



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

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

**ÁREA  
TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**TEMA  
“DISEÑO DE MÓDULO ENTRENADOR DE FIBRA  
ÓPTICA”**

**AUTOR  
TADAY GUASHPA DIEGO ELIEZER**

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
ING.TELEC. ORTIZ MOSQUERA NEISER STALIN, MG.**

**GUAYAQUIL, JULIO 2020**



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

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



<b>REPOSITORIONACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>			
Diseño de módulo entrenador de fibra óptica			
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		Taday Guashpa Diego Eliezer	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		Ing. Veintimilla Andrade Miguel Ángel/ Ing. Ortiz Mosquera Neiser Stalin.	
<b>INSTITUCIÓN:</b>		Universidad de Guayaquil	
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>		Facultad Ingeniería Industrial	
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>			
<b>GRADO OBTENIDO:</b>		Ingeniero en Teleinformática	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>		27 OCTUBRE 2020	<b>No. DE PÁGINAS:</b> 92
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>		Tecnología de las Telecomunicaciones	
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>		Comunicación Óptica, Diseño, Módulo, Fibra Óptica, Telecomunicaciones	
<p><b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b></p> <p>Usar equipos tecnológicos para el desarrollo académico es de vital importancia debido a que se optimiza muchos procesos en la enseñanza. El presente trabajo de titulación tiene como objetivo Diseñar un Módulo Entrenador De Fibra Óptica para uso en la materia de Simulación de Sistemas en el laboratorio de Networking en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática de la Universidad de Guayaquil. Se utilizó el método bibliográfico para decidir qué elementos son lo más adecuado para el envío y recepción de señales ópticos, para la creación del diseño de los circuitos del módulo entrenador de fibra óptica. Para la simulación de los diferentes circuitos que conforman el módulo se usó el método experimental a través de pruebas experimentales por medio de simulaciones con la finalidad de lograr resultados óptimos y, por último, se utilizó el método de investigación descriptiva donde se registra el comportamiento de resultados y esquema de los circuitos usando los símbolos más comunes como son las figuras. Se realizó pruebas de las señales de cada circuito del módulo en sus salidas en dominio de tiempo y frecuencia mediante el software Proteus dando como resultados una información fiable del 90% donde la información transmitida llega a su destino final con ligeras variaciones como se puede observar en el envío de audio por medio de láser donde la longitud de onda es más angosta a la enviada. Se concluye que el diseño del módulo es de gran importancia en la educación, ya que ayuda a comprender mejor el funcionamiento de las comunicaciones ópticas.</p>			

Using technological equipment for academic development is of vital importance because many processes in teaching are optimized. The objective of this degree work is to Design a Fiber Optic Trainer Module for use in the subject of Systems Simulation in the Networking laboratory in the Teleinformatics Engineering Degree at the University of Guayaquil. The bibliographic method was used to decide which elements are the most suitable for sending and receiving optical signals, for the creation of the circuit design of the fiber optic trainer module. For the simulation of the different circuits that make up the module, the experimental method was used through experimental tests by means of simulations in order to achieve optimal results and, finally, the descriptive research method was used where the behavior of results and circuit diagram using the most common symbols such as figures. The signals of each circuit of the module were tested in their outputs in time and frequency domain using the Proteus software, resulting in 90% reliable information where the transmitted information reaches its final destination with slight variations as can be seen in the sending of audio by means of laser where the wavelength is narrower than the one sent. It is concluded that the design of the module is of great importance in education as it helps to better understand the operation of optical communications.

ADJUNTO PDF:	SI	X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0961218377		E-mail: Diego.tadayg@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola		
	Teléfono: 593-2658128		
	E-mail: <a href="mailto:direccionTi@ug.edu.ec">direccionTi@ug.edu.ec</a>		



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



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

---

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

Yo, **TADAY GUASHPA DIEGO ELIEZER**, con C.C. No. **0929315836**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**DISEÑO DE MÓDULO ENTRENADOR DE FIBRA ÓPTICA**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

**TADAY GUASHPA DIEGO ELIEZER**

**C.C.No. 0929315836**

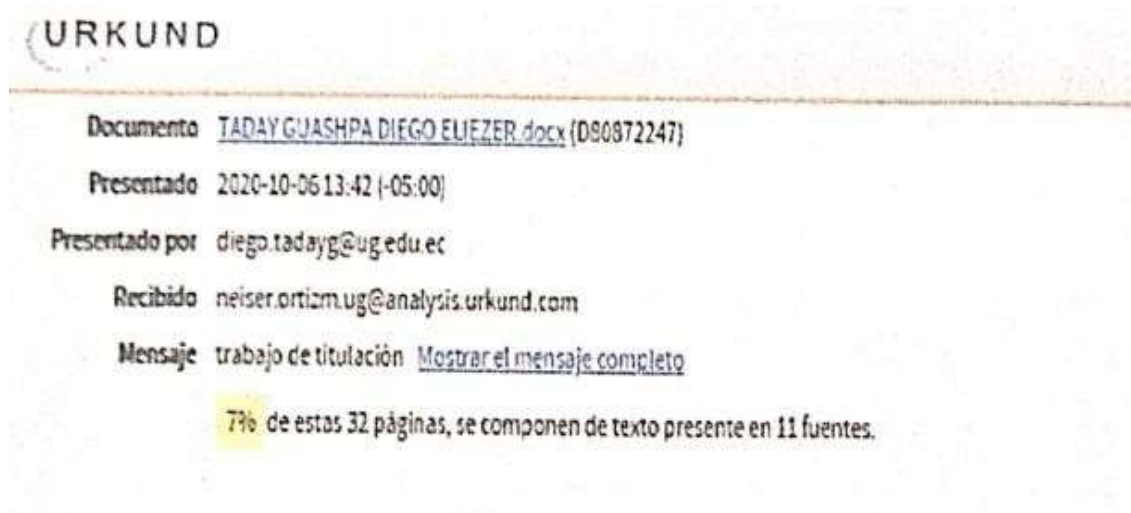


**ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Habiendo sido nombrado NEISER STALIN ORTIZ MOSQUERA, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por TADAY GUASHPA DIEGO ELIEZER, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: **DISEÑO DE MÓDULO ENTRENADOR DE FIBRA ÓPTICA**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 7 % de coincidencia.



Lista de fuentes		Bloques
	Categoría	Enlace/nombre de archivo
<input type="checkbox"/>		<u>TESIS BURGOS-URKUND.docx</u>
<input type="checkbox"/>		<u>TESIS RAMIREZ-URKUND.docx</u>
<input type="checkbox"/>		<u>URKUND FILLASAGUA.docx</u>
<input type="checkbox"/>		<u>TESIS FINAL PACHECO-SANTANA-MICHAEL-URKUND.docx</u>
<input type="checkbox"/>		<u>TESIS ALVARADO-URKUND.docx</u>
<input type="checkbox"/>		<u>https://secure.orkund.com/view/77364275-442995-313426</u>

<https://secure.orkund.com/view/77364275-442995-313426>

**NEISER STALIN ORTIZ MOSQUERA**  
**DOCENTE TUTOR**  
**C.C. 091952224-3**  
**FECHA: 06/10/ 2020.**



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

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



Guayaquil, 06 de octubre del 2020.

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **DISEÑO DE MÓDULO ENTRENADOR DE FIBRA ÓPTICA** del estudiante **TADAY GUASHPA DIEGO ELIEZER**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

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

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

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

**ING. Neiser Stalin Ortiz Mosquera, MG.**  
**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**C.C.: 091952224-3**  
**FECHA: 06/10/2020.**



## ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 18 de octubre del 2020.

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“DISEÑO DE MÓDULO ENTRENADOR DE FIBRA ÓPTICA”** del estudiante, **TADAY GUASHPA DIEGO ELIEZER**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 7 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

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

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

Atentamente,

**ING. Miguel Veintimilla Andrade**

**C.C: 0922668017**

**FECHA: 18 octubre del 2020.**

### **Dedicatoria**

A Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez. Eres quien guía el destino de mi vida.

A mis Padres JOSE GERARDO TADAY y MARÍA GUASHPA por haberme forjado como persona que soy en la actualidad; en muchos de mis logros son los pilares con el cual me he apoyado para no rendirme y motivarme en finalizar una etapa más en la vida.

A mis amigos, por su apoyo incondicional y haber compartido momentos en el periodo de estudio universitario.



### **Agradecimiento**

A Dios, porque sin él no pudiera lograr cumplir mis metas planeada para mi vida; gracias por darme sabiduría y sobretodo perseverancia para no rendirme en fin gracias por simplemente lograr respirar todo mi logro son tuyos ya que sin él no somos nada.

A mis Padres José Taday y María Guashpa, por el apoyo incondicional, sus consejos, sé que soy el orgullo de ellos el tener un hijo con una educación superior y primero de la familia, aunque ha sido duro poder lograrlo, pero las metas se han hecho para cumplir.

A mis hermanas Evelyn, Dina por motivarme que para lograr algo o cumplir una meta no tenemos edad simplemente se debe soñar la cual sirve de inspiración y crea un enfoque en la mente que el subconsciente desea tenerlo que el tiempo no lo destruye

A mi hermano Christian por darme una lección de vida el de luchar el día a día para forjarnos como personas y no caer en un mundo en el cual no existe el tiempo.

A mis amigos, por siempre darme consejo y planificar nuestra vida con la meta de tener éxito y poder lograr esta meta.

A mi tutor y revisor de Tesis, por su apoyo incondicional y disponibilidad en su tiempo en poder despejar las dudas de manera clara y concreta para el correcto desarrollo de este proyecto de titulación

A mis docentes, agradecer por todas sus enseñanzas y consejos durante mi proceso de estudio, por su dedicación y compromiso para mi formación profesional.

## Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

### Capítulo I

#### El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.1	Formulación del problema	3
1.1.2	Sistematización del problema	3
1.2	Objetivos generales y específicos	4
1.2.1	Objetivos generales	4
1.2.2	Objetivos específico	4
1.3	Justificación	4
1.4	Delimitación	5
1.5	Tipo de estudio	5
1.5.1	Bibliográfica	5
1.5.2	Experimental	5
1.5.3	Descriptiva	5

### Capítulo II

#### Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedente de la investigación	6
2.2	Marco conceptual	9
2.2.1	Laboratorio de ingeniería	9
2.2.2	Software	10
2.2.3	Software proteus	10
2.2.4	Software google SketchUp	12

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.3	Diseño de circuito	13
2.3.1	Diseño de comunicación óptica	14
2.3.2	La fibra óptica	15
2.3.3	Fibra óptica monomodo	16
2.3.4	Fibra óptica multimodo	16
2.3.5	Fenómeno óptico geométrica	17
2.3.6	La reflexión	17
2.3.7	La refracción	18
2.4	Fuentes ópticas: led y laser	18
2.4.1	Diodo de luz (LED)	19
2.4.2	Diodo LÁSER	20
2.5	Receptor óptico	20
2.5.1	Detectores ópticos	20
2.6	Multiplexación por longitud de onda (WDM)	21
2.7	Marco legal	22

### **Capítulo III**

#### **Metodología**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Descripción del proyecto metodológico	25
3.2.	Diseño de la investigación	25
3.3	Enfoque de la investigación	26
3.3.1	Investigación bibliográfica	26
3.3.2	Investigación experimental	26
3.3.3	Investigación descriptiva	27
3.4	Análisis	27
3.5	Resultados	28
4	Desarrollo de propuesta	28

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1	Módulo entrenador de fibra óptica	28
4.2	Diseño de módulo de comunicación óptica	28
4.2.1	Bloques del módulo	29
4.3	Telégrafo óptico	32
4.3.1	Código morse	32
4.3.2	Circuito transmisor telégrafo óptico con integrado lm555	33
4.3.3	Circuito receptor telégrafo óptico	33
4.4	Circuito transmisor de una señal de audio mediante un láser	34
4.4.1	Circuito receptor de una señal de audio mediante un láser	35
4.4.2	Amplificador de audio con un tda2030	35
4.5	Multiplexación por división de onda (WDM)	36
4.6	Diseño de módulo en ares	37
4.6.1	Interconexión de elementos y ruteos de pista	39
4.7	Visualización 3D	42
4.7.1	Creación de modelado en 3d y package	43
4.8	Creación de los ficheros de fabricación	47
4.8.1	Impresión de las diferentes vistas del Gerber	48
4.9	Resultados de Pruebas Realizadas Al Módulo Entrenador De Fibra Óptica	50
4.9.1	Telégrafo óptico	50
4.9.2	Audio mediante láser	51
4.9.3	WDM	53
4.9.4	Diseño Final de Visualizado en 3D de la Placa PCB y Componentes Utilizados	55
4.9	Conclusiones	59
4.10	Recomendaciones	60
5	<b>Anexos</b>	61

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
6	<b>Bibliografía</b>	68

**Índice De Tablas**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Componente electrónicos capacitores.	55
2	Componente electrónico resistencias.	56
3	Componente electrónico transistores.	56
4	Componente electrónico diodos.	57
5	Componente electrónico otros.	57

## Índice De Figuras

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Interfaz De Isis De Proteus.	11
2	Interfaz De Ares De Proteus.	12
3	Interfaz De Principal De SketchUp	13
4	Diseño De Circuito Electrónico..	14
5	Diagrama Simplificado De Bloque De Un Sistema De Comunicaciones Electrónicas.	15
6	Espectro Electromagnético Usado En Comunicaciones Ópticas	15
7	Fibra Monomodo	16
8	Fibra Multimodo	17
9	Reflexión.	18
10	Refracción	18
11	Polarización Directa.	19
12	Con Polarización Inversa	19
13	Diodo Láser	20
14	Fototransistor	21
15	Esquema Del Sistema De Transmisión WDM.	22
16	Módulo Entrenador De Fibra Óptica En Proteus Ares.	29
17	Circuito Telégrafo Óptico Emisor Y Receptor En Proteus Ares	29
18	Circuito Emisor Y Receptor De Audio Mediante Láser En Proteus Ares	30
19	Circuito Multiplexador WDM en proteus Ares.	30
20	Diagrama De Bloque De Telégrafo Óptico.	32
21	Código Morse O Alfabeto Morse.	32
22	Circuito Telégrafo Óptico Con Integrado Lm555 En Proteus.	33
23	Circuito Receptor Del Telégrafo Óptico En Proteus.	34
24	Circuito Transmisor De Una Señal De Audio Mediante Un Láser En Proteus.	34

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
25	Circuito Amplificador Tda2030 En Proteus.	36
26	Circuito WDM En Proteus.	37
27	Entorno De Trabajo Ares De Proteus.	38
28	Borde De La PCB.	38
29	Posicionamiento De Componentes Automáticamente En Ares.	39
30	Selección Del "Auto-Router".	40
31	Ventana De Edición De Las Características Del Auto-Rutado.	40
32	Trazado De Pistas Automáticamente.	41
33	Recubrimiento De Cobre En La Capa Superior.	41
34	Recubrimiento De Cobre En La Capa.	42
35	Visualización 3d Módulo Entrenador De Fibra Óptica.	42
36	Ventana De Interfaz De SketchUp.	43
37	Bornera En SketchUp.	43
38	Buzzer En SketchUp.	43
39	Deepswitch En SketchUp.	44
40	Led Azul En SketchUp.	44
41	Led Rojo En SketchUp.	44
42	Led Verde En SketchUp.	44
43	Switch En SketchUp.	45
44	Diseños De Package.	45
45	Ventana De Package De Bornera En Proteus.	45
46	Ventana De Package De Buzzer En Proteus.	46
47	ventana de package de deepswitch en proteus.	46
48	Ventana De Package De Led Azul En Proteus.	46
49	Ventana De Package De Led Verde En Proteus.	47
50	Ventana De Package De Led Rojo En Proteus.	47
51	Ventana De Generación De Los Ficheros De Fabricación.	48
52	Pista Capa Superior De Gerber	48
53	Pista Capa Inferior De Gerber.	49
54	Mascara De Soldadura Del Gerber.	49



<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
55	Serigrafía Capa Superior.	50
56	Señal de salida Telégrafo Óptico con R 15k.	50
57	Señal de salida Telégrafo Óptico con R 350k..	51
58	Señal de audio circuito transmisor	51
59	Señal de salida del amplificador TDA2030.	52
60	Señal seno de transmisor.	52
61	señal seno después de pasar el amplificador	53
62	Señal Variación De Ancho De Frecuencia Del Led Rojo.	53
63	Señal Variación De Ancho De Frecuencia Del Led Azul.	54
64	Señal Variación De Ancho De Frecuencia Del Led Verde.	54
65	Variación De Las Tres Señales RGB	55
66	Diseño de la placa PCB	58

## Índice de Anexos

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Datasheet integrado 555	62
2	Datasheet LM317T	63
3	Datasheet TDA2030.	64
4	Datasheet TDA2030	65
5	Datasheet PIC16F628A.	66
6	Programación PIC16F628A de forma de mezclador de colores RGB	67



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

### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



---

## “DISEÑO DE MÓDULO ENTRENADOR DE FIBRA ÓPTICA”

**Autor:** Taday Guashpa Diego Eliezer

**Tutor:** Ortiz Mosquera Neiser Stalin

### Resumen

Usar equipos tecnológicos para el desarrollo académico es de vital importancia debido a que se optimiza muchos procesos en la enseñanza. El presente trabajo de titulación tiene como objetivo Diseñar un Módulo Entrenador De Fibra Óptica para uso en la materia de Simulación de Sistemas en el laboratorio de Networking en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática de la Universidad de Guayaquil. Se utilizó el método bibliográfico para decidir qué elementos son lo más adecuado para el envío y recepción de señales ópticos, para la creación del diseño de los circuitos del módulo entrenador de fibra óptica. Para la simulación de los diferentes circuitos que conforman el módulo se usó el método experimental a través de pruebas experimentales por medio de simulaciones con la finalidad de lograr resultados óptimos y, por último, se utilizó el método de investigación descriptiva donde se registra el comportamiento de resultados y esquema de los circuitos usando los símbolos más comunes como son las figuras. Se realizó pruebas de las señales de cada circuito del módulo en sus salidas en dominio de tiempo y frecuencia mediante el software Proteus dando como resultados una información fiable del 90% donde la información transmitida llega a su destino final con ligeras variaciones como se puede observar en el envío de audio por medio de láser donde la longitud de onda es más angosta a la enviada. Se concluye que el diseño del módulo es de gran importancia en la educación, ya que ayuda a comprender mejor el funcionamiento de las comunicaciones ópticas.

**Palabras Claves:** Comunicación Óptica, Diseño, Módulo, Fibra Óptica, Telecomunicaciones



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



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

#### " FIBER OPTIC TRAINER MODULE DESIGN "

**Author:** Taday Guashpa Diego Eliezer

**Advisor:** Ortiz Mosquera Neiser Stalin

#### **Abstract**

Using technological equipment for academic development is of vital importance because many processes in teaching are optimized. The objective of this degree work is to Design a Fiber Optic Trainer Module for use in the subject of Systems Simulation in the Networking laboratory in the Teleinformatics Engineering Degree at the University of Guayaquil. The bibliographic method was used to decide which elements are the most suitable for sending and receiving optical signals, for the creation of the circuit design of the fiber optic trainer module. For the simulation of the different circuits that make up the module, the experimental method was used through experimental tests by means of simulations in order to achieve optimal results and, finally, the descriptive research method was used where the behavior of results and circuit diagram using the most common symbols such as figures. The signals of each circuit of the module were tested in their outputs in time and frequency domain using the Proteus software, resulting in 90% reliable information where the transmitted information reaches its final destination with slight variations as can be seen in the sending of audio by means of laser where the wavelength is narrower than the one sent. It is concluded that the design of the module is of great importance in education as it helps to better understand the operation of optical communications.

**Keywords:** Optical Communication, Design, Module, Fiber Optic, Telecommunications

## **Introducción**

En la actualidad los instrumentos didácticos son equipos educativos que ayudan en la enseñanza facilitando al docente en la utilización de una metodología de aprendizaje activo, estas estrategias de aprendizaje orientan al estudiante en el desarrollo de nuevos conocimientos a través de la observación directa al mundo profesional (Educación 3.0, 2017).

Usar equipos tecnológicos para el desarrollo académico es de vital importancia debido a que se optimiza muchos procesos en la enseñanza de alguna asignatura que necesiten elaborar prácticas para aumentar el nivel de comprensión.

La Universidad de Guayaquil busca excelencia en la calidad académica con ello mejorar la categoría en la cual se encuentra, posicionándola como una de las mejores instituciones en la educación superior del Ecuador, por ello se busca favorecer el área de la infraestructura tecnológica y mediante el cual reforzar el conocimiento y aprendizaje de los estudiantes (Rayo, 2018).

Ante una sociedad que ha evolucionado, la educación superior necesita cambiar los ambientes de aprendizaje (Rodríguez, 2018), deben proporcionar a sus estudiantes las condiciones necesarias que permitan realizar prácticas experimentales propuestas por el docente, ya que en la actualidad existe varios factores que influyen y dificultan realizar prácticas experimentales en el periodo de clases, debido a eso, este proyecto tiene como objetivo desarrollar un diseño de un módulo que pueda ayudar al estudiante a descubrir, comprender, motivar un mejor conocimiento de la materia, además no desperdiciar tiempo y recurso, factores mencionado anteriormente son muy importante a la hora de realizar prácticas en los laboratorios en la materia de simulación de sistemas.

El presente trabajo de titulación trata de las comunicaciones ópticas, la cual tiene como objetivo el desarrollo de las clases práctica experimental, en donde ayude al alumno a desarrollar nuevas habilidades y destrezas, para desenvolverse de una mejor manera en el mundo laboral (Canales & Araya, 2017).

En el primer capítulo, se centra en presentar el enfoque metodológico de la investigación. Aquí se enfoca en el planteamiento y formulación del problema que se pretende resolver con su correspondiente justificación durante su desarrollo se expone su alcance, objetivos tanto generales como específicos.

En el capítulo II: este capítulo pretende hacer referencia al marco teórico, donde se recopilan definiciones sobre antecedentes, conceptos, definiciones y distintas posturas de

otros autores, con respecto al tema de tesis a realizar, además del marco legal que fundamenta el presente trabajo de titulación.

En el capítulo III: Este capítulo tiene como objetivo describir la metodología empleada para la recopilación y análisis de la información utilizada en este estudio. Para la realización del proyecto de investigación, se empleará varios aspectos que han sido bibliográfica, aplicada y experimental.

Finalmente, en el capítulo IV: se finalizará con el diseño de entrenador de fibra óptica, el desarrollo de las conclusiones y recomendaciones.

# **Capítulo I**

## **El Problema**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

Un factor a considerar es que no se plantea actividades experimentales, demostrativas o experiencias prácticas, con la finalidad que los estudiantes puedan tener un acercamiento al concepto que se quiere enseñar, y que además puedan relacionarlo con actividades cotidianas, así que las prácticas de laboratorio se convierten en un complemento útil y esencial para motivar a los estudiantes y para profundizar en los conceptos que dificultan el proceso de aprendizaje (Lorenzo, Farré, & Rossi, 2018). En la actualidad, realizar prácticas es muy complicado en el laboratorio de Networking debido que en las prácticas se necesita el armado de circuitos electrónicos, es muy común que los estudiantes no comprendan algunas cosas debido a la cantidad de teorías en la cuales se fundamentan los sistemas de comunicaciones ópticas.

La falta de conocimientos de la materia del área de simulación de sistemas en el proceso de formación profesional, escasez de materiales de laboratorio, no contar con suficiente recurso económico para adquirir los materiales o el periodo de tiempo muy corto son las razones por la cual se dificulta en realización del circuito, por otra parte muchos componentes que se necesita para la elaboración de circuitos son muy complejo de encontrar en las tiendas electrónicas en Guayaquil ya sea por su costo o debido a que no cuentan con su disponibilidad.

Considerando de esta manera, no se aprovecha de manera adecuada las actividades de laboratorio como un recurso didáctico para la enseñanza y afectando en el desarrollo del cronograma que debe cumplir el docente la cual genera retraso en el avance de la asignatura.

#### **1.1.1. Formulación del Problema.**

¿Es necesario crear un diseño de un módulo entrenador de fibra óptica en el laboratorio de NETWORKING de la carrera de Ingeniería en Teleinformática basado en las experiencias previas?

#### **1.1.2. Sistematización del problema.**

1. ¿Quiénes se van a beneficiar con el diseño del módulo de práctica del entrenador de fibra óptica?

2. ¿Ayudará a que los alumnos obtengan nuevos conocimientos sobre la materia?
3. ¿Los estudiantes tendrán alguna dificultad en la comprensión del uso del módulo entrenador de fibra óptica?
4. ¿La unión de la metodología teórica con la práctica tendrá un rango aceptable de veracidad?

## **1.2. Objetivos Generales y Específicos**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Diseñar un Módulo Entrenador De Fibra Óptica para uso en la materia de Simulación de Sistemas en la Carrera de Ingeniería en Teleinformática para el laboratorio de Networking, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- ✓ Explicar los fundamentos teóricos de la comunicación óptica.
- ✓ Diseñar el circuito electrónico modulo entrenador de fibra óptica.
- ✓ Simular modulo entrenador de fibra óptica.
- ✓ Generar circuito impreso.

## **1.3. Justificación**

El presente trabajo en realizar está concebido para facilitar y experimentar los sistemas de comunicaciones ópticas de manera didáctica, por ello, se sugiere que la tarea del docente, si bien en un principio será transmisor de información luego pasará a ser un facilitador, orientador, sugiriendo alternativas y planteado cuestiones que hagan reflexionar a los estudiantes.

Al tener un laboratorio que facilite al estudiante al aprendizaje práctico hace posible que tenga noción más a fondo de lo que sucede en la vida profesional, experimentando situaciones más reales y proporcionando las posibles soluciones o diagnósticos a los problemas presentes, tomando en cuenta que se podrá hacer los respectivos análisis de cada práctica impartida por el docente.

Con este proyecto se busca que el estudiante obtenga el conocimiento que le ayudará en acontecimientos reales, conocimientos que se obtendrá durante el proceso de aprendizaje.

La importancia de este proyecto es utilizar el sistema más adecuado para que el estudiante pueda realizar sus prácticas en el laboratorio de Ingeniería y hacer que pueda analizar los



resultados sin ningún problema, motivar en la elaboración de nuevos sistemas electrónicos que aporten con conocimiento al estudiante en el mundo tanto educativo como laboral.

#### **1.4. Delimitación**

**Temporal.** - Para desarrollar este trabajo de titulación se tomaron 3 meses a partir de la aceptación del tema.

**Académica.** - Complementar los conocimientos teóricos con conocimientos prácticos en comunicaciones ópticas durante el periodo de aprendizaje del estudiante.

**Espacial.** - Este tema de investigación se realizará a cabo en la universidad de Guayaquil en la facultad de ingeniería industrial.

#### **1.5. Tipo de Estudio**

El desarrollo de este proyecto de titulación, está basado en el diseño de un módulo entrenador de fibra óptica que será aplicada al desarrollo tecnológico en una metodología de investigación bibliográfica y experimental.

##### **1.5.1 bibliográfica.**

Recopilación de datos ya existentes procedentes de distintas fuentes tales como artículos científicos, libros, etc. que proporcione, información adecuada en el tema de investigación necesario hacer una recopilación de información concisa y veraz sobre el tema planteado.

##### **1.5.2. Experimental.**

Debido a que es necesario verificar y recabar información del correcto funcionamiento del módulo entrenador de fibra óptica.

##### **1.5.3. Descriptiva.**

Porque se hará uso de la consecución de datos sobre el objeto que se estudia y posteriormente ser analizada.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Se necesita cumplir algunos requerimientos mínimos. En primer lugar, docentes bien capacitados con conocimientos claros en la materia que imparten con el fin de resolver toda inquietud y contar con toda la disposición de aclarar dudas, problemas que tenga cada estudiante, con el fin que se oriente al estudiante en la construcción de nuevos conocimientos. En segundo lugar, contar con materiales didácticos en donde el estudiante pueda realizar prueba de lo enseñado por el profesor de manera teórica y comparar resultados. Según (Dávila, 2016) nos indica “La creación de todo método de aprendizaje de una enseñanza activa, participativa y de integración teórico-práctica, con enfoque al desarrollo de conocimiento de los estudiantes”.

Según (Silva & Maturana, 2017) afirman “La enseñanza en los estudios superiores requiere cambios para cumplir a las necesidades actuales que solicita la sociedad del conocimiento”

La implementación de equipo didáctico permite una relación máquina-sujeto y la adaptación del estudiante a esta nueva metodología de enseñanza. De esta forma, los estudiantes dejan de ser simplemente receptores pasivos de información impartida por el docente pasando a ser procesadores activos y creando sus conocimientos de manera automática a través de la práctica (Suasnabas, Avila, Diaz, & Rodriguez, 2017)

El entorno de enseñanza implica y supera la calidad física y de infraestructura y recursos, que si bien son de suma importancia serían poco en sí mismos. Se requiere, deber primordial del docente como mediador o facilitador de conocimientos generar un ambiente de aprendizaje que favorezca la sana y asertiva relación entre directivos/alumnos, profesor-/alumno, alumno/alumno, pues en ese tipo de metodología de enseñanza generan la orientación del estudiante en un aprendizaje autónomo y colaborativo para lograr potencializar las habilidades de los estudiantes y garantizar el aprendizaje óptimo para la vida profesional fuera de la educación superior (Espinoza & Rodríguez, 2017).

Según (Sivianes, 2016) nos indica “Las Prácticas en laboratorio facilita la aplicación de los principios exhibida en la enseñanza teórica además ayuda en permitir el aprendizaje de las técnicas y los instrumentos, tanto software como hardware, que los alumnos tendrán que utilizar en su vida profesional” además, “El estudiante tiene la oportunidad de argumentar

conceptos que no le estuvieron suficientemente claros en clases, ya que le permite resolver dudas teóricas y le permitirá comprender de mejor manera la asignatura”.

Según (Olivos, 2015) afirma “Uno de los componentes esenciales que permite que la enseñanza superior pueda lograr su cometido, es la Didáctica”. Es por ese motivo los países en vía de desarrollo, en la última década, han creado varios proyectos de educación que buscan nuevas formas de cumplir con la demanda y exigencias del mundo profesional en la formación de conocimiento, conscientes de no seguir con la metodología de enseñanza tradicional como en los tiempos de antes, las incorporaciones de tecnología en la educación han generado un ambiente de aprendizaje donde el estudiante vive una experiencia más real al mundo profesional.

El uso de varios medios de enseñanza permite a los estudiantes aprender en muchos niveles diferentes. Los equipos tecnológicos se pueden utilizar en el sistema de enseñanza con la finalidad de aprendizaje, como herramienta para aprender o como apoyo al aprendizaje. El término materiales didácticos es un instrumento de enseñanza-aprendizaje, que se utiliza para describir a los recursos que el docente ejecuta para apoyo de su clase. Los materiales didácticos apoyan el aprendizaje del estudiante y el aumento de conocimiento, por eso la importancia, porque puede incrementar el logro estudiantil (Sánchez, Martínez, & Hiracheta, 2016).

La educación sea pública o privada, no se puede retrasar al avance tecnológico y utilizar toda herramienta tecnológica que ayude al desarrollo práctico, incentivando y motivando al docente, con la meta de poder cumplir con la misión y visión de la institución educativa. Se ha evidenciado la influencia de la tecnología en todo ámbito del día a día del ser humano en cualquier contexto, mucho mejor en la formación de futuros profesionales, reafirmando el proceso de enseñanza- aprendizaje, con el único objetivo final de desarrollar pensamiento crítico, desarrolla las habilidades tanto intelectuales como cognitiva del estudiante, buscando la garantía de los alumnos actuales sean generadores de una mejor calidad de enseñanza, implementando e innovando ideas que ayuden al desarrollo de nuevos equipos de aprendizaje (Jimenez, Bonilla, & Ponce, 2015).

Un sistema óptico de comunicaciones en sí es un circuito eléctrico de comunicación a través de la luz el cual es utilizado como medio de transmisión de la información. Sin embargo, es poco práctico y difícil propagar ondas luminosas por la atmósfera terrestre. En consecuencia, los sistemas de comunicaciones por fibra óptica usan fibras de vidrio o plástico para guiar las ondas luminosas, tal y como se transmiten ondas electromagnéticas en una guía de onda (Cabezas & Pinto, 2014).

Con la información recaudada este proyecto de titulación pretende desarrollar un ambiente de aprendizaje tanto teórico como practica con ayuda de herramientas didácticas que ayuden al docente en una mejora en la enseñanza y fortalecer los conocimientos de los estudiantes hacia el mundo profesional.

De acuerdo con (Pillasagua, 2019) “debido a la variedad de técnicas de transmisión de información existentes, optar por la ejecución de seguir en diseñar e implementar módulos aportando al desarrollo del estudiante y aprovechar al máximo el equipo desarrollado para el laboratorio de Networking/Telecomunicaciones, que faciliten cumplir con los nuevos métodos de aprendizajes en la actualidad”.

En la actualidad el laboratorio de Networking dispone de varios módulos implementados como es el realizado por (Alvarado, 2019) en la elaboración de su trabajo de titulación titulada “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA FM” el cual recomienda promover la ejecución de nuevos proyectos que favorezca en el mejoramiento y equipamiento del laboratorio de la carrera de Ingeniería en Teleinformática.

También el laboratorio cuenta con el módulo de práctica realizado por (Ramírez, 2019) en el trabajo de grado titulada “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA POR DESPLAZAMIENTO DE AMPLITUD ASK/AM” sugiere motivar al estudiante en el desarrollar de nuevas herramientas que no requieran mucho recurso económico.

Anteriormente en la investigación realizada por (Vergara, 2012) en la elaboración de su programa de enseñanza de la ciencia titulada “ESTUDIO DEL IMPACTO DIDÁCTICO DE LA METODOLOGÍA APRENDIZAJE ACTIVO EN LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA”, indicó el impacto didáctico de la metodología de aprendizaje activo en la enseñanza de la óptica en el proyecto ALOP (Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica) asimilando a través de la experiencia y participación en el proyecto el cual permite examinar respuestas a sus propias dudas, creando un deseo de comprender y generando el interés.

En el estudio realizado por (Cortés, 2015) en su trabajo de grado titulado “SECUENCIA DIDÁCTICA: APLICACIONES DE LA ÓPTICA E SISTEMAS DIGITALES DE COMUNICACIÓN” el impacto obtenido por esta propuesta es mayor al 100% si es comparado con un curso técnico desarrollado con una metodología tradicional. De manera importante, en la consolidación de saberes pedagógica con la implementación del ALOP (Aprendizaje Activo de la Óptica y la Fotónica), ya que la ciencia y la tecnología siempre avanzan de la mano.

En otro trabajo realizado por (Moreano, 2015) en su trabajo de titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE COMUNICACIÓN DIDÁCTICA MEDIANTE

FIBRA ÓPTICA Y SU COMPARATIVA CON LA INTERFAZ (FDDI) COMO UNA RED RÁPIDA DE COMUNICACIONES” el diseño y construcción del módulo relaciona muchas variables tanto la de fibra óptica como la de fuentes de luz y el fotodetector o fotodiodo, ya que la tendencia mundial tiende al incremento del tráfico del internet por lo que es necesario implementar redes de mayor capacidad y versatilidad.

En el trabajo de (Chirino, Palma, & Rodriguez, 2015) titulada “APRENDIZAJE DE CONTENIDOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA UTILIZANDO SOFTWARE DIDÁCTICO” el TIC permite mejorar el aprendizaje y motivar al estudiante promover el aprendizaje cooperativo el cual comparten, interactúa y discuten sus ideas entre sí de un modo más espontáneo y natural que en la clase tradicional.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Laboratorio de Ingeniería.**

En el área del laboratorio de la Universidad de Guayaquil en la carrera de Ingeniería en Teleinformática se realizan las actividades experimentales por motivo que es importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto por la enseñanza teórica siendo una parte del conocimiento de los estudiantes, como la enseñanza práctica donde se desarrolla ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo práctico es fundamental en la educación, asimismo, en la creación y orientación a la construcción de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta comprensión de conceptos y finalidad de las actividades prácticas propuestas en el estudio.

Las actividades prácticas su finalidad es mucho más que ayudar en la comprensión de los estudiantes de la clase teórica de cualquier tema que da a conocer o explica el docente para que el estudiante adquiera el conocimiento a través de la experiencia didáctica, ya que es muy importante en cuanto las prácticas despiertan y desarrollan el deseo de aprender de los estudiantes, resolver problemas y a explicar y comprender los fenómenos que suceden.

En el artículo de investigación de (Melo, 2020), afirma que “Las prácticas educativas que han desarrollado los estudiantes durante sus prácticas en el aula han evidenciado que, por medio del juego, se aprende, y que es un elemento potenciador del desarrollo de esos aprendizajes”.

Las prácticas de laboratorio son importantes en cuanto a su valor para potenciar el conocimiento tanto como el conceptual y procedimental, aspectos relacionados con la metodología de aprendizaje activo, permite al desarrollo de capacidades de pensamientos críticos, creativos y al desarrollo de actitudes mental de objetividad y de confianza.

La ausencia de estructura de recursos educativa limita la innovación didáctica, y así también limita el desarrollo individual si bien es cierto la formación universitaria es preparar al estudiante a una vida profesional con visión de formar estudiantes competentes en sus campos de trabajo (Canales & Araya, 2017).

En los últimos años la carrera de ingeniería en teleinformática de la facultad de ingeniería de la universidad de Guayaquil dispone de un área determinada únicamente con el laboratorio de Networking dedicada para la elaboración y construcción de prácticas, proyectos sobre sistemas de comunicaciones de ahí la necesidad de la creación de nuevos dispositivos para la enseñanza con equipo didácticos de manera experimenta para el aprendizaje del estudiante.

### **2.2.2. Software.**

El software trata de reglas y directrices dentro de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas el cual dispone de aplicaciones, programas, sistemas operativos.

El software de aplicación es un programa que sirve para controlar e interactuar con el sistema operativo, proporcionando al usuario manipular para obtener cierto beneficio, en cuanto al rango de posibilidades en cuanto a su utilidad es amplio, los desarrolladores tienen como objetivo realizar aplicaciones fáciles de entender y eso lo logran mediante un diseño correcto el poder mejorar la experiencia del usuario. (Olarte, 2018).

### **2.2.3. Software *PROTEUS*.**

Proteus es un software completo de diseño y simulación de componentes electrónicos que combina un sistema de simulación analógica, digital o mixta de circuitos, también dispone de un programa para el diseño en placas de circuitos impresos PCB y auto-ruteado software fabricado por Labcenter Electronics (Barron, 2019).

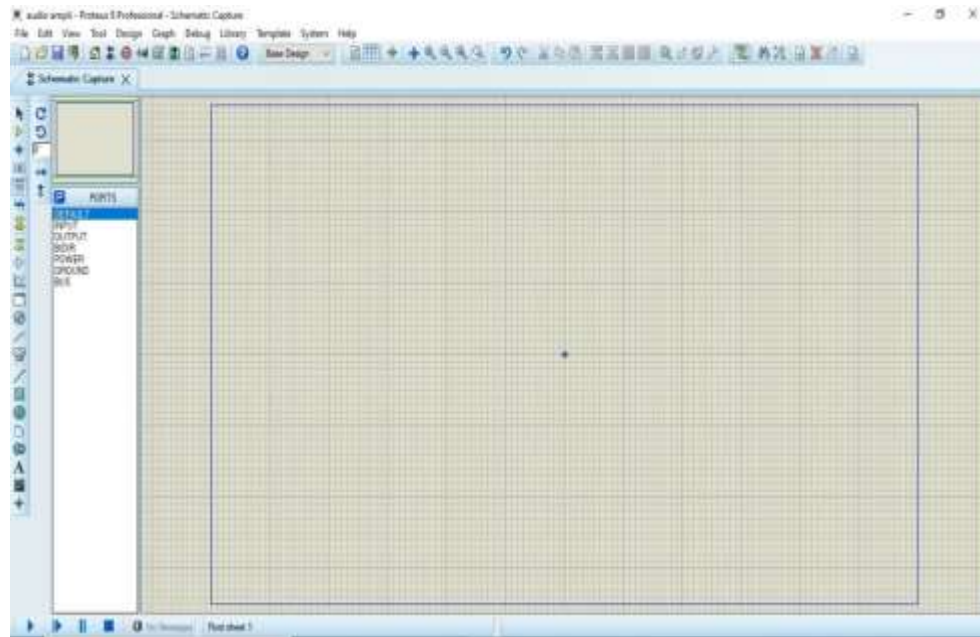
Proteus está formado por ISIS (Intelligent Schematic Input System) y ARES (Advanced Routing & Editing Software).

El proteus VSM permite el diseño de circuito eléctrico con componentes diversos, desde resistencias hasta microprocesador o microcontrolador y diversos componentes con prestaciones diferentes la cual sus diseños pueden ser simulados en tiempo real, mediante el uso de módulo VSM relacionado de forma directa con ISIS (labcenter electronics, 2020).

Las herramientas de diseño de circuitos electrónico y diseño de PCB de proteus ha cooperado con éxito en el ambiente tanto comercial como en el educativo por más de 25

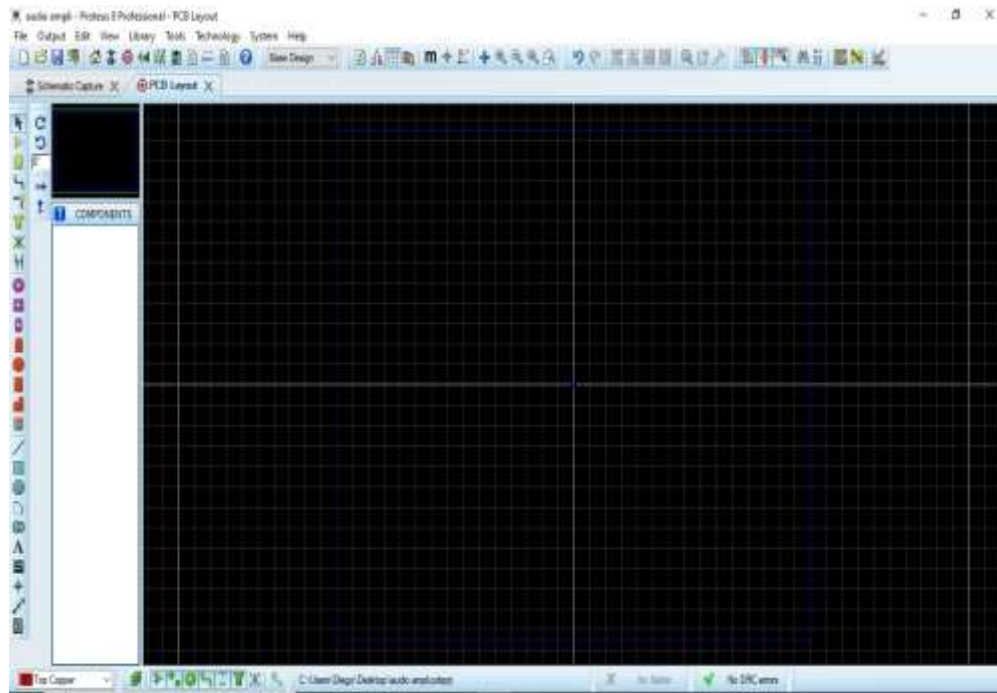
años gracias a su interfaz de usuario sencilla e intuitivo al desarrollar una curva de aprendizaje más acelerado en los estudiantes, (labcenter electronics, 2020).

Dentro de ISIS contamos con una línea de color azul la cual la función es delimitar el área de trabajo, el módulo ISIS es la interfaz donde vamos a crear, diseñar o dibujar los diagramas de los circuitos electrónicos y, también, desde donde se va a ejecutar la simulación en tiempo real del circuito (labcenter electronics, 2020). En la **Figura 1** se observa interfaz esquemática de PROTEUS.



**Figura 1.** Interfaz De ISIS De Proteus. Información Tomada De Labcenter Proteus. Elaborado Por Taday Guashpa Diego Eliezer.

El módulo ARES es la interfaz donde se diseñan las placas de circuito impreso (PCB) utilizada para el armado de los circuitos posteriormente, además permite editar las capas tanto superficial como el de soldadura (Top Copper, Bottom Copper) utilizando componentes existentes en las librerías de proteus o componentes creados por el usuario y posteriormente el ruteado del diseño (labcenter electronics, 2020). En la **Figura 2** se visualiza la interfaz PCB layout de proteus.



**Figura 2.** Interfaz de ARES de Proteus. Información tomada de LabCenter Proteus. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

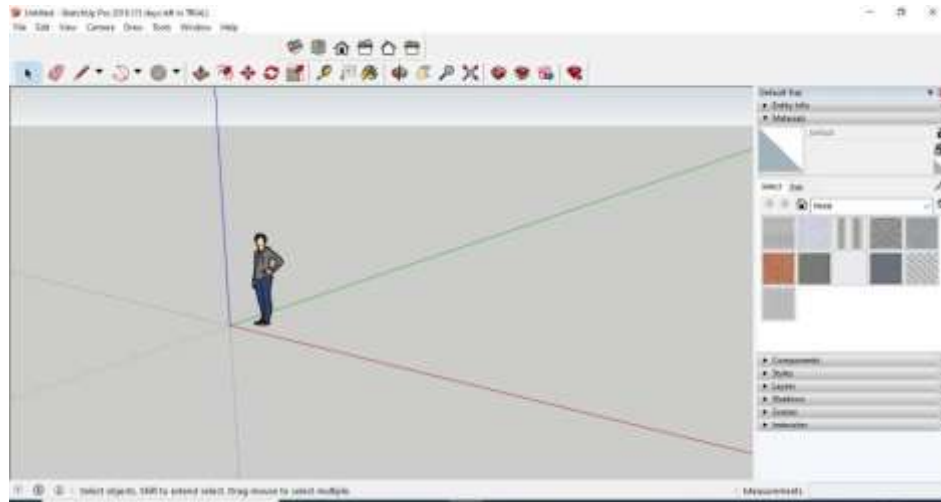
#### 2.2.4. Software Google SketchUp.

La utilización del software SketchUp por motivo que el software de Proteus no cuenta con alguno package del componente para la visualización en 3D. En el cual SketchUp se generará el diseño en 3D para crear un archivo formato STEP y posteriormente copiar en archivo STEP en la carpeta MCAD de la carpeta Labcenter Electronics de Proteus con la finalidad de tener una visualización más estética de todos sus componentes 3D en el PCB de Proteus.

Las aplicaciones de diseño asistido por computadora se han convertido muy populares para los ingenieros y arquitectos gracias a su facilidad para desarrollar y elaboración de piezas de modelo tridimensionales según (Google SketchUp, 2018) afirma “Google SketchUp es un programa de diseño gráfico y de modelado que permite crear y compartir modelos en 3D es del mejor programa de software CAD por el fácil uso”.

SketchUp Pro es un programa que utiliza sistemas de capas que permite tener bien organizado los diferentes componentes que conforma la pieza que el usuario esté diseñando también incluye una variada gama de archivos compatibles, como los son archivos DWF Y DXF de AutoCAD como archivos de impresión 3D STL (Google SketchUp, 2018).





**Figura 3.** Interfaz de principal de SketchUp. Información tomada de Google SketchUp. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

### 2.3. Diseño de circuito

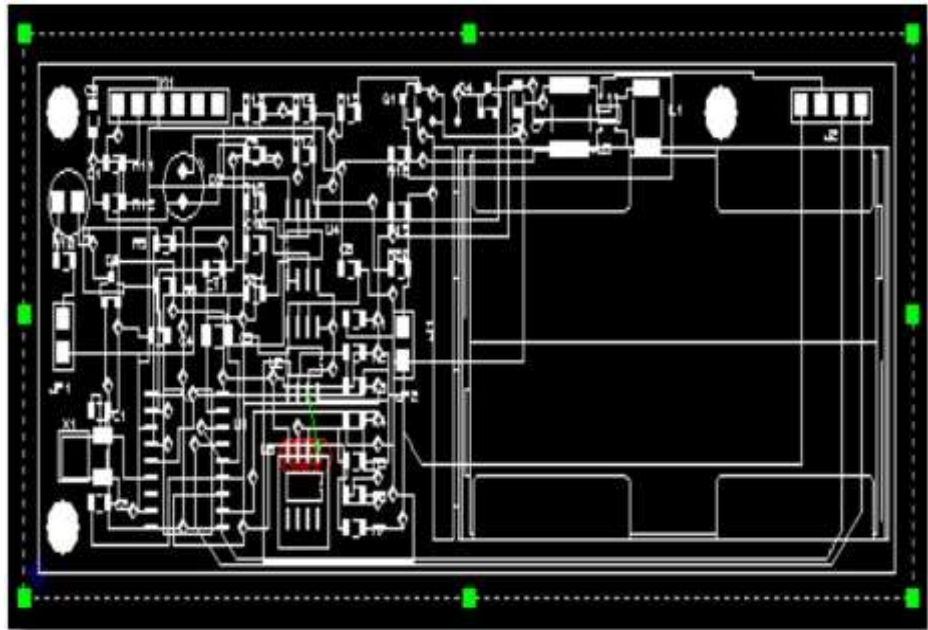
Según (Silvestre, Salazar, & Marzo, 2019) afirma “Las PCB es la base para cualquier elaboración de circuito electrónico se utiliza para montar todos los componentes electrónicos y proporciona la conexión entre sus componentes” también dice “los diseñadores de PCB cuentan en la actualidad de una variedad de herramientas para enrutar con eficacia la placa”.

El diseño de una PCB tiene lugar como primer punto el diseño esquemático del circuito electrónico y posteriormente el diseño de la PCB basada en ese esquemático a través de un software CAD (Silvestre, Salazar, & Marzo, 2019).

En la actualidad se puede utilizar una multitud de herramientas CAD que permite el desarrollo, diseño y creación de una PCB que van desde los más fáciles, intuitivos y gratis hasta los de gama alta o Premium y altamente sofisticados, la elección del paquete de software de diseño de PCB depende de sus propias necesidades y presupuesto (Silvestre, Salazar, & Marzo, 2019).

Todos los programas para el diseño de PCB cuenta con un conjunto de bibliotecas que se puede utilizar, modificar o agregar según la necesidad del diseñador o usuario, también se puede utilizar una mezcla de bibliotecas nuevas con bibliotecas que trae el software por defecto para crear su propio conjunto de bibliotecas (Silvestre, Salazar, & Marzo, 2019).

El desarrollo de PCB (Printed Circuit Board) es utilizado por entidades educativas, empresas para la elaboración o acondicionamiento de equipos con funciones ya establecidas. En la **Figura 1** se observa el diseño de un circuito de software de proteus ARES.

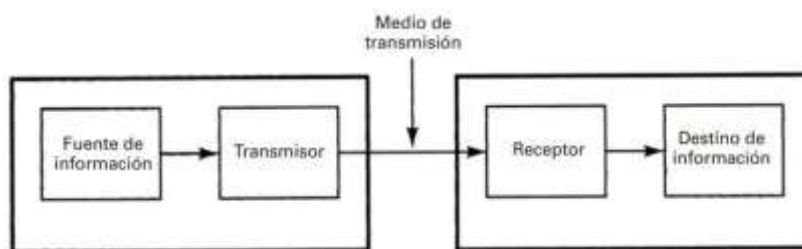


**Figura 4.** *Diseño De Circuito Electrónico. Información Adaptada De Labcenter Electronics LTD.  
Elaborado Por Taday Guashpa Diego Eliezer.*

### 2.3.1. Diseño de comunicación óptica.

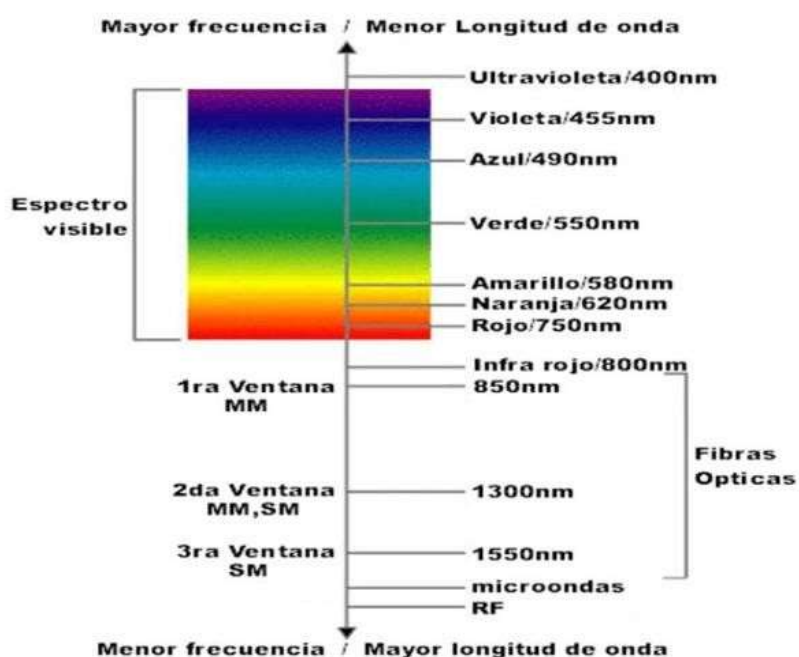
Un sistema óptico usa la luz como portador de información, se utiliza las fibras ópticas de vidrio o plástico para contener las ondas luminosas, ya que es difícil y poco práctico propagar ondas luminosas por la atmosfera terrestre (Tomasi, 2003). El sistema de comunicación óptico envía por medio de impulsos o de señales moduladas de luz la cual está conformado por una serie de componentes como el emisor, medio de transmisión o canal y el receptor.

1. **Emisor.** - Es el encargado de generar la fuente de luz en un diodo láser o a través de un diodo emisor de luz (LED) la cual contiene un circuito electrónico encargado a generar las diferentes señales a transmitir (Hernández, 2010).
2. **Canal o medio de transmisión.** - En las comunicaciones ópticas existe transmisión no guiada como lo es la transmisión atmosférica, espaciales o submarinas en su mayoría se realiza a través de la fibra óptica (Gerónimo, 2015).
3. **Receptor.** - consta de un detector de luz como lo son fototransistores y fotodiodo, además de circuitos recuperadores de señal como lo son los amplificadores, filtros etc. (Gerónimo, 2015).



**Figura 5.** Diagrama simplificado de bloque de un sistema de comunicaciones electrónicas. Información tomada libro de Tomasi. Elaborado por el autor.

Según (García, 2017) nos indica “La luz es transmitida a diferentes frecuencias las cuales define el color de la luz.” Mientras que la luz blanca está conformada por todas las longitudes de onda que forma el espectro visible, la cual si se atraviesa un prisma se coloca en diferente ángulo la luz se descompone en diferentes colores los cuales predominan los tres colores básicos como son el rojo, azul y verde.



**Figura 6.** Espectro electromagnético usado en comunicaciones ópticas. Información tomada de YIO multimedia. Elaborado por Schnitzler Sergio.

### 2.3.2. La fibra óptica.

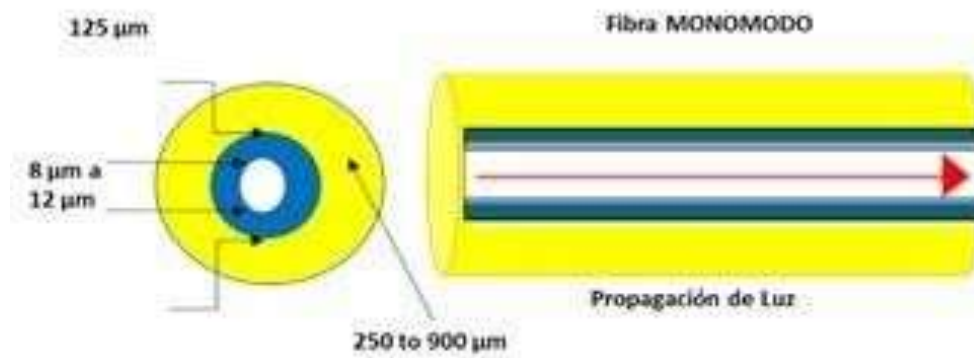
La fibra óptica es un medio físico utilizado para la transmisión de información, usual en redes de datos y telecomunicaciones que se ejecuta a través de pulsos de luz en lugar de pulsos eléctricos, es resistente a condiciones ambientales adversas en cuanto es ampliamente adoptado por su eficiencia en transmisión de voz, video y datos (Médium, 2018).

### 2.3.3. Fibra óptica monomodo.

Permite una única longitud de onda y una sola vía para la transmisión de la luz y disminuye la atenuación. El diámetro del núcleo de la fibra monomodo es de 8,3 micrones y es utilizada en conexiones de largas longitudes (Médium, 2018).

Características de la fibra monomodo

- ✓ Núcleo pequeño
- ✓ Menor dispersión
- ✓ Adecuado a larga distancia (hasta 100 km)
- ✓ Utiliza laser como fuente de luz



**Figura 7.** Fibra monomodo. Información adaptada de revista in the México Automatización. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

### 2.3.4. Fibra óptica multimodo.

Permite la transmisión de múltiples vías y varias longitudes de onda de luz. El diámetro del núcleo de la fibra multimodo dispone de dos tamaños de 50 y 62,5 micrones y es utilizada para distancias cortas (Médium, 2018).

Características de la fibra multimodo

1. Núcleo más grande que la fibra monomodo
2. Mayor dispersión y, por lo tanto, pérdida de señal
3. Usado para aplicaciones a distancia hasta 2 km
4. Usa LED como fuente de luz

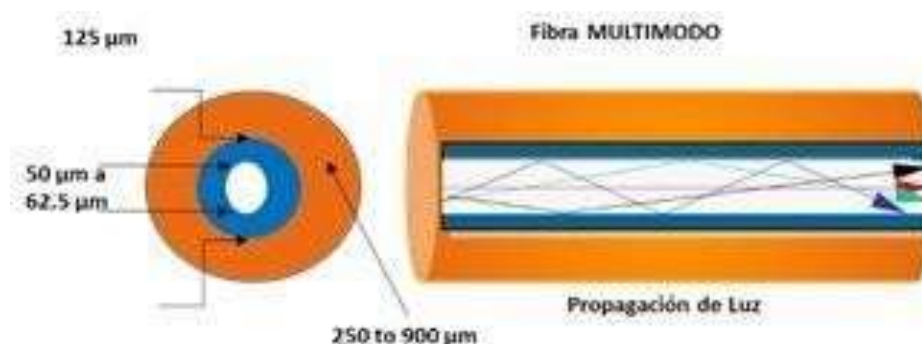


Figura 8. Fibra Multimodo. Información adaptada de revista in the México Automatización. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer

El principio de funcionamiento de la fibra óptica va directamente relacionado con la ley de Snell que permite calcular el ángulo de refracción al atravesar una superficie de separación entre dos medios con índice de refracción distinto (Raffino, concepto, 2020).

### 2.3.5. Fenómeno óptico geométrico.

Las leyes ópticas permiten estudiar los fenómenos de la luz en los diferentes materiales de forma sencilla.

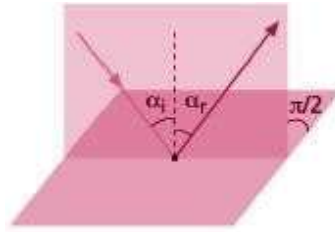
#### Propagación de la luz

Según (Raffino, concepto luz, 2020) afirma “La luz se propaga en línea recta y a una velocidad de 299.792.4458 metros por segundo en el vacío. Si le toca atravesar medios densos o complejos, se mueve a velocidades menores”.

Los fenómenos de la luz son variaciones que experimentan al ser sometido a determinados medios. Varios de ellos son visibles en el día a día, sin saber bien de qué depende esos fenómenos.

### 2.3.6. La reflexión.

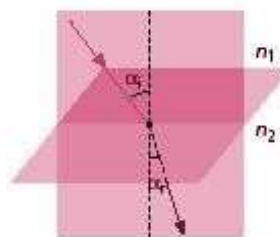
Al impactar sobre determinadas superficies, la luz es capaz de “rebotar”, es decir, de cambiar su trayectoria describiendo ángulos determinados y predecibles. Por ejemplo, si el objeto sobre el que impacta con cierto ángulo es liso y posee propiedades reflectivas (como puede ser la superficie de un espejo), la luz se reflejará formando un ángulo igual al incidente, pero en dirección contraria. Es así como funcionan los espejos (Raffino, 2020).



**Figura 9.** Reflexión. Información tomada de Amarauna. Elaborado por Gobierno Vasco.

### 2.3.7. La refracción.

Cuando la luz pasa de un medio transparente a otro, con diferentes densidades se da un fenómeno conocido como refracción, cosa que puede evidenciarse al introducir un cubierto en un vaso con agua y notar cómo la imagen del cubierto parece interrumpirse y duplicarse, como si hubiera un “error” en la imagen. Esto se debe a que el agua cambia la dirección de propagación al pasar de un medio al otro (Raffino, concepto luz, 2020)



**Figura 10.** Refracción. Información tomada de Amarauna. Elaborado por Gobierno Vasco

## 2.4. Fuentes ópticas: led y láser

Las fuentes ópticas cuya función es convertir la energía eléctrica en energía óptica (luz), que permita que la luz emitida sea efectivamente acoplada al medio de transmisión (fibra óptica). Las fuentes deben ser compactas, monocromáticas, estables y de larga duración, pero en la vida real no existe fuentes de luz monocromáticas, solo existen fuentes que emiten luz dentro de una banda estrecha de longitudes de onda (Hernández, 2010).

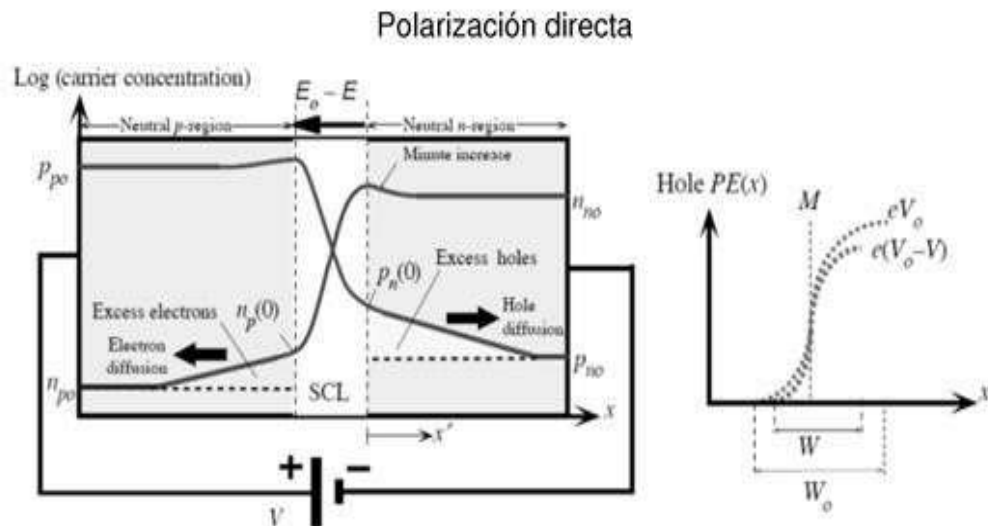
Los requisitos y funcionamientos básicos que necesitan es:

1. Radiar suficiente energía luminosa
2. Intensidad de luz constante y regulada
3. Alta fiabilidad en cambios de temperatura

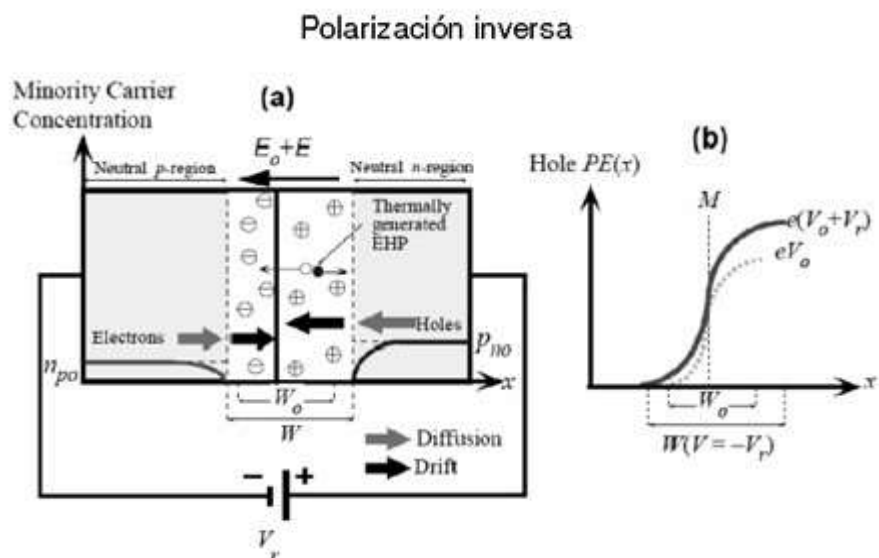
Los diodos láser (LD) y los diodos emisores de luz (LED) son las fuentes ópticas que cumplen con todos los requerimientos exigidos por el sistema de telecomunicación.

### 2.4.1. Diodo de Luz (LED).

Un diodo emisor de luz casi siempre es fabricado con un material semiconductor como son el arseniuro de aluminio y galio o arseniuro fosfuro de galio, los LEDS emiten luz por emisión instantánea como resultado de la recombinación de electrones con huecos. Cuando el diodo está polarizado de forma inversa o no existe polarización, no genera ninguna inyección de portadores minoritarios



**Figura 11.** Polarización directa. Información tomada del libro de Optoelectronics. Elaborado por Safa Kasap.

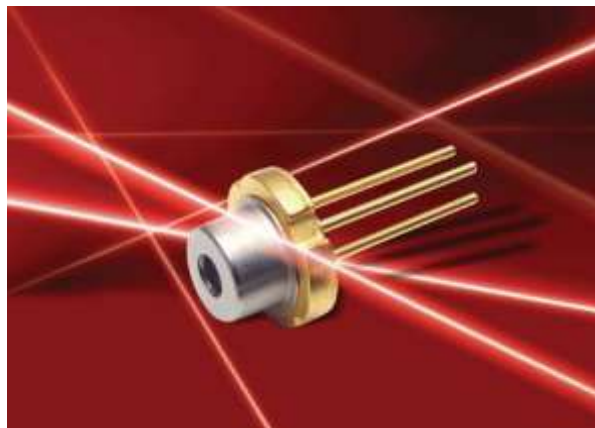


**Figura 12.** Con polarización inversa. Información tomada del libro de Optoelectronics. Elaborado por Safa Kasap.

### 2.4.2. Diodo LÁSER.

El diodo láser es un semiconductor similar al LED, utiliza la unión p-n para emitir luz coherente y sus ondas se encuentran en la misma frecuencia y fase. La luz coherente es producida por el diodo láser usando un proceso denominado amplificación de luz por emisión estimulada de radiación, llamado comúnmente LÁSER (Kalstein, 2020).

Según (Fernandez, 2017) nos indica que “el pulso del láser es muy potente, tanto como para hacer que el aire colapse en un haz estrecho, modificando su índice de refracción y logrando conducir por los pequeños filamentos que se crean, similares a los de la fibra, toda la información”.



**Figura 13.** Diodo Laser. Información tomada de Conectrónica. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

## 2.5. Receptor óptico

El propósito del receptor óptico es extraer la información contenida en una portadora óptica que incide en el fotodetector. En los sistemas de transmisión analógica el receptor debe amplificar la salida del fotodetector y después demodularla para obtener la información. En los sistemas de transmisión digital el receptor debe producir una secuencia de pulsos (unos y ceros) que contienen la información del mensaje transmitido (Instituto Tecnológico de Aguascalientes, 2020).

### 2.5.1. Detectores ópticos.

Los detectores son los encargados de transformar las señales luminosas en señales eléctricas. En los sistemas de transmisión analógica el receptor debe amplificar la salida del fotodetector y después demodularla para obtener la información. En los sistemas de transmisión digital el receptor debe producir una secuencia de pulsos (unos y ceros) que contienen la información del mensaje transmitido.



Las características principales que debe tener son:

- a. Sensibilidad alta a la longitud de onda de operación
- b. Contribución mínima al ruido total del receptor
- c. Ancho de banda grande (respuesta rápida)

Los fotodetectores son diodos semiconductores que trabajan polarizados inversamente. Durante la absorción de la luz, cuando un fotodetector es iluminado, las partículas de energía luminosa, también llamadas fotones, estos dispositivos son muy rápidos y de alta sensibilidad.

Un fototransistor en esencia no es más que un transistor bipolar normal que ha sido encapsulado en un empaque transparente de modo que la luz pueda alcanzar el diodo que existe entre base y colector. El fototransistor trabaja como un fotodiodo, pero con una sensibilidad a la luz mucho más alta y produce una corriente de salida más alta que el fotodiodo. En la **Figura 14** mostramos un fototransistor el cual está hecho colocando un fotodiodo en el circuito base de un transistor NPN (APRENDE PRACTICANDO / Fotodetector, 2012)



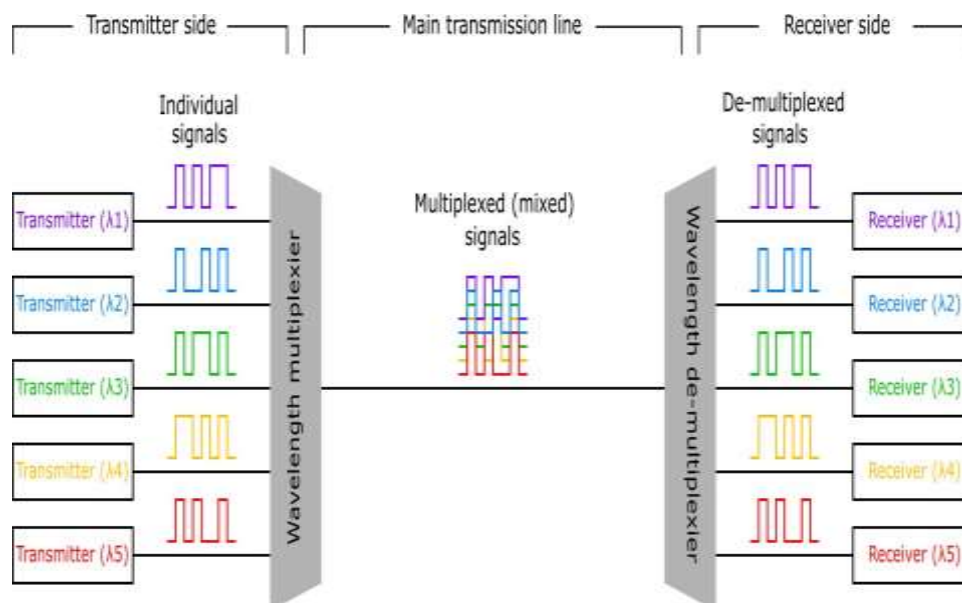
**Figura 14.** Fototransistor. Información tomada de *Electronicasi*. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer

## 2.6. Multiplexación por división de longitud de onda (WDM)

Un multiplexor es esencialmente un switch que realiza la función de multiplexado y demultiplexado. El multiplexado comparte los múltiples canales de entrada a un único canal de salida.

WDM es un proceso que consiste en conformar un haz de luz simultánea con diferente haz de luz, cada uno con sus respectivas longitudes de onda que se propaga utilizando el mismo medio físico, una fibra óptica.

En la **Figura 15**. Muestra esquemáticamente un sistema de transmisión óptica.



**Figura 15.** Esquema del sistema de transmisión WDM. Información tomada de FiberLabs Inc. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

## 2.7. Marco legal

El marco normativo ecuatoriano está compuesto por varios cuerpos legales, pero para este estudio, se tomará como son los de la Ley Orgánica Reformatoria a la Ley Orgánica de Educación Superior, la constitución de la República del Ecuador, Asamblea Nacional Constituyente y Ley Orgánica De Educación Intercultural.

Según (Constitución de la República del Ecuador, 2008), Título II “Derechos”, en el Capítulo primero en la sección quinta “Educación” indica el Art.26 “La educación es un derecho a lo largo de la vida y constituye un área prioritaria de la política y la inversión estatal. Las personas y la sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo”.

El artículo 7 de (LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN INTERCULTURAL\*, 2015) en el capítulo tercero en la sección “De los derechos y obligaciones de los estudiantes” indica los estudiantes tienen derechos:

1. Ser actores fundamentales en el proceso educativo;
2. Recibir una formación integral y científica, que contribuya al pleno desarrollo de su personalidad, capacidades y potencialidades, respetando sus derechos, libertades

fundamentales y promoviendo la igualdad de género, la no discriminación, la valoración de las diversidades, la participación, autonomía y cooperación;

3. Recibir apoyo pedagógico y tutorías académicas de acuerdo con sus necesidades;

4. Disponer de facilidades que le permitan la práctica de actividades deportivas, sociales, culturales, científicas en representación de su centro de estudios, de su comunidad, su provincia o del País, a nivel competitivo;

El Art.13 Funciones del Sistema de Educación Superior como establece la (Asamblea Nacional Constituyente, 2018) expone que son funciones del Sistema de Educación Superior:

a. Garantizar el acceso a la educación superior con base en la docencia, investigación y su vinculación con la sociedad con el fin de mejorar la calidad y la excelencia académica.

b. Formar profesionales de calidad con una amplia variedad de conocimientos, científicos, éticos y solidarios que ser comprometidos con la sociedad y el desarrollo del país.

La Asamblea Nacional Constituyente en (Asamblea Nacional Constituyente, 2018) expone lo siguiente: 1) Según el Art.96.- El aseguramiento interno de la calidad es un conjunto de acciones que llevan a cabo las instituciones de educación superior, con la finalidad de desarrollar y aplicar políticas efectivas para promover el desarrollo constante de la calidad de las carreras, programas académicos; en coordinación con otros actores del Sistema de Educación Superior.

Según el (Régimen Del Buen Vivir, 2008) título VII sección primera “Educación” Art. 343.- El sistema nacional de educación tendrá como finalidad el desarrollo de capacidades y potencialidades individuales y colectivas que posibiliten el aprendizaje de conocimientos, técnicas y saberes de manera eficaz y eficiente.

Art. 346.- Existirá una institución pública, con autonomía, de evaluación integral interna y externa, que promueva la calidad de la 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.

Según la (Ley Orgánica Reformatoria a la Ley Orgánica de Educación Superior, 2018), en el Art. 114 De la formación técnica y tecnológica indica lo siguiente “La formación técnica y tecnológica tiene como objetivo la formación de profesionales de tercer y cuarto nivel técnico-tecnológico orientada al desarrollo de las habilidades y destrezas relacionadas

con la aplicación, coordinación, adaptación e innovación técnico tecnológica en procesos relacionados con la producción de bienes y servicios”.

La (Ley Orgánica Reformatoria a la Ley Orgánica de Educación Superior, 2018) en el Art. 109 nos indica que para crear universidades politécnicas públicas requiere la certificación del Ministerio de Economía y Finanzas para la creación de la partida presupuestaria correspondiente, que garantizara el financiamiento que deberá contar con las siguientes disposiciones:

1. Laboratorios equipados con tecnología especializada para llevar a cabo actividades experimentales en las distintas especialidades tratadas en las carreras de ingeniería.
2. disponer con herramientas que ayuden al desarrollo de un ambiente de conocimientos técnicos y con enfoque pro mejora en la calidad de la educación.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1. Descripción del proceso metodológico**

El objetivo de este proyecto de titulación es dar a conocer el papel muy importante que desempeñan los laboratorios en la enseñanza académica, área que dispongan de equipos y herramientas en condiciones óptimas que permitan que el docente tenga la facilidad de explicar a sus estudiantes las clases de manera teórica como práctica de tal manera formar nuevas destrezas y habilidades del estudiante.

A través de este trabajo de titulación se llevó a cabo el diseño de un módulo de práctica entrenador de fibra óptica con los siguientes materiales: los softwares Proteus/Labcenter, SketchUp y componentes electrónicos (resistencias, capacitores, integrados etc.).

La elaboración de este proyecto de titulación fue agilizar y optimizar los procesos en el desarrollo de realizar prácticas experimentales con conocimiento adquiridos en la etapa de estudiante en la carrera de Ingeniería Teleinformática, sobre comunicaciones ópticas. Para elaborar ese trabajo, se usaron la metodología bibliográfica, experimental y descriptivo.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

El presente trabajo de titulación se utilizó 3 tipos de metodologías esenciales para el desarrollo de este proyecto de titulación, las cuales ayudaron a que se cumplan con los objetivos planteados antes mencionada, la metodología de investigación que se utilizó es bibliográfica, experimental y descriptiva.

La metodología bibliográfica mediante el cual se recopila el análisis bibliográfico, estudio documental, el marco conceptual y teórico con el propósito de tomar conocimiento ya realizado entre otras finalidades el seleccionar los materiales para un marco teórico.

La metodología experimental mediante el cual se realiza en una serie de prueba a través de varios softwares para el diseño y simulación de un módulo entrenador de fibra óptica con la finalidad de obtener los circuitos más acordes para el correcto funcionamiento los cuales conforman el módulo entrenador de fibra óptica.

La metodología descriptiva de enfoque cuantitativo consiste en la recolección de información basándose en la medición numérica con un respectivo análisis estadístico para determinar patrones de aprendizaje; es decir, es un enfoque con un proceso secuencial y probatorio.

### **3.3. Enfoque de la investigación**

En la elaboración del presente trabajo de titulación se realizó mediante las metodologías como son: bibliográfico, experimental y descriptiva, con la finalidad de obtener un enfoque conjunto con la teórica dada por el docente con la práctica que se realizan en el laboratorio, enfatizando la importancia del diseño del módulo mediante elementos electrónicos, con el objetivo de tener una adecuada enseñanza y aprendizaje del estudiante.

Esto permitirá optimizar los recursos como el tiempo y los materiales en las prácticas de laboratorio con la finalidad de beneficiar al aprendizaje de los estudiantes.

#### **3.3.1. Investigación bibliográfica.**

La aplicación de esta metodología bibliográfica en la investigación, puesto que esta proporciona con conocimientos de investigaciones ya existente (teorías, hipótesis, experimentos, resultados y técnicas usadas) en el que se recolectará toda la información realizadas por varios autores donde sus temas de estudios sean referentes al tema de investigación en estudio, en donde exponen con detalle sobre la importancia de la elaboración de diseño de módulo en las comunicaciones óptica, el impacto positivo y la importancia que desempeña los módulos de prácticas en los laboratorios mediante la utilización de software como Proteus y Selkup pro para fin educativo. Como lo son los circuitos y equipos didácticos ya existente dentro del laboratorio como lo son NI Elvis, circuitos moduladores y demoduladores que posee el laboratorio Networking de la carrera de Teleinformática que son de gran utilidad para mejorar las prácticas en la materia de Simulación de Sistemas.

#### **3.3.2 investigación experimental.**

Con la aplicación de esta metodología se realizó pruebas experimentales de los circuitos que conforman el módulo con la finalidad de lograr resultados óptimos para posteriormente utilizar dichos circuitos para el diseño y simulación para obtener resultados más fiables.

El objetivo de emplear la metodología de investigación experimental es lograr utilizar varios softwares, para el diseño de la placa PCB utiliza el Software Proteus y adicional un software externo llamado Sketchup para el diseño de componentes para una visualización en 3D de forma más estética.

Según (Mancebo, Moreno, & Guzmán, 2018), indican “La metodología establecida cuenta con cuatro etapas, la planificación, orientación, ejecución y control y se sustenta en cuatro principios, la independencia gradual de los estudiantes, aumento gradual de la

complejidad de las tareas, la sistematización y el enfoque del aprendizaje basado en resolución de problemas como práctica”.

### **3.3.3. Investigación descriptiva.**

Se utiliza la investigación descriptiva donde se registra el comportamiento de resultados y esquema de los circuitos usando los símbolos más comunes como son las imágenes, figuras, gráficas etc. Con un lenguaje y estilo comprensible, preciso como acto de representar las características, situaciones cosas y hechos.

Según (Niño, 2011), indica “Una técnica fácil y sencilla para abordar la descripción, es la que tradicionalmente se formula con preguntas en torno del objeto de estudio: ¿Qué es? ¿Qué partes tiene? ¿Cómo se divide? ¿Cómo es su forma? ¿Qué características posee? ¿Qué funciones cumple? ¿De qué está hecho?”.

### **3.4. Análisis**

Con la ayuda de un análisis bibliográfico de trabajos realizados en laboratorios en donde enfocan la importancia de disponer de laboratorios óptimos para una mejor calidad en la educación con equipos adecuados para el aprendizaje del estudiante.

Según afirma (Pacheco, 2019) en su trabajo titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA BPSK /QPSK USANDO AD633 AUTOR”, resalto el tener un laboratorio con infraestructura adecuada y con equipos tecnológicos que ayuden y faciliten al estudiante a realizar las prácticas experimentales con la finalidad de que desarrolle habilidades que le permita cumplir tanto en lo académico como en lo laboral en la vida profesional, además de eso también menciono el alto costo de los materiales y el tiempo que demanda para realizar las prácticas en el laboratorio de Ingeniería en Teleinformática.

De acuerdo con (Ramírez, 2019) en su trabajo titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA POR DESPLAZAMIENTO DE AMPLITUD ASK/AM”, mencionó el contar con equipos tecnológicos incentiva al estudiante a desarrollar nuevas herramientas didácticas en ayuda de realizar prácticas experimentales que no requieren de recursos económicos tan elevados para su elaboración, también mencionó que los estudiantes reciban capacitaciones a través de charlas familiarizando en el uso de nuevos recursos para lograr una calidad de educación teórica-práctica.

En la tesis de grado (Zhingre, 2018) titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA FM” detalla que tener un módulo didáctico posibilita a tener una adquisición de conocimientos de manera más rápida y eficaz impartida teóricamente en clases la cual

favorece al estudiante en desarrollo académico, también nos indica que un módulo favorece en realizar sin número de veces para lograr familiarizarse con el módulo y de sus posibles resultados.

### **3.5. Resultados**

Por medio del análisis bibliográfico de trabajos investigativos citados de otros autores se comprobó que el laboratorio de Networking si tiene la necesidad de equipo que ayuden a una mejor comprensión sobre comunicaciones óptica, ya que en la actualidad no dispone de un módulo de práctica experimental en transmisión y recepción de información a través de la luz, reforzando los conocimientos teóricos adquiridos en las clases impartidas por el docente. A través del análisis elaborado se logró verificar que los estudiantes tienen la necesidad de contar con un módulo entrenador de fibra óptica, siendo de gran utilidad para obtener resultados fiables y lograr una mejor comprensión.

En trabajos anteriores se logra evidenciar que la creación de módulos de prácticas logro ayudar a los estudiantes a una mejor comprensión y optimizar el tiempo en la elaboración de los circuitos obteniendo resultados fiables.

## **Desarrollo de propuesta**

### **4.1. Módulo entrenador de fibra óptica**

Mediante un estudio bibliográfico tomado de varios estudios citados de otros autores anteriores se dio a conocer que el laboratorio de Networking de la Carrera de Ingeniería en Teleinformática si necesita el diseño, desarrollo e implementación de nuevos equipos pedagógicos que faciliten realizar las prácticas propuestas por el docente como son los proyectos y prácticas garantizando resultados fiables, además se observó que el valor de algunos elementos electrónicos es difícil comprar por su alto costo por ese motivo genera un aumento en el tiempo que se toma en la elaboración del armado de circuitos en el protoboard- Dentro del análisis permitió comprobar que los estudiantes necesitan de nuevos módulos de prácticas para complementar la enseñanza teórica, además ayudan al docente cumplir con toda los temas planificado para las clases.

### **4.2. Diseño de módulo de comunicación óptica**

El módulo entrenador de fibra óptica es diseñado para el aprendizaje, demostración y experimentación sobre comunicaciones ópticas, fenómenos relacionados con la luz y los



inicios de la transmisión por fibra óptica, así como la transmisión mediante infrarrojo, láser y multiplexación por longitud de onda (WDM).

El diseño del módulo cuenta de tres secciones como lo muestra la **Figura 16**:

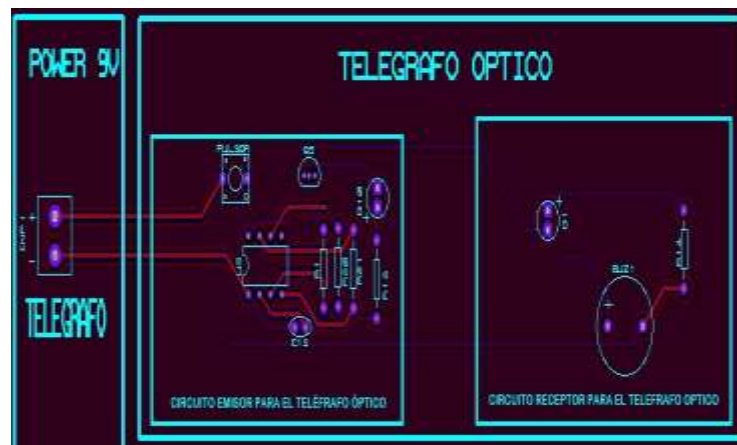
- Telégrafo óptico
- Transmisión mediante módulo láser
- Multiplexación por longitud de onda



**Figura 16.** Módulo Entrenador de Fibra Óptica en Proteus ARES. Información tomada directa del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

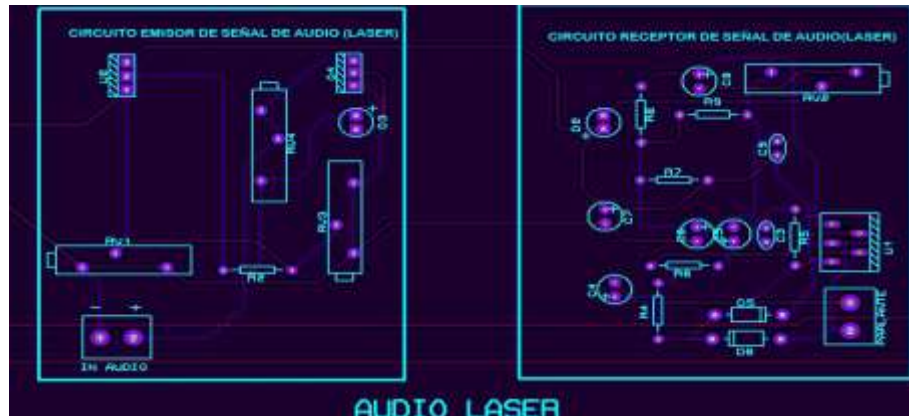
#### 4.2.1. Bloques del módulo.

El primer bloque de la **Figura 17** se encuentra el telégrafo óptico o también conocido como alfabeto morse o clave morse el cual mediante la luz se envían señales. El telégrafo transmite pulsos al cerrar el interruptor del emisor este envía una señal a través de un diodo emisor de luz. Mientras el receptor cuenta con un led receptor el cual detecta la señal emitida por el emisor y la señal recibida la convierte en sonido.



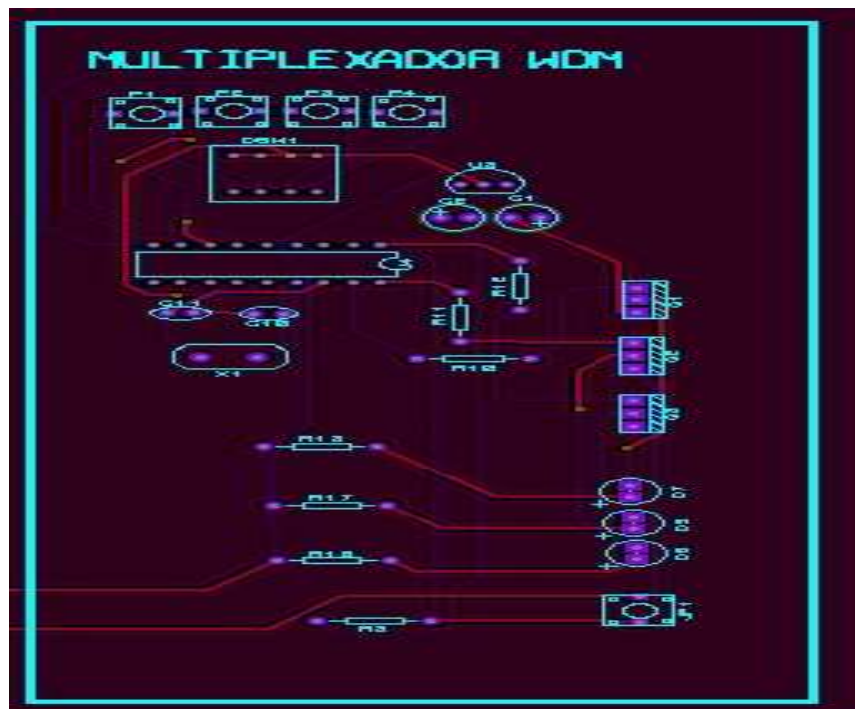
**Figura 17.** Circuito Telégrafo Óptico Emisor y Receptor en Proteus ARES. Información tomada directa del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

El segundo bloque en la **Figura 18** se encuentra los circuitos emisor y receptor de envío de audio a través de un diodo láser. El circuito emisor cuenta con un regulador de voltaje y una entrada de audio el cual se amplificará mediante el integrado BD135 y envía la información por medio de la luz del láser hacia el otro circuito. Receptor la información enviada por el láser es recibida por medio del fototransistor y posteriormente amplificada la señal por un amplificador TDA2030 a 14 W.



**Figura 18.** Circuito Emisor y Receptor de Audio mediante láser en Proteus ARES. Información tomada directa del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

El tercer bloque de la **Figura 19** dispone de un circuito multiplexor o mezclador de luz RGB para obtener distintas tonalidades resultantes de la mezcla.



**Figura 19.** Circuito Multiplexador WDM en Proteus ARES. Información tomada directa del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

En este punto se describe el desarrollo del tema propuesto, donde se realizó el diseño de los circuitos para el módulo entrenador de fibra óptica mediante el software Proteus, el cual es una aplicación de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas (diseño del esquema electrónico, programación del software, simulación del circuito, construcción de la placa del circuito impreso PCB y la visualización en 3D) para realizar la simulación y diseño de la placa en ARES y posteriormente generar el archivo en formato Gerber que es donde se guardara el diseño físico de la placa del circuito impreso de los diferentes circuitos que conforman el módulo entrenador de fibra óptica, como son el circuito transmisor y receptor del telégrafo óptico, circuito transmisor y receptor de audio a través de un módulo láser y el circuito de multiplexación por división de longitud de onda (WDM) el cual es un programa que contiene una gran variedad de librería que contienen todos los elementos electrónicos y circuitos integrados y SketchUp el cual es una aplicación de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones 3D. Para realizar el diseño de varios componentes por motivos que proteus no cuenta con todos los package para la visualización en 3D como es la creación de Buzzer, Bornera, Transistores, switch y pulsador.

Este proyecto se realiza debido a que no cuenta con un módulo sobre comunicaciones ópticas en el laboratorio de Networking/Telecomunicaciones al instante de realizar las prácticas experimentales, con el desarrollo del módulo, los estudiantes podrán realizar sus prácticas sin dificultad.

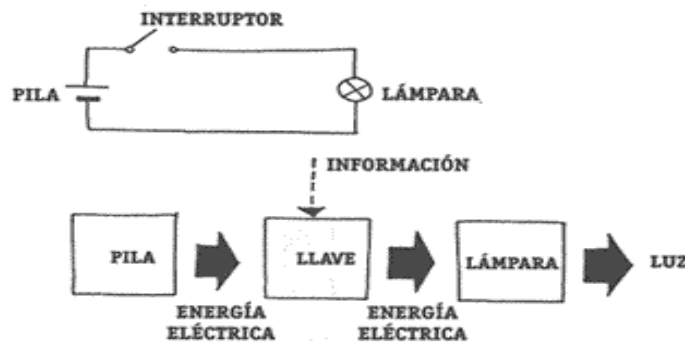
Para el desarrollo del diseño del módulo entrenador de fibra óptica es necesario:

- ✓ Realizar el diseño esquemático de transmisión y receptor en el software ISIS Proteus de los circuitos que conforman el módulo entrenador de fibra óptica como son los circuitos: Telégrafo óptico, audio a través de un módulo láser y la multiplexación por división de onda WDM.
- ✓ Construir el diseño de la placa de circuito impreso (PCB) en ARES proteus interconectar todos los componentes utilizados a través de pistas.
- ✓ Comprobar todas las conexiones de pistas que no esté en corto.
- ✓ Crear package con SketchUp de algunos componentes en 3D que no dispone proteus
- ✓ Visualización de la placa PCB en 3D proteus.
- ✓ Generar archivo Gerber

Con el diseño del módulo, tiene la finalidad el incentivar al estudiante para un futuro la implementación del módulo propuesto y disponer de más equipos en ayuda para el conocimiento de los estudiantes.

### 4.3. Telégrafo óptico

Consiste en enviar una serie de señal de sonido y rayos de luz mediante el pulso de un botón periódicamente para el envío del mensaje basado en transmisión y recepción de mensaje a través del código morse, el cual se compone por puntos y rayas.



**Figura 20.** Diagrama de bloque de telégrafo óptico. Información tomada directamente del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.3.1. Código morse.

El código morse envía mensaje usando pulsos eléctricos. El alfabeto Morse está conformado por puntos y rayas que se manifiestan en sonidos en diferente tiempo de duración. La raya tiene una duración equivalente a tres puntos.

Es importante conocer las siguientes reglas del código Morse:

- El punto es considerado como una unidad o 1/25 seg.
- La línea equivale a tres puntos.
- Entre un impulso y otro impulso existe una unidad de tiempo.
- Entre un carácter, un número o signo y otro existen tres unidades de tiempo.
- Entre una palabra y otra palabra existen cinco unidades de tiempo.

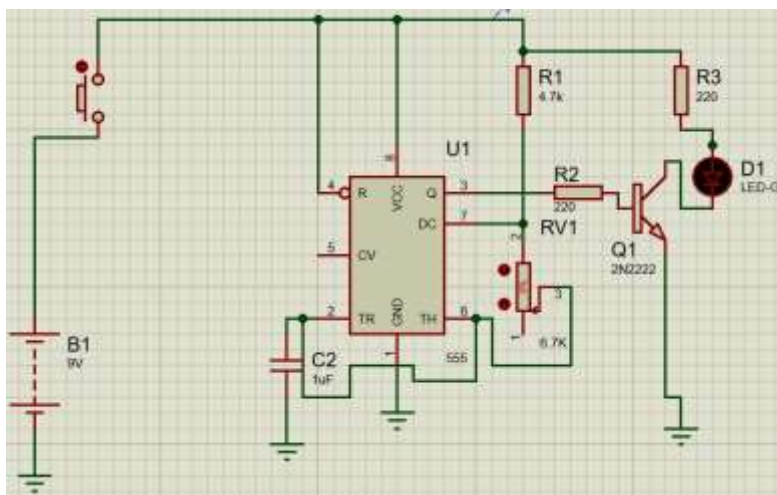
A ● -	J ● - - -	S ● ● ●
B - ● ● ●	K - ● -	T -
C - ● - ●	L ● - ● ●	U ● ● -
D - ● ●	M - -	V ● ● ● -
E ●	N - ●	W ● - -
F ● ● - ●	O - - -	X - ● ● -
G - - ●	P ● - - ●	Y - ● - -
H ● ● ● ●	Q - - ● -	Z - - ● ●
I ● ●	R ● - ●	

**Figura 21.** Código Morse o Alfabeto Morse. Información tomada de Infobae. Elaborado por el autor.

#### 4.3.2. Circuito transmisor telégrafo óptico con un integrado LM555.

Este diseño del circuito está compuesto por un emisor quien es el que envía señales de luz mediante pulsos a un receptor que las recibe y transforma en una señal auditiva. El funcionamiento del dispositivo: el LED emisor se enciende cada vez que se acciona el pulsador.

En **Figura 22** se presenta un diagrama esquemático del circuito del emisor con un integrado LM555.



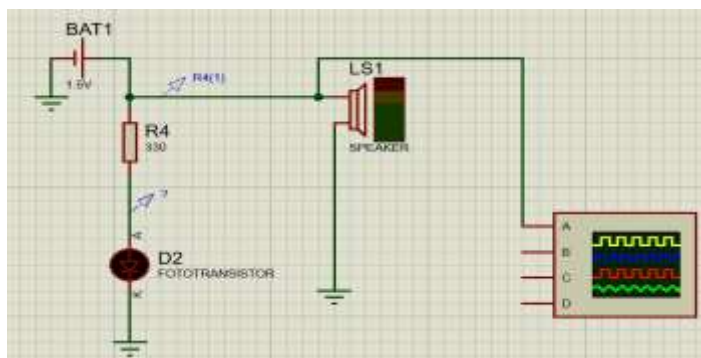
**Figura 22.** Circuito Telégrafo Óptico con Integrado LM555 en Proteus. Información tomada directa del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.3.3. Circuito receptor telégrafo óptico.

La tensión sobre el fototransistor disminuye dependiendo de intensidad y frecuencia de la luz que reciba. En el caso del LED infrarrojo, se observó la caída máxima de 1.5 V, y, por consiguiente, aumenta la corriente que sale por el emisor. Para que se accione el buzzer, este debe recibir una tensión mínima de 6 V.

En el diseño se incorporaron estos elementos, ya que la caída de tensión sobre el fototransistor (que será la tensión recibida por el buzzer), impedirá poner en funcionamiento el buzzer. Luego, el fototransistor, requieren una tensión mínima de aproximadamente 0.71V para su funcionamiento.

En este caso, ya que la señal de entrada proporcionada por el fototransistor corresponde a una señal de corriente periódica, no se presentan problemas.



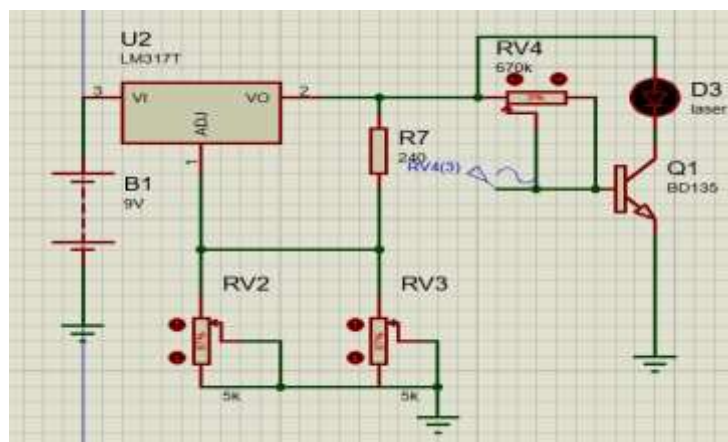
**Figura 23.** Circuito Receptor del Telégrafo Óptico en Proteus. Información tomada del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.4. Circuito Transmisor de una Señal de Audio Mediante un Láser

Dispositivo que transmite, mediante un láser modulado, una señal de audio de un emisor a un receptor. El emisor, cuyo diagrama se muestra en la **Figura 24** será el encargado de enviar una señal de audio cualquiera (radio, micrófono, dispositivo portátil, etc.), mediante un láser cuya intensidad variará de la misma forma que varíe la señal de audio.

La fuente de tensión es básicamente una fuente variable LM317, que proporciona una tensión de 1,3 V a 3,5 V, para una carga representada por el Láser y la resistencia R8 (salida). La entrada de señal de audio, siendo una señal de corriente alterna (variable), se sumará a la tensión de la fuente, obteniendo como resultado a la salida, la misma señal de audio, pero con un nivel DC correspondiente al de la fuente de tensión.

El láser, al ser de 2,5 mW de potencia, requiere de una tensión máxima de 3.2 V y una mínima de 2,4 V. Con el fin de obtener una señal de salida confiable, se debe ajustar la fuente de tensión en 2,8 V, para permitir que la señal de audio, al sumarse a la señal DC, no supere los 3,2 V ni esté por debajo de 2,4 V



**Figura 24.** Circuito Transmisor de una señal de audio mediante un láser en Proteus. Información tomada directa del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### **4.4.1. Circuito Receptor de una señal de audio mediante un láser.**

El receptor será el encargado de recibir la señal láser, y transformar a una señal de corriente, para entregar a un sistema reproductor de sonido (parlantes).

El funcionamiento del dispositivo: La intensidad del láser, al dirigir este hacia el fototransistor, ya sea de manera directa, o a través de fibra óptica, se produce una caída de tensión entre colector y emisor. Esta caída de tensión, más la corriente directa otorgada por la batería de 9 V, será la tensión sobre la resistencia.

El nivel DC, será igual a 9 V menos la tensión sobre el fototransistor. Luego, la caída de tensión del fototransistor, al responder a la intensidad del Láser corresponde a la misma señal de audio, transmitida por el láser, cuya intensidad varía con la misma frecuencia y amplitud que el audio.

Para transmitir únicamente esta señal de corriente alterna al sistema de reproducción (altavoces o parlante), se conecta un condensador de 2200  $\mu\text{F}$  en serie con la salida (amplificador de audio), el cual actúa aproximadamente como circuito abierto para señales DC, con lo que se consigue que solo pase la señal recibida por el láser, filtrando así la señal de la batería.

#### **4.4.2. Amplificador de audio con un TDA2030.**

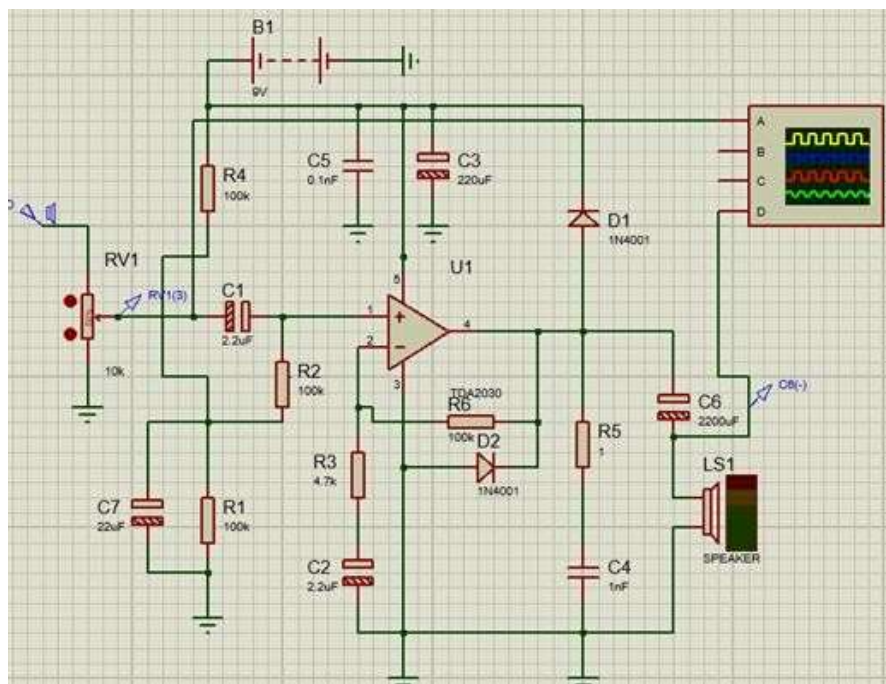
Es un circuito integrado monolítico, el cual se utiliza para amplificaciones de baja frecuencia y de alta fidelidad.

El circuito incorpora un sistema de protección térmica el cual limita la potencia y el consumo de corriente de salida cuando la temperatura aumenta por eso se debe tener en cuenta al seleccionar un disipador de calor, siendo así no poder extraer la potencia necesaria.

El integrado TDA2030 puede proporcionar una salida de potencia de 18 w con solo el 0.5% de distorsión alimentado con 22 voltios y 8 ohmios de carga de salida; su rango de alimentación varía de 6 hasta 22 V.

En nuestro circuito como lo muestra la **Figura 25** se utilizó una alimentación de 9 V.





**Figura 25.** Circuito amplificador TDA2030 en Proteus. Información tomada directa del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.5. Multiplexación por división de longitud de onda (WDM)

La tecnología WDM consiste en transmitir varias señales independientes sobre una sola fibra óptica mediante portadoras de diferentes longitudes de ondas de forma simultánea por los canales ópticos. El funcionamiento de WDM consiste en combinar distintas longitudes de ondas en la misma fibra.

Para pruebas y una mejor comprensión de cómo funciona un multiplexor WDM se decidió conveniente el uso de un circuito PWM. El mezclador de luz RGB cuenta con el PIC16F628A la cual trabaja en dos modos; Fijo y Aleatorio, fijo: cuando se hace uso de los pulsos de mando para obtener el color deseado, Aleatorio: cierra cualquiera de los interruptores para que el espectro de luz cambie aleatoriamente entre una gama de 255 colores distintos.

Como se observa, en la **Figura 26**, el controlador posee tres canales RA0, RA1 y RA2. Cada canal imprime señales PWM que excitan a los transistores TIP41 y a su vez a cada una de las hileras de LED de alto brillo. Cada hilera tiene diferente color y está limitada en corriente por una resistencia de 370 ohmios. Si conectas más LEDs en cada hilera deberás cambiar la resistencia a un valor menor; todo depende de cuantos LEDs conectes y cuál es el consumo de corriente de cada uno. Con un voltaje de 12 V tres LED, cuyo consumo de



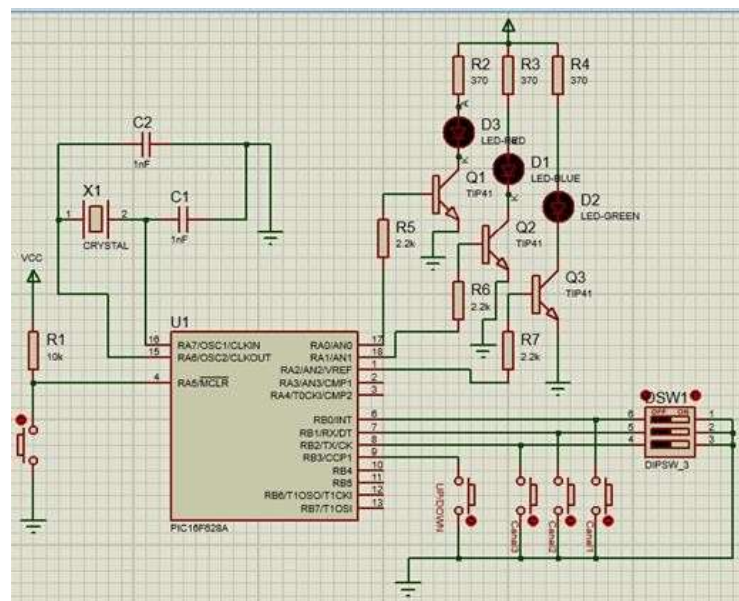
corriente especificado por el fabricante es de 200 mA, de la ley de OHM obtienes que el valor adecuado para la resistencia;

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12V}{200mA} = 60\Omega$$

Se utilizó una fuente externa +12 voltios para alimentar el circuito, además en el circuito se utiliza el CI 78L05 el cual permite regular el voltaje a +5 V para alimentar al PIC16F628A.

1. En el pin 6 el pulsor RB0 controla la intensidad de brillo del canal RA0
2. En el pin 7 el pulsor RB1 controla la intensidad de brillo del canal RA1
3. En el pin 8 el pulsor RB2 controla la intensidad de brillo del canal RA2
4. En el pin 9 el pulsor RB3 servirá para regular la velocidad con la que cambia el color de cada LED.

En el **anexo 5** se puede observar la programación utilizada en el PIC Los cuales los interruptores del Dip switch servirán para que los colores cambien en modo aleatorio. Los transistores TIP41 permiten robar la corriente que dispone la fuente de alimentación externa.



**Figura 26.** circuito WDM en Proteus. Información tomada directamente del autor. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.6. Diseño de Módulo en Ares

En primer lugar, se busca todos los componentes electrónicos necesarios para el circuito, una vez realizado el diagrama esquemático del circuito en Isis se puede trabajar en la ventana

de Proteus llamada Ares para posteriormente diseñar la placa con sus respectivas conexiones.

En la **Figura 27**. Se muestra el área de trabajo de Ares.



**Figura 27.** Entorno de trabajo Ares de Proteus. *Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.*

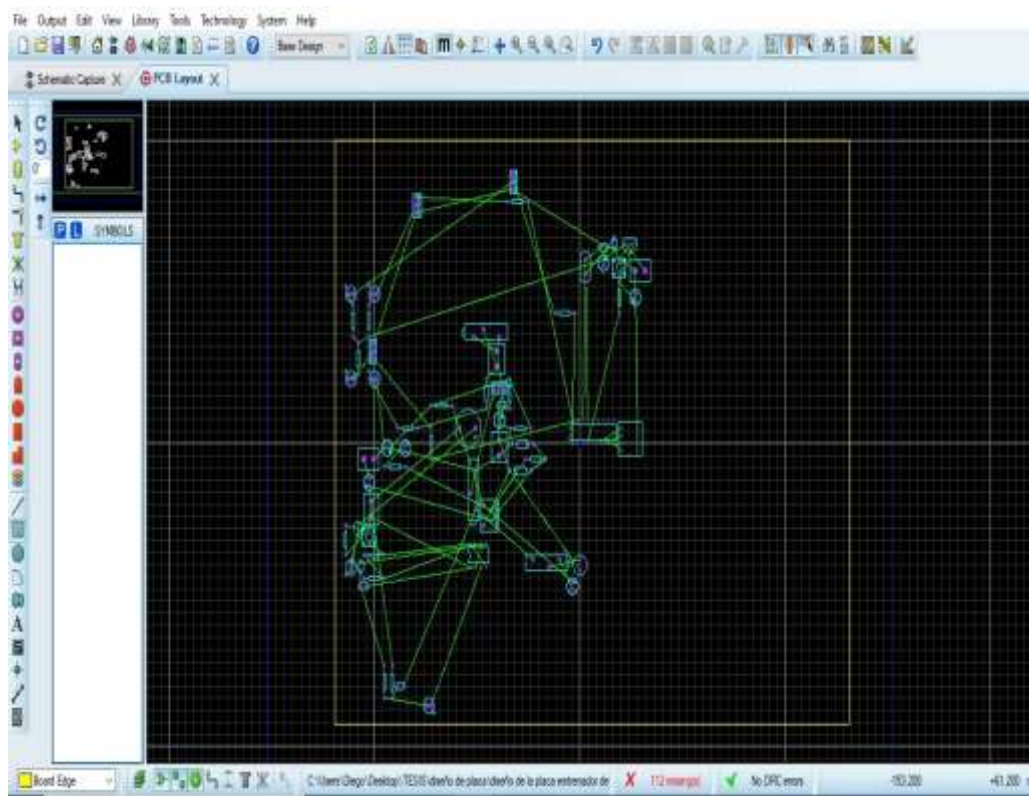
Como segundo paso crear el borde de la dimensión de la PCB seleccionando el icono cuadrado que se encuentra en la parte inferior izquierda y posterior seleccionar “Board Edge” para generar un cuadrado de línea de color amarillo como lo muestra la **Figura 28** generando un borde o dimensión que va a tener la placa.



**Figura 28.** Borde de la PCB. *Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.*

Como anterior al diseño en Ares se realizó el diagrama esquemático en Isis. En este punto ya no sería necesario buscar componentes por motivo que ya aparecen automáticamente en la ventana de Ares.

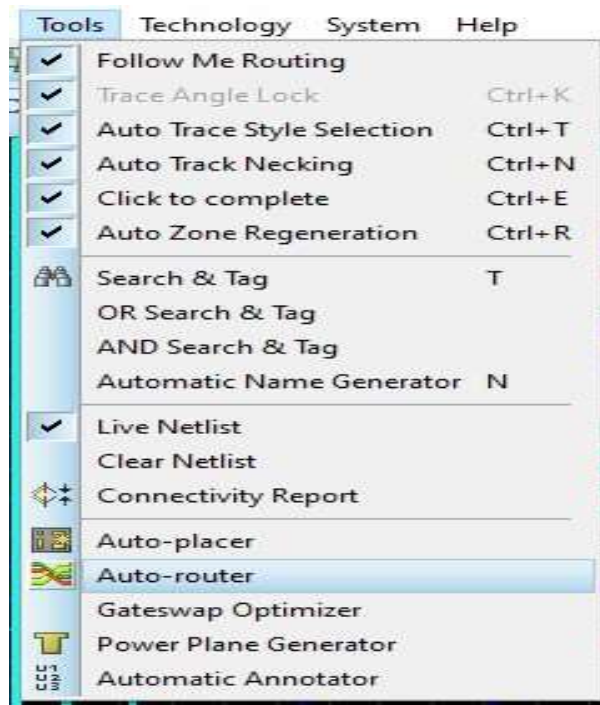
El siguiente paso se debe colocar todos los elementos en el área de trabajo según nos parezca conveniente como lo se observa en la **Figura 29** se muestra el resultado de colocar los componentes de forma automática.



**Figura 29.** Posicionamiento de componentes automáticamente en Ares. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

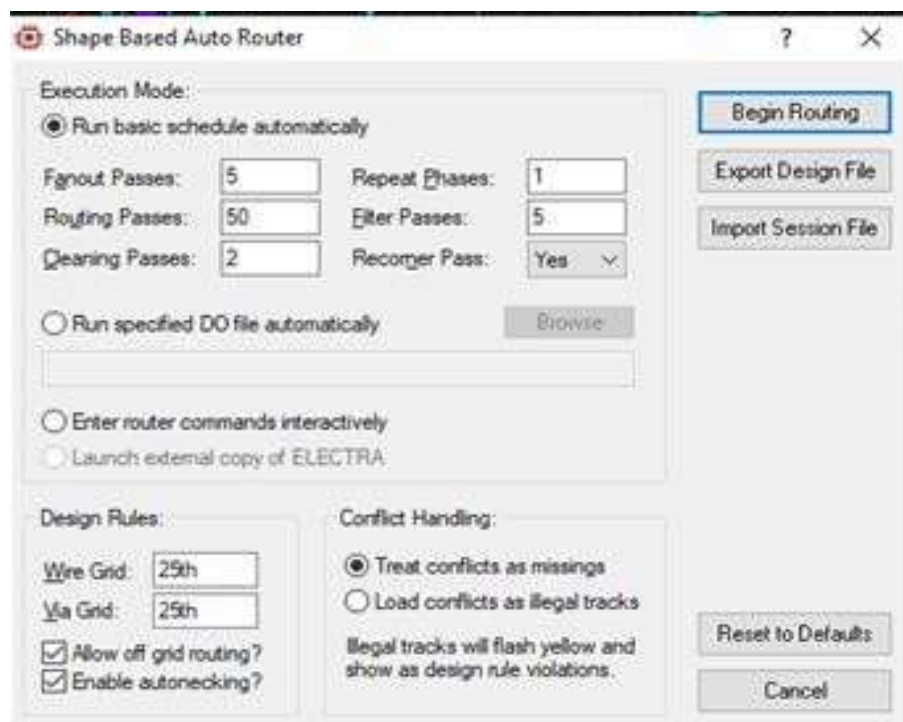
#### 4.6.1. Interconexión de elementos y ruteos de pistas.

Una vez ubicado todos los componentes de manera organizada y de forma estética para la vista el siguiente paso es realizar el ruteo de las pistas. El ruteo se puede realizar de dos formas de manera automática o de manera manual, dado que el diseño del módulo es bastante robusto y cuenta con varios bloques se utiliza el método automático, empezaremos seleccionando la herramienta “Auto-router” del menú “tools”, como lo muestra en la **Figura 30**.



**Figura 30.** Selección del "Auto-router". Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

A continuación como lo muestra en la **Figura 31**, aparece una ventana de diálogo puede parecer complicada, no se modifica nada, ya que en los diseños del circuito las opciones ofrecidas por defecto proporcionarán resultados satisfactorios.

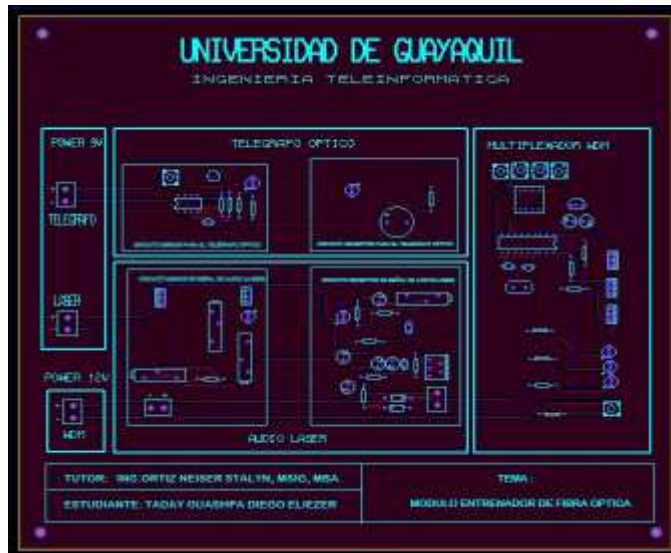


**Figura 31.** Ventana de edición de las características del auto-rutado. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



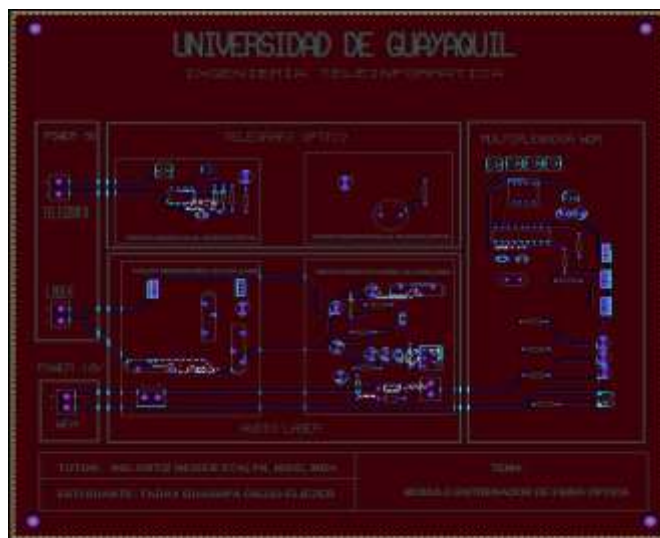
Una vez que ajusten las características del auto-ruteado se pulsa en “Begin Routing” y el programa comenzará a trazar de manera automática todas las pistas conectando todos los componentes. Se puede contemplar el progreso en la barra de estado y también se verá como el motor va completando su trabajo trazando rutas y mejorando los resultados con los nuevos intentos hasta encontrar la solución más óptima.

En la **Figura 32** se muestra el diseño utilizado con el auto-ruteado por las dos caras:



**Figura 32.** Trazado de pistas automáticamente. Información adaptada de investigación de trabajo.  
Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

El siguiente paso en realizar es cubrir la placa de cobre con el fin de evitar ruido entre las pistas cercanas y problemas por energía estética. En la **Figura 33** se observa el recubrimiento de cobre en la capa superior de la placa.



**Figura 33.** Recubrimiento de cobre en la capa superior. Información adaptada de investigación de trabajo.  
Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

El recubrimiento de cobre en la capa inferior de la placa se puede observar en la **Figura 34**.



**Figura 34.** Recubrimiento de cobre en la capa inferior. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer

#### 4.7. Visualización 3D



**Figura 35.** Visualización 3D módulo entrenador de fibra óptica. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.7.1. Creación de modelados en 3D y package.

Por motivo que Proteus no cuenta con algunos package y la visualización de algunos componentes en 3D se utilizó un software externo al de proteus para luego copiar el archivo generado en formato STEP en la carpeta de MCAD que se encuentra en la carpeta de labcenter de Proteus.

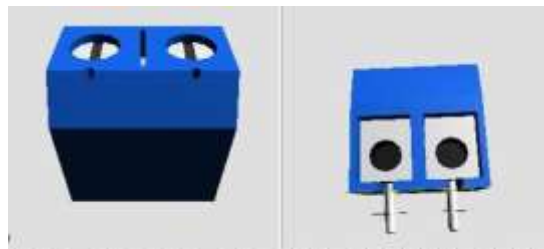
Para el diseño de los nuevos modelado 3D se utilizó la aplicación sketchup la interfaz la se la puede ver en la

**Figura 36.**



**Figura 36.** ventana de interfaz de Sketchup. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

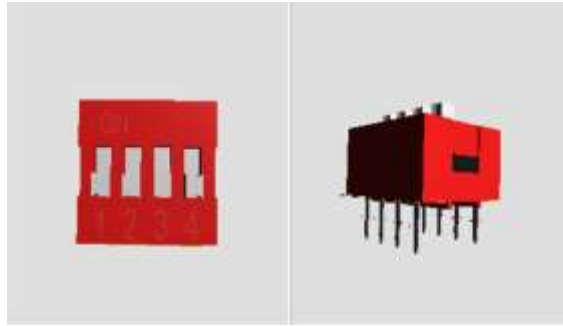
En las siguientes figuras se puede observar los diferentes diseños de los componentes que se crearon según las especificaciones de cada componente en el datasheet.



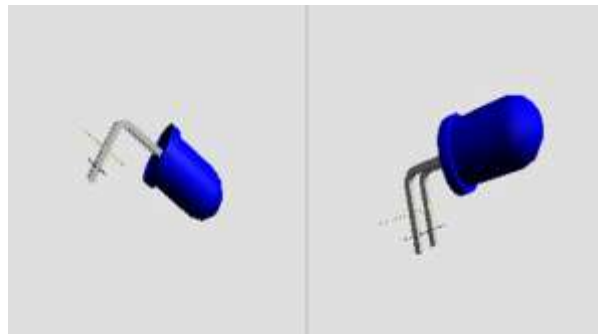
**Figura 37.** Bornera en sketchup. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



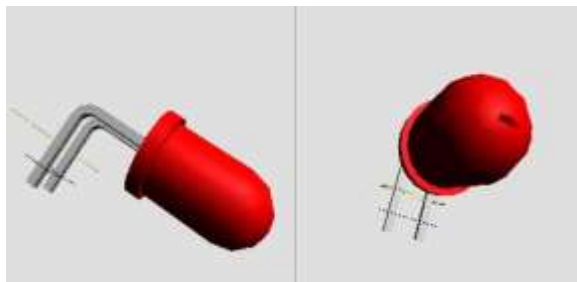
**Figura 38.** Buzzer en sketchup. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



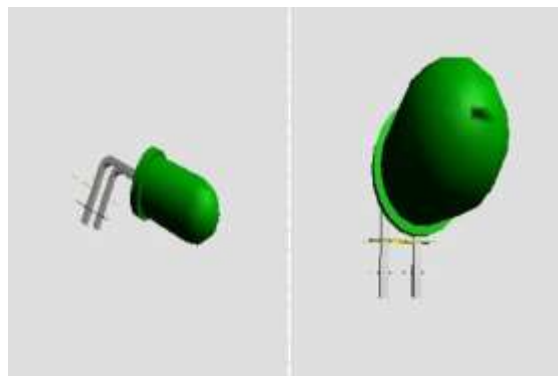
**Figura 39.** Deepswich en Sketchup. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



**Figura 40.** LED Azul en Sketchup. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



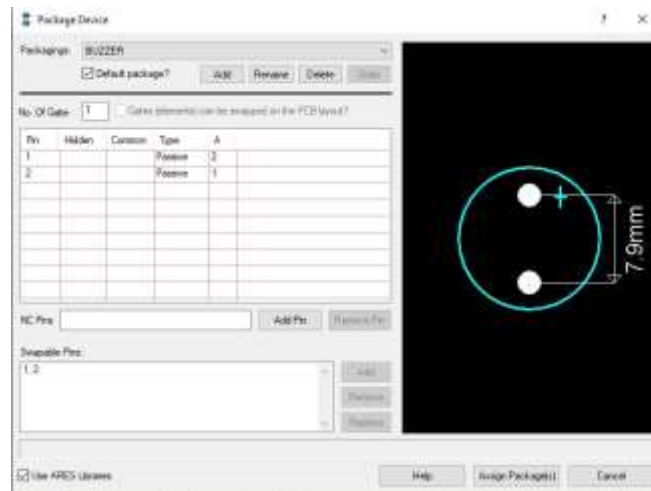
**Figura 41.** LED Rojo en Sketchup. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



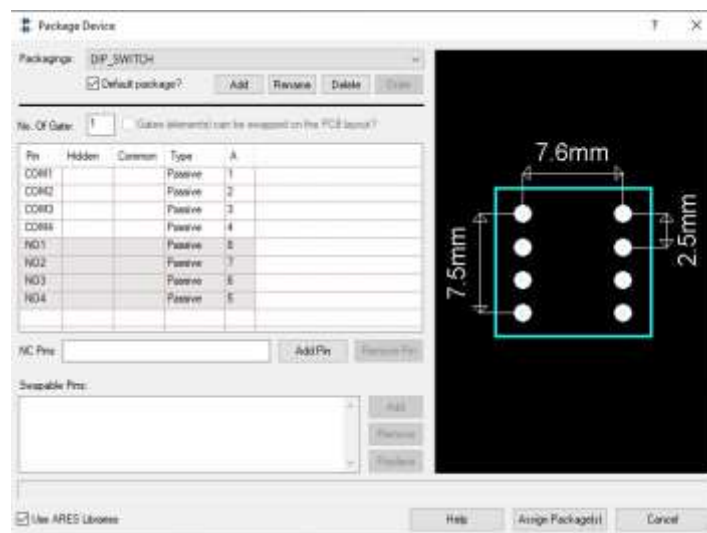
**Figura 42.** LED Verde en Sketchup. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.







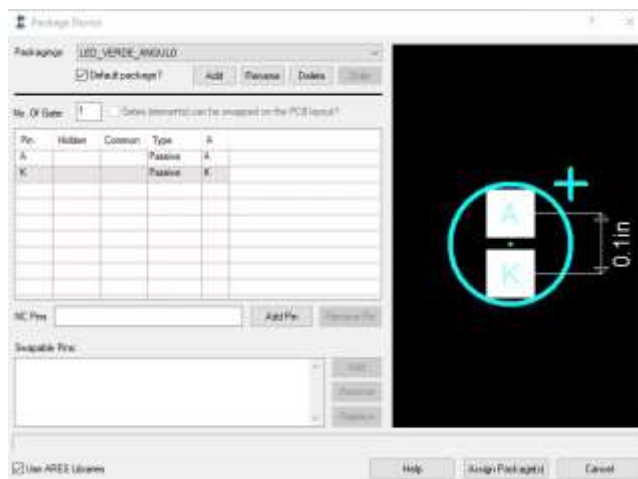
**Figura 46.** ventana de package de buzzer en proteus. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



**Figura 47.** ventana de package de deepswitch en proteus. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



**Figura 48.** ventana de package de led azul en proteus. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



**Figura 49.** ventana de package de led verde en proteus. Información adaptada de investigación de trabajo.  
Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

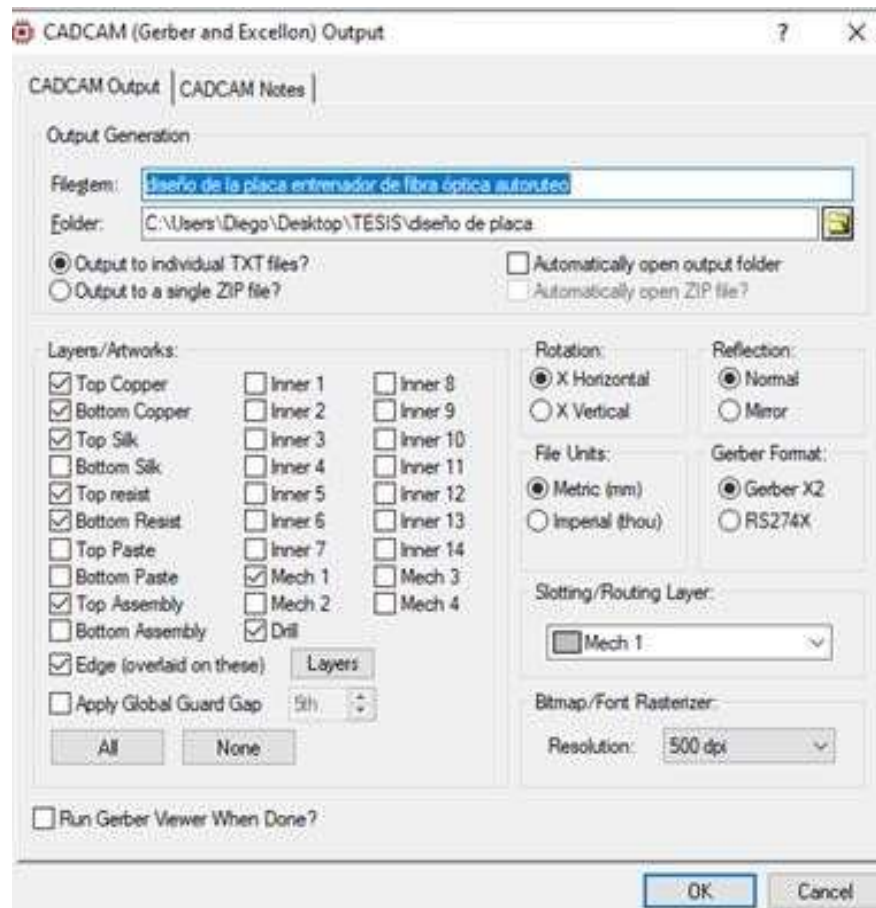


**Figura 50.** ventana de package de led rojo en proteus. Información adaptada de investigación de trabajo.  
Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.8. Creación de los ficheros de fabricación

Para la generación de los ficheros hay que seleccionar la opción “Generate Gerber/Excellon Files” desde el menú “Output”. Emergerá una ventana con un mensaje si se desea hacer un chequeo, a lo que se selecciona “Yes”, y si todo está correcto aparecerá la ventana de diálogo de la **Figura 51**.

El formato que se utiliza es el Gerber RS274X y la resolución del archivo es aconsejable que sea igual o superior a 500 dpi (puntos por pulgada). No es conveniente hacer imagen en espejo (Mirror) de alguna capa y se debe procurar que todas las capas estén alineadas.

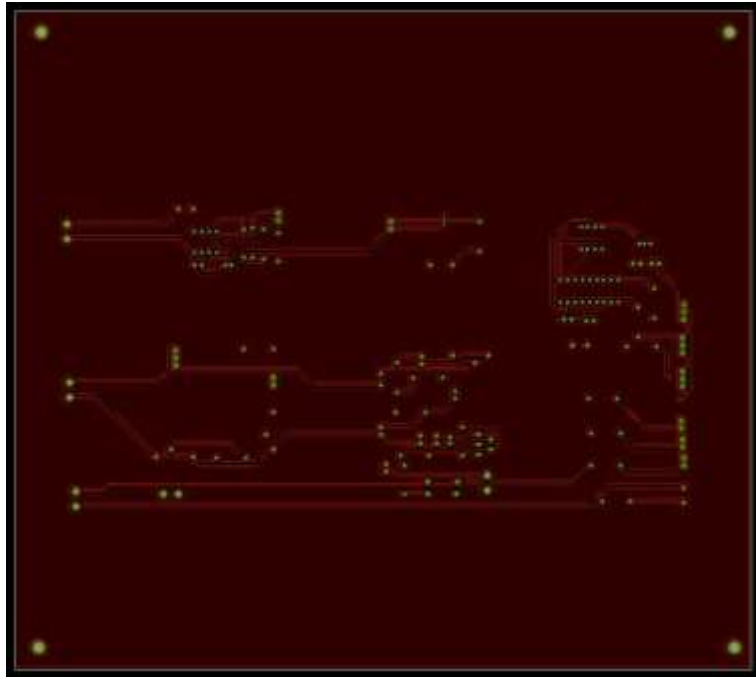


**Figura 51.** Ventana de generación de los ficheros de fabricación. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.8.1. Impresión de las Diferentes Vistas.



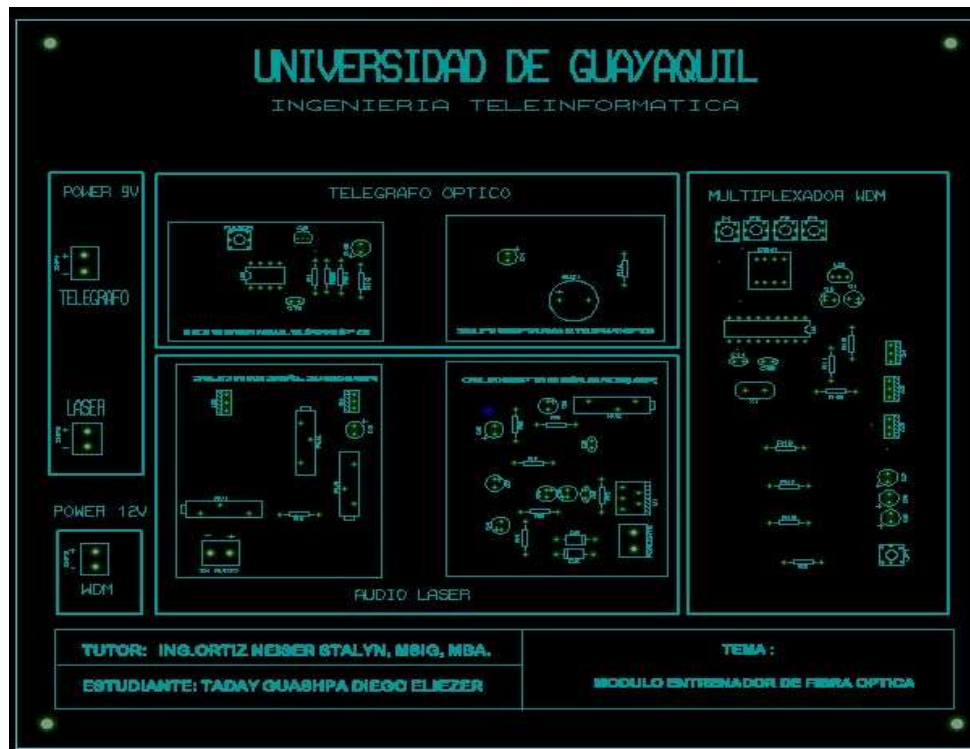
**Figura 52.** Pista capa superior de Gerber. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



*Figura 53. Pista capa inferior de Gerber. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.*



*Figura 54. mascara de soldadura del Gerber. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.*



**Figura 55.** Serigrafía capa superior. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

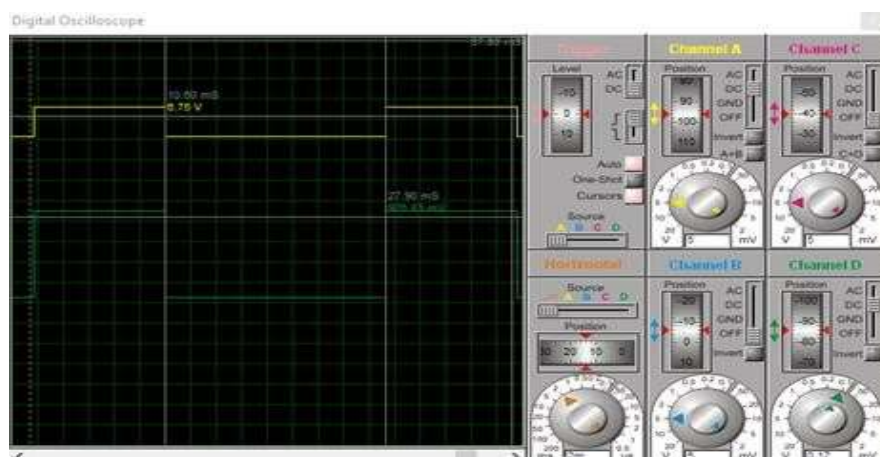
#### 4.9. Resultados de pruebas realizadas al módulo entrenador de fibra

En este punto se procede a la comprobación de resultados para obtener información de los circuitos propuestos.

##### 4.9.1. Telégrafo óptico.

A continuación, se puede observar en figuras:56-57 muestra la señal producida por el circuito telégrafo óptico con diferente frecuencia dentro de un periodo de tiempo.

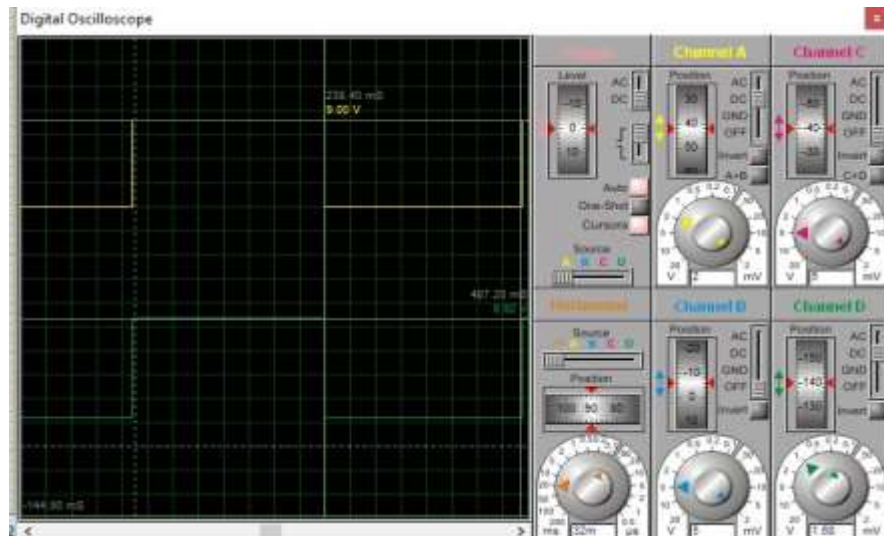
Con la variación de la R20 a 15k la frecuencia que se obtiene es  $f_r = 36\text{kHz}$  con un tiempo de encendido de 17.33ms y tiempo de apagado de 10.40ms con un ciclo de trabajo 62%.



**Figura 56.** Señal de salida Telégrafo Óptico con R 15k. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



Con la variación de la R20 a 350k la frecuencia que se obtiene es  $f_r = 2\text{kHz}$  con un tiempo de encendido de 249.53ms y tiempo de apagado de 249.60ms con un ciclo de trabajo 50.70%

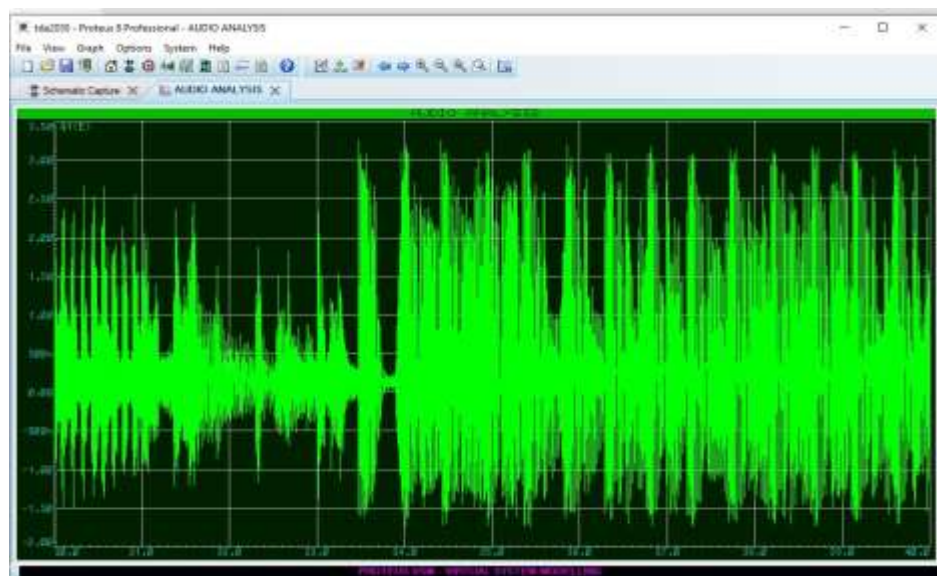


**Figura 57.** Señal de salida Telégrafo Óptico con R 350k. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.9.2. Audio mediante láser.

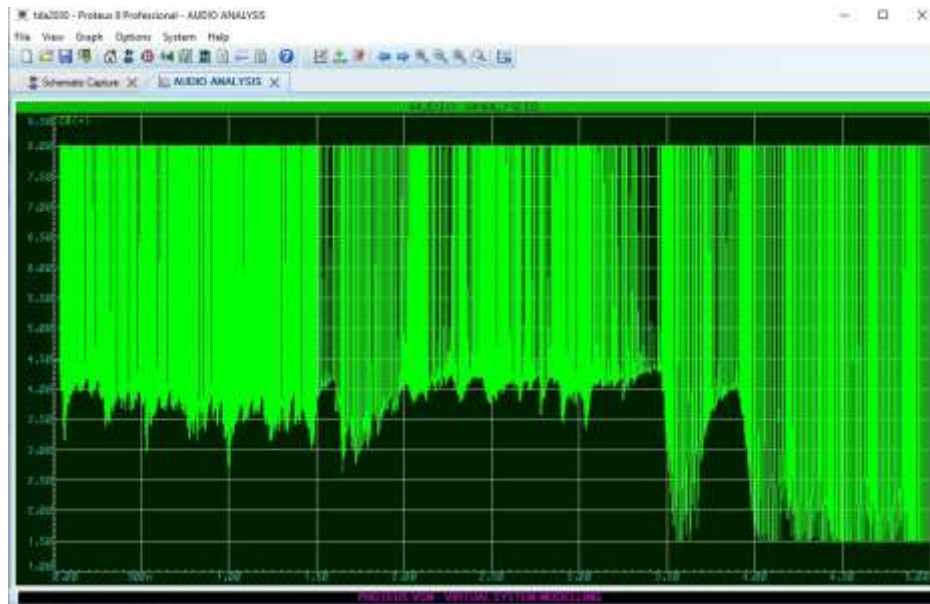
En las siguientes figuras: 59-60 se puede observar las señales de ingreso como de salida del amplificador.

Señal de ingreso dentro del circuito transmisor es una señal de audio como se puede observar en la Figura 58 con una alimentación de 3v y la señal de audio circula por la base de un transistor BD135 configurado en emisor común cuya función es controlar el encendido del láser.



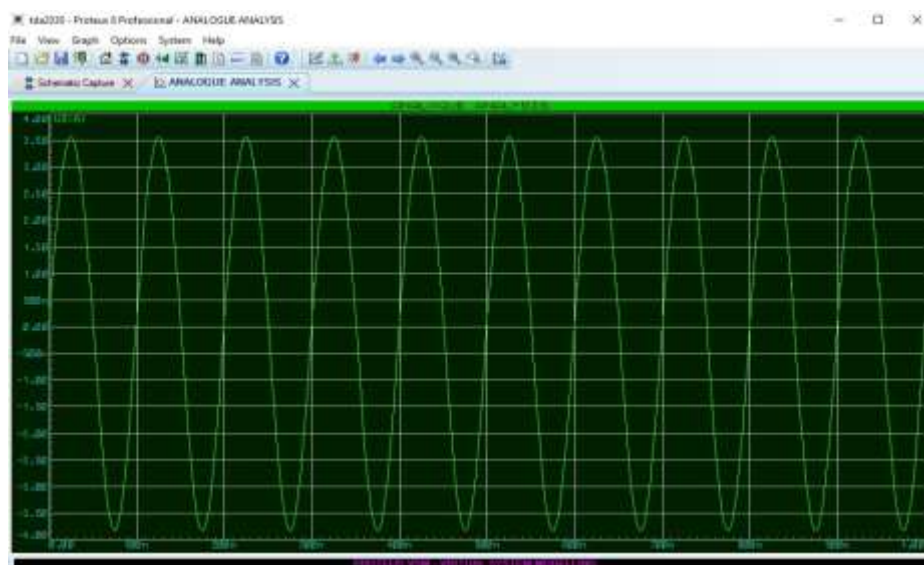
**Figura 58.** Señal de audio circuito transmisor. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

Señal de salida del amplificador del TDA2030 como se puede observar en la **Figura 59** la señal sufrió unos cambios debido a que los fotones emitidos por un láser poseen longitudes de onda muy cercanas entre sí. En cambio, en la luz emitida por diodos LED, existen fotones con mayores dispersiones en cuanto a las longitudes de onda.



**Figura 59.** Señal de salida del amplificador TDA2030. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

En la siguiente figura se utilizó una señal seno de ingreso de amplitud 4 con una frecuencia de 10Hz para una mejor comprensión de cómo funciona la transmisión por medio del láser donde la señal de emisión varía al de entrada.

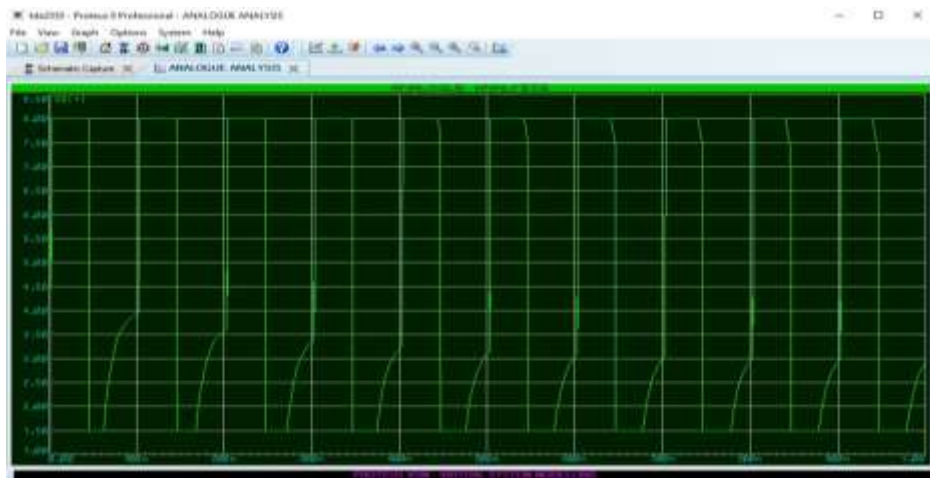


**Figura 60.** Señal seno de transmisor. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.



La señal de salida por medio del amplificador sufrió una variación como antes mencionado el láser poseen longitudes de ondas más cercanas entre sí.

En la **Figura 61** se puede observar de mejor manera.

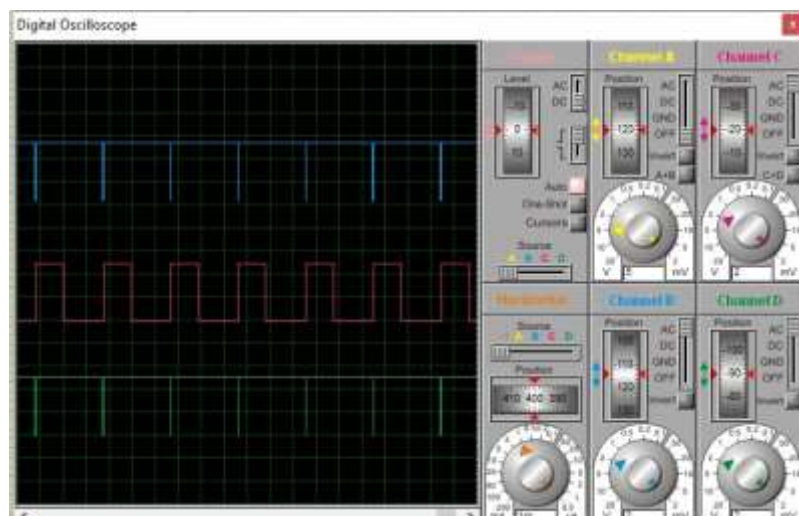


**Figura 61.** señal seno después de pasar el amplificador. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer

#### 4.9.3. WDM.

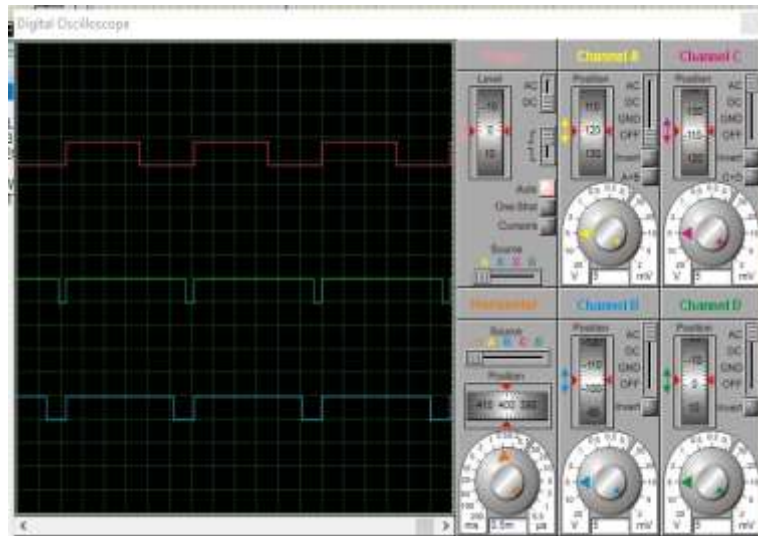
En las figuras 62-65 se puede observar tres señales independientes el cual utiliza el gran ancho de banda de la sección de banda de baja pérdida en fibras mono modo para transmitir mediante la mezcla de señales ópticas con varias velocidades (longitudes de onda).

Si tenemos un **LED** común o un led RGB conectado a un microcontrolador, se puede variar el brillo con el que se enciende el LED variando la señal PWM a la que se somete o cambiarle el color, dado que, al cambiar el brillo de cada color, podemos mezclar 16M de colores.



**Figura 62.** señal variación de ancho de frecuencia del led rojo. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.





**Figura 65.** Variación de las tres señales RGB. Información adaptada de investigación de trabajo.  
Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

#### 4.9.4. Diseño final visualizado en 3D de la placa PCB y componentes utilizados.

**Tabla 1.**

Capacitores (Componentes electrónicos utilizados en el Módulo Entrenador De Fibra Óptica)

Cantidad	Elementos	Valores
1	C1	470Uf
1	C2	1Uf
1	C3	220Nf
1	C4	2200Uf
2	C5, C8	2.2Uf
1	C6	22Uf
1	C7	220Uf
1	C9	0.1Nf
2	C10, C11	22Pf
1	C12	0.1Uf
1	C13	3.6Uf

Componente electrónicos capacitores. Información tomada del Módulo entrenador de fibra óptica. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer

**Tabla 2.**

Resistencia (Componentes electrónicos utilizados en el Módulo Entrenador De Fibra Óptica)

<b>Cantidad</b>	<b>Elementos</b>	<b>Valores</b>
1	R1	220
1	R2	240
1	R3	10k
1	R4	150k
1	R5	1
1	R6	4.7k
3	R7, R9	100k
3	R10, R12	2.2k,
3	R13, R16, R17	370
1	R14	330
1	R15	150
1	R20	220k
1	R21	470

*Componente electrónico resistencias. Información tomada del Módulo entrenador de fibra óptica. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer*

**Tabla 3.**

Transistores (Componentes electrónicos utilizados en el Módulo Entrenador De Fibra Óptica)

<b>Cantidad</b>	<b>Elementos</b>	<b>Valores</b>
3	Q1, Q3	TIP41
1	Q4	2N2222A
1	Q5	BD135

*Componente electrónico transistores. Información tomada del Módulo entrenador de fibra óptica Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer*

**Tabla 4.**

Diodos (Componentes electrónicos utilizados en el Módulo Entrenador De Fibra Óptica)

Cantidad	Elementos	Valores
1	D1	FOTOTRANSISTOR
1	D3	LASER
2	D5, D6	1N4001
1	D7	LED ROJO
1	D8	LED VERDE
1	D9	LED AZUL
1	D10	LED INFLARROJO

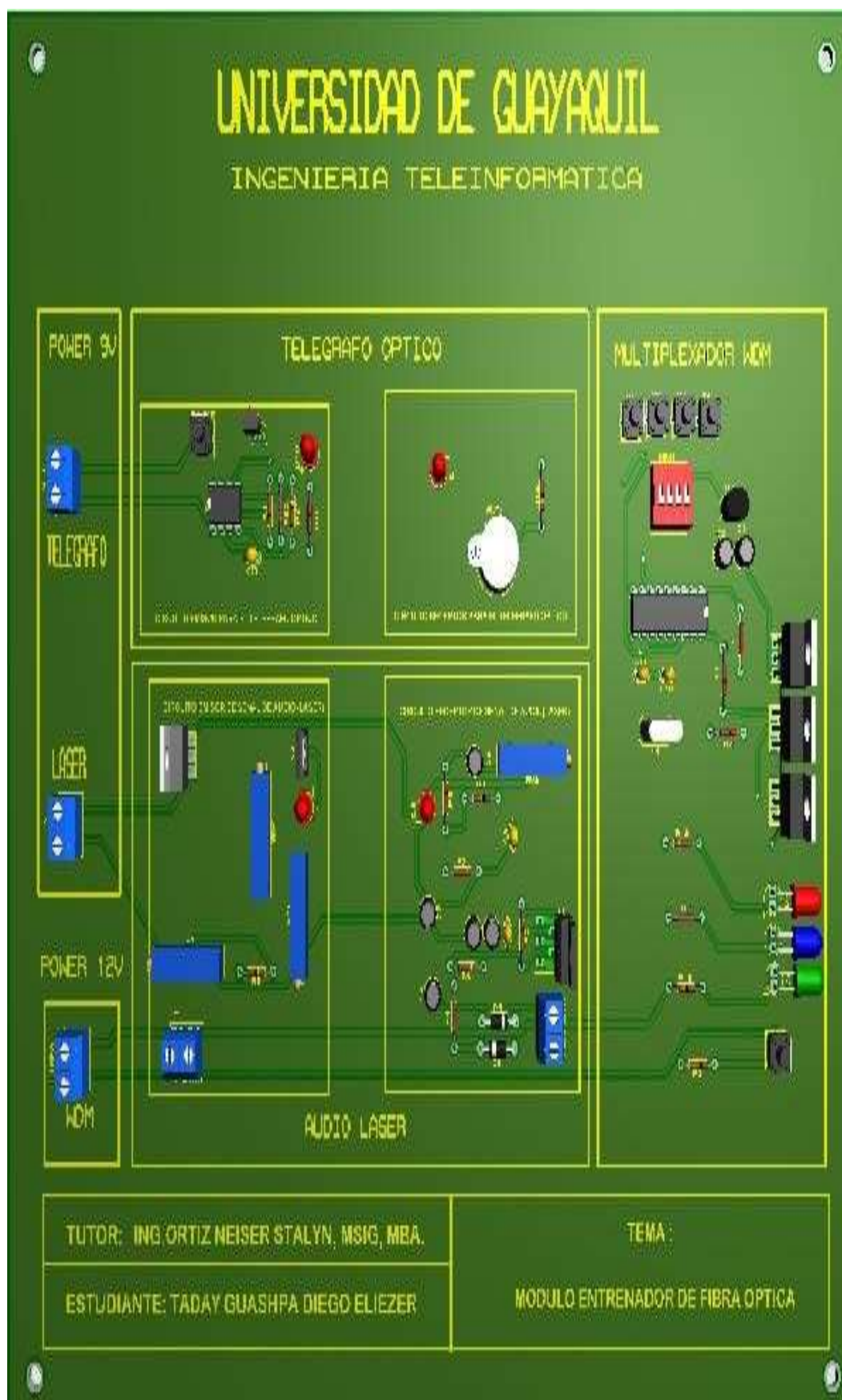
*Componente electrónico diodos. Información tomada del Módulo entrenador de fibra óptica. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer*

**TABLA 5.**

OTROS (Componentes electrónicos utilizados en el Módulo Entrenador De Fibra Óptica)

Cantidad	Elementos	Valores
1	BUZ1	BUZZER
1	DSW1	DEEPSWICTH
3	TERMINAL BLOQUE	2 PINES ENTRANDA
5	PULSADOR	2 PIN
2	RV1, RV3	5K
1	RV2	10K
1	OSCILADOR	40MHZ

*Componente electrónico otros. Información tomada del Módulo entrenador de fibra óptica. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer*



**Figura 66.** diseño de la placa PCB. Información adaptada de investigación de trabajo. Elaborado por Taday Guashpa Diego Eliezer.

## Conclusiones

En el desarrollo del presente tema de trabajo de titulación y una vez culminado el diseño del módulo entrenador de fibra óptica, se llegó a las siguientes conclusiones:

El tener conocimientos de los conceptos sobre comunicaciones ópticas y con la ayuda de la guía de aprendizaje activo de óptica y Fotónica de la UNESCO el cual ayudó con el diseño del módulo, para comprender el funcionamiento de cada uno del circuito que conforman el módulo.

La razón primordial que llevo al uso del software de Proteus por lo que es una aplicación profesional para la ejecución y construcción de equipos electrónicos en todas sus fases: diseño del esquema electrónico, programación del software, creación de la PCB (placa de circuito impreso), simulación del circuito en conjunto. Depuración de fallas y visualización en 3D de forma profesional pero el problema que se presenta es que no posee con imágenes tridimensionales de algunos componentes por ese motivo se utilizó otro software.

El otro software que se utilizó para solucionar el problema de visualización en 3D fue el programa llamado SketchUp el cual es un programa informático de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones 3D que permite crear cualquier cosa como son componentes electrónicos.

El módulo entrenador de fibra óptica presento varias delimitaciones en la práctica se utiliza led infrarrojo, LÁSER, fototransistores para verificar que envía y recepta la señal producida por el circuito igual se hizo la pruebas a través de osciloscopio de Proteus generando señales en cada módulo, para verificar los resultados se debería realizar la implementación del equipo.

En el circuito del telégrafo óptico se utilizó un NE555, la delimitación que surgió fue la simulación del emisor (led infrarrojo) como la del receptor (fototransistor), ya que los valores de la simulación no son exactos con la de la práctica por lo que influye varios factores como lo es la distancia entre el emisor y receptor, factor luz. En el segundo circuito se utilizó en el circuito emisor como medio de transmisión la luz de láser posterior como circuito de receptor se utilizó un fototransistor bipolar modelo (BPW17N) para amplificar la señal de ingreso se agregó un circuito amplificador TDA2030 para luego ser transmitida a los parlantes la delimitación que se presentó el circuito al estar utilizando como transmisor de láser un diodo solo va a estar enviando la mitad de la señal por motivo que los diodos son semiconductores eso quiere decir que transmiten si bien la parte positiva o la parte negativa de la señal algo que influye el audio que se está enviando. Y por último en el circuito multiplexador se utilizó un PIC 16F628A con una programación de modulación de longitud

de onda (PWM) para demostrar el funcionamiento que cumple la multiplexación por división de longitud de onda (WDM) tecnología que permite transmitir varias señales sobre una sola fibra.

### **Recomendaciones**

Mediante el desarrollo investigativo sobre el diseño del módulo de práctica se recomienda lo siguiente:

Se recomienda adecuar el laboratorio de Networking de la carrera de Ingeniería en Teleinformática con nuevos equipos didácticos para el aprendizaje experimental de los estudiantes.


Se recomienda que para futuros trabajos de titulación se realice la implementación del prototipo del módulo, el presente trabajo se realizó con todas las especificaciones para que no tengan inconvenientes en su desarrollo o para lograr modificaciones del diseño si es necesarias en caso lo requiera.

Se recomienda si se realiza la implementación del módulo también desarrollar una guía de práctica para que los estudiantes puedan realizar prácticas experimentales con el fin de adquirir nuevos conocimientos sobre comunicaciones ópticas.



**ANEXOS**

Anexo 1



**HARRIS**  
SEMICONDUCTOR

**CA555, CA555C,  
LM555, LM555C, NE555**

Timers for Timing Delays and Oscillator Application  
in Commercial, Industrial and Military Equipment

May 1997

**Features**

- Accurate Timing From Microseconds Through Hours
- Astable and Monostable Operation
- Adjustable Duty Cycle
- Output Capable of Sourcing or Sinking up to 200mA
- Output Capable of Driving TTL Devices
- Normally ON and OFF Outputs
- High Temperature Stability ..... 0.005%/°C
- Directly Interchangeable with SE555, NE555, MC1555, and MC1455

**Applications**

- Precision Timing
- Sequential Timing
- Time Delay Generation
- Pulse Generation
- Pulse Detector
- Pulse Width and Position Modulation

**Ordering Information**

PART NUMBER (BRAND)	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. NO.
CA555SE	-55 to 125	8 Ld PDIP	EB.3
CA555SM (555)	-55 to 125	8 Ld SOIC	ME.15
CA555SMB (555)	-55 to 125	8 Ld SOIC T	ME.15
CA555ST	-55 to 125	8 Pin Metal Can	TE.C
CA555SC	0 to 70	8 Ld PDIP	EB.3
CA555CN (555C)	0 to 70	8 Ld SOIC	ME.15
CA555CMB (555C)	0 to 70	8 Ld SOIC T	ME.15
CA555CT	0 to 70	8 Pin Metal Can	TE.C
LM555N	-55 to 125	8 Ld PDIP	EB.3
LM555CN	0 to 70	8 Ld PDIP	EB.3
NE555N	0 to 70	8 Ld PDIP	EB.3

NOTE: † Denotes Tape and Reel

**Description**

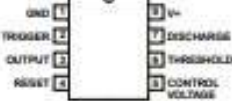
The CA555 and CA555C are highly stable timers for use in precision timing and oscillator applications. As timers, these monolithic integrated circuits are capable of producing accurate time delays for periods ranging from microseconds through hours. These devices are also useful for astable oscillator operation and can maintain an accurately controlled free running frequency and duty cycle with only two external resistors and one capacitor.

The circuits of the CA555 and CA555C may be triggered by the falling edge of the waveform signal, and the output of these circuits can source or sink up to a 200mA current or drive TTL circuits.

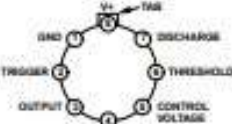
These types are direct replacements for industry types in packages with similar terminal arrangements e.g. SE555 and NE555, MC1555 and MC1455, respectively. The CA555 type circuits are intended for applications requiring premium electrical performance. The CA555C type circuits are intended for applications requiring less stringent electrical characteristics.

**Pinouts**

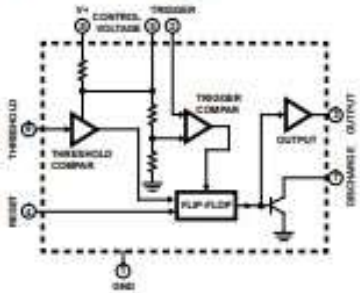
CA555, CA555C (PDIP, SOIC)  
LM555, LM555C, NE555 (PDIP)  
TOP VIEW



CA555, CA555C (METAL CAN)  
TOP VIEW



**Functional Block Diagram**



CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper IC Handling Procedures.  
Copyright © Harris Corporation 1997

8-3

File Number **834.4**

Datasheet integrado 555. Información tomada directamente de Harris Semiconductor. Elaborado por el autor.

Anexo 2

ON Semiconductor™



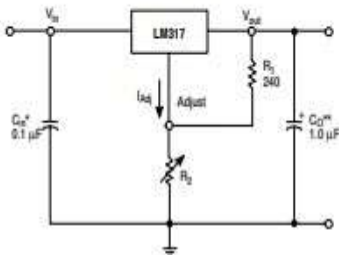
1.5 A Adjustable Output, Positive Voltage Regulator

The LM317 is an adjustable 3-terminal positive voltage regulator capable of supplying in excess of 1.5 A over an output voltage range of 1.2 V to 37 V. This voltage regulator is exceptionally easy to use and requires only two external resistors to set the output voltage. Further, it employs internal current limiting, thermal shutdown and safe area compensation, making it essentially blow-out proof.

The LM317 serves a wide variety of applications including local, on card regulation. This device can also be used to make a programmable output regulator, or by connecting a fixed resistor between the adjustment and output, the LM317 can be used as a precision current regulator.

- Output Current in Excess of 1.5 A
- Output Adjustable between 1.2 V and 37 V
- Internal Thermal Overload Protection
- Internal Short Circuit Current Limiting Constant with Temperature
- Output Transistor Safe-Area Compensation
- Floating Operation for High Voltage Applications
- Available in Surface Mount D<sup>2</sup>PAK, and Standard 3-Lead Transistor Package
- Eliminates Stocking many Fixed Voltages

Standard Application



\* C<sub>in</sub> is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.  
\*\* C<sub>o</sub> is not needed for stability; however, it does improve transient response.

$$V_{out} = 1.25 V \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{Ad} R_2$$

Since I<sub>Ad</sub> is controlled to less than 100 μA, the error associated with this term is negligible in most applications.

LM317

THREE-TERMINAL  
ADJUSTABLE POSITIVE  
VOLTAGE REGULATOR

SEMICONDUCTOR  
TECHNICAL DATA

T SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 221A

Heatsink surface  
connected to Pin 2.



Pin 1. Adjust  
2. V<sub>adj</sub>  
3. V<sub>in</sub>

D2T SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 936  
(D<sup>2</sup>PAK)

Heatsink surface (shown as terminal 4 in  
case outline drawing) is connected to Pin 2.

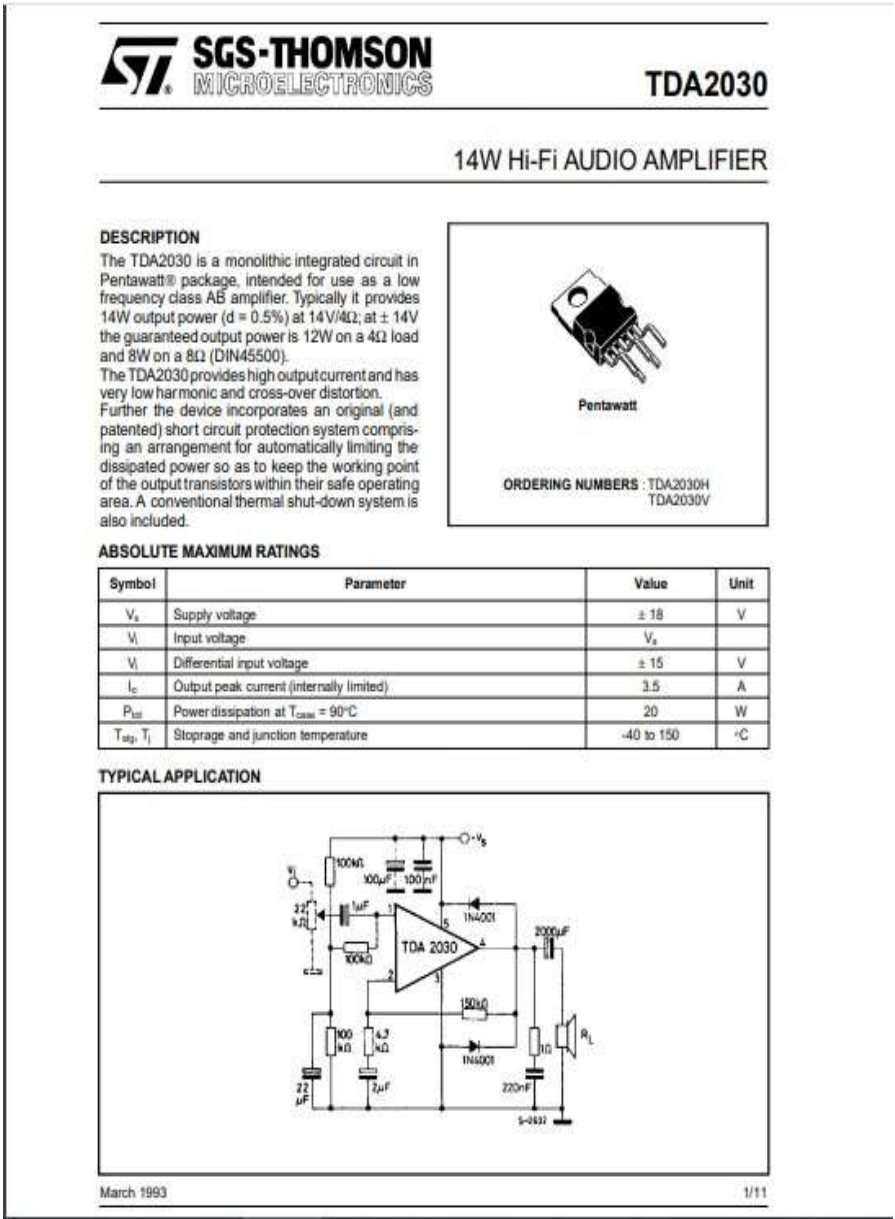


ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM317BD2T	T <sub>J</sub> = -40° to +125°C	Surface Mount
LM317BT		Insertion Mount
LM317D2T	T <sub>J</sub> = 0° to +125°C	Surface Mount
LM317T		Insertion Mount

Datasheet LM317T. Información tomada directamente de On Semiconductor. Elaborado por el autor.

Anexo 3



Datasheet TDA2030. Información tomada directamente de SGS-THOMSON Microelectronics. Elaborado por el autor.

### Anexo 4

Componente	Recomendar valor	Propósito	Mayor que valor recomendado	Menor que valor recomendado
R1	$22 \text{ m}\Omega$	Ganancia de lazo cerrado ajuste	Incremento de ganancia	Disminución de ganancia (*)
R2	$680 \text{ }\Omega$	Ganancia de lazo cerrado ajuste	Disminución de ganancia (*)	Incremento de ganancia
R3	$22 \text{ m}\Omega$	Entrada no invertida sesgo	Aumento de la entrada impedancia	Disminución de la entrada impedancia
R4	$1 \text{ }\Omega$	Estabilidad de frecuencia	Peligro de oscilación a altas frecuencias con induct. cargas	
R5	$\cong 3 R2$	Frecuencia superior cortar	Pocas frecuencias altas atenuación	Peligro de oscilación
C1	$1 \text{ }\mu\text{F}$	Entrada DC desacoplamiento		Aumento de baja corte de frecuencias
C2	$22 \text{ }\mu\text{F}$	Inversión DC desacoplamiento		Aumento de baja corte de frecuencias
C3, C4	$0,1 \text{ }\mu\text{F}$	Tensión de alimentación derivación		Peligro de oscilación
C5, C6	$100 \text{ }\mu\text{F}$	Tensión de alimentación derivación		Peligro de oscilación
C7	$0,22 \text{ }\mu\text{F}$	Estabilidad de frecuencia		Peligro de oscilación
C8	$\cong \frac{1}{2\pi \cdot BR1}$	Frecuencia superior cortar	Menor ancho de banda	Mayor ancho de banda
D1, D2	1N4001	Para proteger el dispositivo contra picos de voltaje de salida		

*Datasheet TDA2030. Información tomada directamente de SGS-THOMSON Microelectronics. Elaborado por el autor.*

## Anexo 5

TABLA 3-2: PIC16F627A / 628A / 648A PINOUT DESCRIPCIÓN

Nombre	Función	Tipo de entrada	Tipo de salida	Descripción
RA0 / AN0	RA0	ST	CMOS	Puerto de E / S bidireccional
	AN0	UN	-	Entrada de comparador analógico
RA1 / AN1	RA1	ST	CMOS	Puerto de E / S bidireccional
	AN1	UN	-	Entrada de comparador analógico
RA2 / AN2 / V <sub>ANOUT0</sub>	RA2	ST	CMOS	Puerto de E / S bidireccional
	AN2	UN	-	Entrada de comparador analógico
	V <sub>ANOUT0</sub>	-UIN	-	V <sub>Salida</sub> 0
RA3 / AN3 / CMP1	RA3	ST	CMOS	Puerto de E / S bidireccional
	AN3	UN	-	Entrada de comparador analógico
	CMP1	-	CMOS	Salida del comparador 1
RA4 / T0CK1 / CMP2	RA4	ST	schmitt	Puerto de E / S bidireccional
	T0CK1	ST	-	Entrada de reloj Timer0
	CMP2	-	schmitt	Salida del comparador 2
RA5 / MCLR / PGMAS	RA5	ST	-	Puerto de entrada
	MCLR	ST	-	Maestro claro. Cuando se configura como MCLR, este pin es un RESET activo bajo para el dispositivo. Voltaje en MCLR / VPP no debe exceder V <sub>DD</sub> durante el funcionamiento normal del dispositivo.
	PGMAS	-	-	Programación de entrada de tensión.
RA6 / OSC2 / CLKOUT	RA6	ST	CMOS	Puerto de E / S bidireccional
	OSC2	-	XTAL	Salida de cristal oscilador. Se conecta al cristal o resonador en modo Crystal Oscillator.
	CLKOUT	-	CMOS	En modo RC / INTOSC, el pin OSC2 puede emitir CLKOUT, que tiene 1/4 de la frecuencia de OSC1
RA7 / OSC1 / CLKIN	RA7	ST	CMOS	Puerto de E / S bidireccional
	OSC1	XTAL	-	Entrada de cristal oscilador
	CLKIN	ST	-	Entrada de fuente de reloj externa. Pin de polarización RC.
RB0 / INT	RB0	TTL	CMOS	Puerto de E / S bidireccional. Puede ser programmed para dominadas débiles internas.
	INT	ST	-	Interrupción externa.
RB1 / RX / DT	RB1	TTL	CMOS	Puerto de E / S bidireccional. Puede ser programmed para dominadas débiles internas.
	RX	ST	-	Pin de recepción de USART
	DT	ST	CMOS	E / S de datos sincrónico.
RB2 / TX / CK	RB2	TTL	CMOS	Puerto de E / S bidireccional. Puede ser programmed para dominadas débiles internas.
	TX	-	CMOS	Pin de transmisión USART
	CK	ST	CMOS	E / S de reloj sincrónico.
RB3 / CCP1	RB3	TTL	CMOS	Puerto de E / S bidireccional. Puede ser programmed para dominadas débiles internas.
	CCP1	ST	CMOS	Capturar / Comparar / E / S PWM

Leyenda: O = Salida  
- = No utilizado  
TTL = Entrada TTL

CMOS = Salida CMOS  
UN = Entrada  
schmitt = Salida de disparador Schmitt

PAGS= Pines  
ST = Entrada de disparador Schmitt  
AN = Analógico

Datasheet PIC16F628A. Información tomada directamente de Microchip. Elaborado por el autor.

## Anexo 6

```

////////////////////////////////////
//Control de 3 canales PWM por software                                     //
//se utiliza para mezclar el brillo de tres leds;rojo,verde,azul //
//Funcionamiento;                                                         //
//
//      *Si PIN_B3=1,ENTONCES;
//
//      PIN_B0=0 Disminuye ciclo util canal0      PIN_A0      //
//      PIN_B1=0 Disminuye ciclo util canal1      PIN_A1      //
//      PIN_B2=0 Disminuye ciclo util canal2      PIN_A2      //
//
//      *Si PIN_B3=0,ENTONCES;
//
//      PIN_B0=0 Aumenta ciclo util canal0      PIN_A0      //
//      PIN_B1=0 Aumenta ciclo util canal1      PIN_A1      //
//      PIN_B2=0 Aumenta ciclo util canal2      PIN_A2      //
////////////////////////////////////
#include <16f628a.h>
#define _XTAL_FREQ 2000000 //no watch dog timer
#define _XTAL_FREQ 2000000 //hs > 20mhz
#define _XTAL_FREQ 2000000 //no power up timer
#define _XTAL_FREQ 2000000 //code not protected from reading
#define _XTAL_FREQ 2000000 //no reset when brownout detected
#define _XTAL_FREQ 2000000 //no low voltage programming on b3(pic16) or b5(pic18)
#define _XTAL_FREQ 2000000 //no ee protection
#define _XTAL_FREQ 2000000 //libreria para generar retardos con un cristal de 20 mhz
#include <PWM.h> //libreria para generar PWM por software
void main()
{
    unsigned int i=0,j=0,k=0,n=20;
    Init_Pwm(); //inicia MACRO para generar PWM por software
    port_b_pullups(true); //Habilita resistencias de pullup
    set_tris_A(0x00); //Salidas PWM LEDS Rojo, Verde y Azul
    set_tris_b(0xFF); //Entradas botones
    while(true)
    {
        delay_ms(n);
        //CANAL 1 PIN A0:
        if (!input(PIN_B0)) i++;
        //CANAL 2 PIN A1:
        if (!input(PIN_B1)) j++;
        //CANAL 3 PIN A2:
        if (!input(PIN_B2)) k++;
        //Velocidad de cambio de color:
        if (!input(PIN_B3)) n++;
        //Escritura del ciclo util para canal1, canal2 y canal3
        Write_Duty(0,i);
        Write_Duty(1,j);
        Write_Duty(2,k);
        //recidaje de contadores i,j,k,n
        if (i>128)i=0;
        if (j>128)j=0;
        if (k>128)k=0;
        if (n>128)n=20;
    }
}

```

*Programación PIC16F628A de forma de mezclador de colores RGB. Información tomada directamente de foros de electrónica. Elaborado por Barreto Quinteros Raúl.*



## Bibliografía

- Alvarado, J. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA FM*. Universidad de Guayaquil, Ingeniería Teleinformática, Guayaquil.
- (2012). *APRENDE PRACTICANDO / Fotodetector*. Madrid-España: electronicasi. Obtenido de [Electronicasi.com](http://Electronicasi.com).
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2018). *Ley Orgánica Reformatoria a la Ley Orgánica de Educación Superior*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/Ley-Organica-Reformatoria-a-la-Ley-Organica-de-Educacion-Intercultural-LOEI.pdf>
- Barron, M. (2019). *Uso Didáctico Del Software De Ayuda Al Diseño Electrónico “ Proteus ”*. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Obtenido de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2004-1034/S1F05.pdf>
- Cabezas, A., & Pinto, R. (2014). *Sistemas de comunicaciones ópticas*. Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. Obtenido de <http://books.google.com/books?id=zhFu4jZ1h4oC&pgis=1>
- Canales, A., & Araya, I. (2017). *Recursos didácticos para el aprendizaje de la educación comercial: Sistematización de una experiencia en educación superior*. Costa Rica: Revista Electronica Educare.
- Chirino, S., Palma, N., & Rodriguez, G. (2015). *Aprendizaje de contenidos de óptica geométrica utilizando software didáctico*. San Juan: Revista de enseñanza de la física.
- Cortés, J. (2015). *Secuencia didáctica: aplicaciones de la óptica en sistemas digitales de comunicación*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/52246/>
- Dávila, M. (2016). *Teoría y práctica en la Educación Superior . Encuentros y desencuentros. Debate universitario*. universidad abierta interamericana. Obtenido de <http://portalrevisciencia.uai.edu.ar/ojs/index.php/debate-universitario/article/view/v5n9a06>



- Educación 3.0. (31 de Marzo de 2017). *Educación tres punto cero*. Obtenido de <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/metodologias-activas-en-el-aula-cual-escoger/>
- Espinoza, L. a., & Rodríguez, R. (2017). *La generación de ambientes de aprendizaje : un análisis de la percepción juvenil*. Mexico: RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.
- Fernandez, I. (10 de enero de 2017). *NOBBOT*. Obtenido de tecnología para las personas: <https://www.nobbot.com/futuro/comunicacion-laser/>
- García, E. (2017). La luz. Naturaleza y propagación. En E. Garcia, *procesos y medios de comunicacion* (págs. 1-20). Madrid: PREPARADORES DE OPOSICIONES PARA LA ENSEÑANZA. Obtenido de <https://www.preparadores.eu/temamuestra/Secundaria/PMC.pdf>
- Gerónimo, C. (2015). *MANUAL DE COMUNICACIONES POR FIBRA OPTICAS*. Madrid: comunicaciones opticas.
- Google SketchUp. (2018). *tutoriales en pdf*. Obtenido de tutoriales en pdf: <https://tutorialesenpdf.com/sketchup/>
- Hernández, j. (2010). *Telecomunicación por sistemas ópticos*. Mexico: ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA UNIDAD CULHUACAN.
- Instituto Tecnológico de Aguascalientes. (10 de Agosto de 2020). *telecomunicaciones TICS*. Obtenido de <https://telecomunicaciones2.webnode.mx/unidad-6/a6-5-transmisores-y-receptores-opticos-/>
- Jimenez, J., Bonilla, J., & Ponce, A. (2015). *La Tecnología en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje; relación fundamental en el desarrollo de innovación educativa contemporánea*. Instituto Tecnológico de Formación.
- Kalstein. (15 de junio de 2020). *El láser diodo y su importancia en la medicina estética*. Obtenido de kalstein: <https://www.kalstein.co.ve/el-laser-diodo-y-su-importancia-en-la-medicina-estetica/>
- labcenter electronics. (30 de julio de 2020). *labcenter electronics*. Obtenido de labcenter electronics: <https://www.labcenter.com/education/>
- LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN INTERCULTURAL\*. (19 de Mayo de 2015). Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf>

- Lorenzo, M., Farré, A., & Rossi, A. (2018). *La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica*. Buenos Aires: revista Eureka.
- Mancebo, A., Moreno, G., & Guzmán, V. (2018). *Metodología para la formación experimental del profesional de la carrera Licenciatura en Educación Química*. Cuba: Rev. Cubana Quím.
- Médium. (2018). ¿Cuál es la diferencia entre fibra monomodo y multimodo? *medium*.
- Médium. (17 de agosto de 2018). *Medium*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@xxxamin1314/ventajas-y-desventajas-de-la-fibra-%C3%B3ptica-cdf2adc31732#:~:text=No%20obstante%2C%20la%20fibra%20%C3%B3ptica,del%20cable%20de%20fibra%20%C3%B3ptica.&text=Mayor%20ancho%20de%20banda%20y,y%20una%20velocidad%20extremadament>
- Melo, P. (2020). *Análisis de la concepción de docentes y estudiantes sobre el juego como recurso didáctico para el aprendizaje: experiencia en la educación primaria*. Latinoamericana, Revista Educativos, Estudios. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27060320011>
- Moreano, E. (2015). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODULO DE COMUNICACIÓN DIDÁCTICO MEDIANTE FIBRA ÓPTICA Y SU COMPARATIVA CON LA NUEVA INTERFAZ (FDDI) COMO UNA RED RÁPIDA DE COMUNICACIONES*. Sangolqui: DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11525/T-ESPE-053002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Niño, V. (2011). *Metodología de la Investigación Diseño y ejecución*. Botanica Marina. Obtenido de [www.edicionesdelau.com](http://www.edicionesdelau.com)
- Olarte, L. (23 de Abril de 2018). *conogasi*. Obtenido de <http://conogasi.org/articulos/clasificacion-de-software-de-sistemas-y-aplicaciones/>
- Olivos, T. (2015). *Didáctica de la Educación Superior : nuevos desafíos en el siglo XXI*. Mexico: perspectiva educacional formacion de profesores.
- Pacheco, M. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA BPSK /QPSK USANDO AD633 AUTOR*. Guayaquil.
- Pillasagua, S. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA PSK/QPSK*. tesis, Guayaquil. Obtenido de

- [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46711/1/Pillasagua Oviedo Steven Leonardo.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46711/1/Pillasagua_Oviedo_Steven_Leonardo.pdf)
- Raffino, M. (16 de junio de 2020). *concepto*. Obtenido de fibra optica: <https://concepto.de/fibra-optica/>
- Raffino, M. (3 de agosto de 2020). *concepto luz*. Obtenido de "luz": <https://concepto.de/luz/#ixzz6U3mQUEY>
- Ramírez, H. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRÁCTICA POR DESPLAZAMIENTO DE AMPLITUD ASK/AM*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Rayo, J. (2018). *Diseño de la curva de valor en la Universidad de Guayaquil para los periodos del 2018 al 2020* ". Obtenido de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27479/1/Diseño de la curva de valor en la Universidad de Guayaquil para los periodos del 2018 al 2020.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27479/1/Diseño%20de%20la%20curva%20de%20valor%20en%20la%20Universidad%20de%20Guayaquil%20para%20los%20periodos%20del%202018%20al%202020.pdf)
- Régimen Del Buen Vivir. (22 de Julio de 2008). Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Constituci%C3%B3n-de-la-Rep%C3%ABlica.pdf>
- Rodríguez, H. (2018). *AMBIENTES DE APRENDIZAJE*. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/huejutla/n4/e1.html>
- Sánchez, M., Martinez, A., & Hiracheta, R. (2016). *El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico*. Mexico: facultad de ingenieria mecanica y electricidad (UANL).
- Silva, J., & Maturana, D. (2017). *Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior*. Chile: Innovación Educativa.
- Silvestre, S., Salazar, J., & Marzo, J. (2019). *Proceso de diseño y fabricación de una placa de circuito impreso ( PCB )*. europa: České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická. Obtenido de [file:///C:/Users/Diego/Downloads/LM06\\_R\\_ES-2.pdf](file:///C:/Users/Diego/Downloads/LM06_R_ES-2.pdf)
- Sivianes, F. (2016). *Desarrollo de prácticas para un laboratorio de comunicaciones*. sevilla: departamento de ingenieria electronica.
- Suasnabas, I., Avila, W., Diaz, J., & Rodriguez, V. (2017). *Las Tics en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria*. Ecuador: revista cientifica dominio de las ciencias .

- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones opticas*. Mexico: Fracc. Industrial Alce Blanco.
- Vergara, D. (2012). *Aprendizaje Activo en la Enseñanza de la Óptica*. medellin. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6842/1/43087226.2012.pdf>
- Zhingre, C. (2018). *Análisis del ruido en sistemas de modulación analógica usando el simulador NI ELVIS II PLUS*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/30031>