probable
☐ Poco Probable ☐ Muy Probable

Autorización a realizar la encuesta a los alumnos de 7mo y 8vo en la CINT



Universidad de Guayaquil

Especie Universitaria - Nivel Pregrado

Guayaquil, 06 de Agosto del 2018.

Ing. Harry Luna Aveiga Mg.
Director
Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones

*Estimados Docentes
Salvo su mejor criterio
Favor de Ayudar al
Estudiante que lo
solicitó*

[Signature]
6/8/2018

De mis consideraciones:

Yo, **GÓMEZ MATAMOROS HUGO RICHARD**, con C.I. 0920585536 egresado de la carrera de **INGENIERIA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**, actualmente matriculado en el proceso de titulación, le solicito de la manera más cordial y por su intermedio a quien corresponda se me conceda una autorización para poder encuestar a los 194 alumnos de Séptimo y Octavo semestre que corresponden al tamaño de la muestra obtenida dentro del proyecto de titulación que me encuentro realizando, los mismos que se encuentran matriculados en la actualidad en el Ciclo 1 2018 - 2019. Esta información será utilizada con la finalidad de obtener datos precisos para el desarrollo final de mi Proyecto de Titulación vigente.

Por la atención favorable que se le brinde a la presente le quedará eternamente agradecido.

Muy atentamente,

ATT:

06 AGO 2018

[Signature]

GÓMEZ MATAMOROS HUGO RICHARD
C.I. 0920585536

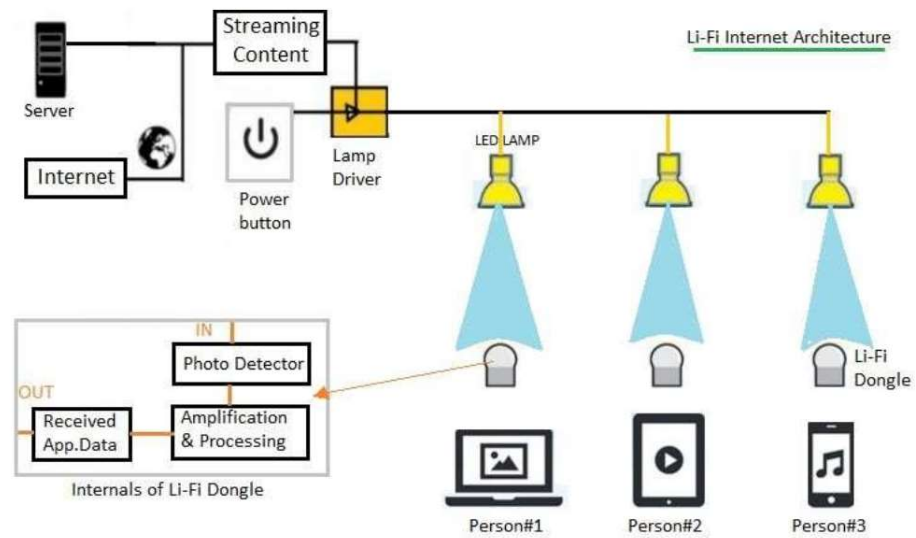
TELEF: 0992983567

CORREO: hugo.gomez@ug.edu.ec

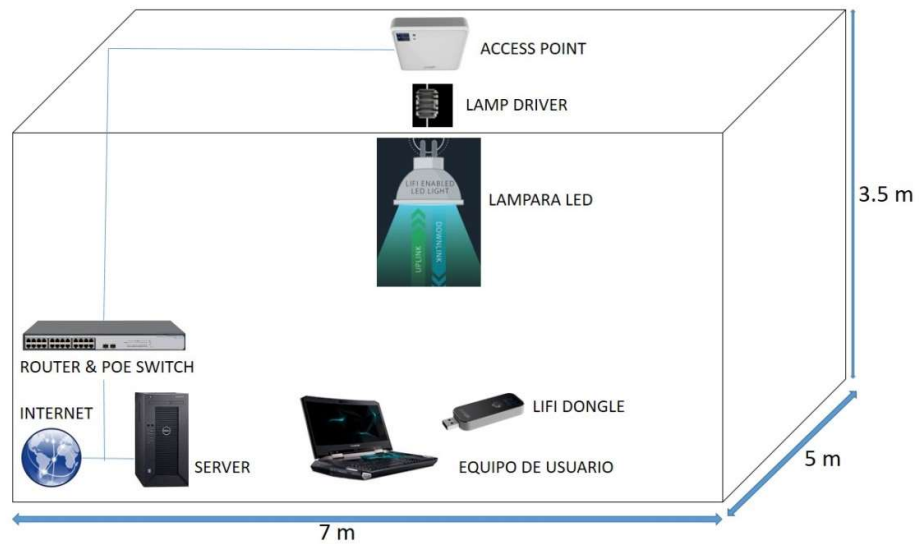
ANEXO 3

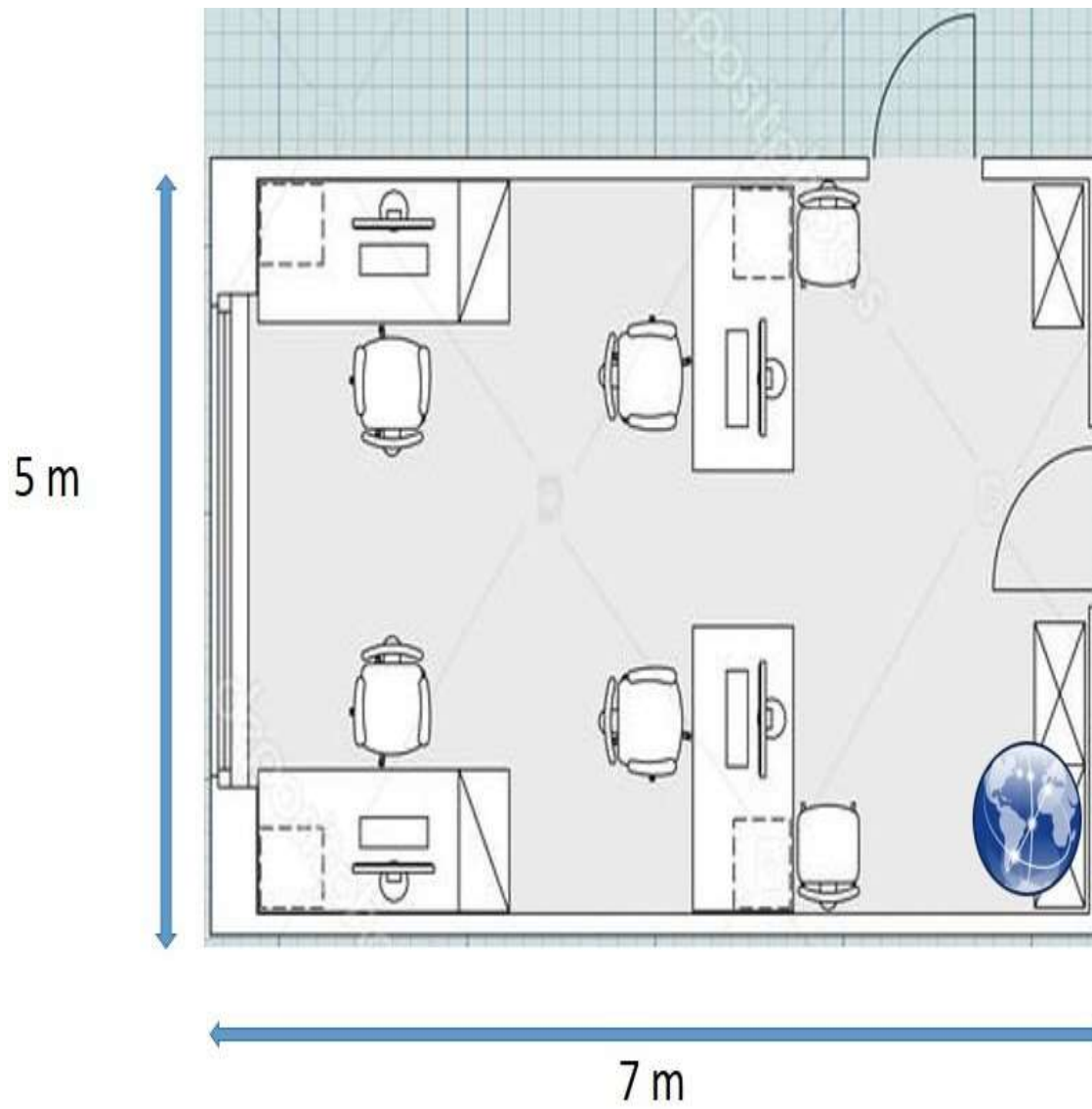
DISEÑO DE RED LIFI

Modelo de arquitectura para la implementación de la tecnología LI-FI



Esquema de diseño del área de trabajo de una PYME





ANEXO 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONTRATO DE MANTENIMIENTO Y SUMINISTRO DE REPUESTOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO EN UNA EMPRESA PYME

ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES

Las presentes especificaciones técnicas tienen como objetivo describir los tipos de intervenciones, periodos de inspección o programas de mantenimiento, requerimientos específicos y condiciones de trabajo mínimos para la prestación del “Servicio de Mantenimiento “de los Sistemas de control de acceso implementados bajo la tecnología LIFI.

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO

El control de acceso permite gestionar la apertura a distancia de las puertas de acceso a las diferentes áreas o dependencias establecidas dentro de las empresas PYMES. El mismo está conformado de la siguiente manera:

Se asigna un código identificador, o ID, que es único para el usuario. Este código está grabado en la memoria EPROM de un Arduino Nano y es transmitido a través de la luz del LED emisor hacia un sensor LDR que actúa como receptor y que al recibir la información, la ingresa al Arduino UNO utilizado en esta etapa.

Seguidamente, el ID recibido es enviado a través del módulo de red Ethernet hacia el servidor en donde está corriendo el servicio de control de accesos y en el que el ID ingresado es comparado con la base de datos y si tiene permisos, regresara a través del mismo módulo de red Ethernet hacia el Arduino UNO, quien dará una señal indicando que se active un relé, que des energiza la cerradura electromagnética para que abra la puerta; al mismo tiempo se envía desde el Arduino UNO una señalización para encender el color verde del led RGB indicando que se abrió la puerta.

Una vez que el usuario ha entrado, se dispone a cerrar la puerta. En este momento el sensor magnético envía un pulso al Arduino UNO para que éste

envíe la señal para energizar la cerradura electromagnética y cerrar la puerta. Al mismo tiempo envía una señalización de color rojo a través del led RGB indicando que la puerta está cerrada.

La tabla No. 2 adjunta un listado de los componentes utilizados para la implementación del prototipo de control de acceso mediante LIFI.

DESCRIPCION GENERAL DE LOS EQUIPOS

- **CONTROL DE ACCESO POR LIFI**

Este sistema permite el control local dentro de la PYME del acceso al personal que labora en las dependencias o departamentos como: Centro de Cómputo, Bodega, Ventanilla, Cobranza y Recepción.

DURACIÓN DEL CONTRATO

El contrato durara 36 meses cronológicos a partir del momento en que la empresa PYME ponga a disposición del contratista las instalaciones, mediante acta de entrega, la empresa se reserva la facultad de postergar la fecha de inicio de los servicios o trabajos.

SERVICIO DE MANTENIMIENTO

Se denomina mantenimiento al conjunto de actividades orientadas a preservar la vida útil de los equipos o instalaciones involucradas para lograr un correcto funcionamiento de cada uno de los elementos, módulos, equipos, placas inteligentes que componen el sistema.

De manera básica este sistema de control de acceso por LIFI comprende las siguientes actividades:

- **Mantenimiento Preventivo:** De acuerdo a un programa establecido y reportes diarios de estabilidades funcionales que ameriten inspección. Se adjunta la propuesta del plan de mantenimiento anual descrito para la empresa.
- **Mantenimiento Correctivo:** Se realizará de acuerdo a las averías o daños que se presenten o se determinen una vez finalizada la inspección del mantenimiento preventivo. Estas futuras correcciones en el sistema se darán bajo la exigencia de un tiempo de respuesta determinado o adecuado.

Es necesario conocer que dentro del servicio de mantenimiento, el contratista deberá brindar 12 horas cronológicas cada 6 meses, de capacitación relacionadas al servicio que se presta. La empresa PYMES relacionada a la implementación del servicio decidirá cómo distribuir esas capacitaciones dentro del periodo señalado.

FORMATO DE INFORME TÉCNICO

INFORME MENSUAL

FECHA:

I. IDENTIFICACION

Empresa:	
Contrato:	
Servicio:	
Administrador:	

II. SUCESOS

SI		NO	
----	--	----	--

Causas: (Suceso reportado, fecha, lugar)

III. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Planificado		Ejecutado		Pendiente	
Observaciones (Justificar Mantenimientos Pendientes)	1.-				
	2.-				
	3.-				
	4.-				

IV. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Planificado		Ejecutado		Pendiente	
Observaciones (Justificar Mantenimientos Pendientes)	1.-				
	2.-				
	3.-				
	4.-				

V. REPUESTOS

Cantidad de Repuestos Solicitados / Utilizados			Cantidad de Repuestos devueltos por la Empresa		
USO DE LOS REPUESTOS (JUSTIFIQUE SUS USOS)					
Repuesto	Cantidad	Sistema	Departamento	Fecha de Solicitud	Fecha de Devolución

VI. TRABAJOS FUERA DE ACTAS

CANTIDAD DE TRABAJOS FUERAS DE ACTAS		
Lugar	Fecha	Motivo

VII. OTROS REQUERIMIENTOS

Requerimiento	Lugar	Cotización (Valor)	Inicio del Trabajo	Finalización del Trabajo

VIII. ANEXOS (Fotos, Informes técnicos, correos electrónicos, entre otros)

EMPRESA PYME

EMPRESA CONTRATISTA

ANEXO 5

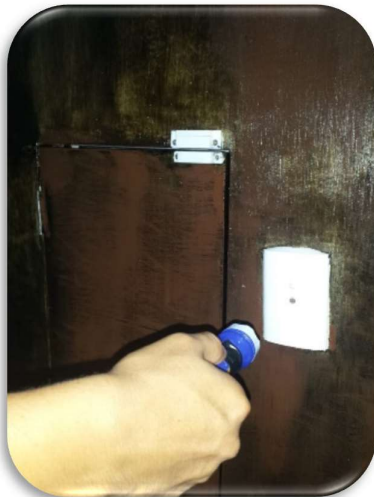
MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO POR LIFI

El siguiente manual tiene como finalidad dar a conocer a nuestros usuarios la forma de funcionamiento básica que posee el sistema de control de acceso manejado por tecnología LIFI.

Pasos para demostrar la aplicación de LIFI en el sistema de control de acceso:

Paso 1: El usuario deberá contar con una linterna, que es el dispositivo utilizado para validar su ingreso a los diferentes lugares.



Paso 2: La linterna del usuario deberá ser apuntada hacia el sensor receptor o LDR ubicado junto a la cerradura de la puerta. La distancia de la linterna al receptor no debe ser mayor a 3 cm.

Paso 3: El botón de la linterna deberá ser presionado. Durante los próximos 3 segundos, la linterna emitirá un haz de luz que se proyectará hacia el sensor receptor ubicado junto a la cerradura de la puerta, el mismo que receptorá la señal emitida por la linterna e interpretará los datos transmitidos para una posterior validación.



Paso 4: Luego del proceso de validación que se ejecuta con los datos transmitidos por medio del haz de luz, el sistema de control de acceso permitirá la apertura de la puerta siempre y cuando la información que se obtuvo en el paso anterior sea la indicada.

Precauciones y cuidados: La linterna no deberá recibir golpes ni salpicaduras. No podrá ser sumergida en agua ni en ningún otro tipo de líquidos.

Las baterías deben ser revisadas de manera periódica para obtener un máximo rendimiento de la señal lumínica.