



**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 DE PRÁCTICA DE CÓDIGOS DE
LÍNEA PARA LA CARRERA INGENIERÍA EN
TELEMÁTICA”**

**AUTORA
SOLIS JALCA MELISSA STEFANÍA**

**DIRECTORA DEL TRABAJO
ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG**

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2022



**ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO
DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA EN TELEINFORMÁTICA**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO:	Diseño de módulo de práctica de códigos de línea para la carrera Ingeniería en Telemática.		
AUTOR (apellidos y nombres):	Solis Jalca Melissa Stefanía		
TUTOR y REVISOR (apellidos y nombres):	Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg / Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, Mg		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ingeniería Industrial		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero en Teleinformática		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	27 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	137
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tecnología de las telecomunicaciones.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Códigos de línea, módulo, prácticas, estudiantes, laboratorio, aprendizaje.		
<p>RESUMEN</p> <p>En el presente trabajo de titulación se implementó un módulo de práctica de códigos de línea, cuyo propósito es el de ser una herramienta que permita reforzar el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes que cursan el sexto semestre de la carrera Telemática específicamente en la materia comunicación analógica y digital, para el desarrollo del presente trabajo se aplicaron las metodologías cuantitativa, bibliográfica, experimental y de campo, como herramienta para la recolección de datos importantes que le proporcionen continuidad al presente trabajo se utilizó la pre y post encuesta, mediante la pre encuesta se demostró que existe dificultad para diferenciar los tipos de códigos de líneas, representar la señal asociada a una secuencia de bits, además se observó que la mayor parte de estudiantes están de acuerdo con que se cuente con un módulo que permita afianzar los conceptos teóricos, a partir de la post encuesta se observa que el grado de satisfacción por parte de los estudiantes al usar el módulo de práctica es positivo, las características que más les llamó la atención fueron que se muestre en pantalla: la gráfica codificada, el tren de bits a enviar, la selección del tipo de codificación y también la rapidez con la que se transmiten los datos, por otro lado se comprobó que el módulo es intuitivo lo que ayuda a que la práctica se realice en menos de 30 minutos y que los resultados obtenidos son iguales a los resultados teóricos, a partir de realizar un análisis de los resultados obtenidos en la post encuesta se concluye que el módulo es una herramienta viable para mejorar el proceso de aprendizaje.</p>			
<p>ABSTRACT</p> <p>In this degree work a module of line codes practice was implemented, whose purpose is to be a tool to reinforce the teaching-learning process of students in the sixth semester of the Telematics career specifically in the subject analog and digital communication, for the development of this work the quantitative, bibliographic, experimental and field methodologies were applied, as a tool for collecting important data that provide continuity to this work was used the pre and post survey, The pre-survey showed that there is difficulty in differentiating the types of line codes, represent the signal associated with a sequence of bits, it was also observed that most students agree with having a module that allows strengthening the theoretical concepts,</p>			

from the post survey shows that the degree of satisfaction by students to use the practice module is positive, the features that most caught their attention were shown on the screen: the encoded graph, the train of bits to send, the selection of the type of encoding and also the speed with which the data is transmitted, on the other hand it was found that the module is intuitive which helps the practice to be done in less than 30 minutes and that the results obtained are equal to the theoretical results, from performing an analysis of the results obtained in the post survey it is concluded that the module is a viable tool to improve the learning process.

ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0997247379	E-mail: melissa.solisj@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola, MG.	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec	



**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, **SOLIS JALCA MELISSA STEFANÍA**, con C.C. No. **0953781309**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“DISEÑO DE MÓDULO DE PRÁCTICA DE CÓDIGOS DE LÍNEA PARA LA CARRERA INGENIERÍA EN TELEMÁTICA.”** 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.

Melissa Solis J.

SOLIS JALCA MELISSA STEFANÍA
C.C.: 0953781309

ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado **ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG** tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado **SOLIS JALCA MELISSA STEFANÍA**, 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 DE PRÁCTICA DE CÓDIGOS DE LÍNEA PARA LA CARRERA INGENIERÍA EN TELEMÁTICA, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio Turnitin quedando el 5% de coincidencia.

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 14-sept-2022 22:41 -05
Identificador: 1900784292
Número de palabras: 10901
Idioma: 3

Tesis: Melissa S Por Melissa Solis

Índice de similitud: 5%

Similitud según fuente:

Internet Sources	2%
Publicaciones	2%
Trabajo del estudiante	2%

modo: ver informe en vista cualquier (esta clásica) | Change mode | [Ver todo](#)

1% match (trabajos de los estudiantes desde 08-sept.-2022)
[Submitted to Universidad de Guayaquil on 2022-09-09](#)

<1% match (trabajos de los estudiantes desde 15-sept.-2022)
[Submitted to Universidad de Guayaquil on 2022-09-12](#)

<1% match (trabajos de los estudiantes desde 14-sept.-2022)
[Submitted to Universidad de Guayaquil on 2022-09-14](#)

<1% match (trabajos de los estudiantes desde 07-sept.-2022)
[Submitted to Universidad de Guayaquil on 2022-09-07](#)

<1% match ()
[Dusque Torres, Daniel Alejandro. "La introducción y su influencia en el crecimiento empresarial de las PYMES de comercio de San Juan de Los Rios". Universidad Ricardo Palma, 2021.](#)

<1% match ()
[Alvarado Reyes, Carlos Antonio, Rondón Gómez, Luis Alonso. "Diseño e implementación de un exoesqueleto para rehabilitación en pacientes con atrofia de rodilla en la Clínica Geriátrica Hilar de Chumbito". Universidad Ricardo Palma, 2019.](#)

<1% match ()
[Figueroa Oliva, Ingrid Elveth. "Estrategias de liderazgo y su influencia en la disminución del índice de morbilidad por casos de dengue en el centro educativo portuario del distrito de San Isidro en el periodo 2019". "Revista de la Universidad Ricardo Palma", 2021.](#)

Link:

https://www.turnitin.com/newreport_classic.asp?lang=es&oid=1900784292&ft=1&bypass_cv=1



Firmado electrónicamente por:
**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG
DOCENTE TUTOR
C.C. 0603375395
FECHA: 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2022



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 20 de septiembre del 2022

Sra.

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Directora 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 DE PRÁCTICA DE CÓDIGOS DE LÍNEA PARA LA CARRERA INGENIERÍA EN TELEMÁTICA**. del estudiante **SOLIS JALCA MELISSA STEFANÍA**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

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

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

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

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG
DOCENTE TUTOR
C.C. 0603375395
FECHA: 20 DE SEPTIEMBRE DEL 2022



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



Guayaquil, 22 de septiembre de 2022

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizaraburu 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 DE PRÁCTICA DE CÓDIGOS DE LÍNEA PARA LA CARRERA INGENIERÍA EN TELEMÁTICA”** del estudiante **SOLIS JALCA MELISSA STEFANÍA**. 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 15 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.

Los soportes teóricos son de máximo 4 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral. El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

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

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

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

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**JAIRO
GEOVANNY
VEINTIMI
LLA
ANDRADE**

ING. TELECOMUNICACIONES. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG
C.C:0922668025
FECHA: 22 DE SEPTIEMBRE DE 2022

Dedicatoria

Quiero dedicar el presente trabajo de titulación a mis padres, Crisanto Solis y Yanina Jalca, por brindarme todo su apoyo incondicional a lo largo de mi etapa estudiantil, a mi hermana Cristina y hermanos que me han brindado su ayuda, cariño y me han motivado a continuar a pesar de las adversidades, a mis amigas y amigos de la carrera, por brindarme su amistad, compartir sus alegrías y apoyo en todo momento.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme sabiduría, salud y fortaleza para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis padres, hermana y hermanos por apoyarme de una u otra forma en el largo proceso de mi vida estudiantil.

A mi tutora de tesis, la Ing. Ximena Trujillo por su paciencia, conocimientos y guía, tanto en el proceso de titulación como a lo largo de la carrera.

A mis amigos y amigas, por brindarme sus conocimientos, por su esfuerzo, dedicación y arduo trabajo en el desarrollo de los proyectos.

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1.	Planteamiento del Problema	3
1.2.	Formulación del Problema	4
1.3.	Objetivos de la Investigación	4
1.3.1.	Objetivo General	4
1.3.2.	Objetivos específicos	4
1.4.	Justificación	5
1.5.	Delimitación del trabajo	5
1.6.	Hipótesis	6
1.6.1.	Hipótesis General	6
1.6.2.	Variable Independiente	6
1.6.3.	Variable Dependiente	6
1.7.	Operacionalización	6
1.8.	Alcance	7

Capítulo II

Marco teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes del estudio	8
2.2.	Fundamentación Teórica	10
2.2.1.	Elementos del sistema de comunicación	10
2.2.2.	Procesamiento de información.	11
2.2.2.1.	Muestreo	11

2.2.2.2.	Cuantificación	11
2.2.2.3.	Codificación	12
2.2.3.	Encriptación	12
2.2.4.	Codificación de canal	12
2.2.5.	Multiplexación	12
2.2.6.	Codificación de línea	13
2.2.6.1.	Clasificación de los Códigos de línea.	14
2.2.6.1.1.	No retorno a cero (NRZ)	14
2.2.6.1.2.	Retorno a cero (RZ)	15
2.2.6.1.3.	Manchester	16
2.2.6.1.4.	Manchester Diferencial	16
2.2.6.1.5.	AMI (inversión por marca alternativa)	17
2.2.6.1.6.	HDB3(Alta densidad Bipolar-3 ceros)	17
2.2.6.1.7.	Bipolar con sustitución de 8 ceros (B8ZS)	18
2.2.7.	Modulación	18
2.2.8.	Ensanchamiento de espectro.	18
2.2.9.	Acceso múltiple	19
2.2.10.	Medios de Transmisión	19
2.2.10.1.	Medios guiados	19
2.2.10.2.	Mediados no guiados	20
2.2.11.	Detección	20
2.2.12.	Demodulación	20
2.2.13.	Decodificador de canal	20
2.2.14.	Decodificador de fuente	21
2.2.15.	Transductor de salida	21
2.2.16.	Procesadores de señales digitales (PDS)	21
2.2.17.	Limitantes de los sistemas de comunicación.	21

2.2.18.	Microcontroladores	21
2.2.18.1.	Arduino	22
2.3.	Marco legal	24

Capítulo III

Metodología

N°	Descripción	Pág.
3.1.	Metodología	26
3.1.1.	Metodología Cuantitativa	26
3.1.2.	Método bibliográfico	26
3.1.3.	Método experimental	26
3.1.4.	Método de campo	27
3.1.5.	Población y muestra	27
3.1.5.1.	Selección de la muestra	27
3.1.6.	Tabulación de la pre-encuesta	28
3.1.6.1.	Análisis de la pre-encuesta	36
3.1.8.	Requerimientos del prototipo	37
3.1.9.	Requerimientos de usuario	37
3.1.10.	Requerimientos Técnicos del Hardware Transmisor y Receptor	37
3.1.10.1.	Especificaciones técnicas del transmisor de Radio Frecuencia FS1000A	37
3.1.10.2.	Especificaciones técnicas del receptor de Radio Frecuencia XY-MK-5V	38
3.1.10.3.	Especificaciones técnicas de la pantalla LCD 128x64	38
3.1.10.4.	Especificaciones técnicas de la pantalla LCD 16x2	38
3.1.10.5.	Especificaciones técnicas del módulo i2c	39
3.2.	Componentes a utilizar para construcción del módulo	39
3.2.1.	Arduino Nano	39
3.2.2.	Módulos Emisor y Receptor RF 433 MHz.	40
3.2.3.	Pantalla LCD 16x2 con Módulo I2C	40
3.2.4.	Pantalla LCD 128x64	41

3.3.	Desarrollo de la propuesta	41
3.3.1.	Descripción general del prototipo	41
3.3.2.	Diagrama de flujo Transmisor.	42
3.3.3.	Diagrama de flujo Receptor.	43
3.4.	Construcción del transmisor y receptor	44
3.4.1.	Etapas de prototipado del transmisor	45
3.4.2.	Etapas de prototipado del receptor	47
3.4.3.	Etapas de pruebas para los componentes	48
3.4.4.	Etapas de programación	49
3.4.4.1.	Desarrollo de la programación del transmisor	49
3.4.4.2.	Desarrollo de la programación del receptor	54
3.4.5.	Etapas de corrección de errores	58
3.4.6.	Etapas de implementación	58
3.5.	Pruebas de funcionamiento	61
3.5.1.	Tabulación de la post-encuesta	64
3.5.1.1.	Análisis de la post-encuesta	71
3.6.	Análisis de la hipótesis	71
3.7.	Conclusiones y recomendaciones	72
3.7.1.	Conclusiones	72
3.7.2.	Recomendaciones	72
	Anexos	74
	Bibliografía	117

Índice de tablas

N°	Descripción	Pág.
1	Operacionalización .	6
2	Regla para sustitución HDB3.	17
3	Tipos de Arduino.	22
4	Influencia de las prácticas de laboratorio para el desenvolvimiento.	29
5	Frecuencia con la que realiza práctica de laboratorio	29
6	Dificultad para entender los códigos de línea	30
7	Nivel de dificultad que representa aprender codificación de línea	31
8	Opinión sobre metodología de enseñanza	32
9	Incorporación de herramientas para aprendizaje hechas a medida	33
10	Implementación de módulo para practicar códigos de línea	34
11	Opinión sobre como quisieran el módulo	34
12	Tipos de codificación de línea que les gustaría a los usuarios	35
13	Características técnicas del módulo transmisor de Radio Frecuencia	37
14	Especificaciones técnicas del módulo receptor de Radio Frecuencia	38
15	Especificaciones Técnicas de Pantalla LCD 128x64	38
16	Especificaciones Técnicas de Pantalla LCD 16x2	38
17	Especificaciones Técnicas módulo i2c para LCD 16x2.	39
18	Combinaciones para elección del tipo de codificación de línea.	51
19	Conceptos teóricos mejor entendidos después de la práctica	64
20	Guía de laboratorio.	65
21	Importancia uso de módulo para practicar códigos de línea	65
22	Grado de satisfacción sobre el uso del módulo	66
23	Comparación de resultados teóricos con los prácticos	67
24	Tiempo que se demoró en realizar la práctica	68
25	Incorporación del módulo en los procesos de aprendizaje	69
26	Características del módulo	69

Índice de figuras

Nº	Descripción	Pág.
1	Teorema de muestreo	11
2	Esquema de multiplexor y demultiplexor	13
3	Códigos de Línea	13
4	Codificación NRZ	14
5	Codificación NRZ-L	15
6	Codificación NRZ-I	15
7	Codificación RZ	16
8	Codificación Manchester y Manchester Diferencial	16
9	Codificación AMI	17
10	Codificación B8ZS	18
11	Arduino Uno Partes	22
12	Opinión sobre la influencia positiva que tiene las prácticas a nivel	29
13	Frecuencia con la que los estudiantes realizan prácticas de laboratorio	30
14	Complicaciones al aprender códigos de línea	31
15	Que tan difícil se les hace aprender códigos de línea	32
16	Metodología de enseñanza teórica-práctica	32
17.	Mejorar los procesos de aprendizaje con herramientas tecnológicas	33
18	Aceptación para implementación de módulo	34
19	Preferencias de usuarios para implementación de módulo.	35
20	Tipos de codificaciones requeridas por el usuario	36
21	Arduino Nano	40
22	Módulo Receptor y Emisor RF 433MHz .	40
23	Conexión de la pantalla LCD 16x2 con módulo I2C al Arduino nano	41
24	Pantalla LCD 128x64	41
25	Diagrama General del proyecto	42
26	Diagrama de flujo del funcionamiento del Transmisor	43
27	Diagrama de flujo sobre el funcionamiento del receptor	44
28	Etapas para implementación del módulo	44
29	Esquema de conexión usado en la construcción del Transmisor	46
30	Conexión de los dip switches al Arduino	46
31	Montaje final de transmisor en protoboard	47

32	Esquema de conexión usado en la construcción del Receptor	48
33	Montaje final del receptor en protoboard	48
34	Librerías instaladas en el IDE de Arduino	49
35	Prueba de pantalla LCD 128x64 usando librería U8g2lib.h	49
36	Programación desarrollada para el transmisor	50
37	Asignación de pines digitales para ingreso de datos y selección de código	50
38	Declaración de variables sumaDec y selcodi	51
39	Operación para conversión de datos ingresados de binario a digital	51
42	Prueba de la programación para el transmisor en monitor serie IDE	53
43	Construcción del módulo transmisor en protoboard	53
44	Programación desarrollada para el receptor	54
45	Inicialización del receptor y pantalla de carga	54
46	Recepción de datos y verificación de inicio de trama	55
47	Declaración de variables para almacenar los bits y conversión de datos	55
48	Variables para graficar los códigos de línea	55
49	Condiciones para graficar según lo seleccionado en el transmisor	56
50	Prueba de la programación para el receptor en monitor serie IDE	57
51	Prueba de transmisión y recepción	57
52	Error en la gráfica codificada Unipolar ZR	58
53	Error en la gráfica codificada Manchester	58
54	Componentes montados en la placa PBC	59
55	Diseño de caja para transmisor y receptor	59
56	Montaje de las placas y componentes en las cajas	60
57	Montaje final del módulo para práctica de códigos de línea	60
58	Códigos de línea	61
59	Prueba tipo de codificación unipolar NRZ	62
60	Prueba tipo de codificación unipolar RZ	62
61	Prueba tipo de codificación bipolar NRZ	62
62	Prueba tipo de codificación manchester	63
63	Prueba tipo de codificación HDB3	63
64	Comprensión de la teoría a partir de la práctica con el módulo	64
65	Utilidad de la información proporcionada en la guía de laboratorio	65
66	Importancia del uso del módulo para práctica de códigos de línea	66
67	Grado de satisfacción al usar el módulo para práctica	67

68	Comparación de resultados teóricos con los prácticos	67
69	Tiempo empleado en la práctica	68
70	Mejora el proceso de aprendizaje la incorporación del módulo	69
71	Características del módulo	70



**ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**“DISEÑO DE MÓDULO DE PRÁCTICA DE CÓDIGOS DE LÍNEA PARA LA
CARRERA INGENIERÍA EN TELEMÁTICA”**

Autor: Solis Jalca Melissa Stefanía

Tutor: Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, MG.

Resumen

En el presente trabajo de titulación se implementó un módulo de práctica de códigos de línea, cuyo propósito es el de ser una herramienta que permita reforzar el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes que cursan el sexto semestre de la carrera Telemática específicamente en la materia comunicación analógica y digital, para el desarrollo del presente trabajo se aplicaron las metodologías cuantitativa, bibliográfica, experimental y de campo, como herramienta para la recolección de datos importantes que le proporcionen continuidad al presente trabajo se utilizó la pre y post encuesta, mediante la pre encuesta se demostró que existe dificultad para diferenciar los tipos de códigos de líneas, representar la señal asociada a una secuencia de bits, además se observó que la mayor parte de estudiantes están de acuerdo con que se cuente con un módulo que permita afianzar los conceptos teóricos, a partir de la post encuesta se observa que el grado de satisfacción por parte de los estudiantes al usar el módulo de práctica es positivo, las características que más les llamó la atención fueron que se muestre en pantalla: la gráfica codificada, el tren de bits a enviar, la selección del tipo de codificación y también la rapidez con la que se transmiten los datos, por otro lado se comprobó que el módulo es intuitivo lo que ayuda a que la práctica se realice en menos de 30 minutos y que los resultados obtenidos son iguales a los resultados teóricos, a partir de realizar un análisis de los resultados obtenidos en la post encuesta se concluye que el módulo es una herramienta viable para mejorar el proceso de aprendizaje.

Palabras Claves: Códigos de línea, módulo, prácticas, estudiantes, laboratorio, aprendizaje.



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



xix

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

DESIGN OF THE LINE CODES PRACTICE MODULE FOR THE CAREER IN TELEMATICS ENGINEERING

Author: Solis Jalca Melissa Stefanía

Tutor: TE Trujillo Borja Ximena Fabiola, MG.

Abstract

In this degree work a module of line codes practice was implemented, which purpose is to be a tool to reinforce the teaching-learning process of students in the sixth semester of the Telematics career specifically in the subject Analog and digital communication, for the development of this work the quantitative, bibliographic, experimental and field methodologies were applied; as a tool for collecting important data that provide continuity to this work, the pre and post survey were used, The pre-survey showed that there is difficulty in differentiating the types of line codes, represent the signal associated with a sequence of bits, it was also observed that most students agree with having a module that allows strengthening the theoretical concepts, from the post survey it is shown that the level of satisfaction of students to use the practice module is positive, the features that most caught their attention were to be shown on the screen: the encoded graph, the train of bits to send, the selection of the type of encoding and also the speed with which the data is transmitted, on the other hand it was found that the module is intuitive which helps the practice to be done in less than 30 minutes and that the results obtained are equal to the theoretical results, from performing an analysis of the results obtained in the post survey it is concluded that the module is a viable tool to improve the learning process.

Keywords: Line codes, module, practices, students, laboratory, learning.

Introducción

Las comunicaciones son una parte fundamental en el día a día de los seres humanos, a lo largo del tiempo la forma de transmitir información o mensajes ha ido mejorando con los avances tecnológicos, consiguiendo que la transmisión de voz, datos, videos, etc. se realice de una forma más rápida y fácil, permitiendo que los individuos puedan acceder a ella sin ningún problema desde cualquier sitio y en cualquier horario; todo esto es posible gracias a la comunicación digital, siendo esta capaz de pasar por cualquier canal mediante el uso de las TIC, la transmisión de datos en la comunicación digital conlleva cierta codificación a la que se le conoce como códigos de línea que es aplicada a la cadena de unos y ceros a enviar (Gil García et al.,2020).

Partiendo del rol importante que tienen los códigos de línea en la transmisión de datos, para los futuros ingenieros de las carreras referente a telecomunicaciones es de vital importancia comprender y dominar los principios de la transmisión de información, lo que lleva a estudiar la codificación de línea, que en ciertos casos puede ser un poco difícil de comprender en su totalidad, como lo es en el caso de los estudiantes del que cursan el sexto semestre de la carrera Telemática en la Facultad de Ingeniería Industrial, si bien es cierto los estudiantes ven de forma teórica, matemática y gráfica el tema de códigos de línea, se les hace difícil interpretar el orden de los datos, el desarrollo matemático, diferenciar entre el tipo de códigos y representar la señal asociada a una secuencia de bits.

Se debe tener en cuenta que para que un estudiante sea capaz de resolver situaciones que se presenten a lo largo de su vida como profesionales, se debe complementar los conocimientos teóricos con los prácticos y una buena alternativa para lograr desarrollar habilidades en los estudiantes, partiendo de la premisa de que se les dificulta la comprensión total de la codificación de línea, se deberían reforzar los conocimientos impartidos realizando prácticas de laboratorio, pese a que esta es una buena alternativa no se puede llevar a cabo porque en el laboratorio de la carrera no existen la cantidad suficiente de equipos como el NI ELVIS para lograr una clase práctica sin perder el tiempo con un grupo aproximado de 40 estudiantes por curso, para este problema expuesto se pretende aportar con el desarrollo y construcción de un módulo que permita la práctica correspondiente a los códigos de línea, con componentes que están al alcance de los estudiantes con la finalidad de que el módulo pueda ser escalable o replicado.

El prototipo de módulo de práctica de códigos de línea tiene como finalidad ser una herramienta de apoyo para realizar prácticas de laboratorio que complementen los conceptos aprendidos de forma teórica, logrando que el estudiante obtenga conocimientos significativos, además de dejar evidencia de la importancia de optar por clases teóricas-prácticas en la metodología de enseñanza.

Se elaborará una guía de práctica de laboratorio, en la que se describirán los pasos para un correcto uso de la herramienta, también se ejecutarán una pre-encuesta y una post-encuesta que permitirán recaudar información relevante para comprobar el nivel de aceptación del presente trabajo.

Capítulo I

El problema

1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad los constantes cambios tecnológicos requieren de profesionales capaces de detectar, enfrentar y solucionar problemas, por lo que para un estudiante de ingeniería en Telemática es esencial que a lo largo de su vida estudiantil se lo prepare para enfrentar dichas situaciones, una forma de lograr esto es que se impartan clases teóricas-prácticas, pues es a partir de la experimentación que los estudiantes adquieren conocimientos más significativos (Marcos Salas et al., 2020).

La metodología de enseñanza usada para explicar a los estudiantes sobre la codificación de línea es de tipo tradicional, es decir deductiva, en la que se imparte los conceptos teóricos básicos sobre dicho tema, tales como: importancia de la transmisión digital, ¿Qué es la codificación de línea?, ¿Por qué es importante la codificación de línea para la transmisión digital?, características y tipos, además de abordar los conceptos teóricos el docente explica ejercicios de forma matemática donde se obtienen gráficas, pero a pesar de que se ejemplifica este tema, al estudiante se le dificulta entender, como la codificación de línea permite transportar información sin que se atenúe, que tipo de codificación de línea es la que usa comúnmente en la transmisión digital y si es necesario aprender todos los tipos, haciendo notorio que al estudiante le hace falta complementar los conocimientos adquiridos de forma demostrativa, en la que se logre visualizar como es que una señal al pasar por un canal o medio en el que existe ruido por naturaleza y llega a su destino sin que su información se vea afectada.

La insuficiencia de equipos tecnológicos que cumplan la función de generar señales que permitan al estudiante comprender y palpar los resultados obtenidos a partir de las clases teóricas, sobre la codificación de línea en el Laboratorio de Networking, influye de forma negativa en su desarrollo y desenvolvimiento.

Si bien es cierto, el Laboratorio de Networking cuenta con cuatro equipos NI ELVIS II+, que permiten realizar prácticas de códigos de línea, no son suficientes para abastecer a un aula de trabajo que cuenta con al menos 40 estudiantes, es decir que para un día de laboratorio se deben formar equipos de 10 estudiantes, lo que conlleva a que solo dos o tres estudiantes por equipo se involucren en la práctica, y los demás pierden la oportunidad de aprender a partir de la experimentación.

Se debe de tomar en cuenta que la cantidad limitada de equipos NI ELVIS II+ en el Laboratorio de Networking, se debe a los altos costos que implica adquirir estos equipos, teniendo un precio de \$595.00, mismo que fue consultado del sitio web de la tienda online ebay.com

Existe una empresa española llamada Edibon, que se dedica desde hace 40 años a la venta y desarrollo de equipamiento didáctico para ingeniería y educación técnica, esta empresa cuenta con un equipo de modulaciones digitales llamado EMDA/D, este equipo está diseñado para explicar los principales conceptos que intervienen en la comunicación digital, pero al igual que ocurre con el NI ELVIS II+, este equipo no está al alcance monetario del estudiante y tampoco de la institución educativa.

1.2. Formulación del Problema

Teniendo en cuenta lo que se expuso anteriormente, donde se detalla que los problemas datan de la falta de equipos en el laboratorio y de componentes electrónicos que no están al alcance económico de los estudiantes, surge la siguiente interrogante:

¿Existe dificultad para corroborar que los resultados obtenidos de forma teórica sobre los códigos de línea son los correctos, por falta de equipos en el Laboratorio de Networking de la carrera ingeniería en Telemática?

¿De qué forma afecta que el Laboratorio de Networking no cuente con la cantidad necesaria de equipos tecnológicos?

¿Existe la necesidad de que se lleve a cabo la construcción de un módulo que permita mejorar el proceso de aprendizaje en relación a los códigos de línea a los estudiantes?

¿Cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de los códigos de línea?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Implementar un módulo de prácticas de códigos de línea para los estudiantes de la carrera Telemática.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los distintos tipos de códigos de línea que se usan en las comunicaciones digitales.

- Diseñar un circuito electrónico para el módulo emisor y receptor que cuente con los componentes electrónicos necesarios que junto con la programación logre la transmisión de datos.
- Realizar pruebas de funcionamiento del módulo implementando 4 ejemplos de códigos de línea.

1.4. Justificación

Para un estudiante, es de vital importancia recibir clases teóricas y prácticas que garanticen la total comprensión y desenvolvimiento en temas que son fundamentales para su formación académica, por lo que es necesario contar con un laboratorio equipado (Quezada Lozano, 2019).

En la formación como ingeniero en Telemática, es fundamental que se adquiriera conocimientos acerca del comportamiento de los códigos de línea para la transmisión de señales digitales, debido a que la codificación de línea es la representación de los datos para transmitir por un medio físico en formato digital.

La escasa oportunidad que tienen los estudiantes de la carrera en Telemática de recibir clases que comprendan no solo la parte teórica de los códigos de línea como se ha venido desarrollado, sino que se incluya como parte esencial las prácticas de laboratorio, mismas que no son posibles por la limitada cantidad de equipos en el Laboratorio de Networking, los altos costos que demanda adquirir suficientes equipos o inclusive para crear un nuevo laboratorio, además se debe tener en cuenta que si para una institución educativa es difícil adquirir equipos por sus altos precios, para los estudiantes es aún mucho peor, son motivos suficientes para que la formación académica y habilidades de los futuros ingenieros se vea afectada.

Adquirir conocimientos basados en la experimentación de situaciones presentadas en tiempo real sobre la transmisión digital de datos y el papel importante que ocupan los códigos de línea con equipos electrónicos en el laboratorio, facilita a los estudiantes el desarrollo de su capacidad analítica para diagnosticar y solucionar problemas, además que los conocimientos que se adquieren de esta forma se vuelven sólidos.

1.5. Delimitación del trabajo

El presente trabajo de investigación propuesto, se desarrollará en el Laboratorio de Networking de la Facultad de Ingeniería Industrial para la carrera Ingeniería en Telemática.

Con la finalidad de que el estudiante logre comprender y analizar los conceptos básicos de la comunicación digital que implica códigos de línea, mediante módulos de transmisión y recepción de datos de forma inalámbrica haciendo uso de la tecnología RF.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La construcción de un módulo de práctica de códigos de línea con componentes electrónicos de bajo costo como Arduino y módulos de radio frecuencia, permite fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en los estudiantes de la carrera.

1.6.2. Variable Independiente

Implementación de módulo para práctica de códigos de línea para los estudiantes utilizando componentes electrónicos de bajo costo.

1.6.3. Variable Dependiente

Integración al proceso de enseñanza, de la metodología teórica a la metodología práctica en la codificación de línea.

1.7. Operacionalización

Tabla 1 Operacionalización .

Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Integración al proceso de enseñanza, de la metodología teórica a la metodología práctica en la codificación de línea.	Sintetizar la información correspondiente al proceso de enseñanza aprendizaje de los códigos de línea.	-Estudiantes. -Docentes.	-Cantidad de horas por clase. -Cantidad de horas destinadas a la práctica. -Cantidad de horas de estudio autónomo. -Nivel de dominio del conocimiento teórico.
Implementación de módulo para práctica de códigos de línea	Equipo tecnológico compuesto por hardware y software.	-Lenguaje de programación.	-Nivel de dificultad.

para los estudiantes utilizando componentes electrónicos de bajo costo.	-Sistema de transmisión y recepción.	-Tiempo de implementación de los módulos. -Número de códigos de línea a implementar. -Número de señales de entrada. -Número de Arduino y módulos de radio frecuencia utilizados. -Número de transmisores. -Número de receptores. -Precios de los componentes.
---	--	--

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

1.8. Alcance

Se pretende implementar un módulo para practicar los códigos de línea, presentes en la comunicación digital, mismo que estará compuesto por una parte para transmisión y otra para recepción que se comunicaran de forma inalámbrica mediante un módulo de RF.

El presente proyecto tiene como limitante el diseño de un circuito que facilita la transmisión, recepción y estudio de 7 tipos de códigos de línea, verificando la gráfica de los mismos en el receptor y además se tiene pensado usar un osciloscopio propio del laboratorio de la carrera de Ingeniería en Telemática para corroborar que los resultados sean los correctos.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes del estudio

Quezada Lozano (2019), resalta que el uso de los laboratorios tiene un impacto positivo en los estudiantes, pues es a partir de la experimentación que se desarrollan las habilidades analíticas, en la revista Multi-Ensayos Reyes Aguilera (2019), hace énfasis de que las prácticas de laboratorio logran que el estudiante aumente su capacidad de realizar, razonar, interactuar y debatir, características significativas que se asemejan a la realidad, en otras palabras al contar con un ambiente en el que se incluyen las prácticas de laboratorio para los estudiantes, se los prepara para enfrentar situaciones que demanden de razonamiento y rápida acción mismas que son el diario vivir en el ámbito laboral, partiendo de la importancia que tienen las prácticas de laboratorio se lleva a cabo la revisión bibliográfica de proyectos relacionados al tema propuesto, en los que se hace uso de hardware y software para crear una herramienta que permita a los estudiantes reforzar sus conocimientos teóricos mediante la práctica.

Alvarado Suarez (2018), presentó como trabajo de titulación la implementación de “Módulo para prácticas de laboratorio de comunicaciones II Universidad Israel para comunicación de códigos de línea”, como herramienta que le permita a los estudiantes de dicha institución reforzar los conocimientos para un aprendizaje completo, haciendo énfasis de que no basta con que el estudiante sepa la teoría, el módulo se desarrolló haciendo uso de Arduino y del software Matlab, este módulo les permite a los estudiantes estudiar el comportamiento de 5 tipos de códigos de línea, además menciona que se realizaron 3 prácticas en el laboratorio en las que se comprobó el correcto funcionamiento del módulo, las mismas que le permitieron realizar la verificación de la transmisión de datos de forma serial, entre las ventajas que se obtuvieron de la implementación de dicho módulo se señala la fácil transportación y el poco espacio físico que requiere el módulo, también que el software que se usó para la interfaz gráfica (Matlab) es amigable con el usuario permitiéndole desarrollar sus prácticas sin dificultad.

En la universidad distrital Francisco José de Caldas situada en Bogotá en el año 2019, se desarrolló una tesis que tiene por nombre “Entorno virtual de aprendizaje y diseño de guías de laboratorio para prácticas de reconstrucción de señal, muestreo natural, códigos de línea y modulación ASK, FSK y PSK”, mismo trabajo que su principal objetivo data en la

implementación de un entorno de aprendizaje web para los estudiantes de ingeniería en Telecomunicaciones, que permite profundizar los conocimientos correspondientes al tema de las comunicaciones, este entorno se puede usar dentro del aula de clases o se puede acceder de forma virtual, haciendo que el proceso de formación autónomo sea amigable e interactivo con el estudiante, en la plataforma virtual están disponibles documentos guías, manual de instrucciones y programas desarrollados en el software Matlab, se concluyó que usar herramientas digitales como forma de aprendizaje le da un valor agregado a los estudiantes, además menciona que este tipo de alternativa ayuda reducir costos, tiempo y trabajo a los estudiantes, Castillo García (2019), en el trabajo mencionado se desarrolla un entorno virtual como herramienta que ayuda a optimizar el proceso de aprendizaje, la ventaja que se tiene con el desarrollo de un entorno virtual a diferencia de un módulo de práctica, es que se puede acceder a este desde cualquier lugar, además dicho entorno no solo está enfocado a estudiar la codificación de línea.

En el año 2018 se llevó a cabo el desarrollo de un trabajo previo a obtener un masterado en telecomunicaciones en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, el mismo que se trata de un “Análisis comparativo de escenarios de simulación de códigos de líneas utilizados en sistemas de transmisión óptica sobre OptiSystem”, en el trabajo se redacta el importante papel que tiene la codificación de línea en los sistemas de comunicaciones, especialmente donde el medio de transmisión es por fibra óptica, mediante la simulación en OptiSystem 7.0. de varios enlaces ópticos en los que se utilizaron distintos tipos de códigos de línea se procedió a analizar si estos funcionaban de forma correcta, haciendo uso de herramientas tales como osciloscopio, diagramas de ojos, analizador de espectro, entre otros, en este trabajo se simuló un enlace por fibra óptica empleando transmisión de señales con codificación Manchester haciendo uso de señales NRZ y RZ, logrando obtener una comprobación de la recuperación de la secuencia de datos que se emitió en un enlace de 30km de distancia, además se realizó el cálculo de la pérdida de potencia en la fibra y se corroboró el valor obtenido era el mismo de la simulación (Espantoso España, 2018). A diferencia de los trabajos mencionados anteriormente no se llevó a cabo la construcción de un módulo y tampoco de un entorno virtual, sino que se realizó una simulación con ayuda del software OptiSystem de diferentes escenarios de aplicación de codificación de línea usando como medio o canal la fibra óptica para demostrar de forma práctica el desempeño de las técnicas de codificación estudiadas.

En la revista SPECTRUM vol.8, se publicó un artículo sobre el “Desarrollo de módulo práctico para comparación del rendimiento de la codificación RZ y NRZ en red de fibra óptica”, en este trabajo se describen los aspectos importantes que se usan en el proceso para enviar señales por red de fibra óptica, además de saber qué tipo de codificación de línea se debe seleccionar, puesto que esta se usa como proceso para la conversión de datos digitales para poder transmitir en un red de fibra óptica, se menciona también que las codificaciones de línea de uso común son las NRZ (no retorno a cero) y RZ (retorno a cero), el módulo práctico proporciona una guía clara y sistemática (Putu Aldha et al., 2021). En dicho trabajo se realizó la construcción de un módulo que permitió la mejora del aprendizaje de los estudiantes en torno a la comparación de dos tipos de códigos de línea que se transmiten por medio de fibra óptica, a diferencia del anterior trabajo mencionado en este se puede visualizar las señales transmitidas de mejor forma.

2.2.Fundamentación Teórica

2.2.1. Elementos del sistema de comunicación

Según Gallardo Vázquez (2019), un sistema de comunicación es aquel que se compone por seis elementos que son: emisor, canal, receptor, protocolo, mensaje y código, cuyo objetivo es de intercambiar información usando diferentes técnicas y dispositivos.

Para Espinoza (2020), cada elemento desarrolla un papel importante dentro de la comunicación, para que su proceso de transmisión-recepción sea exitoso y describe a cada uno de los elementos como:

- **Emisor:** fuente que crea el mensaje que se desea comunicar.
- **Receptor:** es el dispositivo que recibe el mensaje y lo interpreta.
- **Código:** señales que usa el emisor para codificar el mensaje.
- **Mensaje:** es el que contiene la información que envía el emisor al receptor.
- **Canal:** medio por el cual se pasa el mensaje del emisor al receptor.
- **Protocolo:** es el que indica cuando el emisor se debe convertir en receptor y cuando el receptor se debe convertir en emisor, es decir cómo se intercambia la información.

2.2.2. Procesamiento de información.

Cuando se habla de procesamiento se hace referencia a la transformación y en este caso se trata de transformar la información que puede estar en formato analógico o digital, pero para que pueda ser transmitida necesita convertirse en energía electromagnética.

2.2.2.1. Muestreo

El muestreo es el primer paso que se debe realizar para convertir una señal analógica a digital, consiste en la toma de pequeños fragmentos de la señal continua en intervalos de tiempos iguales, según el Teorema de Nyquist se debe tomar muestras espaciadas, donde la frecuencia máxima sea el doble de la que alcanza la señal para que no exista pérdida de la información (Danizio, 2019). En la ecuación 1 se describe la fórmula de Nyquist, Shannon:

$$f_s \geq 2f_{max}$$

Ecuación 1. Formula de Nyquist.

Siendo:

f_s : corresponde a la frecuencia de la señal de muestreo.

f_{max} : se refiere a la frecuencia máxima de la señal de información.

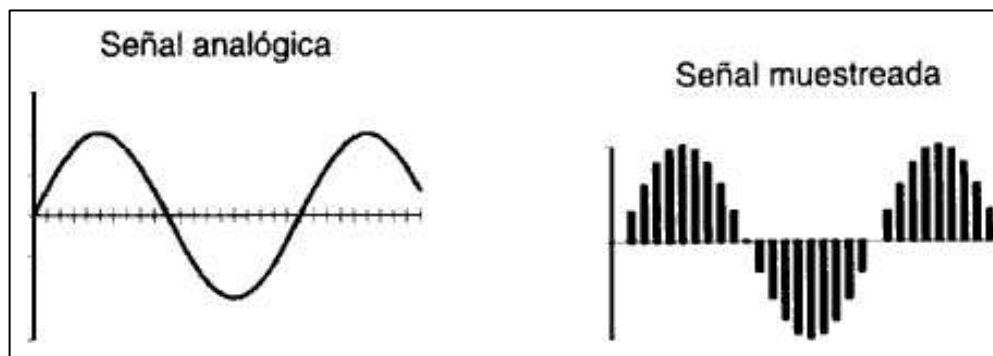


Figura 1. Teorema de muestreo. Información tomada de bibliotecadigital.ilce.edu.mx. Elaborado por Biblioteca digital

2.2.2.2. Cuantificación

La cuantificación es el segundo paso que se realiza para convertir una señal analógica a digital, en la cuantificación se asigna un valor a cada una de las muestras que se obtuvieron de la señal, para la cuantificación se toma el valor del bit que está más cercano por lo que a partir de esta aproximación existe el error de cuantificación (Suárez Vargas, 2019).

2.2.2.3. Codificación

Una vez que se ha realizado el proceso de cuantificación de las muestras de una señal, se deben representar como una secuencia binaria, es decir que se hace una traducción de los valores que se obtuvieron de la cuantificación al código binario, se debe de tener en cuenta que en el proceso de muestro la señal aún es analógica y que partiendo de la cuantificación donde la señal va obteniendo valores finitos se empieza a considerar digital (Suárez Vargas, 2019).

2.2.3. Encriptación

La encriptación en un sistema de comunicación tiene como finalidad proteger los datos logrando que solo el receptor autorizado pueda leer la información, se envía la información haciendo uso de algoritmos complejos que al ser recibidos se pueden descifrar con la clave generada por el emisor de la información (HelpSystems, 2021).

2.2.4. Codificación de canal

La codificación de canal consiste en agregar redundancia a un mensaje o información que se desea transmitir con el objetivo de que, ante un problema, el receptor pueda detectar y corregir errores en los bits de llegada y obtener como resultado el mensaje original. En la codificación de canal el transmisor genera $n_b > k$ bits por cada k bits que se transmite, y estos $n_b > k$ bits son los que se envían al canal teniendo en total $n_b - k$ bits de redundancia (Pérez Romero & Sallent Roig, 2014)

2.2.5. Multiplexación

De León (2017), define a la multiplexación como la técnica que permite que varios mensajes se transmitan por un mismo medio sin que se mezclen o se pierda la información y que sean legibles al destinatario, en la multiplexación intervienen dos componentes que son el multiplexor y el demultiplexor.

- **Multiplexor.** – se denomina multiplexor a un circuito combinacional, , que cuenta con varias entradas y una sola salida, por medio de un selector se puede transmitir en la salida el dato que se desea.
- **Demultiplexor.** – se denomina demultiplexor a un circuito combinacional, que actúa de forma contraria al multiplexor, es decir que tiene una sola entrada y varias salidas, y que a través de su única entrada pueden ingresar diferentes mensajes que se verán reflejados en sus distintas salidas.

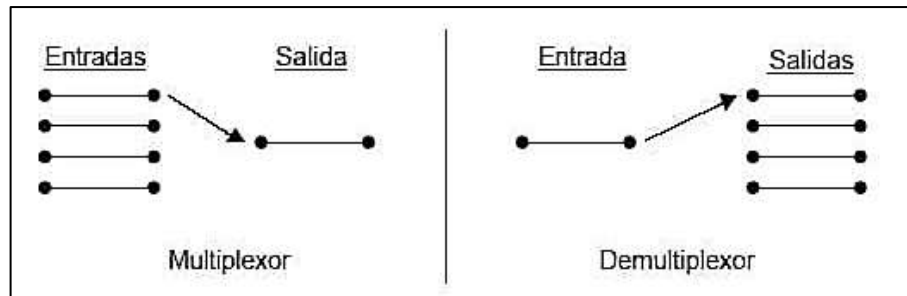


Figura 2. Esquema de multiplexor y demultiplexor. Información tomada de areatecnologia.com. Elaborado por Área tecnología.

2.2.6. Codificación de línea

Se usa la codificación de línea en los sistemas de comunicación para transportar datos digitales, también se suele conocer a la codificación de línea como modulación en banda base, básicamente consiste en transformar datos binarios a una señal digital, que es almacenada y representada como una secuencia de unos y ceros, es decir que los datos tales como texto, gráficas, imágenes, audios, videos y números son almacenados en la memoria de un computador como secuencias de bits (Ampo, 2015). Existen varios tipos de codificación de línea tales como: RZ, NRZ, RB, AMI, Manchester, etc.

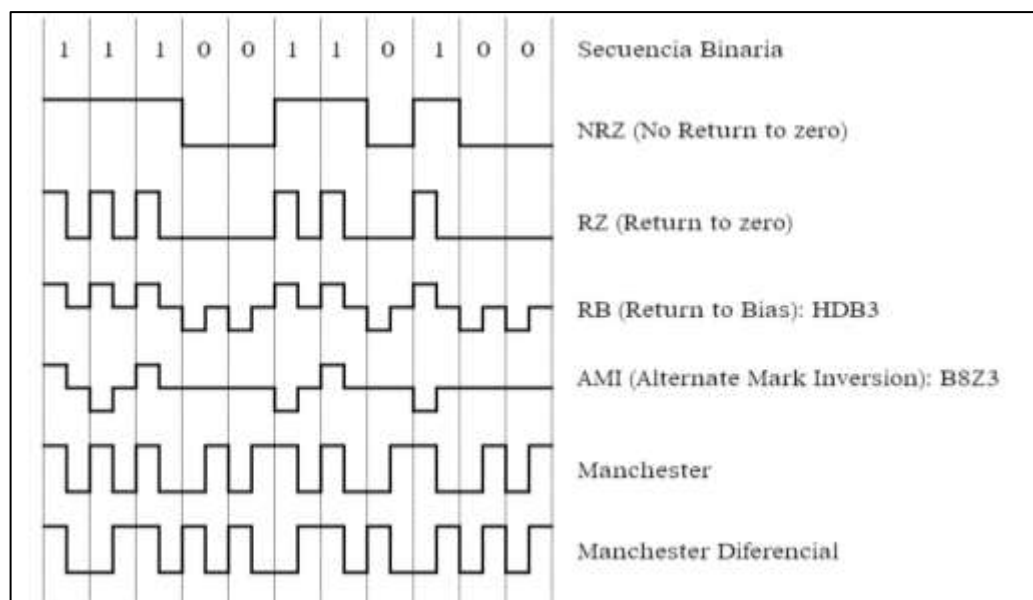


Figura 3. Códigos de Línea. Información tomada de docplayer.es .Elaborada por Gómez Guillermo.

Características de los códigos de línea

Según Clark et al. (2020):

- **Sincronización:** esta propiedad permite que los códigos de línea identifiquen el tiempo de inicio y fin de un bit.
- **Capacidad de detección de errores:** permite a los códigos de línea detectar errores y corregirlos.
- **Inmunidad al ruido:** esta característica ayuda a que la señal que se está transmitiendo a pesar de estar expuesta al ruido sea inmune a este.
- **Espectro de potencia:** existe igualdad entre la respuesta en frecuencia del canal y la densidad espectral.
- **Transparencia:** consiste en que la señal digital debe ser transmitida correctamente independiente del patón de unos y ceros.

2.2.6.1. Clasificación de los Códigos de línea.

2.2.6.1.1. No retorno a cero (NRZ)

Este tipo de codificación se al 1 lógico se lo representa como un voltaje positivo (+V) y el 0 lógico como un voltaje negativo (-V) como se muestra en la figura 4, se considera a este tipo de codificación de línea como la forma más fácil para la transmisión de señales digitales, existen dos variantes de la NRZ y son la NRZ-L y la NRZ-I.

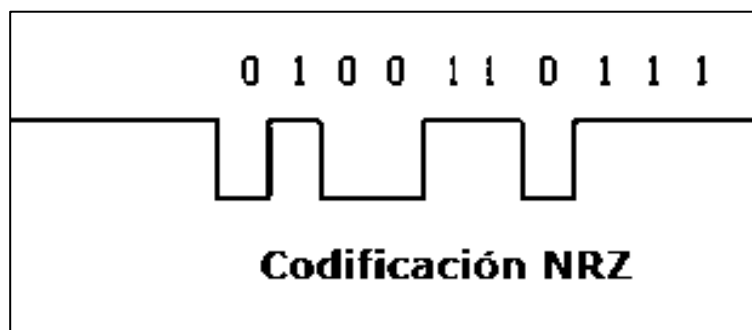


Figura 4. Codificación NRZ. Información tomada de www.interfacebus.com. Elaborado por Francis Bacon

• NRZ-L

La codificación Sin Retorno al Nivel Cero consiste en que cuando se tiene un 0 lógico su representación es de nivel alto y por consiguiente cuando se tiene un 1 lógico su representación es de nivel bajo, en la figura 5 se muestra un ejemplo de este tipo de codificación de línea.

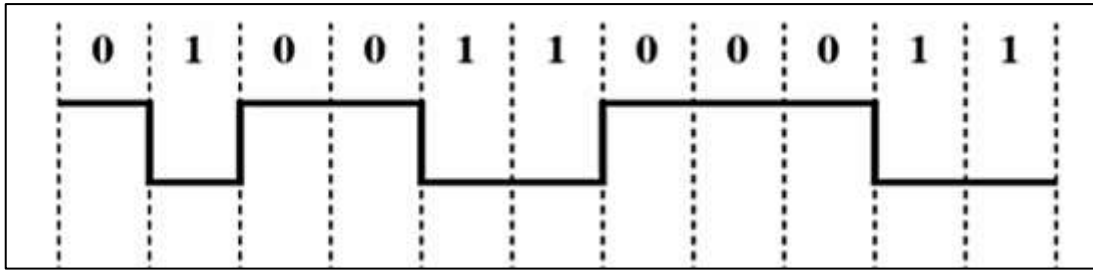


Figura 5. Codificación NRZ-L. Información tomada de unexpocom.files.wordpress.com. Elaborado por Departamento de Ingeniería Electrónica de la Unexpo Vicerrectorado Puerto Ordaz.

- **NRZ-I**

La codificación No Retorno a Cero Invertido, en este tipo de codificación se rige a una condición de si existe o no cambio, es decir que un 0 lógico se codifica dependiendo del estado actual de la línea, por ejemplo, si el estado actual es de un 0 lógico el 1 se codifica como nivel alto, pero si el estado actual es 1 lógico el 1 se codifica como nivel bajo, en la figura 6 se puede apreciar un ejemplo de este tipo de codificación.

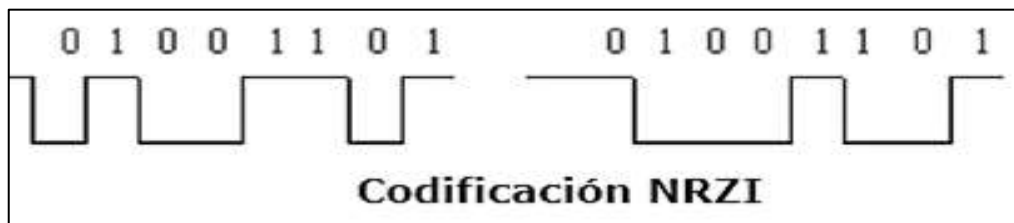


Figura 6. Codificación NRZI. Información tomada de www.interfacebus.com. Elaborado por Francis Bacon

2.2.6.1.2. Retorno a cero (RZ)

La forma de onda de este tipo de codificación regresa a cero durante una porción de tiempo del bit, esta codificación trabaja con impulsos de menor duración de intervalo de bit, pero requiere de más ancho de banda, en este tipo de codificación de línea se utilizan tres valores que son: positivo, negativo y cero, es de mayor complejidad y soluciona el problema de sincronización presente en los esquemas NRZ en la figura 7 se puede observar cómo se constituye este tipo de codificación. En esta codificación el 1 lógico se representa mediante una transición de positivo y a la mitad regresa a cero y un 0 lógico se representa con la mitad de la transición de negativo con regreso a cero y para ambos casos se mantiene hasta la mitad del intervalo y retorna a cero.

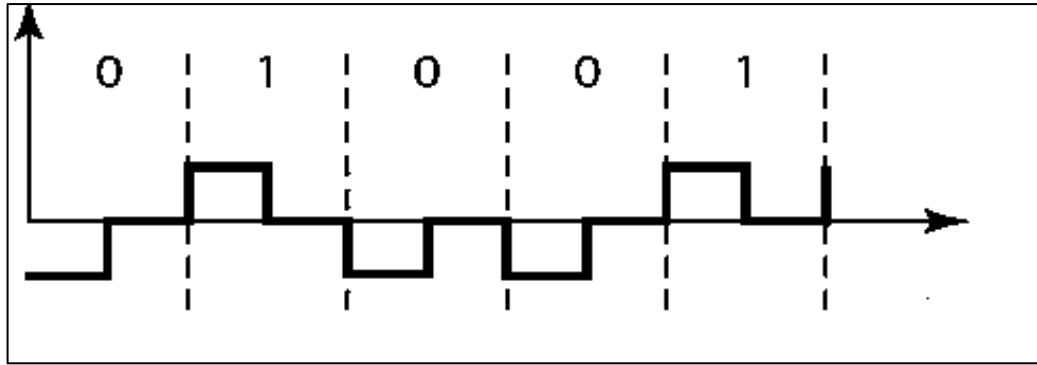


Figura 7. Codificación RZ. Información tomada de www.mfbarcell.es. Elaborado por Manuel Fernández Barcell.

2.2.6.1.3. Manchester

Este sistema de codificación permite una excelente sincronización entre la comunicación del receptor y el transmisor, cada uno de los bits codificados tiene una transición única a la mitad del intervalo que dura cada bit, esta señal combina fundamentos de RZ y NRZ-L, es utilizada en redes LAN Ethernet. Para un 1 lógico se realiza una transición de voltaje negativo a voltaje positivo en la primera mitad del intervalo y para un 0 lógico la transición se lleva a cabo de voltaje alto a voltaje bajo en la segunda mitad del bit, en la figura 8 se presenta este tipo de codificación, además de la Manchester existe la Manchester diferencial.

2.2.6.1.4. Manchester Diferencial

En esta forma de codificación la transición a mitad del intervalo se utiliza solo para facilitar el proceso de sincronización, este tipo de codificación de línea tiene como base la codificación manchester, es decir que si al inicio se tiene un cero lógico se representa con la primera mitad del bit en voltaje negativo y en la segunda mitad del bit se representa con un voltaje positivo, si al inicio de la trama de bit se tiene un 1 lógico este se representa en la primera mitad del bit con un voltaje positivo y en la segunda mitad con un voltaje negativo. Si después del 1 lógico vienen ceros no existe transición es decir que el siguiente bit si es cero se representa igual que el 1 lógico anterior y cuando aparece el siguiente 1 lógico este cambiará la transición de los siguientes ceros, en la figura 8 evidencia a este tipo de codificación de línea.

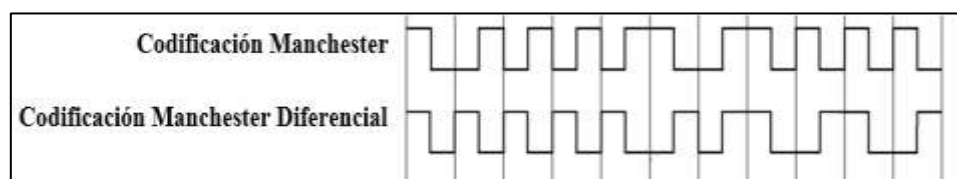


Figura 8. Codificación Manchester y Manchester Diferencial. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por el autor

2.2.6.1.5. AMI (inversión por marca alternativa)

En este tipo de codificación el 1 se representa como un voltaje positivo (+V) y los 0 se representan como 0V, la particularidad de este tipo de codificación es que el primer 1 lógico del tren de bits se representa como un voltaje positivo y se invierte el voltaje en el siguiente 1 lógico que aparezca en el tren de bits, es decir que el primer 1 lógico se representa como un valor alto y el próximo se invierte representándose como un valor bajo como se presenta en la figura 9.

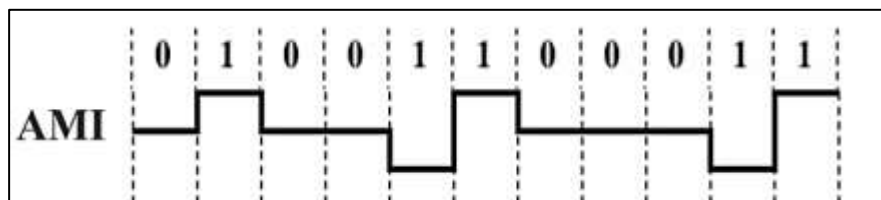


Figura 9. Codificación AMI. Información tomada de unexpocom.files.wordpress.com.
Elaborado por Departamento de Ingeniería Electrónica de la Unexpo Vicerrectorado Puerto Ordaz.

2.2.6.1.6. HDB3 (Alta densidad Bipolar-3 ceros)

Está basada en la codificación AMI, este tipo de código de línea evita que envíen más de tres ceros consecutivos, las secuencias de 4 ceros son reemplazadas por un código dependiendo la regla que se expone en la tabla 2, se usan dos secuencias especiales de 4 bits que son B00V y 000V, se considera que este tipo de codificación es un ejemplo de las propiedades que debe cumplir un código de línea, la alternancia de la polaridad de los unos garantiza el sincronismo del bit y también insertando en las secuencias de ceros impulsos de sincronización (Gyasi-Agyei, 2019).

Tabla 2 Regla para sustitución HDB3.

Regla para sustitución HDB3		
Polaridad de pulso anterior	Cantidad de pulsos impares desde la última sustitución (00V)	Cantidad de pulsos pares desde la última sustitución (B00V)
+	000+	-00-
-	000-	+00+

Información tomada de: books.google.com.ec. Elaborado por Melissa Solis.

2.2.6.1.7. Bipolar con sustitución de 8 ceros (B8ZS)

Esta codificación mejora la problemática que se presenta en la codificación AMI, consiste en que la secuencia de 8 ceros se debe reemplazar por la siguiente codificación:

- Un tren de bits que tenga una secuencia de ocho 0 lógicos se reemplaza por 000+ -0- +, si el pulso anterior es positivo.
- En un tren de bits que contenga una secuencia de ocho 0 lógicos se reemplaza por 000- +0+ -, si el pulso anterior es negativo.

En la figura 10 se muestra un ejemplo de la codificación Bipolar con sustitución de 8 ceros.

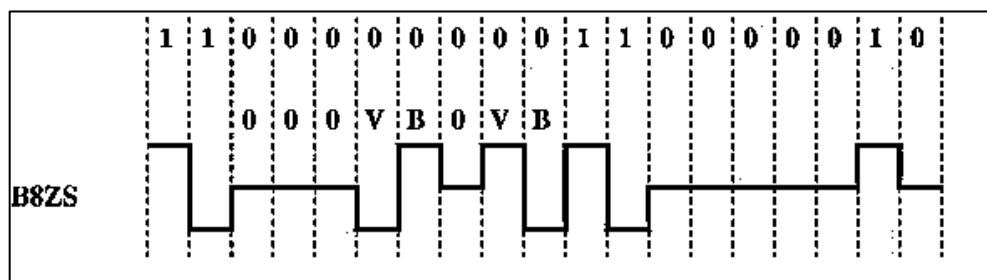


Figura 10. Codificación B8ZS. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

2.2.7. Modulación

La modulación es un proceso de transformación por el que debe de pasar una señal analógica, la mayoría de las veces esta señal es de tipo senoidal a la que se suele conocer como señal portadora, utilizando una señal a la que se denomina señal moduladora, para así obtener la señal modulada, la transformación de la señal se realiza en parámetros de amplitud, frecuencia y fase (Gallardo Vázquez, 2019).

Con la modulación se permite un mejor aprovechamiento del canal de comunicación y se logra la transmisión de información de forma simultánea, además de proteger a la señal de las interferencias y ruidos, actualmente en los sistemas de comunicación se transmite gran cantidad de señales del tipo analógicas y digitales por lo que se necesita adaptarlas al medio por el que se desea transmitir y reducir su sensibilidad al ruido empleando distintos tipos de modulaciones que se clasifican en dos grupos que son: modulaciones analógicas y digitales (Gallardo Vázquez, 2019).

2.2.8. Ensanchamiento de espectro.

El ensanchamiento de espectro es considerado como una técnica de modulación para transmitir datos digitales, surgió ante la necesidad de proteger a las señales de interferencias

intencionadas, consiste en que la señal se expande a tal punto de atravesar un ancho de banda mayor que el se requiere para poder realizar las transmisiones con éxito (National Instrument, 2020).

2.2.9. Acceso múltiple

El acceso múltiple es el proceso que permite que varios usuarios con diferentes mensajes puedan acceder al mismo medio, compartiendo la capacidad de este, sin que se vean afectados los procesos de comunicación entre ellos, según Callos (2018), existen cuatro tipos de acceso múltiple que son:

- **Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA):** En esta técnica cada canal o usuario usa una frecuencia diferente, es apropiada para las modulaciones analógicas (Kawalpreet & Gulzar Group of Institutes, 2020).
- **Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA):** está basado en el esquema de TDM, mismo que consiste en la asignación de tiempo a cada flujo de datos, para TDMA el flujo de datos pertenece a un usuario que está conectado al medio compartido (Kawalpreet & Gulzar Group of Institutes, 2020).
- **Acceso múltiple por división de código (CDMA):** este tipo permite que los usuarios transmitan al mismo tiempo y en la misma frecuencia, puesto que en CDMA se asigna un código diferente por cada usuario.
- **Acceso múltiple por división de espacio (SDMA):** En esta técnica se separa a los usuarios dependiendo de su posición geográficas.

2.2.10. Medios de Transmisión

Se conoce como medio de transmisión a la vía o canal por el cual pasa la información del emisor al receptor, los medios de transmisión se dividen en dos grupos que son: medios guiados (alámbricos) y no guiados (inalámbricos).

2.2.10.1. Medios guiados

Gallardo Vázquez (2019), dice que los medios guiados son comunicaciones alámbricas es decir que las señales se propagan por un cable que puede ser de tipo óptico(luces) o eléctrico y se clasifican en tres grupos:

- **Eléctricos:** formado por un cable metálico (cobre) por el que circula electricidad, existen diversos tipos de cables, tales como: par trenzado, cable coaxial, entre otros.

- **Ópticos:** para los medios ópticos en los que se transmite haz de luz se usa la fibra óptica, en este tipo de medios la señal es inmune al ruido eléctrico, las fibras se clasifican en monomodo y multimodo.
- **Corrientes portadoras:** las corrientes de portadoras para su transmisión usan sus propias líneas de distribución que pueden ser eléctricas o telefónicas.

2.2.10.2. *Mediados no guiados*

Los medios no guiados son aquellos que no necesitan un cable físico para su transmisión, es decir se transmiten de forma inalámbrica y en función del tipo de onda se definen tres tipos:

- **Radiofrecuencia.** – estos sistemas emplean ondas electromagnéticas para lograr la propagación de señales.
- **Infrarrojos.** – un claro ejemplo de este tipo de medio es el que usan los mandos de control remoto de los televisores, aires acondicionado, etc, consisten en la transmisión de una luz infrarroja que no es percibida por el ser humano.
- **Ultrasonidos.** – este tipo de transmisión emplea ondas de presión, similar al sonido, pero en una frecuencia que el humano no puede percibir, este tipo de medio no es tan utilizado en los sistemas de comunicaciones, pero si en el ámbito correspondiente a sensores como los que tienen los vehículos para la detección de obstáculos.

2.2.11. **Detección**

Es el proceso mediante el cual se detecta una señal en el contexto de ruido e interferencia, el objetivo de la detección es que no queden errores sin detectar, en otras palabras, la detección es la que vigila los datos recibidos y determina si estos datos han tenido error en la transmisión.

2.2.12. **Demodulación**

Se denomina demodulación al proceso que permite que se recupere la señal o información original transportada por una onda portadora de datos de una señal que fue modulada en el extremo de trasmisor, la demodulación se hace en el receptor

2.2.13. **Decodificador de canal**

Es aquel que ayuda a retirar la redundancia introducida por el codificador correspondiente corrigiendo los errores que se detectan.

2.2.14. Decodificador de fuente

El decodificado de fuente tiene como propósito reconstruir la secuencia de información original, teniendo como base los conceptos aplicados en la codificación de la fuente.

2.2.15. Transductor de salida

El transductor de salida es un instrumento que transforma la magnitud de entrada de una señal eléctrica a una señal de salida para interpretación del usuario, por poner un ejemplo entre el transductor que se usa comúnmente es la bocina.

2.2.16. Procesadores de señales digitales (PDS)

Según González (2018), un procesador de señales digitales es un sistema que se basa en un microprocesador que actúa sobre la información digitalizada de una señal analógica, ya sea de voz, imagen o video con el objetivo de mejorar dicha señal en algún aspecto o realizar alguna operación sobre la misma.

2.2.17. Limitantes de los sistemas de comunicación.

Las limitantes a las que se enfrentan los sistemas de comunicación son todos aquellos fenómenos que de una u otra manera alteran la forma de la onda de la señal que circula por un canal, estas limitantes son un factor que determina la calidad con la que se va a realizar la transmisión, entre los más comunes esta: la atenuación, distorsión, interferencia y el ruido.

- **Atenuación:** es cuando la señal pierde intensidad producida al circular por un canal, la distancia es un factor determinante en la atenuación, porque a mayor distancia mayor será la atenuación que sufrirá la señal.
- **Ruido:** se define al ruido como las señales eléctricas impredecibles que surgen de naturalmente dentro o fuera de un sistema de comunicación, estas señales provocan que varíe aspectos en la señal como la amplitud, el ruido no se puede eliminar por completo, existen variaciones del ruido entre los que se enlistan: el ruido térmico, ruido de intermodulación y el ruido impulsivo.
- **Distorsión:** la distorsión provoca que la señal en un sistema de comunicaciones se deforme, este tipo de perturbación se origina a partir de las características físicas que tiene el sistema de comunicación, es decir que si un componente del sistema modifica la forma de la señal está provocando la distorsión.

2.2.18. Microcontroladores

Según Aliverti (2017), los microcontroladores son una pequeña computadora dentro de un chip, compuestas una unidad central de procesamiento (CPU), distintos tipos de

memorias y pines de entrada y salida que sirven para comunicarse con el mundo exterior. Por otro lado Torrente Artero (2018), define a un microcontrolador como un chip programable, donde la función principal de su unidad central de procesamiento es ejecutar de forma autónoma las instrucciones que se han guardado en su memoria, estos microcontroladores son ampliamente usados en los productos domésticos, su amplio uso se debe a que son ideales para aumentar la funcionalidad, reducir espacio, por su bajo costo y disminución del consumo de energía en dichos productos.

2.2.18.1. **Arduino**

Arduino surgió como una herramienta de bajo costo que permite la utilización de la electrónica con la programación de una forma sencilla, es una placa de circuito impreso (PCB) compuesta por hardware libre que integra un microcontrolador Atmel-8 bits, pines de entrada y salida que permiten conectar sensores y actuadores sin mayor complicación debido a que las placas utilizan pines hembra como se muestra en la figura 11, Arduino también cuenta con software que permite programar las distintas funcionalidades que se requiere ejecutar con los sensores o actuadores conectados a sus pines analógicos o digitales, el software se denomina Entorno de Desarrollo Integrado(IDE), aplicación multiplataforma que está compuesta por herramientas que sirven para programar y desarrollar aplicaciones.

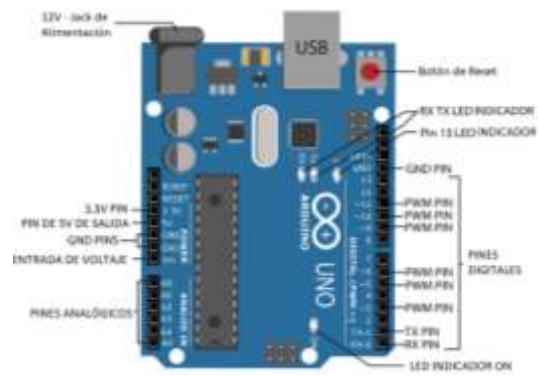


Figura 11. Arduino Uno Partes. Información tomada de <https://microcontroladores.com>. Elaborado por Microcontroladores

Existen diversos tipos de placas Arduino diseñadas para cubrir ciertas necesidades, en la tabla 3 se describen los tipos de placas principales y sus características.

Tabla 3 Tipos de Arduino.		
Tipos		Características
Arduino Uno R3	Micronrolador	ATMega328P

Arduino Mega	Voltaje de alimentación	7 hasta 12V
	Voltaje de operación	5V
	Velocidad de reloj	16 MHz
	Pines analógicos	6
	Pines digitales	14 donde 6 son salida PWM
	Memoria	32 KB Flash
		2 KB RAM
		1 KB Eeprom
	Microntrolador	ATMega2560
	Voltaje de alimentación	7 hasta 12V
	Voltaje de operación	5V
	Velocidad de reloj	16 MHz
	Pines analógicos	16
	Pines digitales	54 donde 15 son salida PWM
	Memoria	256 KB Flash
		8 KB RAM
		4 KB Eeprom
	Microntrolador	ATMega328P
Arduino Nano	Voltaje de alimentación	7 hasta 12V
	Voltaje de operación	5V
	Velocidad de reloj	16 MHz
	Pines analógicos	8
	Pines digitales	14 donde 6 son salida PWM
	Memoria	32 KB Flash
		2 KB RAM
		1 KB Eeprom
	Microntrolador	ATMega32u4
	Voltaje de alimentación	7 hasta 12V
Arduino Leonardo	Voltaje de operación	3,3V

Arduino Lilypad	Velocidad de reloj	16 MHz
	Pines analógicos	12
	Pines digitales	20 donde 7 son salida PWM
	Memoria	32 KB Flash
		2,5 KB RAM
		1 KB Eeprom
	Microntrolador	ATMega328V
	Voltaje de alimentación	7 hasta 12V
	Voltaje de operación	3,3V
	Velocidad de reloj	8 MHz
	Pines analógicos	6
	Pines digitales	14 donde 6 son salida PWM
	Memoria	16 KB Flash
		1 KB RAM
		512 Bytes Eeprom

Información tomada de La investigación directa. Elaborado por Melissa Solis.

2.3.Marco legal

En el artículo 350 del Régimen del Buen Vivir, aprobado y que entró en vigencia en el año 2008 en el territorio ecuatoriano, establece que la finalidad del sistema de educación es el de garantizar el aprendizaje académico y profesional, con una visión científica, encaminada a fomentar la creación de soluciones viables para los problemas que existen en el país, que se relacionan estrechamente al desarrollo del país, en base a lo que se expone en el presente artículo se determina que las entidades que brindan educación de tercer nivel como la Universidad de Guayaquil, deben velar por el crecimiento profesional de los estudiantes, impulsándolos a realizar investigaciones de carácter científico y a producir nuevas tecnologías que contribuyan al desarrollo del país.

En el Art. 8 del Consejo de Aseguramiento de la Calidad de Educación Superior, aprobado en el año 2018, en el apartado fines de la educación superior, se expresa que se debe incitar a las y los estudiantes al desarrollo de soluciones tecnológicas a partir de proyectos, programas y mecanismos en todos los ámbitos del conocimiento

El artículo 16 de la constitución de la República del Ecuador, establece en su tercera sección que todos los individuos, ya sea de forma individual o colectiva poseen el derecho de libre acceso universal a las TICs (tecnologías de información y comunicación), analizando lo establecido en dicho artículo, se proporciona el libre acceso del espectro de frecuencia dando apertura a que se creen nuevos medios de comunicación con el objetivo de extender el uso de dicho recurso.

En el artículo 347 en su primera sección establece que el estado tiene la responsabilidad de integrar las tecnologías de comunicación e información en los procesos educativos y ayudar a que sea posible enlazar las enseñanzas con la actividades sociales o productivas, con el fin de los estudiantes se puedan familiarizar a los procesos existentes que aportan un valor productivo en la sociedad.

Teniendo en cuenta lo que se expresa en los artículos mencionados en relación al desarrollo científico, uso libre e inclusivo de las TICs y la responsabilidad que tienen las instituciones educativas de tercer nivel para lograr que los y las estudiantes, adquieran las capacidades analíticas que les permitan encontrar soluciones a los problemas que interfieren de forma negativa en el desarrollo del país, como lo es en el caso de la Universidad de Guayaquil que tiene el compromiso de fomentar en los estudiantes el desarrollo de tecnologías innovadoras que aporten de forma positiva a la sociedad, así también como el presente trabajo, en el que se pretende aportar con el desarrollo de una herramienta que mejore la problemática dentro del laboratorio de la carrera, en el que existe insuficiente cantidad de equipos tecnológicos que permitan al estudiante su máximo desenvolvimiento y comprensión del material expuesto por el docente.

Capítulo III

Metodología

3.1. Metodología

3.1.1. Metodología Cuantitativa

La metodología cuantitativa, se centra en el estudio de los acontecimientos sociales mediante el uso de métodos y técnicas que permitan analizar mediante estadísticas los datos recolectados, por tanto en el presente trabajo se hace uso de esta metodología de investigación con la finalidad de efectuar un estudio de campo por medio de una encuesta a los alumnos de la carrera Telemática que cursaron la materia Comunicación analógica y digital, es decir a los estudiantes que se encuentren cursando materias afines a la mencionada, a fin de que con la recolección de datos mediante un análisis de resultados se ayude a establecer la viabilidad de la propuesta.

3.1.2. Método bibliográfico

El método bibliográfico cumple un papel importante en el desarrollo del proyecto, dicho método consiste en la búsqueda y sistematización de información de artículos científicos, libros, sitios web, experimentos y revistas, para Benavent R et al. (2011), la revisión bibliográfica es una etapa fundamental en los proyectos de investigación misma revisión debe garantizar que la información extraída sea relevante con respecto al campo de estudio, en el presente trabajo se lleva a cabo la revisión bibliográfica referente a la enseñanza de los códigos de línea mediante la práctica, su aplicación e importancia, además de consultar información sobre el valor significativo que aporta adoptar por una metodología de enseñanza teórica-práctica y el uso de laboratorios en la vida académica y profesional de un estudiante.

3.1.3. Método experimental

El método experimental según Vásquez Hidalgo (2016), consiste en la observación de los efectos provocados intencionalmente a un objeto de investigación con la finalidad de alcanzar un objetivo, dicho método favorece el desarrollo del presente proyecto que se basa en la implementación de un módulo para práctica de códigos de línea dirigido a los estudiantes que cursan la asignatura Comunicación analógica y digital, permitiendo realizar pruebas a lo largo del desarrollo del mismo, que permitirán identificar fallos y corregirlos paulatinamente hasta conseguir que el módulo sea una herramienta de aprendizaje.

3.1.4. Método de campo

El método de campo proporciona al investigador diversas herramientas que se pueden usar para la recolección de datos importantes entorno a las personas u objetos que se está estudiando, en el presente trabajo se aplica con el fin disponer de la encuesta como herramienta que permita recolectar información relevante basada en la experiencia de los estudiantes para darle continuidad al presente proyecto, se realizarán dos encuestas, la pre-encuesta se realiza con el fin de conocer las dificultades que tuvieron los estudiantes al estudiar códigos de línea y si ellos consideran necesario llevar a cabo su implementación, la post encuesta se lleva a cabo una vez finalizada la implementación del prototipo para evaluar el grado de aceptación y funcionamiento del mismo.

3.1.5. Población y muestra

Siendo la población un punto clave en toda investigación, se debe hacer la correcta elección de la misma, para Rodríguez Franco, Pierdant Rodríguez, & Rodríguez Jiménez, (2016), población es un grupo determinado o indeterminado de personas que comparten características comunes en relación a un objeto que se está estudiando.

3.1.5.1. Selección de la muestra

La población para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo de investigación son los estudiantes de la carrera Ingeniería en Telemática de la Universidad de Guayaquil específicamente los que cursaron la asignatura Comunicación analógica y digital del sexto semestre, para este caso la población abarca a los estudiantes desde séptimo semestre hasta noveno semestre matriculados en el periodo 2022-2023 CI.

El número total de estudiantes matriculados y que ya cursaron la materia Comunicación analógica y digital son 73 alumnos, información que fue tomada del apartado de consultas públicas del Sistema Integrado de Universidad de Guayaquil (SIUG), por tanto, la población de estudio es $N=73$, acogiéndose a que la metodología del presente trabajo es cuantitativa se procede a usar la siguiente fórmula, misma que se utiliza cuando la población es finita y el tipo de muestreo es probabilístico.

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + z^2 \cdot p \cdot q}$$

En el cual:

n= representa al tamaño de la muestra

z= representa al nivel de confianza, si se desconoce este valor se recomienda usar 95%

p y q= representan el porcentaje de ocurrencia, en caso de no conocer este dato se considera 50% y 50%

N= tamaño de la población, para este caso es de 73 alumnos

e= error máximo permitido, acepta desde el 5% y el 7%, para este caso vamos a usar el 5%

Al aplicar la formula explicada se obtiene que el valor de la muestra es de 61 estudiantes.

$$n = \frac{(1.960)^2 * 50 * 50 * 73}{5^2(73 - 1) + (1.960)^2 * 50 * 50}$$

$$n = \frac{3.8416 * 50 * 50 * 73}{25(72) + 3.8416 * 50 * 50}$$

$$n = \frac{701.092}{11.404}$$

$$n = 61.48$$

$$n = 61 \text{ estudiantes}$$

La muestra seleccionada corresponde y cumple con las características comunes lo que facilitará la recopilación de información relevante para dicho trabajo de investigación tales como: nivel de conocimiento, dificultades que experimentó al aprender sobre la codificación de línea, si está de acuerdo con que se implemente una herramienta de ayuda, como le gustaría que sea la herramienta, en base a las respuestas obtenidas se realizarán las conclusiones al respecto.

3.1.6. Tabulación de la pre-encuesta

La presente encuesta se realizó antes de ejecutar la implementación y las pruebas de funcionamiento con los estudiantes de Telemática, con el fin de conocer su opinión sobre la importancia de las prácticas de laboratorio y la aceptación ante la implementación de un módulo para practicar códigos de línea.

Preguntas Pre-encuesta

- 1. ¿Está usted de acuerdo o en desacuerdo con la siguiente afirmación? “Las prácticas de laboratorio influyen de forma positiva en el desenvolvimiento académico y profesional del estudiante”**

Tabla 4 Influencia de las prácticas de laboratorio para el desenvolvimiento académico.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	10	16,4%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1	1,6%
De acuerdo	18	29,5%
Totalmente de acuerdo	32	52,5%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís



Figura 12. Opinión sobre la influencia positiva que tiene las prácticas a nivel académico. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Según los datos obtenidos que se muestran en la figura 12 y tabla 4, se tiene que el 52,5% de los estudiantes están totalmente de acuerdo con la afirmación de que las prácticas de laboratorio influyen de forma positiva para el desenvolvimiento académico, mientras que el 29,5% están de acuerdo con la afirmación, el 1,6 no está de acuerdo y por último el 16,4% de los estudiantes indicaron que están totalmente en desacuerdo.

2. ¿Con que frecuencia usted ha realizado una práctica de laboratorio?

Tabla 5 Frecuencia con la que realiza práctica de laboratorio

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	2	3,3%
Casi nunca	28	45,9%
Ocasionalmente	28	45,9%
Casi siempre	2	3,3%
Siempre	2	3,3%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

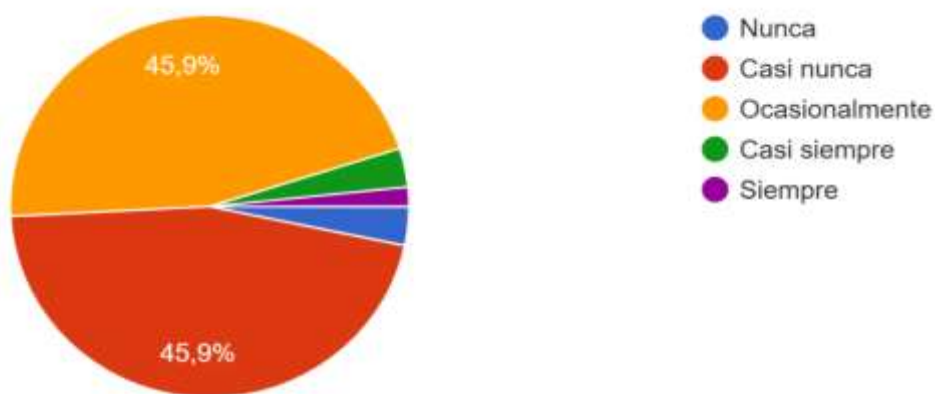


Figura 13. Frecuencia con la que los estudiantes realizan prácticas de laboratorio. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Como se observa en la figura 13 y en la tabla 5, alrededor del 3,3% de los estudiantes encuestados indican que siempre realizan prácticas de laboratorio, el otro 3,3% de estudiantes indican que casi siempre, mientras que el 45,9% indicaron que ocasionalmente, el otro 45,9% manifiestan que casi nunca y por último otro 3,3% dicen que nunca.

3. Basado en su experiencia, ¿Qué es lo que más se le complicó entender, cuando estudió sobre los códigos de línea?

Tabla 6 Dificultad para entender los códigos de línea

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Ingresar los datos.	6	9,8%
Interpretar el orden de los datos.	29	47,5%
El desarrollo matemático.	33	54,1%
El seguimiento del código.	30	49,2%
Realizar la gráfica resultante.	24	39,3%
Diferenciar los tipos de códigos.	29	47,5%
Representar la señal asociada a una secuencia de bits.	29	47,5%
Entender el proceso de sincronización.	29	47,5%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

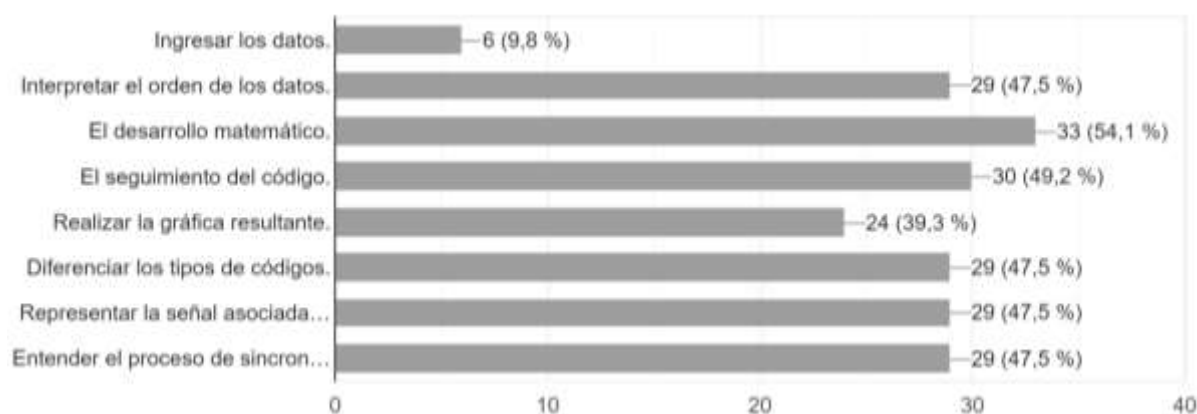


Figura 14. Complicaciones al aprender códigos de línea. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Según los resultados obtenidos a partir de la encuesta sobre que se les complicó de entender al estudiar códigos de línea, el 47,5% indicaron que se les complicó interpretar el orden de los datos, diferenciar los tipos de códigos, representar la señal asociada a una secuencia de bits y entender el proceso de sincronización, el 9,8% indican que se les complicó entender el ingreso de datos, por otro lado el 54,1% dejan en evidencia que el desarrollo matemático, el 49,2 % indicaron que el seguimiento del código y por último un total de 39,3% respondieron que realizar la gráfica resultante.

4. ¿Qué nivel de dificultad tiene comprender la codificación de línea?

Tabla 7 Nivel de dificultad que representa aprender codificación de línea

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Muy difícil	4	6,6%
Difícil	23	37,7%
Normal	34	55,7%
Fácil	0	0%
Muy fácil	0	0%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

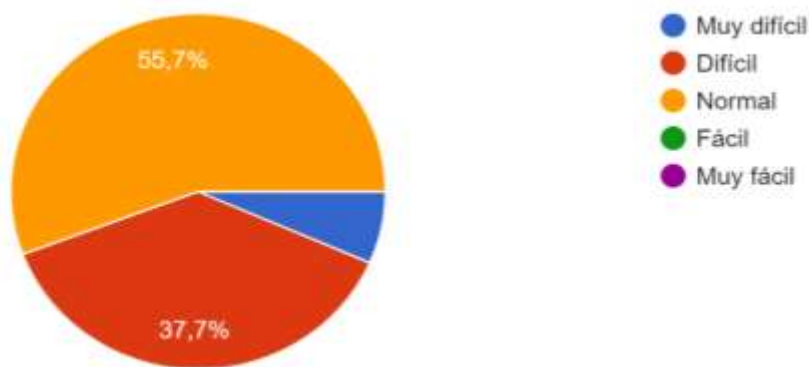


Figura 15. Que tan difícil se les hace aprender códigos de línea.

Según los datos observados en la figura 15 y la tabla 7, el 6,6% de los estudiantes dicen que es muy difícil comprender la codificación de línea, por otro lado, el 37,7% indican que es difícil y el 55,7% indicaron que es normal es decir que no es ni fácil ni difícil.

5. ¿Qué tan de acuerdo está usted en que se aplique la metodología de enseñanza teórica-práctica para reforzar los conocimientos sobre códigos de línea?

Tabla 8 Opinión sobre metodología de enseñanza

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	4	6,6%
En desacuerdo	1	1,6
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3	4,9%
De acuerdo	22	36,1%
Totalmente de acuerdo	31	50,8%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

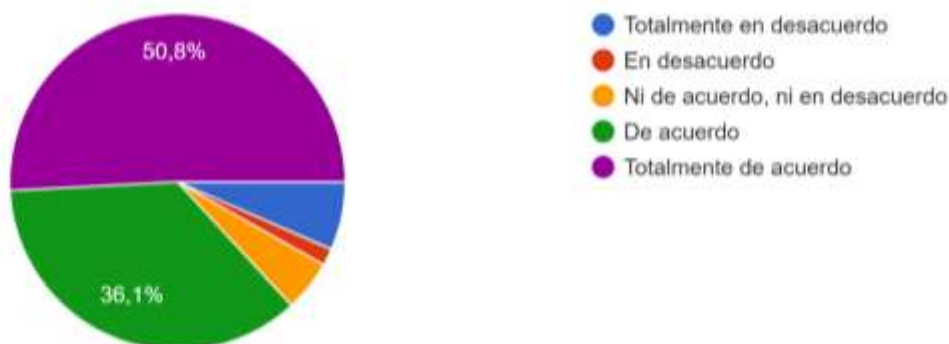


Figura 16. Metodología de enseñanza teórica-práctica. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

En la tabla 8 y figura 16 se observan los resultados correspondientes a la opinión de los estudiantes para saber qué tan de acuerdo están con que se aplique la metodología de

enseñanza teórica-práctica para reforzar los conocimientos de códigos de línea, el 50,8% de los estudiantes respondieron que están totalmente de acuerdo, el 36,1% indicaron que están de acuerdo, un 4,9 de encuestados dijeron que no están ni de acuerdo, ni en desacuerdo, por otra parte un 1,6% dice que está en desacuerdo y por último el 6,6% indica que están totalmente en desacuerdo.

6. ¿Está usted de acuerdo que, con la incorporación de herramientas tecnológicas diseñadas a medida y puestas al alcance de los estudiantes, se ayudaría a mejorar los procesos de aprendizaje?

Tabla 9 Incorporación de herramientas para aprendizaje hechas a medida

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	5	8,2%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3	4,9%
De acuerdo	23	37,7%
Totalmente de acuerdo	30	49,2%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

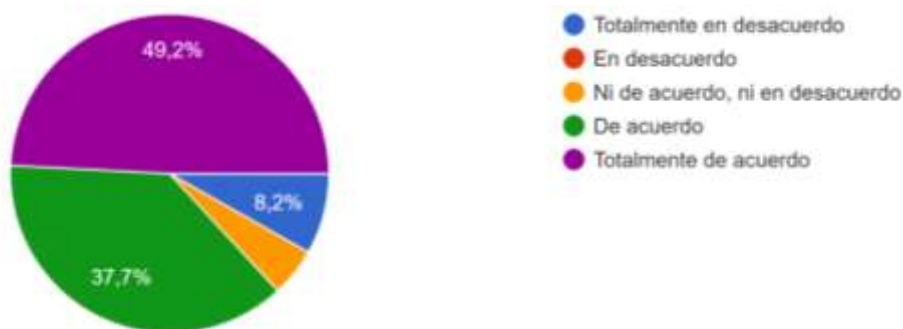


Figura 17. Mejorar los procesos de aprendizaje con herramientas tecnológicas diseñadas a medida. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos que se muestran en la tabla 9 y figura 17 se tiene que el 49,2% de los estudiantes están totalmente de acuerdo con que la implementación de herramientas tecnológicas diseñadas a medida y que estén al alcance de los estudiantes ayudaría a mejorar los procesos de aprendizajes, por otro lado, el 37,7% indicaron que están de acuerdo, el 4,9% dicen no estar ni de acuerdo, ni en desacuerdo y por último el 8,2% indican que están totalmente en desacuerdo.

7. ¿Qué tan de acuerdo está usted con que se implemente un módulo que permita a los estudiantes practicar los códigos de línea?

Tabla 10. Implementación de módulo para practicar códigos de línea

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	5	8,2
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	5	8,2%
De acuerdo	27	44,3%
Totalmente de acuerdo	24	39,3%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis



Figura 18. Aceptación para implementación de módulo. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Según la información recolectada y mostrada en la figura 18, para conocer el grado de aceptación de implementar el módulo para práctica de códigos de línea, se tiene que el 39,3% están totalmente de acuerdo, un 44,3% indican que están de acuerdo, el 8,2% dicen no estar ni en de acuerdo, ni en desacuerdo y ese mismo % indicaron que están totalmente en desacuerdo.

8. ¿Cómo le gustaría que sea el módulo para práctica de códigos de línea?

Tabla 11 Opinión sobre como quisieran el módulo

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Que muestre paso a paso la transformación de la señal.	56	91,8%
Que se ingrese el tren de bits y que muestre la gráfica resultante.	43	70,5%
Que requiera el uso de programación para procesar la señal.	15	24,6%
Que se muestre el proceso matemático y grafica resultante.	50	82%

Que exista una guía o manual de uso del módulo.	37	60,7%
Que necesite de un instalador para su uso.	5	8,2%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

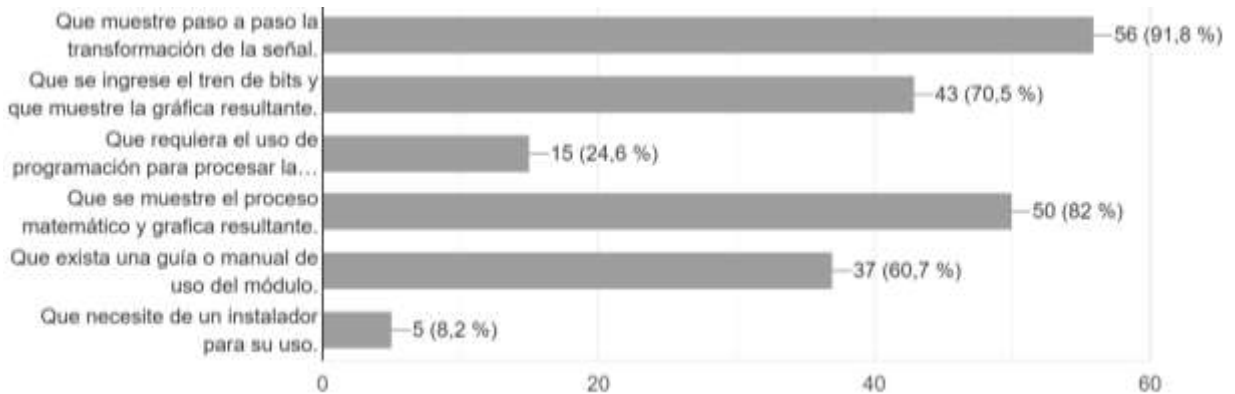


Figura 19. Preferencias de usuarios para implementación de módulo. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Esta pregunta se realizó con el fin de conocer las preferencias de los estudiantes para la implementación del módulo para práctica de códigos de línea teniendo como resultados los que se muestran en la figura 19, donde el 91,8% quieren que el módulo muestre paso a paso la transformación de la señal, el 70,5% concuerdan en que se ingrese el tren de bits y se muestre la gráfica resultante, un 24,6% respondieron que el módulo requiera el uso de programación para procesar la señal, un 82% quieren que se muestre el proceso matemático y grafica resultante, por otro lado un 60,7% dijeron que el módulo cuente con una guía o manual para su uso y el 8,2% dijeron que les gustaría que el módulo necesite de instalador.

9. ¿Con cuáles de las siguientes formas de código de línea le gustaría que cuente el módulo?

Tabla 12 Tipos de codificación de línea que les gustaría a los usuarios

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Unipolar NRZ	52	85,2%
Bipolar NRZ	56	91,8%
Unipolar Rz	51	83,6%
AMI RZ	56	91,8%
HDB3	25	41%
Manchester	27	44,3%
Manchester diferencial	17	27,9%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

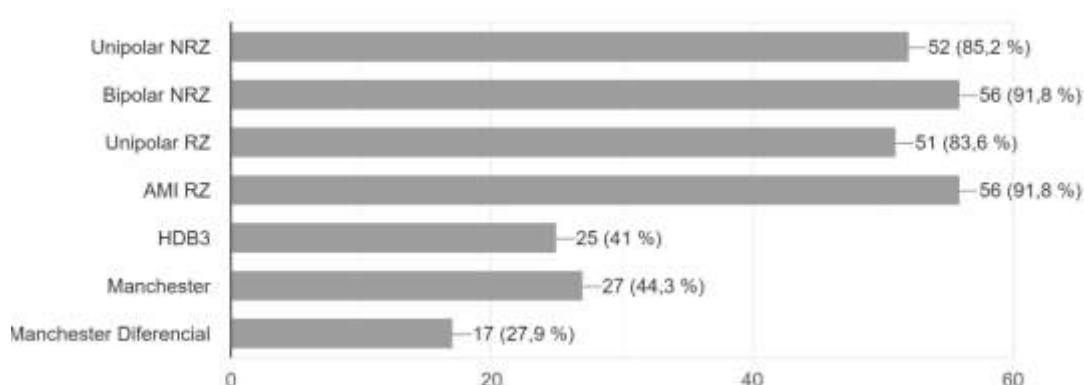


Figura 20. Tipos de codificaciones requeridas por el usuario. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Según la figura 20 el 91,8% de los estudiantes coinciden en que el módulo cuente con las codificaciones Bipolar NRZ y AMI RZ, el 27,9% indicaron que Manchester diferencial, el 44,3% respondieron manchester, el 41% concuerdan que se cuente con HDB3, el 83,6% y un 85,2% quieren que se cuente con la codificación unipolar NRZ.

3.1.6.1. Análisis de las necesidades a partir de la pre-encuesta

A partir de la información recolectada en la pre-encuesta dirigida a los estudiantes de la carrera Telemática, se permite validar que el grado de aceptación que tendrá el módulo para prácticas de códigos de línea es positivo, puesto que la mayoría de los estudiantes están de acuerdo que contar con una herramienta que aporte una mejora para comprender los códigos de línea ayuda en el desempeño académico, por otro lado se observa que los estudiantes ocasionalmente o casi nunca han tenido una práctica de laboratorio, y basado en su experiencia la mayor parte de los estudiantes están totalmente de acuerdo con que se aplique la metodología de enseñanza teórica-práctica, para reforzar los conocimientos en torno al tema estudiado, por último se conocieron las características con las que desearían los estudiantes que cuente el módulo entre las que están: que se ingrese el tren de bits y que se muestre la gráfica resultante, que exista una guía o manual de uso del módulo y que se puedan estudiar los siguientes tipos de códigos de línea: Unipolar NRZ, Bipolar NRZ, AMI RZ, Unipolar RZ y Manchester.

3.1.7. Requerimientos del prototipo

Con base en la investigación previa y la información recaudada en el proceso de la misma, se requiere que el módulo de práctica de códigos de línea cuente con ciertas características tales como, que los componentes sean de bajo costo, que tanto el hardware y el software sean de código abierto, que el medio por el que se va a transmitir los datos sea inalámbrico, que sea de fácil mantenimiento y que no ocupe mucho espacio físico.

3.1.8. Requerimientos de usuario

El diseño del módulo debe ser intuitivo y de fácil manejo para que así los estudiantes no tengan inconvenientes al momento de usarlo en la práctica, por lo tanto, se debe presentar la información de una forma entendible, creando una interfaz de usuario en la que se muestren los distintos tipos de gráficas de códigos de línea, el tren de bits que se está enviando, el tipo de código de línea que seleccionó y la gráfica original.

3.1.9. Requerimientos Técnicos del Hardware Transmisor y Receptor

Es importante conocer las características técnicas de cada componente que constituye el presente trabajo de titulación, por tanto, a continuación, se enlistan las características técnicas principales del módulo de RF de su parte transmisora y receptora, de las pantallas de interfaz gráfica y el módulo i2c mismo que se usa con una de las pantallas.

3.1.9.1. Especificaciones técnicas del transmisor de Radio Frecuencia FS1000A

Tabla 13 Características técnicas del módulo transmisor de Radio Frecuencia

Características	Descripción
Potencia de transmisión	13dBm
Voltaje de operación	3-12V
Consumo de corriente	<16 mA
Señal de radiofrecuencia	Modulación ASK/OOK
Desviación de Frecuencia	+/- 75KHz
	350 metros con 12V
Alcance útil en campo abierto	230 metros con 5V
	160 metros con 3V
Frecuencia de transmisión	433.92MHz
Velocidad de transmisión	<10kbps

Información tomada de tecmikro.com . Elaborado por Melissa Solis

3.1.9.2. Especificaciones técnicas del receptor de Radio Frecuencia XY-MK-5V

Tabla 14 Especificaciones técnicas del módulo receptor de Radio Frecuencia

Características	Descripción
Señal de radiofrecuencia	Modulación ASK/OOK
Consumo de corriente	2.2mA
Voltaje operación	4.5 hasta 5.5V
Alcance útil en campo abierto	110 metros
Frecuencia de transmisión	433.92MHz
Velocidad de transmisión	<10kbps
Sensibilidad	-100 dBm

Información tomada de tecmikro.com . Elaborado por Melissa Solis

3.1.9.3. Especificaciones técnicas de la pantalla LCD 128x64

Tabla 15 Especificaciones Técnicas de Pantalla LCD 128x64

Características	Descripción
Chip controlador	ST7920
Modelo	YB12864ZB
Voltaje para Operación	5V DC
Corriente de consumo	360mA
Color del Texto	Blanco
Número de columnas	128
Número de filas	64
Resolución en pixeles	128*64
Tamaño por pixel	0.48*0.48 mm
Tamaño en pulgadas diagonal	3.2
Dimensiones externas	93*70*13.5 mm

Información tomada de naylorlampmechatronics.com. Elaborado por Melissa Solis

3.1.9.4. Especificaciones técnicas de la pantalla LCD 16x2

Tabla 16 Especificaciones Técnicas de Pantalla LCD 16x2

Características	Descripción
Tipo	Pantalla LCD monocromática
Chip de controlador	HD44708
Voltaje para operación	5V DC

Corriente de consumo	25mA
Color de Texto	Blanco
Color de fondo	Azul
Numero de columnas	16
Numero de filas	2
Peso	32g

Información tomada de uelectronics.com. Elaborado por Melissa Solis

3.1.9.5. Especificaciones técnicas del módulo i2c

Tabla 17 Especificaciones Técnicas módulo i2c para LCD 16x2.

Características	Descripción
Chip de controlador	PCF8574
Voltaje de operación	5V DC
Número de E/S configurables	8
Interfaz de comunicación	I2C
Número de pines para comunicación	4
Número de pines para LCD	16
Dirección I2C	0x30-0x37
Dimensiones	42 mm x 19mm

Información tomada de iromec3d.com . Elaborado por Melissa Solis

3.2. Componentes a utilizar para construcción del módulo

3.2.1. Arduino Nano

La placa Arduino nano como su nombre lo indica es una placa pequeña a diferencia del Arduino Uno, esta placa cuenta con pines macho que facilitan su uso como se puede observar en la figura 21, para su alimentación cuenta con un conector USB Mini-B, está basado en un microcontrolador ATmega328 mismo que funciona con 16MHz, posee una memoria flash de 32KB, cuenta con 8 pines de entrada analógica, 6 pines PWM o pines digitales, cuenta con comunicación UART para transmisión/recepción, comunicación I2C y SPI, el voltaje de operación es de 5V, pero soporta de entre 7V hasta 12V.



Figura 21. Arduino Nano. Información tomada de arduino.cl. Elaborado por Arduino.cl

3.2.2. Módulos Emisor y Receptor RF 433 MHz.

Los módulos RF 433 MHz se utilizan para establecer la comunicación inalámbrica haciendo uso del espectro de frecuencias de radio, este módulo está constituido por un emisor (FS1000A) y un receptor (XY-MK-5V) como se muestra en la figura 22, es popularmente conocido como un medio de comunicación de bajo costo, la frecuencia para transmisión de los módulos es de 433MHz banda de uso libre, el alcance del módulo depende de dos factores tales como el voltaje de alimentación y la antena que se use (Llamas, 2016). Para utilizar estos elementos se los debe conectar al pin de datos del microcontrolador a utilizar, proceso que se debe realizar para la parte del transmisor y para la parte del receptor.



Figura 22. Módulo Receptor y Emisor RF 433MHz. Información tomada de naylampmechatronics.com. Elaborada por Nay Lamp Mechatronics.

El tipo de comunicación de los módulos RF 433MHz es simplex, es decir que los datos se envían en una sola dirección, además la velocidad de transmisión es de 2400bps y el tipo de modulación que utiliza para el enviar datos digitales es la técnica (ASK) modulación por desplazamiento de amplitud (Taller DroneBot, 2018).

3.2.3. Pantalla LCD 16x2 con Módulo I2C

La pantalla LCD 16x2, cuenta con 16 pines, para facilitar su uso se le incorpora un módulo I2C con el cual solo bastaran el uso de 4 pines, que se divide en 2 pines para recibir información y 2 pines para alimentar la pantalla LCD, en la figura 23 se puede observar el esquema de conexión entre el módulo I2C de la pantalla con el Arduino, la LCD tiene

incorporado un pequeño potenciómetro en la parte posterior, mismo que permite al usuario manipular el brillo con el que desea visualizar la información.

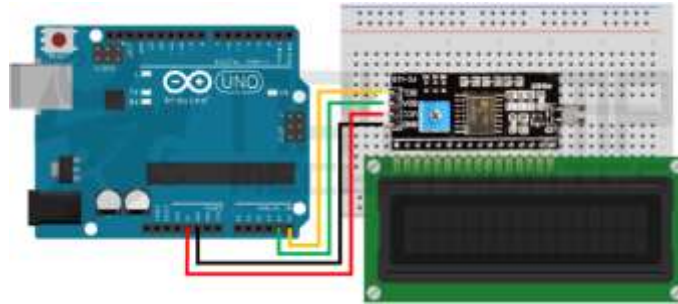


Figura 23. Conexión de la pantalla LCD 16x2 con módulo I2C al Arduino nano. Información tomada de *naylampmechatronics.com*. Elaborado por *Naylamp Mechatronics*

3.2.4. Pantalla LCD 128x64

La pantalla LCD 128x64 es usada comúnmente para mostrar gráficos y texto, con esta pantalla se puede diseñar interfaces entre hombre-máquina, la pantalla cuenta con 128 columnas y 64 filas de píxeles blanco o de color azul, para su procesamiento utiliza el controlador interno ST7920, para realizar la conexión de la pantalla a un Arduino se tienen dos opciones la comunicación serial SPI o la paralela, para la conexión paralela se necesitan de 7 a 13 pines y para la comunicación serial se necesitan tres pines, para programación en Arduino se usa como principal librería la u8g2 o u8glib, en la figura 24 se muestra como es la pantalla.

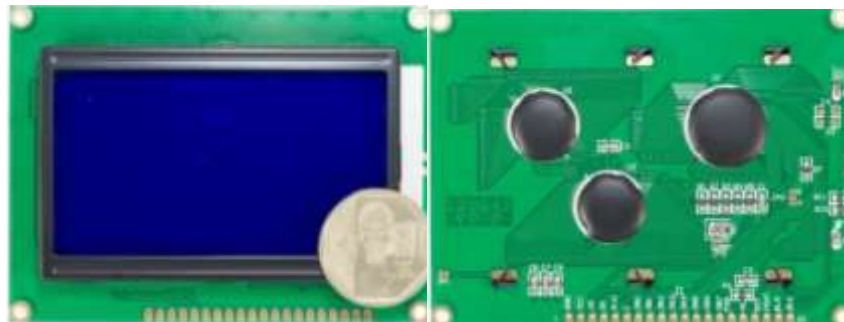


Figura 24. Pantalla LCD 128x64. Información tomada de *naylampmechatronics.com*. Elaborado por *Naylamp Mechatronics*

3.3. Desarrollo de la propuesta

3.3.1. Descripción general del prototipo

La descripción general del prototipo es un soporte necesario para dar inicio a la implementación del proyecto en cuestión, es por eso que a continuación se muestra el diagrama general de como estará constituido el módulo de práctica de códigos de línea a desarrollar, en la figura 25, se observa que el módulo estará compuesto por dos partes que

son la de transmisión (Tx) y la de recepción (Rx) de datos, que se comunicarán entre si inalámbricamente mediante el uso de un módulo RF (radio frecuencia) a 433 MHz y además contará con una interfaz gráfica haciendo uso de pantallas LCD tanto en el receptor como en el emisor.

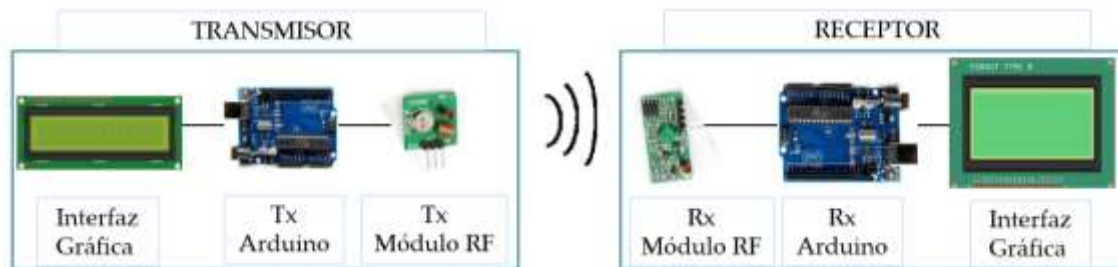


Figura 25. *Diagrama General del proyecto. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Melissa Solis*

3.3.2. Flujograma del transmisor.

Se ingresa una trama compuesta por 8 bits (unos y ceros), dicha trama se muestra en la interfaz gráfica (pantalla LCD 16x2), se procede a seleccionar el tipo de codificación de línea con la que se desea trabajar, se presenta en pantalla el tipo de codificación seleccionada, internamente se codifican los datos, una vez codificados y almacenados en la memoria interna del microcontrolador, se procede a enviar estos datos al módulo de radio frecuencia emisor FS1000A, para que este inicie la comunicación con el módulo de radio frecuencia receptor XY-MK-5V, una vez se establece la comunicación entre los módulos RF se procede a enviar los datos de la parte transmisora a la receptora, a continuación se muestra en flujograma del transmisor en la figura 26.

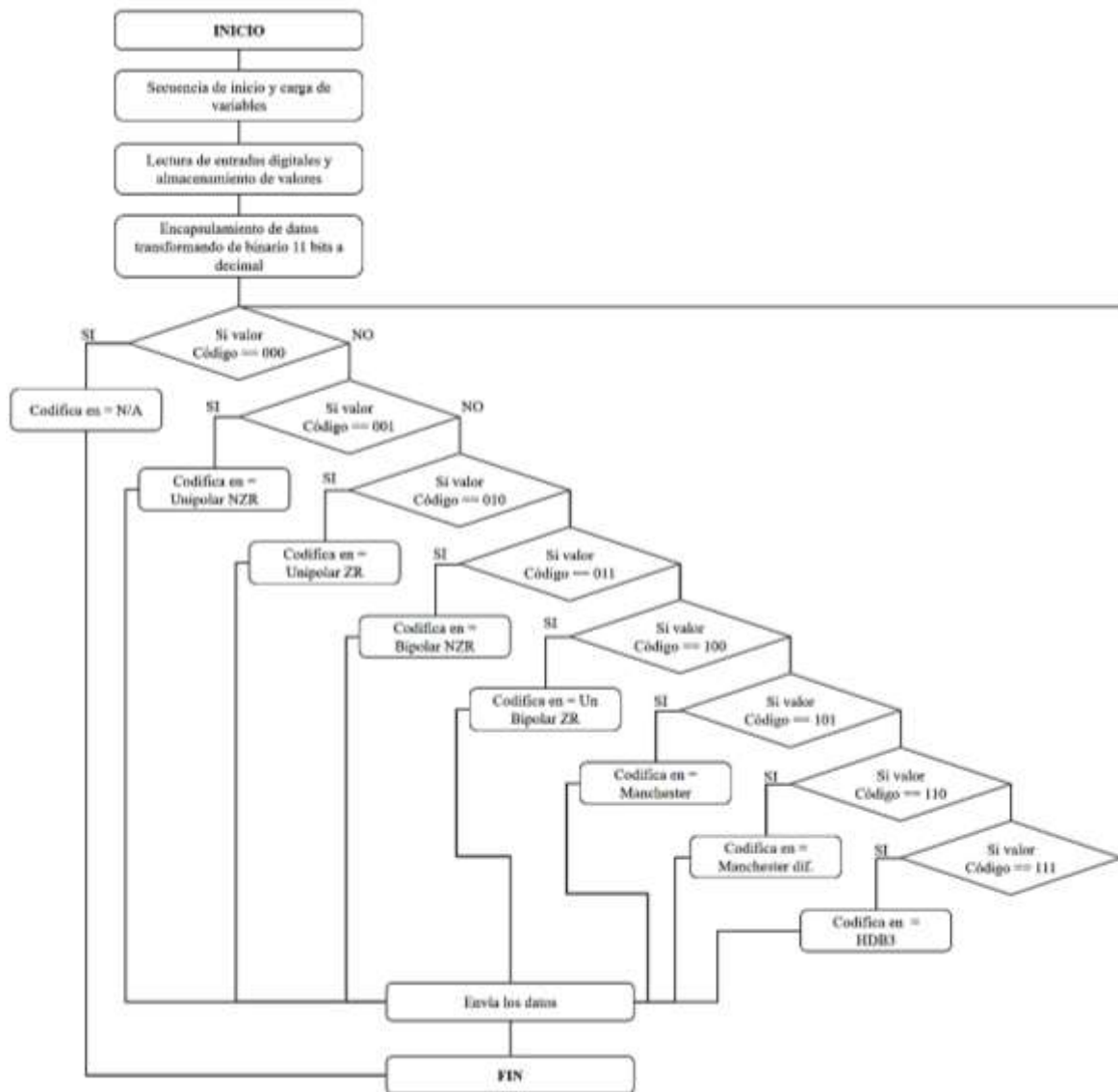


Figura 26. Diagrama de flujo del funcionamiento del Transmisor. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Melissa Solís

3.3.3. Flujograma del receptor.

Al momento de que se recibe los datos mediante el módulo receptor estos son enviados al microcontrolador Arduino nano para que realice la lectura de datos y muestre en la pantalla LCD 128x60 la gráfica codificada según el tipo codificación de línea que se seleccionó desde el transmisor, internamente el microcontrolador realiza el proceso de decodificación de datos recibidos y posterior a este proceso se muestra en pantalla la gráfica original y el tren de bits recibido.

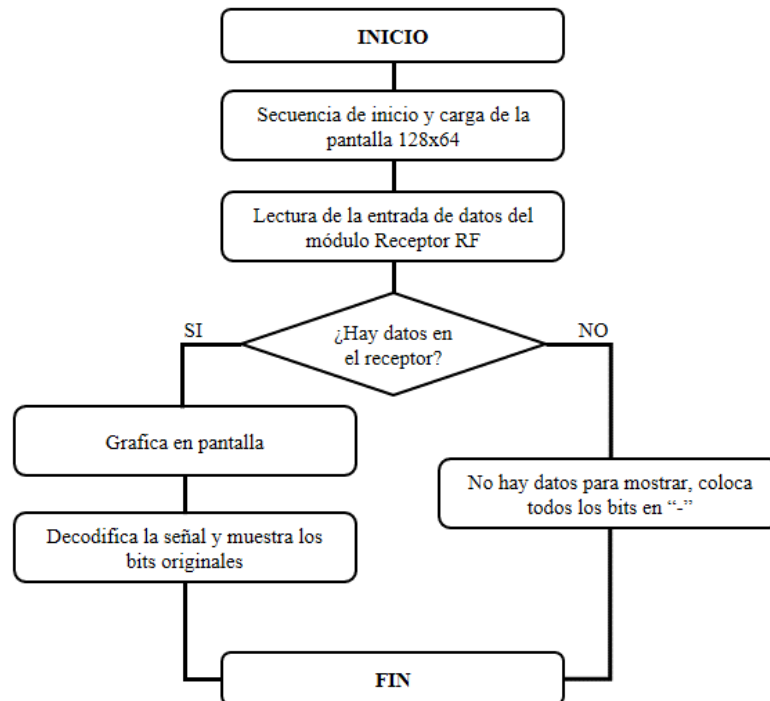


Figura 27. Diagrama de flujo sobre el funcionamiento del receptor. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Melissa Solis

3.4.Construcción del transmisor y receptor

La implementación del transmisor y receptor se llevó a cabo mediante cinco etapas que se describen a continuación en la figura 28:



Figura 28. Etapas para implementación del módulo. Información obtenida de la investigación propia. Elaborado por Melissa Solis

3.4.1. Etapa de prototipado del transmisor

Para esta etapa se necesitan ciertos componentes que se enlistarán a continuación:

- 1 Arduino nano con su respectivo cable de datos USB
- 1 pantalla LCD 16x2
- 1 módulo i2c para pantalla LCD
- Módulo emisor RF 433 MHz
- 11 resistencias de 10 k Ω
- Cables utp
- Jumpers
- 1 dip switch de 8
- 1 dip switch de 3
- 1 protoboard

Una vez identificados los componentes que usarán para la construcción del transmisor se procede a crear el esquema de conexión de los equipos en proteus para posterior a esto montarlos en la protoboard.

En la figura 29 se observa el esquema de conexión usado para construir el módulo transmisor, mismo que está constituido por una pantalla LCD 16x2, donde se observarán los 8 bits que se desean enviar más el tipo de codificación de línea con el que se desea procesar el tren de bits que se enviará al receptor, para la selección de los bits unos y ceros se cuenta con un dip switch de 8, y para la selección de entre los siete tipos de codificación de línea se cuenta con un dip switch de 3, también cuenta con un módulo RF de 433 MHz Emisor, el módulo de RF es el medio o canal por el que se van a enviar los datos, los componentes mencionados están conectados a las entradas digitales del Arduino Nano, excepto por la pantalla LCD esta se conecta a dos pines analógicos.

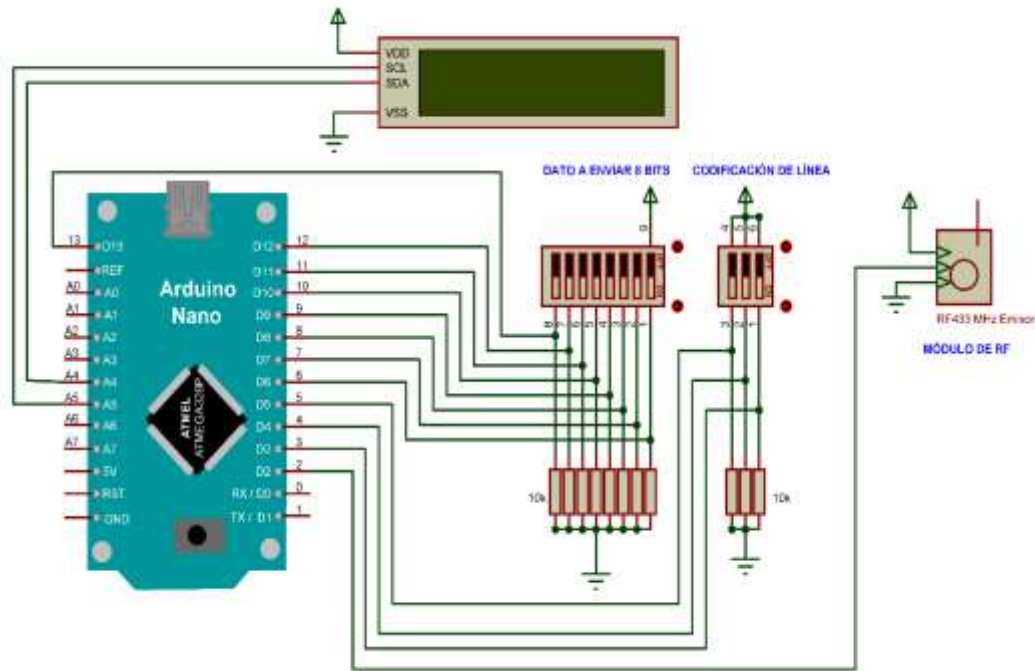


Figura 29. Esquema de conexión usado en la construcción del Transmisor. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Teniendo en cuenta el esquema de conexión del transmisor, mostrado en la figura 29 se procede a colocar todos los componentes en la protoboard, empezando por colocar el Arduino nano en la esquina para que así sea más fácil conectar el cable USB.

En la figura 30, se observa las conexiones de los dip switch con el Arduino nano usando cable utp, los dip switch están conectados a los pines digitales del Arduino nano, empezando desde el pin digital 2 hasta el pin digital 12, el total de pines utilizados por los dip switches es de 11, dejando libre el pin digital 13 que es el que se colocará el pin de datos del módulo emisor de RF.

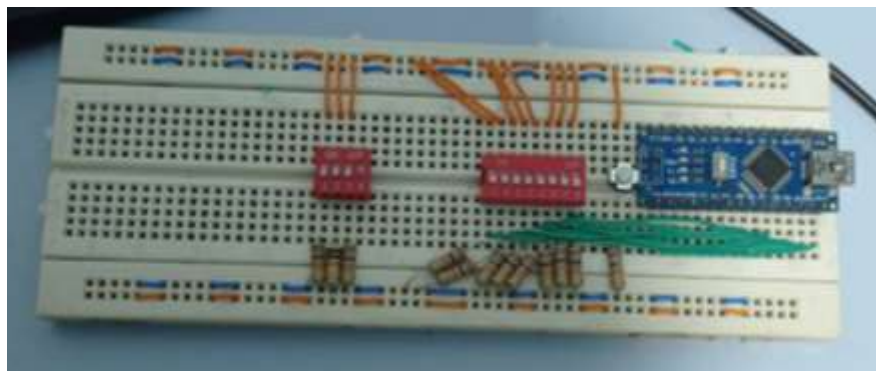


Figura 30. Conexión de los dip switches al Arduino. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Se procede a montar el módulo de RF en la protoboar y mediante el uso de cable utp se conecta el pin GND al GND del Arduino, el pin de datos se conecta en el pin digital 13 y el pin VCC del módulo RF se conecta a 5V, por último, se conecta la pantalla LCD 16x2 en los pines analógicos A4 y A5 del Arduino, en la figura 31 se evidencia el montaje de componentes del transmisor en la protoboard.

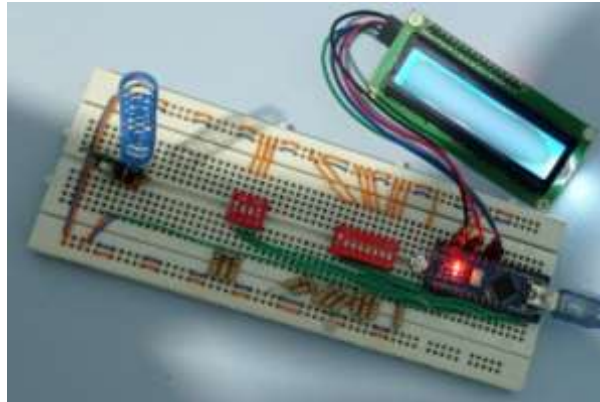


Figura 31. Montaje final de transmisor en protoboard. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

3.4.2. Etapa de prototipado del receptor

Para la etapa de prototipado del receptor se necesitarán los siguientes componentes:

- 1 Arduino nano con su respectivo cable de datos USB
- 1 pantalla LCD 128x64
- Módulo receptor RF 433 MHz
- Jumpers macho- hembra

Al igual que se hizo para el transmisor se realizó el esquema de conexión de los equipos mediante proteus para llevar a cabo el montaje en la protoboard.

En la figura 32 se muestra el esquema de conexión de los componentes para construir el receptor, está conformado por una pantalla LCD 128X64, en la que se observará la gráfica de los bits dependiendo del tipo de codificación seleccionada en el transmisor y los bits recibidos, se observa la conexión del Arduino nano con la pantalla LCD y el módulo RF, ambos componentes están conectados a los pines digitales del Arduino.

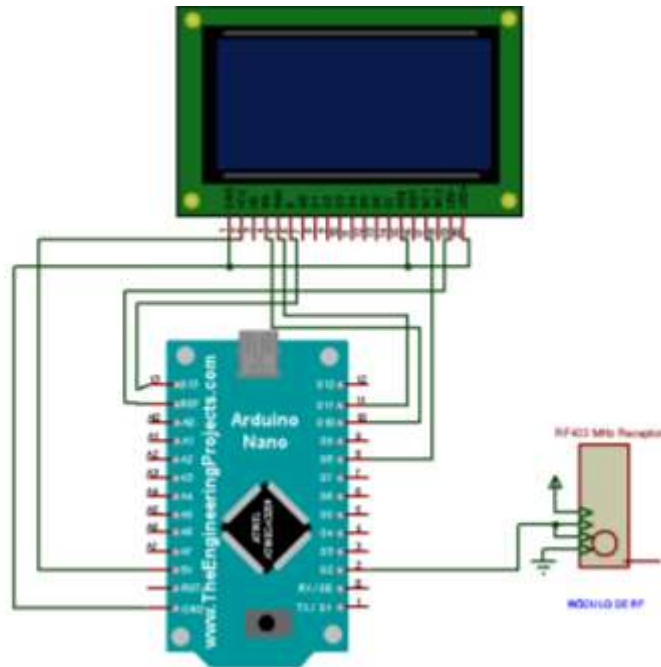


Figura 32. *Esquema de conexión usado en la construcción del Receptor. Información tomada de la investigación directa Elaborado por Melissa Solis*

Siguiendo el esquema de conexión se procede a colocar el Arduino nano en la protoboard en una esquina para que no se dificulte la conexión del cable USB, luego se procede a montar el módulo RF receptor en la protoboard, a conectar el pin VCC del RF al pin de 5V Arduino, el pin de datos al pin digital 2 y la pantalla LCD ocupa los pines GND, 5V, 3.3V, pin digital 13, 11, 10 y 8, en la figura 33 se observa el montaje de los componentes del receptor.

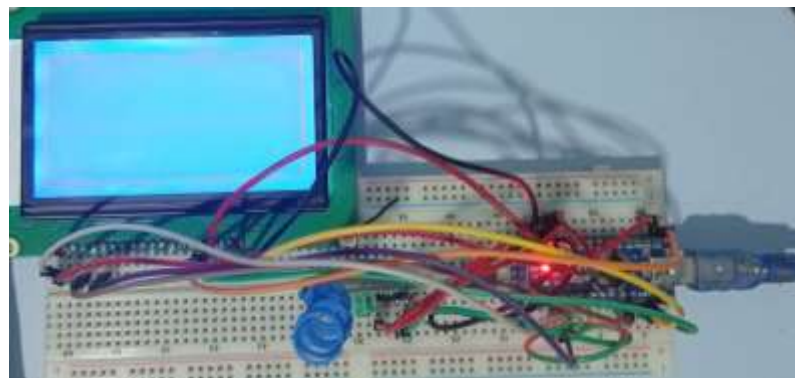


Figura 33. *Montaje final del receptor en protoboard. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis*

3.4.3. Etapa de pruebas para los componentes

En esta etapa se usa el entorno de desarrollo IDE de Arduino, como tenemos entre nuestros componentes dos pantallas diferentes y el módulo de radio frecuencia de 433MHz, es necesario instalar las librerías para cada componente, la primera librería en instalarse es <VirtualWire.h> permite la comunicación entre la parte emisora y receptora del módulo,

después se procede a instalar las librerías para el uso de las pantallas, para la pantalla LCD 16x2 con adaptación i2c se instaló la librería <LiquidCrystal_I2C.h> y para el uso de la pantalla LCD 128x64 se instaló la librería <U8g2lib.h>, una vez instaladas las librerías se realizaron pruebas con ejemplos de códigos proporcionados por las mismas librerías, en la figura 34 se muestran las librerías instaladas y en la figura 35 se muestra prueba de la pantalla LCD 128x64.

```
//libreria para uso de modulos RF 433 Mhz
#include <VirtualWire.h>

// libreria para pantalla lcd 16x2
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

#include <Arduino.h>
#include <U8g2lib.h>
#include <VirtualWire.h>
#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#endif
```

Figura 34. Librerías instaladas en el IDE de Arduino. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis



Figura 35. Prueba de pantalla LCD 128x64 usando librería U8g2lib.h. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

3.4.4. Etapa de programación

La etapa de programación está compuesta en dos partes que son:

- Desarrollo de la programación del transmisor
- Desarrollo de la programación del receptor.

3.4.4.1. Desarrollo de la programación del transmisor

La programación desarrollada para el transmisor, permite verificar en pantalla los bits que se van a enviar y el tipo de codificación que se eligió por parte del usuario, una vez se tenga el programa desarrollado se carga el programa a la tarjeta Arduino nano conectada al circuito transmisor, antes de subirlo se debe conectar el cable de datos USB al computador, verificar en el IDE de Arduino que se haya seleccionado el tipo de placa correcta y luego presionar el botón subir en el entorno de desarrollo, a continuación en la figura 36 se muestra la programación desarrollada.



Figura 36. Programación desarrollada para el transmisor. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Se destinó desde el pin digital 5 al 12 para los datos que se ingresarán los datos a enviar desde los dip switch o interruptores como se muestra en la figura 37, también se declaran las variables en las que se van a guardar los datos ingresados, al igual que se destinó pines digitales para los datos a enviar se asigna desde el pin digital 2 al 4 para la selección de tipo de codificación de línea y el pin digital 13 para el ingreso de datos desde el emisor RF433 MHz.

```
// DIP SWITCH PARA DATO A ENVIAR
const int DATO7 = 5;
const int DATO6 = 6;
const int DATO5 = 7;
const int DATO4 = 8;
const int DATO3 = 9;
const int DATO2 = 10;
const int DATO1 = 11;
const int DATO0 = 12;

//variables para guardar datos de datos a enviar
int dat7;
int dat6;
int dat5;
int dat4;
int dat3;
int dat2;
int dat1;
int dat0;

// DIP SWITCH PARA para seleccionar que modulación enviar
const int Selección2 = 4;
const int Selección1 = 3;
const int Selección0 = 2;

// Fin de datos para emisor RF433 MHz
const int dataFin = 13;
```

Figura 37. Asignación de pines digitales para ingreso de datos y selección de código. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Melissa Solís

En la figura 38 se observa la declaración de las variables sumaDec y selcodi, la variable sumaDec está destinada para encapsular los datos a enviar mediante el emisor 433MHz, se debe inicializar la comunicación con entre los módulos, también se inicia la LCD.

```
// constante a enviar
int sumaDec = 0;
int selcodi = 0;
void setup() {
  //iniciamos comunicacion con los módulos
  vw_setup(2000);
  vw_set_tx_pin(dataPin);

  //inicianos lcd
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();

  //iniciar el minitor serie para poder ver los datos en pantalla
  Serial.begin(9600);
}
```

Figura 38. Declaración de variables sumaDec y selcodi. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Se realiza la operación de conversión de los datos ingresados y almacenados en la memoria del microcontrolador Arduino del formato binario al formato digital para envío de datos mediante el módulo emisor RF433MHz como se muestra en la figura 39.

```
//Se realiza la conversión de los datos ingresados y almacenados del formato binario a decimal para envío de datos
sumaDec = (digitalRead(Seleccion2)*1024)+(digitalRead(Seleccion1)*512)+(digitalRead(Seleccion0)*256)+(digitalRead(DAT00)*128)+
(digitalRead(DAT01)*64)+(digitalRead(DAT02)*32)+(digitalRead(DAT03)*16)+(digitalRead(DAT04)*8)+(digitalRead(DAT05)*4)+
(digitalRead(DAT06)*2)+(digitalRead(DAT07)*1);
```

Figura 39. Operación para conversión de datos ingresados de binario a digital. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Se establecen las combinaciones para la selección del tipo de codificación de línea como se muestra en la figura 40, como se ha mencionado se cuenta con tres botones o switch que permiten la selección del tipo de código de línea se establecen condiciones para la selección, al tener tres selectores se tienen ocho combinaciones que va desde que los tres selectores están de 000 a 111 como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18 Combinaciones para elección del tipo de codificación de línea.

S1	S2	S3	Tipo de codificación
0	0	0	N/A
1	0	0	Unipolar NRZ
0	1	0	Unipolar ZR

0	0	1	Bipolar ZR
1	1	0	Bipolar NRZ
1	0	1	Manchester
0	1	1	Manchester Diferencial
1	1	1	HDB3

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

```
//Combinaciones para selección del tipo de codificación
if(selcodi == 0){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("N/A");
}
else if(selcodi == 1){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("Unipolar NRZ");
}
else if(selcodi == 2){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("Unipolar ZR");
}
else if(selcodi == 3){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("Bipolar NRZ");
}
else if(selcodi == 4){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("Bipolar ZR");
}
else if(selcodi == 5){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("MANCHESTER");
}
else if(selcodi == 6){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("DIFERENCIAL");
}
else if(selcodi == 7){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COD: ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("HDB3");
}
```

Figura 40. Condiciones para la selección del tipo de codificación de línea. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Una vez se subió la programación al Arduino, se procede a abrir el monitor serie en el IDE de Arduino para comprobar que el sistema está leyendo los datos que se introducen mediante los dip switch como se muestra en la figura 41, en la que se puede observar que el dato a enviar varía y el tipo de código también, cabe destacar que el dato a enviar se muestra en formato decimal porque en la programación se encapsulo el tren de bits para que se transmita en formato decimal.

```

sin codigo
dato a enviar: 219
sin codigo
dato a enviar: 255
sin codigo
dato a enviar: 255
Bipolar NR
dato a enviar: 767
Bipolar NR
dato a enviar: 763
Bipolar NR
dato a enviar: 763
Unipolar IR
dato a enviar: 1019
Unipolar IR
dato a enviar: 1019
Bipolar IR
dato a enviar: 907
Bipolar IR
dato a enviar: 907
Bipolar SR
dato a enviar: 411
NOCHESTER
dato a enviar: 1435
NOCHESTER
dato a enviar: 1435
H203
dato a enviar: 1947
H203
dato a enviar: 2043
H203
dato a enviar: 2043
H203
dato a enviar: 2043
DIFERENCIAL
dato a enviar: 1703
DIFERENCIAL
dato a enviar: 1703
DIFERENCIAL
dato a enviar: 1703
unipolar NR
dato a enviar: 1273
unipolar NR

```

Figura 41. Prueba de la programación para el transmisor en monitor serie IDE de Arduino. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Además de poder observar el cambio de código y datos, se puede observar en la pantalla LCD que el desarrollo de la programación está cumpliendo la función de mostrar tanto el tipo de codificación seleccionada y el tren de 8 bits, en la figura 42 observa que no se ha elegido el tipo de codificación y tampoco se ha ingresado un tren de bits por lo que la información que se muestra en pantalla es N/A y 00000000.

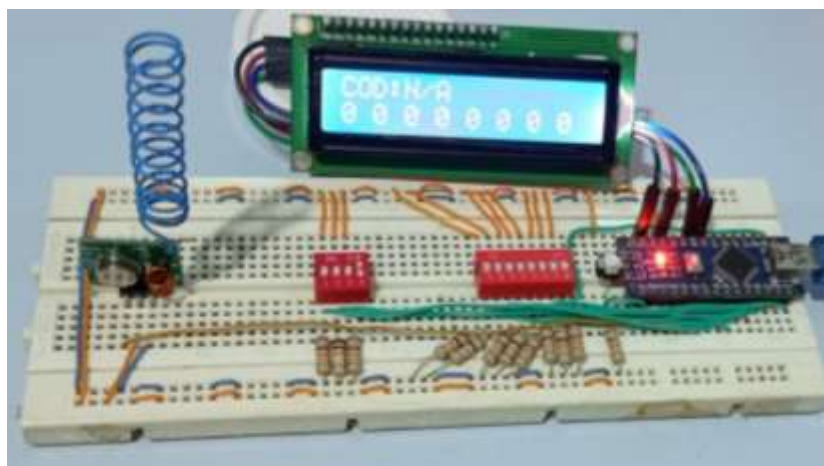


Figura 42. Construcción del módulo transmisor en protoboard. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

3.4.4.2. Desarrollo de la programación del receptor

El receptor es el que leerá los datos que se ingresan mediante el módulo receptor RF 433MHz por el pin digital 2, procesará para mostrar en pantalla el tren de bits más la gráfica que se obtiene dependiendo del tipo de codificación de línea que eligió el estudiante en el transmisor, en la figura 43 se muestra la programación desarrollada para el receptor, al igual que se hizo en el transmisor, una vez esté terminada la programación se conecta al computador el cable de datos USB, se comprueba el puerto en el que se encuentra conectado el Arduino, y se procede a subir la programación al microcontrolador.



Figura 43. Programación desarrollada para el receptor. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Se inicializa el módulo receptor, se establece la velocidad de recepción a 2000bps, se destina el pin digital de Arduino 2 para ingresos de datos del módulo receptor RF433MHz, se inicializa la pantalla y se muestra pantalla de carga como se muestra en la figura 44.

```
void setup(void) {
  // Se inicia como receptor
  vw_setup(2000); // velocidad Bits por segundo
  vw_set_rx_pin(2); // Pin 2 como entrada del RF
  vw_rx_start();
  // Se inicializa la pantalla
  u8g2.begin();
  // Se inicializa la comunicacion serial para ver datos en pantalla
  Serial.begin(5600);

  //PANTALLA DE CARGA

  u8g2.firstPage();
  do {
    u8g2.setCursor(u8g2.get_width()-10, 10);
    u8g2.setCursor(5, 25, "CARGANDO...");
    u8g2.setCursor(70, 45, "LINEA");
  } while ( u8g2.nextPage() );
  delay(1000);
}
```

Figura 44. Inicialización del receptor y pantalla de carga. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís.

Se configura la sección para la recepción de datos y se coloca la condición para verificar el inicio de trama en la figura 45 se observa dicha configuración.

```
// sección de recepción de datos
uint8_t buf[VM_MAX_MESSAGE_LEN];
uint8_t buflen = VM_MAX_MESSAGE_LEN;
if (vw_get_message((uint8_t *)buf, &buflen))
{
    int i;
    String DatoCadena="";
    if((char)buf[0]=="1") //verificamos el inicio de trama
    {
        for (i = 1; i < buflen; i++)
        {
            DatoCadena.concat((char)buf[i]);
        }
        datol=DatoCadena.toInt();
        //Serial.print("Dato recibido: ");
        // Serial.println(datol);
    }
}
```

Figura 45. Recepción de datos y verificación de inicio de trama. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis.

Declaración de variables para almacenar dato recibido y la conversión de formato decimal a binario, en la figura 46 queda evidenciada la declaración de las variables

```
//variables para almacenar los bits
int sel2;
int sel1;
int sel0;
int dat7;
int dat6;
int dat5;
int dat4;
int dat3;
int dat2;
int dat1;
int dat0;
int selcodi;

//conversion del dato en recibido a binario
dat0 = datol%2;
dat1 = (datol/2)%2;
dat2 = (datol/4)%2;
dat3 = (datol/8)%2;
dat4 = (datol/16)%2;
dat5 = (datol/32)%2;
dat6 = (datol/64)%2;
dat7 = (datol/128)%2;
sel0 = (datol/256)%2;
sel1 = (datol/512)%2;
sel2 = (datol/1024)%2;
selcodi= (sel0*1)+(sel1*2)+(sel2*4);
```

Figura 46. Declaración de variables para almacenar los bits y conversión de datos recibidos de decimal a binario. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

En la figura 47 se muestra la declaración de variables para graficar los tipos de codificación de línea.

```
//variables para graficar los UNIPOLAR
int uni0;
int uni1;
int uni2;
int uni3;
int uni4;
int uni5;
int uni6;
int uni7;

int lin0;
int lin1;
int lin2;
int lin3;
int lin4;
int lin5;
int lin6;
int lin7;

int uni0;
int uni1;
int uni2;
int uni3;
int uni4;
int uni5;
int uni6;
int uni7;

int lin0;
int lin1;
int lin2;
int lin3;
int lin4;
int lin5;
int lin6;
int lin7;
```

Figura 47. Variables para graficar los códigos de línea. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Para decodificar y graficar cada código de línea, se deben establecer las reglas de cada una, en la figura 48 se muestran las condiciones.

[illegible]

Figura 48. Condiciones para graficar según lo seleccionado en el transmisor. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Luego de que se subió exitosamente la programación en la placa Arduino nano del receptor se procede a abrir el puerto serial para verificar que los datos están llegando correctamente, como se puede observar en la figura 49, en la parte izquierda de la figura que llega una trama de 11 ceros, de estos los tres primeros bits corresponden al tipo de codificación de línea y los ocho siguientes pertenecen al tren de bits, en este caso cuando se realizó la captura de pantalla no se había elegido el tipo de codificación y tampoco se había ingresado un tren de bits, por lo tanto solo se observa una cadena de ceros, en la parte derecha de la figura 49 se observa un cambio en los datos recibidos, como los tres primeros bits se destinaron para la selección de código de línea se tiene la siguiente combinación 110, según la tabla de combinaciones pertenece al tipo de codificación manchester diferencial.

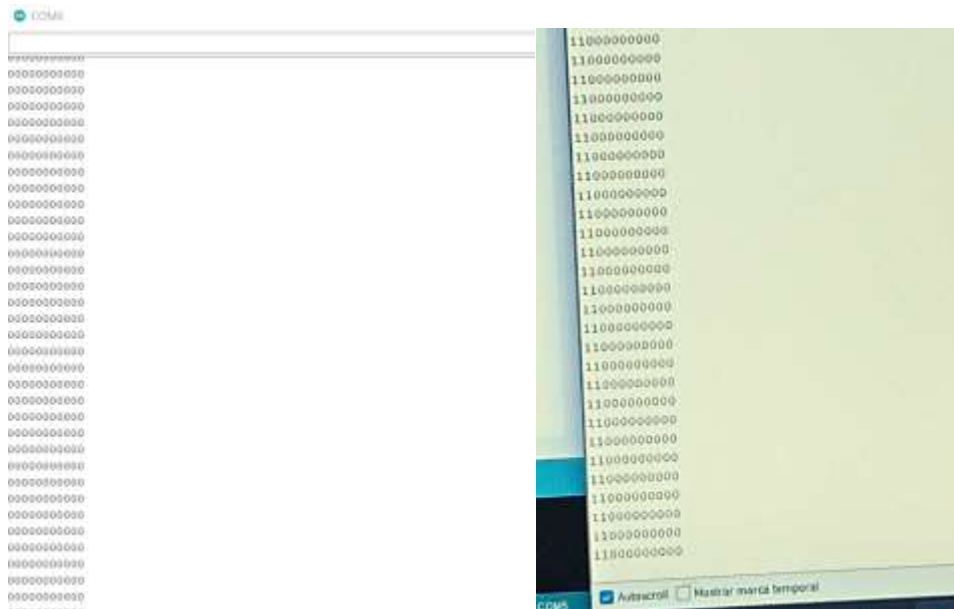


Figura 49. Prueba de la programación para el receptor en monitor serie IDE de Arduino. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

En la figura 50 se muestra una prueba de transmisión y recepción, se observa que en la pantalla del emisor se envía el siguiente tren de bits 10101010 y el tipo de codificación con el que se desea trabajar es unipolar RZ, por lo tanto, se comprueba la funcionalidad de ambas partes porque en la LCD del receptor se muestra el tren de bits enviado y la gráfica de acuerdo al código seleccionado en el transmisor.

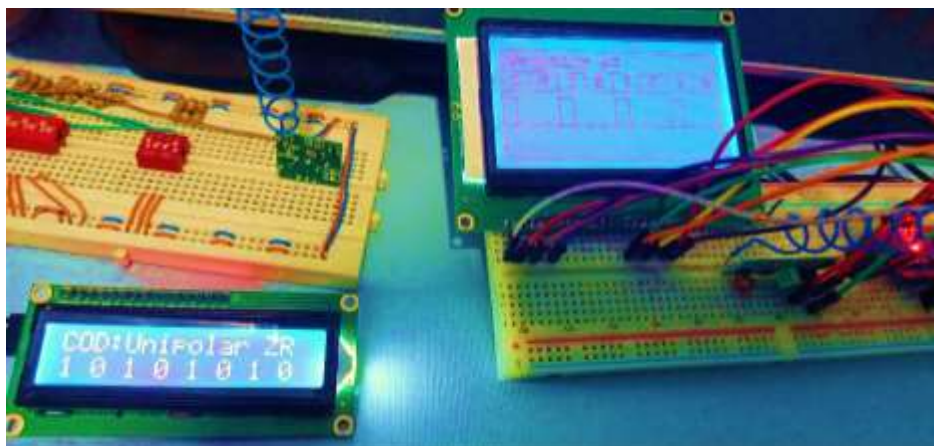


Figura 50. Prueba de transmisión y recepción. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis.

3.4.5. Etapa de corrección de errores

Esta etapa tiene un papel importante al igual que las que le preceden, pues es a partir de la etapa de programación que se evidencian ciertos errores que deben ser corregidos para que el módulo para práctica de códigos de línea cumpla con su objetivo, de ser una herramienta para afianzar los conocimientos teóricos mediante la práctica.

Entre los errores que se identificaron se observan en el receptor en las figuras 51 y 52 se observan los errores que se encontraron en las codificaciones Unipolar RZ y Manchester, el error consiste en que no se dibuja correctamente las gráficas, luego se procedieron a corregir los errores para pasar a la etapa de implementación.

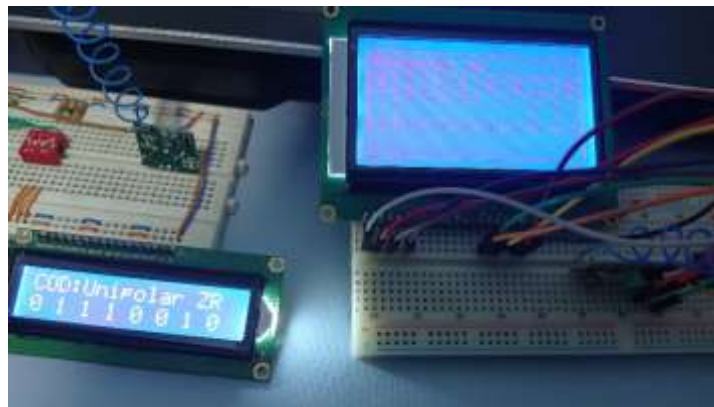


Figura 51. Error en la gráfica codificada Unipolar RZ. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis



Figura 52. Error en la gráfica codificada Manchester. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

3.4.6. Etapa de implementación

En la etapa de la implementación se deben reemplazar ciertos componentes, los dip switch se reemplazan por interruptores, las protoboards se reemplazan por una placa PBC y se elabora un case para la presentación.

En la figura 53 se muestra los componentes del transmisor y receptor conectados a la placa PBC elaborada.

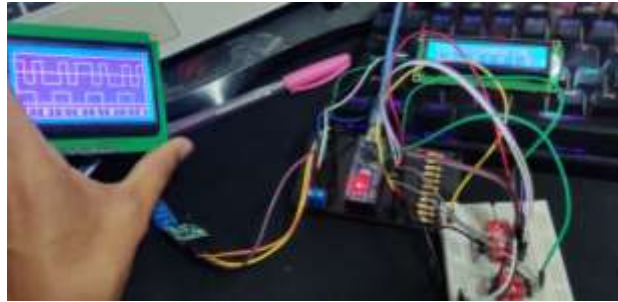


Figura 53. Componentes montados en la placa PBC. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Después de que se montó todo en la placa PBC los componentes, se procede a diseñar las cajas en las que se pondrá el transmisor y receptor, en la figura 54 se muestra el diseño de las cajas.



Figura 54. Diseño de caja para transmisor y receptor. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Los materiales usados para construir las cajas son los siguientes:

- Playbook
- Sierra
- Pegamento
- Clavos pequeños
- 2 bisagras pequeñas
- Pintura en spray

Una vez construida las cajas se procede con el montaje de los botones o interruptores para encendido/apagado, selección de código de línea y datos a enviar como se muestra en la

figura 55, luego de colocar las placas en las cajas se muestra el resultado final en la figura 56, para el montaje final se necesitan los siguientes materiales:

- 13 interruptores pequeños de on/off
- 12 tornillos pequeños con su respectiva tuerca
- Estaño
- Cautín
- Pasta para soldar
- 4 conectores jack banana
- 2 conectores de voltaje terminal macho
- 2 cargadores de 12V
- Jumpers



Figura 55. Montaje de las placas y componentes en las cajas. Información obtenida de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Luego de montar todos los componentes se muestra el resultado final del módulo para práctica de códigos de línea.



Figura 56. Montaje final del módulo para práctica de códigos de línea. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

3.5.Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento son importantes porque permiten validar el correcto funcionamiento del módulo, para ello se procede a detallar ejemplos con cinco tipos de codificación de línea tomando como referencia las codificaciones con el tren de bits que se muestra en la figura 57, se verificará que las gráficas salientes del módulo para práctica de códigos de línea sean las correctas.

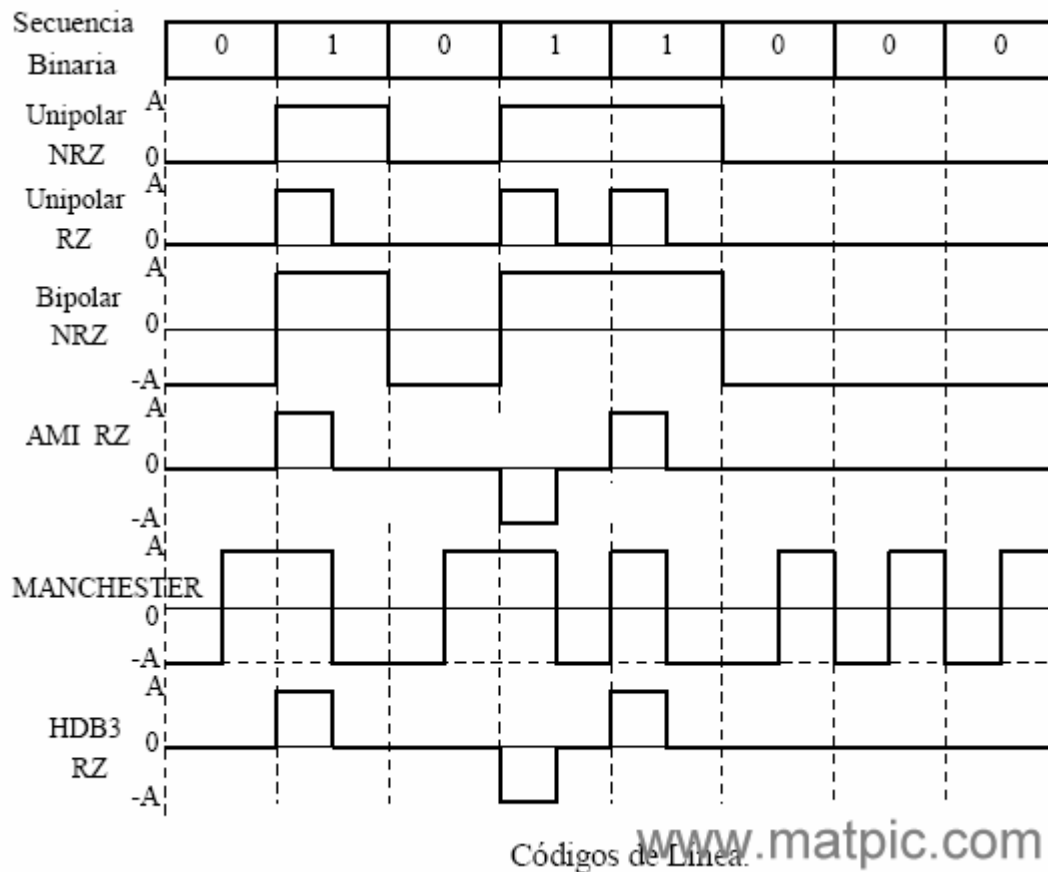


Figura 57. Códigos de línea. Información tomada de www.matpic.com. Elaborado por Barragán G. Diego.

- **Unipolar NRZ**

Se debe tener en cuenta que para este tipo de codificación unipolar no retorno a cero, los unos lógicos equivalen a $+V$ y los ceros lógicos equivalen a $0V$, como se puede observar en la figura 58.



Figura 58. Prueba tipo de codificación unipolar NRZ. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

- **Unipolar RZ**

Para la codificación unipolar retorno a cero, se debe tener en cuenta que al igual que la unipolar no retorno a cero los unos lógicos equivalen a +V y los ceros lógicos a 0V, lo que la diferencia de la NRZ, es que en esta codificación cuando se tiene un uno lógico se mantiene en +V hasta la mitad del periodo del bit luego retorna a 0V, como se muestra en la figura 59.



Figura 59. Prueba tipo de codificación unipolar RZ. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

- **Bipolar NRZ**

Para realizar la prueba de funcionamiento de este tipo de codificación de línea se debe tener en cuenta que, en esta codificación el valor lógico de uno se representa con un voltaje positivo y el valor lógico de cero se representa con un voltaje negativo, la figura 60 muestra la prueba mencionada.



Figura 60. Prueba tipo de codificación bipolar NRZ. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

- **Manchester**

En la codificación manchester los unos lógicos se representan con un +V durante la mitad del periodo del bit y -V para la otra mitad del bit, para un cero lógico se representa con un -V la primera mitad del periodo del bit y la otra mitad se representa con un +V, en la figura 61 se observa con claridad.



Figura 61. Prueba tipo de codificación manchester. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

- **HDB3**

En la codificación HDB3 se usa el principio de la codificación AMI que consiste en que los unos lógicos van alternando entre +V y -V, y los ceros lógicos equivalen a 0V, la diferencia entre AMI y HDB3, es que en HDB3 existen reglas de violación que se aplican cada que se tienen una secuencia de cuatro ceros lógicos, las reglas que se mencionan se pueden consultar en la tabla 2, la figura 62 muestra el resultado de aplicar la codificación tipo HDB3 usando el módulo para práctica de códigos de línea.



Figura 62. Prueba tipo de codificación HDB3. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

3.5.1. Tabulación de la post-encuesta

La post encuesta se realiza después de que implementó el módulo de práctica de códigos de línea, los estudiantes de los cursos 6-1 y 6-2 realizaron las pruebas de funcionamiento mediante una clase práctica, se llevó a cabo dicha encuesta para conocer el grado de satisfacción y que tanto les ayudó el módulo.

1. Exprese su nivel de acuerdo o desacuerdo: Luego de realizar la práctica con el módulo, los conceptos teóricos fueron mejor entendidos.

Tabla 19 Conceptos teóricos mejor entendidos después de la práctica

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	4	6,6%
En desacuerdo	1	1,6%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	3,3%
De acuerdo	24	39,3%
Totalmente de acuerdo	30	49,2%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

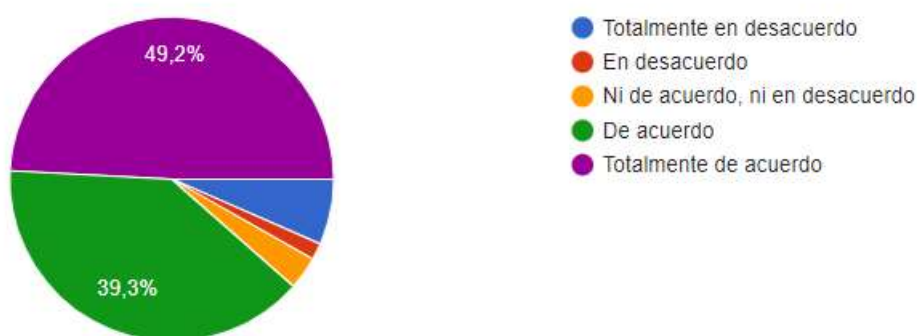


Figura 63. Comprensión de la teoría a partir de la práctica con el módulo. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Según las respuestas recolectadas y mostradas en la figura 63, el 49,2% de los estudiantes del sexto semestre dijeron que están totalmente de acuerdo que luego de realizar la práctica con el módulo, los conceptos teóricos fueron mejor entendidos, por otro lado, el 39,3% respondieron que están de acuerdo, mientras que el 3,3% respondieron que no están ni de acuerdo, ni en desacuerdo, el 1,6% dijeron que están en desacuerdo y finalmente el 6,6% dijeron que están totalmente en desacuerdo.

2. Está usted de acuerdo o en desacuerdo con la siguiente afirmación. "La información proporcionada en la guía de laboratorio, es clara, detallada y fácil de entender."

Tabla 20 Guía de laboratorio.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	3	4,9%
En desacuerdo	1	1,6%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	5	8,2%
De acuerdo	31	50,8%
Totalmente de acuerdo	21	34,4%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

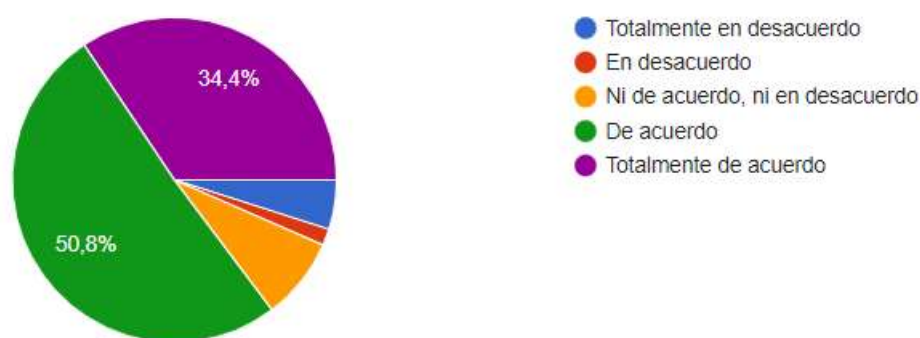


Figura 64. Utilidad de la información proporcionada en la guía de laboratorio. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Mediante las respuestas recolectadas en la encuesta realizada a los estudiantes después de usar el módulo de prácticas de códigos de línea se concluye que la información proporcionada en la guía de laboratorio es clara, detallada y fácil de entender debido a que el 34,4% de los estudiantes encuestados respondieron que están totalmente de acuerdo, además el 50,8% indicaron que están de acuerdo, por otro lado el 8,2% dicen que no están ni en desacuerdo y tampoco de acuerdo, el 1,6% indicaron que están en desacuerdo y por último el 4,9% están en total desacuerdo

3. Basado en su experiencia, ¿Qué tan importante cree usted que sea el uso del módulo para práctica de códigos de línea?

Tabla 21 Importancia uso de módulo para practicar códigos de línea

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
No es importante	0	0%
Poco importante	0	0%
Algo importante	4	6,6%

Importante	24	39,3%
Muy importante	33	54,1%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

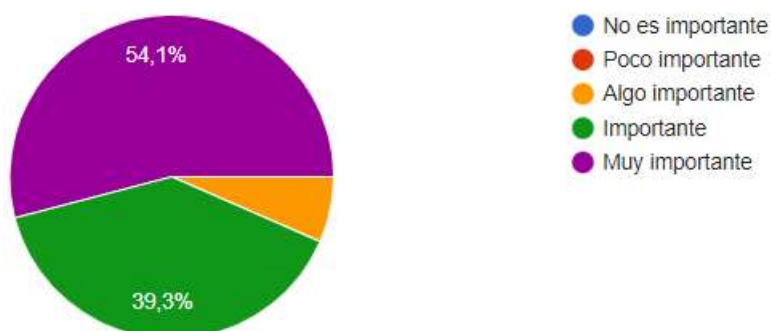


Figura 65. Importancia del uso del módulo para práctica de códigos de línea. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Según los datos mostrados en la figura 65 y en la tabla 65, sobre la importancia que tiene el módulo para práctica de códigos de línea el 54.1% de los estudiantes encuestados que participaron en la práctica indicaron que el uso del módulo es muy importante, el 39,3% dijeron que es importante y solo para el 6,6% es algo importante.

4. En base a su experiencia. ¿Qué tan satisfecho está usted con el uso del módulo para práctica de códigos de línea?

Tabla 22 Grado de satisfacción sobre el uso del módulo

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Completamente insatisfecho	0	0%
Poco satisfecho	1	4,8%
Satisfecho	3	14,3%
Muy satisfecho	9	42,9%
Altamente satisfecho	8	38,1%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

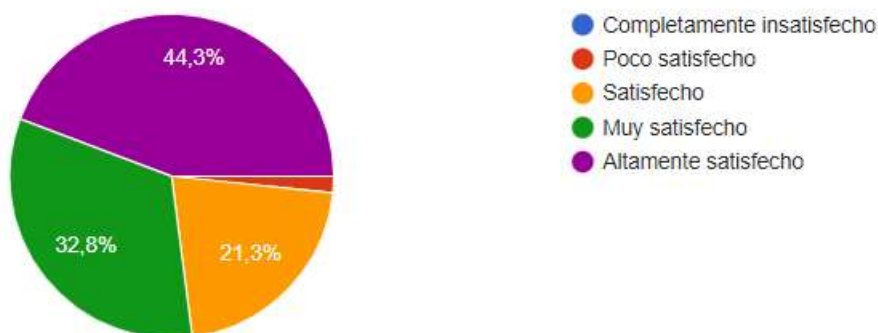


Figura 66. Grado de satisfacción al usar el módulo para práctica. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Después de realizar la práctica con el módulo se preguntó a los estudiantes que tan satisfechos están de usarlo y el 44,3% indicaron que están altamente satisfechos, por otro lado, el 32,8% indicaron que están muy satisfechos, mientras el que 21,3% dijeron que están satisfechos y por otro lado el 1,6% manifestaron que están poco satisfechos.

5. ¿Los resultados obtenidos mediante la práctica qué tan parecidos son a los resultados teóricos?

Tabla 23 Comparación de resultados teóricos con los prácticos

Opciones	Frecuencia	%
Nada parecidos	0	0%
Poco parecidos	0	0%
Parecidos	12	19,7%
Muy parecidos	49	80,3%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

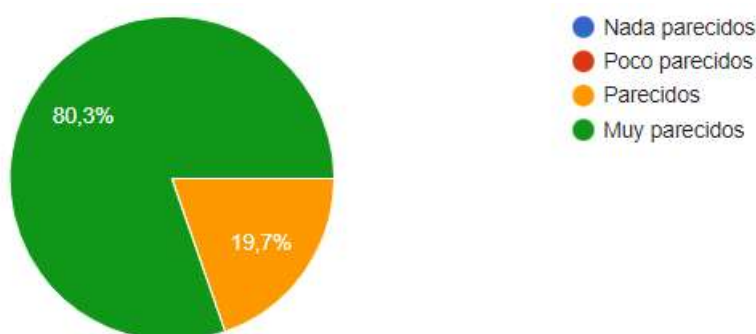


Figura 67. Comparación de resultados teóricos con los prácticos. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

En la figura 67 y tabla 23 se presentan los resultados de la pregunta donde se evalúa y queda en constancia que el módulo funciona correctamente, puesto que se pregunta si los

resultados que se muestran en el módulo son muy parecidos a los resultados teóricos, el 80,3% indicaron que los resultados son muy parecidos y solo el 19,7% indicaron que los resultados son parecidos.

6. ¿Qué tiempo le llevo a usted comprender el funcionamiento del módulo?

Tabla 24 Tiempo que se demoró en realizar la práctica

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Mucho tiempo. (Mayor a 2 horas)	2	3,3%
Suficiente tiempo (De 1 a 2 horas)	14	23%
Poco tiempo (De 30 minutos a 1 hora)	18	29,5%
Muy poco tiempo (menos de 30 minutos)	27	44,3%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

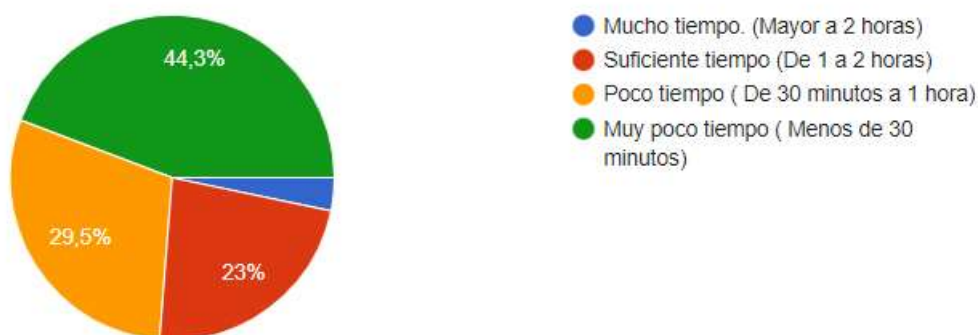


Figura 68. Tiempo empleado en la práctica. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Mediante la información mostrada en la figura 68 se demuestra que el módulo es de fácil uso, debido a que a la mayor parte de los estudiantes no les llevo mucho tiempo comprender su funcionamiento, por ello el 44,3% indicaron que solo les llevo menos de 30 minutos entender su funcionamiento, manifestando que es muy poco tiempo, por otro lado el 29,5% indicaron que el tiempo empleado fue de treinta minutos a una hora lo que equivale a poco tiempo y también el 23% manifestaron que demoraron suficiente tiempo en entender, lo que corresponde de 1 a 2 horas y por último el 3,3% indicaron que entender el funcionamiento del módulo conlleva de mucho tiempo es decir mayor a dos horas.

7. ¿Está usted de acuerdo, que, con la incorporación del módulo para práctica de códigos de línea, se ayudaría a mejorar los procesos de aprendizaje?

Tabla 25 Incorporación del módulo en los procesos de aprendizaje

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	2	3,3%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3	4,9%
De acuerdo	19	31,1%
Totalmente de acuerdo	37	60,7% %

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

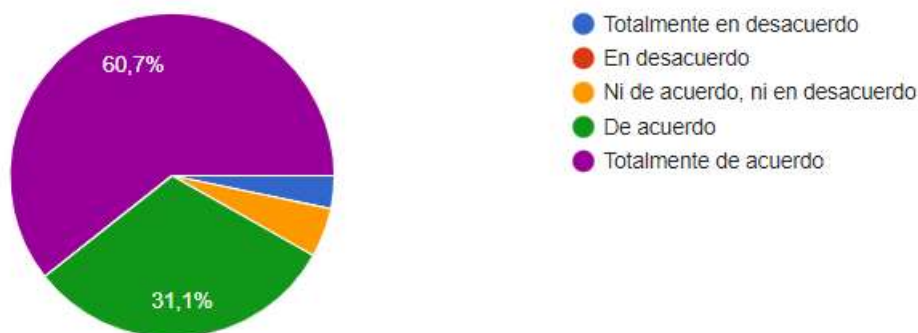


Figura 69. Mejora el proceso de aprendizaje la incorporación del módulo. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solís

Según las respuestas obtenidas que se muestran en la figura 69, el 60,7% de los encuestados están totalmente de acuerdo que, con la incorporación del módulo para práctica de códigos de línea, se ayudaría a mejorar los procesos de aprendizaje, mientras que el 31,1% indicaron que están de acuerdo, un 4,9% de los encuestados indicaron que no están ni de acuerdo, ni en desacuerdo y finalmente el 3,3% respondieron que están totalmente en desacuerdo.

8. ¿Qué característica del módulo para práctica de códigos de línea, le pareció más interesante?

Tabla 26 Características del módulo

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Que muestre en pantalla la selección del código.	38	62,3%
Que muestre en pantalla la selección del código.	41	67,2%
Que muestre en pantalla la gráfica codificada.	55	90,2%
Que muestre en pantalla la gráfica original.	31	50,8%

Que se diferencie entre los botones para la selección del código y de los datos.	28	45,9%
La rapidez con la que se transmiten los datos	38	62,3%

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

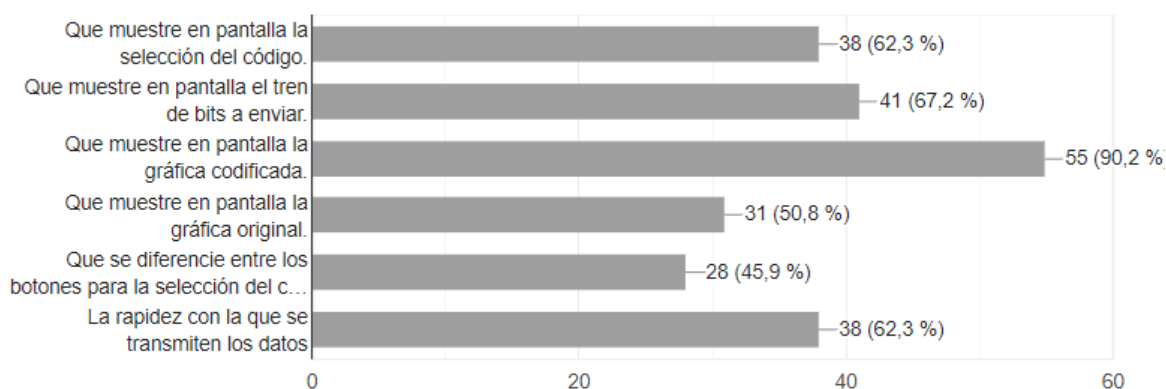


Figura 70. Características del módulo. Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

Luego de realizar la práctica con el módulo se preguntó a los estudiantes que características les pareció más interesante y la respuesta que tuvo mayor acogida fue, que se muestre en pantalla la gráfica codificada con un total de 90,2% de respuestas, le sigue que muestre en pantalla el tren de bits a enviar con un 67,2%, también les pareció interesante que muestre en pantalla la selección del código y lo rápido que se transmiten los datos ambas respuestas obtuvieron el 62,3%, un 50,8% de estudiantes indicaron que les pareció interesante que en pantalla se muestre la gráfica original y el 45,9% indicó que se diferencien los botones de selección de los de ingreso de datos

9. ¿Qué sugeriría como mejora para el módulo de práctica?

Se dejó una pregunta abierta para que los estudiantes escriban sus sugerencias en torno a mejoras que ellos considerarían para el módulo de práctica de códigos de línea, a continuación, se enlistan las sugerencias que más se repitieron:

- Que el módulo cuente con pantallas más amplias.
- A pesar de que el módulo está bien, que en un futuro se pueda implementar en un solo dispositivo.
- Que el tren de bits a ingresar sea más extenso.
- Que se puedan estudiar más de 7 tipos de códigos de línea.
- Que cuente con pantalla táctil para seleccionar los tipos de codificación.

- Que se hagan más módulos de práctica.
- Que exista un prototipo en el laboratorio para que aprendan los futuros estudiantes.
- Que el case sea de un material transparente.
- Una clase principal donde se explique detalladamente como se construyó el módulo.
- Que la práctica sea individual y no por grupos.
- Que se implemente una práctica con varios temas.
- Que se destinen más horas para práctica.

3.5.1.1. Análisis de resultados a partir de la post-encuesta

Una vez revisadas las respuestas obtenidas a partir de la post-encuesta y analizadas individualmente, se concluye que el nivel de aceptación del proyecto implementado es positivo, con esto se logra medir que el módulo cumple su función de ser una herramienta de apoyo que contribuye a la mejora del entendimiento teórico a partir de la práctica, en las respuestas obtenidas se refleja que la guía de laboratorio proporcionada es clara, detallada y fácil de entender, a partir de la experimentación la mayor parte de los estudiantes indicaron que los resultados obtenidos a partir del módulo son fiables, debido a que en la comparación de resultados los prácticos eran iguales a los teóricos, por último indicaron que las características que más le parecieron importantes son: que se muestre en pantalla la gráfica codificada y que se muestre en pantalla tanto la selección del código y el tren de bits a enviar.

3.6. Análisis de la hipótesis

Se llega a cumplir de manera parcial la hipótesis en la construcción del módulo de práctica de códigos de línea con componentes electrónicos de bajo costo como Arduinos y módulos de radio frecuencia, que permite fortalecer la enseñanza y el aprendizaje en los estudiantes de la carrera, debido a que cuando se realizó el proceso de pruebas de funcionamiento mediante la práctica con los estudiantes de los cursos 6-1 y 6-2, al contar con poco tiempo, con muchos estudiantes y con un solo módulo, se reduce la capacidad de interacción de cada estudiante con la herramienta.

3.7.Conclusiones y recomendaciones

3.7.1. Conclusiones

Con base a la información recolectada en el transcurso de tiempo que conllevo desarrollar el presente trabajo de investigación, la construcción del módulo de práctica de códigos de línea, los resultados de las encuestas realizadas y las prácticas de laboratorio, se establecieron las siguientes conclusiones.

Se determinó que el módulo de práctica de códigos de línea empleado como herramienta tecnológica diseñada a medida y puesta al alcance de los estudiantes, ayudaría a mejorar el proceso de aprendizaje, según los datos recolectados en la pre-encuesta el 86% de los estudiantes están de acuerdo con la implementación del módulo.

Se analizó los distintos tipos de códigos de línea existentes que se usan en las comunicaciones digitales.

Se diseñó un sistema de transmisión y recepción de datos a partir de componentes electrónicos de bajo costo, que cuenta con una placa Arduino nano, que junto con el entorno de desarrollo IDE se logra la transmisión inalámbrica de datos y estos a su vez se pueden observar tanto en la pantalla del transmisor como del receptor.

Mediante la práctica con estudiantes de la carrera se determinó que es importante que el módulo sea una herramienta de fácil uso y manipulación, es decir que no ocupe mucho espacio físico, que sea intuitivo y que se pueda usar tanto en el laboratorio como en el aula de clases.

Para mejorar el tiempo de transmisión y recepción de datos, se optó por incorporar a los módulos de RF 433MHz antenas helicoidales de una longitud aproximada de 34,5cm de alambre y de 5mm de diámetro.

Se concluye que, para obtener respuestas rápidas en la transmisión y recepción de datos, como el módulo trabaja en la frecuencia libre 433HMz, es necesario que se utilice en un ambiente en el que no se vea afectado por equipos que trabajan en esta misma frecuencia de radio como sería el caso de los teléfonos inalámbricos.

Mediante pruebas se determinó que el módulo tiene la capacidad transmisión y recepción de datos a una distancia de 4 metros aproximadamente a una baja velocidad, pero se debe

tener en cuenta que en el ambiente de transmisión no existan obstáculos como paredes que no permitan la propagación de las microondas.

Se realizó prácticas de laboratorio con estudiantes de los cursos 6-1 y 6-2 de la carrera Telemática con la finalidad de conocer su nivel de aceptación del módulo desarrollado.

Haciendo énfasis en los resultados obtenidos de la post-encuesta, se determina que el módulo de práctica de códigos de línea generó que el 81% de los estudiantes se sintieran satisfechos después de realizar la práctica y que alrededor del 57% concuerdan que su uso es muy importante.

3.7.2. Recomendaciones

Se puede implementar en el prototipo otro tipo de módulo transmisor, para que la comunicación sea bidireccional, de esa forma la experiencia interactiva de los estudiantes sería mucho mejor puesto que en un mismo módulo podrán enviar y recibir datos.

Se debe tener presente que los módulos trabajan en frecuencias libres, por lo que están expuestos a una serie de interferencias y ruido, que hace que la comunicación sea intermitente o de paso falle, por lo que es recomendable que al momento de hacer uso de los módulos se deben alejar cualquier tipo de dispositivo que pueda llegar a causar estas interferencias (mandos a distancia, teléfonos inalámbricos, motores eléctricos de alto consumo o microondas).

También sería recomendable el tener un analizador de espectro de frecuencia para comprobar temas de potencia de señal y formas de onda al momento de transmitir, con lo cual práctica se hace más enriquecedora.

ANEXOS

Anexo #1**Realización de Pre-encuesta Encuesta**

1. ¿Está usted de acuerdo o en desacuerdo con la siguiente afirmación? “Las prácticas de laboratorio influyen de forma positiva en el desenvolvimiento académico y profesional del estudiante”

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

2. ¿Con que frecuencia usted ha realizado una práctica de laboratorio?

- ☐ Nunca
- ☐ Casi nunca
- ☐ Ocasionalmente
- ☐ Casi siempre
- ☐ Siempre

3. Basado en su experiencia, ¿Qué es lo que más se le complicó entender, cuando estudió sobre los códigos de línea??

- ☐ Ingresar los datos.
- ☐ Interpretar el orden de los datos.
- ☐ El desarrollo matemático.
- ☐ El seguimiento del código.
- ☐ Realizar la gráfica resultante.
- ☐ Diferenciar los tipos de códigos.
- ☐ Representar la señal asociada a una secuencia de bits.
- ☐ Entender el proceso de sincronización.

4. ¿Qué nivel de dificultad tiene comprender la codificación de línea?

- ☐ Muy difícil
- ☐ Difícil

- ☐ Normal
- ☐ Fácil
- ☐ Muy fácil

5. ¿Qué tan de acuerdo está usted en que se aplique la metodología de enseñanza teórica-práctica para reforzar los conocimientos sobre códigos de línea?

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

6. ¿Está usted de acuerdo que, con la incorporación de herramientas tecnológicas diseñadas a medida y puestas al alcance de los estudiantes, se ayudaría a mejorar los procesos de aprendizaje?

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

7. ¿Qué tan de acuerdo está usted con que se implemente un módulo que permita a los estudiantes practicar los códigos de línea?

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

8. ¿Cómo le gustaría que sea el módulo para práctica de códigos de línea?

- ☐ Que muestre paso a paso la transformación de la señal.
- ☐ Que se ingrese el tren de bits y que muestre la gráfica resultante.
- ☐ Que requiera el uso de programación para procesar la señal.
- ☐ Que se muestre el proceso matemático y grafica resultante.
- ☐ Que exista una guía o manual de uso del módulo.
- ☐ Que necesite de un instalador para su uso.

9. ¿Con cuáles de las siguientes formas de código de línea le gustaría que cuente el módulo?

- ☐ Unipolar NRZ
- ☐ Bipolar NRZ
- ☐ Unipolar Rz
- ☐ AMI RZ
- ☐ HDB3
- ☐ Manchester
- ☐ Manchester diferencial

Anexo #2**Realización de Post-encuesta Encuesta**

- 1. Exprese su nivel de acuerdo o desacuerdo: Luego de realizar la práctica con el módulo, los conceptos teóricos fueron mejor entendidos.**

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo, ni en
- ☐ desacuerdoDe acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

- 2. Está usted de acuerdo o en desacuerdo con la siguiente afirmación. La información proporcionada en la guía de laboratorio, es clara, detallada y fácil de entender."**

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo, ni en
- ☐ desacuerdoDe acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

- 3. Basado en su experiencia, ¿Qué tan importante cree usted que sea el uso del módulo para práctica de códigos de línea?**

- ☐ No es importante
- ☐ Poco importante
- ☐ Algo importante
- ☐ Importante
- ☐ Muy importante

- 4. En base a su experiencia. ¿Qué tan satisfecho está usted con el uso del módulo para práctica de códigos de línea?**

- ☐ Completamente insatisfecho
- ☐ Poco satisfecho

- ☐ Satisfecho Muy
- ☐ Satisfecho
- ☐ Altamente satisfecho

5. ¿Los resultados obtenidos mediante la práctica qué tan parecidos son a los resultados teóricos? *

- ☐ Nada parecidos
- ☐ Poco parecidos
- ☐ Parecidos
- ☐ Muy parecidos

6. ¿Qué tiempo le llevo a usted comprender el funcionamiento del módulo?

- ☐ Mucho tiempo. (Mayor a 2 horas)
- ☐ Suficiente tiempo (De 1 a 2 horas) Poco
- ☐ tiempo (De 30 minutos a 1 hora)
- ☐ Muy poco tiempo (Menos de 30 minutos)

7. ¿Está usted de acuerdo, que, con la incorporación del módulo para práctica de códigos de línea, se ayudaría a mejorar los procesos de aprendizaje?

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

8. ¿Qué característica del módulo para práctica de códigos de línea, le pareció más interesante?

(Seleccionar por lo menos 3)

- ☐ Que muestre en pantalla la selección del código.
- ☐ Que muestre en pantalla el tren de bits a enviar.
- ☐ Que muestre en pantalla la gráfica codificada.
- ☐ Que muestre en pantalla la gráfica original.
- ☐ Que se diferencie entre los botones para la selección del código y de los datos.
- ☐ La rapidez con la que se transmiten los datos

9. ¿Qué sugeriría como mejora para el módulo de práctica?

Anexo #3

Guía de Laboratorio para práctica



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

**GUÍA DE LABORATORIO DE COMUNICACIÓN
ANALÓGICA Y DIGITAL**

PRÁCTICA N.º:

“CODIGOS DE LÍNEA”

NOMBRES:

GRUPO N.º:

FECHA DE REALIZACIÓN:

1. Objetivos

- Comprobar los resultados teóricos con la práctica.
- Observar el proceso de transmisión y recepción de datos.

2. Marco teórico

Se usa la codificación de línea en los sistemas de comunicación para transportar datos digitales, también se suele conocer a la codificación de línea como modulación en banda base, básicamente consiste en transformar datos binarios a una señal digital, que es almacenada y representada como una secuencia de unos y ceros, es decir que los datos tales como texto, gráficas, imágenes, audios, videos y números son almacenados en la memoria de un computador como secuencias de bits (Ampo, 2015).

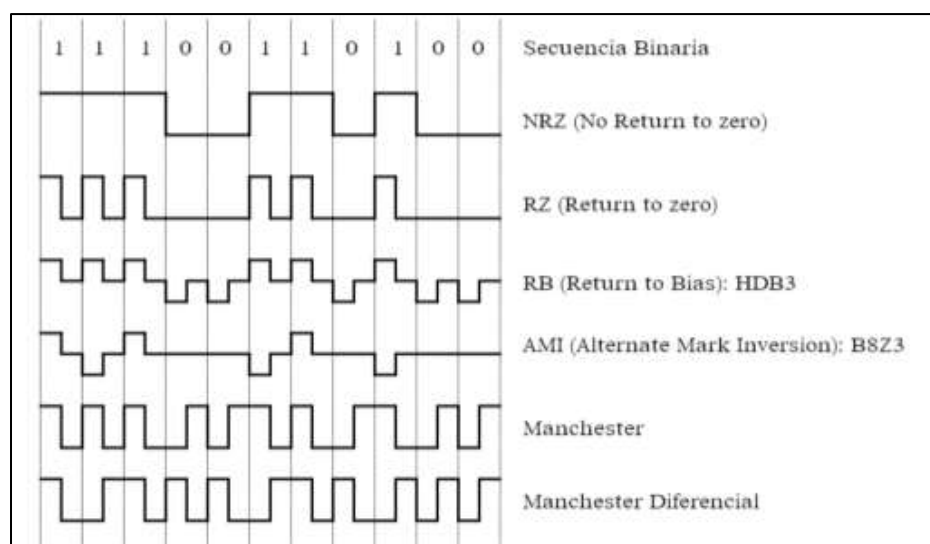


Figura 71. Códigos de Línea. Información tomada de docplayer.es. Elaborada por Gómez Guillermo.

En la Figura 1 se observan los tipos de códigos de línea y sus gráficas, entre los principales códigos de línea se tienen Bipolar RZ, Bipolar NRZ, unipolar RZ, unipolar NRZ, Manchester, Manchester diferencial y HDB3.

Características de los códigos de línea según Clark et al., 2020:

- **Sincronización:** esta propiedad permite que los códigos de línea identifiquen el tiempo de inicio y fin de un bit.

- **Capacidad de detección de errores:** permite a los códigos de línea detectar errores y corregirlos.
- **Inmunidad al ruido:** esta característica ayuda a que la señal que se está transmitiendo a pesar de estar expuesta al ruido sea inmune a este.
- **Espectro de potencia:** existe igualdad entre la respuesta en frecuencia del canal y la densidad espectral.
- **Transparencia:** consiste en que la señal digital debe ser transmitida correctamente independiente del patón de unos y ceros.

3. Materiales y equipos

- Arduino IDE.
- Arduinos nano.
- Pantallas LCD de 128x64 y 16x2.
- Módulos RF 433 MHz emisor (FS1000A) y receptor (XY-MK-5V).
- Jumpers.
- Cable USB y cables de alimentación.

4. Implementación de un sistema de comunicación para transmisión y recepción de códigos de línea usando el software Arduino IDE, hardware Arduino Nano y pantallas LCD

Si se quiere procesar una señal para obtener sus gráficas al aplicar códigos de línea se debe hacer uso de la placa Arduino nano, misma que cumple la función de adquisición de datos, es decir que almacena en su memoria los datos que se ingresaron y para luego ser procesados, el módulo para práctica de códigos de línea está compuesto por dos partes que son transmisor y receptor como se muestra en la Figura 2, en el transmisor se ingresan los datos y estos se envían mediante el módulo RF transmisor, hacia el módulo RF receptor, posterior a esto los datos se procesan y se muestra en pantalla: la gráfica codificada, la gráfica original y el tren de bits que se envió.



Figura 72. Transmisor y receptor. Información tomada de investigación directa.
Elaborado por Melissa Solis

5. Pasos para usar el transmisor.

5.1. Encender el transmisor.

Para encender el transmisor solo se necesita conectar el dispositivo usando el cable de alimentación de 12V a un tomacorriente y presionar el botón de encendido como se muestra en la Figura 3.

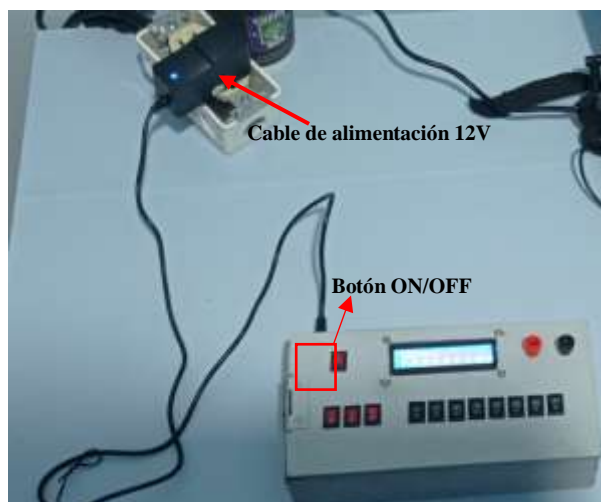


Figura 73. Transmisor encendido. Información tomada de investigación directa.
Elaborado por Melissa Solis.

5.2. Ingreso de datos

- Selección tipo de codificación.
- Secuencia de 8 bits.

5.2.1. Selección de codificación

Para seleccionar el tipo de codificación el módulo cuenta con tres botones, las combinaciones de estos tres botones son las que permiten escoger el tipo de codificación, para comprender mejor se adjunta la Tabla 1, donde se observa las combinaciones y a qué tipo de codificación pertenece cada una.

Tabla 1. Combinaciones para elección del tipo de codificación de línea.

S1	S2	S3	Tipo de codificación
0	0	0	N/A
1	0	0	Unipolar NRZ
0	1	0	Unipolar ZR
0	0	1	Bipolar ZR
1	1	0	Bipolar NRZ
1	0	1	Manchester
0	1	1	Manchester Diferencial
1	1	1	HDB3

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Melissa Solis

En la Figura 4 se observa los tres interruptores de selección, una vez se seleccione el tipo de codificación este se podrá ver en la pantalla del transmisor.



Figura 74. Botones para selección de codificación. Información tomada de investigación directa. Elaborado por Melissa Solis.

5.2.2. Secuencia de 8 bits

La secuencia de 8 bits son los datos que se van a enviar desde el transmisor hacia el receptor, se cuenta con 8 botones que tienen dos estados, que son los que corresponden al tren de datos de unos y ceros, los bits se muestran en pantalla como se observa en la Figura 3, al igual que se puede observar en la pantalla del transmisor el tipo de codificación se observa el tren de datos a enviar.



Figura 75. Botones para ingresar bits. Información tomada de investigación directa. Elaborado por Melissa Solis.

Una vez que se seleccionó el tipo de codificación y los bits a enviar estos se podrán visualizar de forma gráfica en el receptor.

6. Pasos para usar el receptor

6.1. Encender el receptor

Para encender el receptor solo se necesita conectar el cable de alimentación de 12V a un interruptor y presionar el botón de encendido/apagado como se observa en la Figura 6.

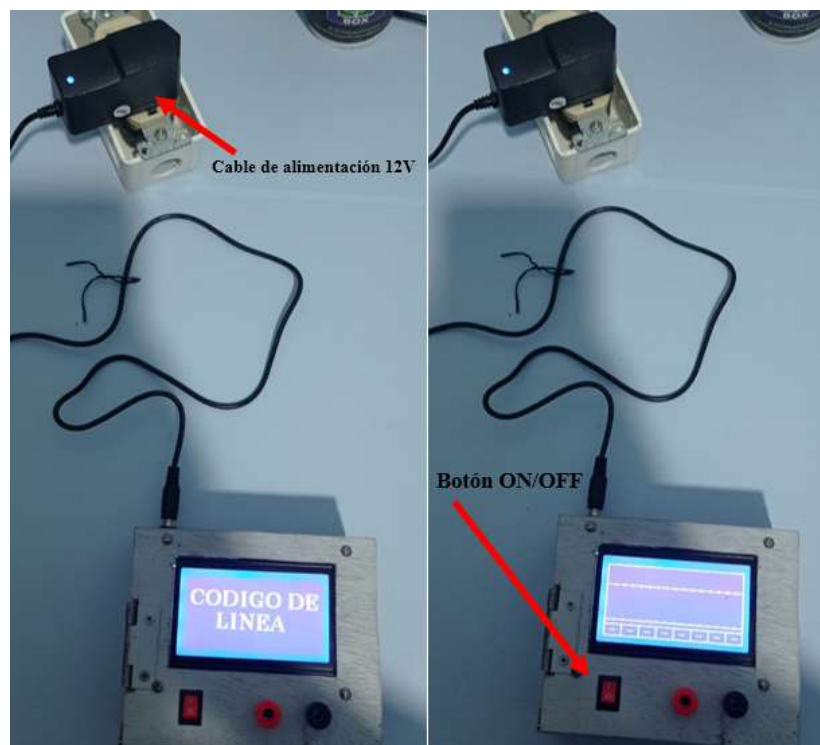


Figura 76. Información tomada de investigación directa. Elaborado por Melissa Solis.

6.2. Visualización en pantalla

Una vez se enciende el receptor, se espera a que establezca la conexión inalámbrica con el transmisor, para así recibir y procesar los datos que ingresan para mostrarlos en pantalla como se puede observar en la Figura 7.



Figura 77. Transmisión y recepción de codificación HDB3. Información tomada de investigación directa. Elaborado por Melissa Solis.

En la Figura 7 se han marcado cinco puntos que son los que se observan en las pantallas del transmisor y receptor, a continuación, se procede a describir los puntos señalados.

1. Se muestra en pantalla el nombre de la codificación elegida.
2. Se muestra en pantalla el tren de bits que se desea enviar.
3. Se observa la gráfica dependiendo el tipo de codificación.
4. Se observa la gráfica original.
5. Se muestra el tren de bits que se envió desde el transmisor.

7. Datos teóricos

7.1. Realizar la codificación de línea Unipolar RZ y Unipolar NRZ de forma teórica y anotarlos en la siguiente Tabla 2 para el tren de bits 10100110.

Tabla 2. Resultados teóricos 1.

Unipolar RZ	Unipolar NRZ

7.2. Realizar la codificación de línea Bipolar RZ y Bipolar NRZ de forma teórica y anotarlos en la siguiente Tabla 3 para el tren de bits 10101010.

Tabla 3. Resultados teóricos 2.

Bipolar RZ	Bipolar NRZ

7.3. Realizar la codificación de línea Manchester y Manchester diferencial de forma teórica y anotarlos en la Tabla 4 para el tren de bits 11110110

Tabla 4. Resultados teóricos 3.

Manchester	Manchester diferencial

7.4.Realizar la codificación de línea HDB3 de forma teórica y anotarlo en la tabla 5.

Casos:

- 11100001
- 00000001
- 10100001

Tabla 5. Resultados teóricos 4.

Caso 1	
--------	--

Caso 2	
Caso 3	

8. Datos Experimentales

8.1. Una vez que se haya comprendido la parte teórica se deben realizar las siguientes instrucciones:

1. Anotar la combinación de botones que se debe usar para la codificación Unipolar RZ y Unipolar NRZ.
2. Realizar la práctica de códigos de línea de la codificación Unipolar RZ y Unipolar NRZ para el siguiente tren de bits 10100110.
3. Tomar fotografía de las gráficas que aparecen en la pantalla del receptor.
4. Adjuntar las fotografías en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados experimentales 1.

Combinación de botones Unipolar RZ	
---------------------------------------	--

Gráfica resultante Unipolar RZ	
Combinación de botones Unipolar RZ	
Gráfica resultante Unipolar RZ	

8.2.Una vez que se haya comprendido la parte teórica se deben realizar las siguientes instrucciones:

1. Anotar la combinación de botones que se debe usar para la codificación Bipolar RZ y Bipolar NRZ.
2. Realizar la práctica de códigos de línea de la codificación Bipolar RZ y Bipolar NRZ para el siguiente tren de bits 10101010.
3. Tomar fotografía de las gráficas que aparecen en la pantalla del receptor.
4. Adjuntar las fotografías en la Tabla 7

Tabla 7. Resultados experimentales 2.

Combinación de botones Bipolar RZ	
--------------------------------------	--

Gráfica resultante Bipolar RZ	
Combinación de botones Bipolar RZ	
Gráfica resultante Bipolar RZ	

8.3. Una vez que se haya comprendido la parte teórica se deben realizar las siguientes instrucciones:

1. Anotar la combinación de botones que se debe usar para la codificación Manchester y Manchester Diferencial.
2. Realizar la práctica de códigos de línea de la codificación Manchester y Manchester diferencial para el siguiente tren de bits 11110110.
3. Tomar fotografía de las gráficas que aparecen en la pantalla del receptor.
4. Adjuntar las fotografías en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados experimentales 3.

Combinación de botones Manchester	
-----------------------------------	--

Gráfica resultante Manchester	
Combinación de botones Manchester diferencial	
Gráfica resultante Manchester Diferencial	

8.4.Una vez que se haya comprendido la parte teórica se deben realizar las siguientes instrucciones:

1. Anotar la combinación de botones que se debe usar para la codificación HDB3.
2. Realizar la práctica de códigos de línea de la codificación HDB3 para los siguientes tren de bits:
 - 11100001.
 - 00000001.
 - 10100001.
3. Tomar fotografía de las gráficas que aparecen en la pantalla del receptor.
4. Adjuntar las fotografías en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados experimentales 4.

Combinación de botones HDB3	
Tren de bits caso 1	
Gráfica resultante HDB3 caso 1	
Tren de bits caso 2	
Gráfica resultante HDB3 caso 2	
Tren de bits caso 3	
Gráfica resultante HDB3 caso 3	

9. Conclusiones

- Comprobar que los resultados teóricos coinciden con los que se obtuvieron con el módulo.
- Se observó gráficamente cada uno de los siete códigos de codificación de línea.

Anexo # 4

Prácticas con los estudiantes del 6-1 y 6-2

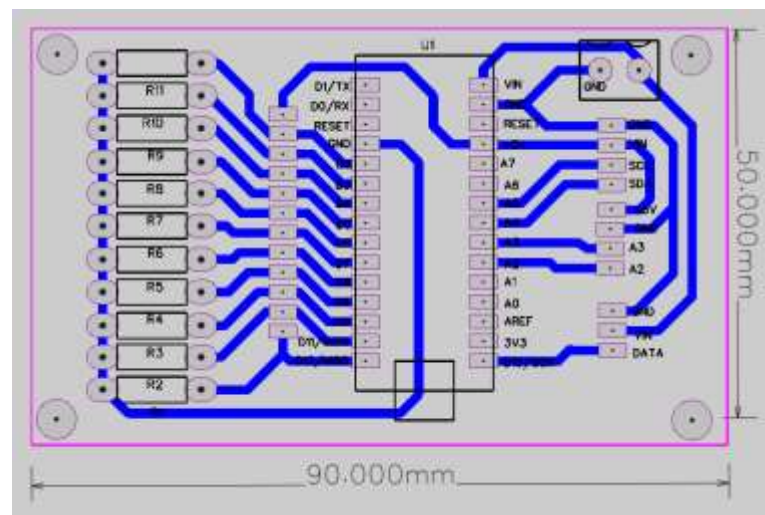




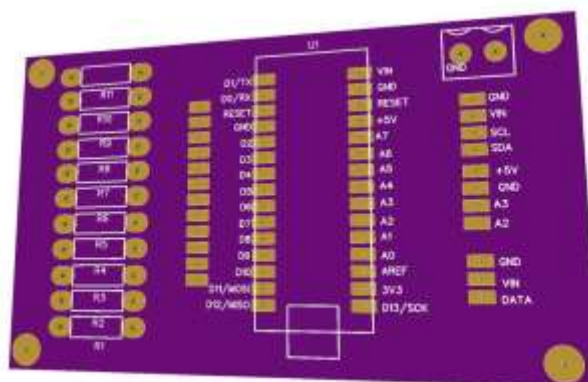


Anexo # 5 Diseño de las placas para transmisor y receptor

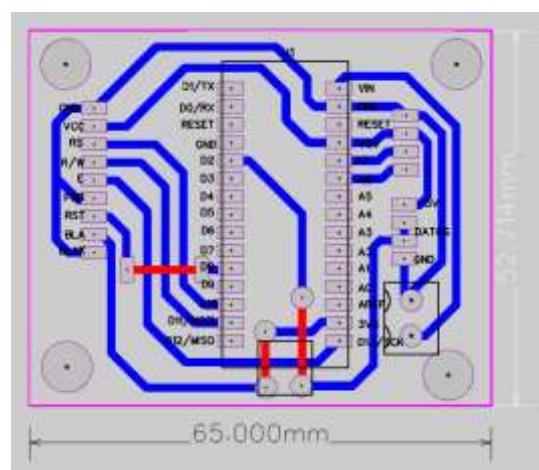
Diseño de PBC para transmisor

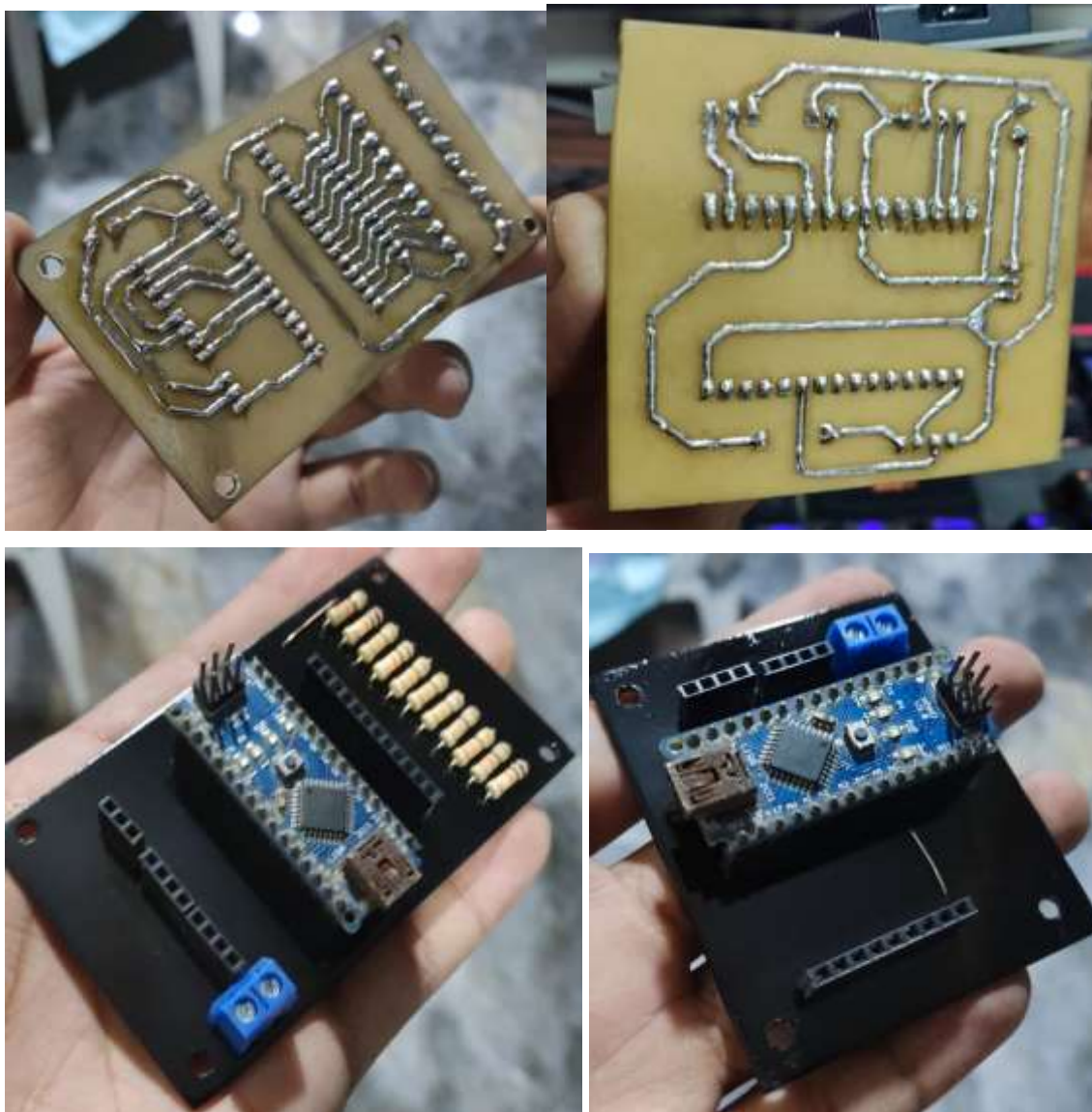


3D del diseño de la Placa transmisor

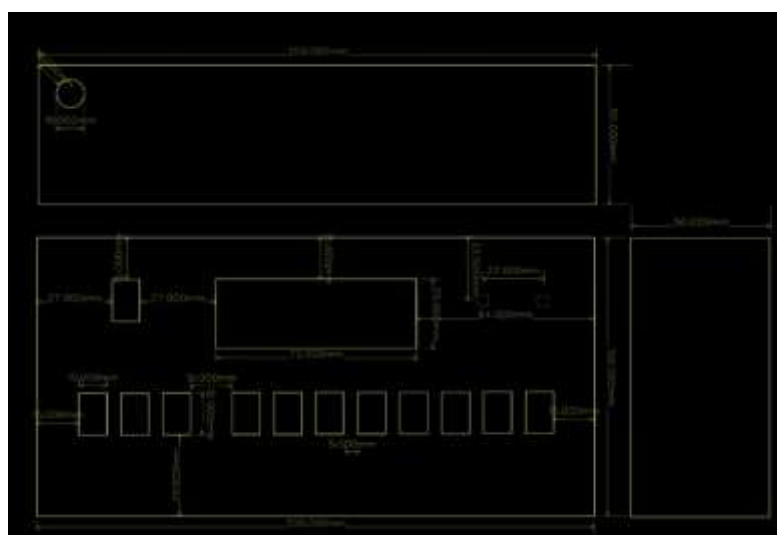


Diseño PBC de Receptor

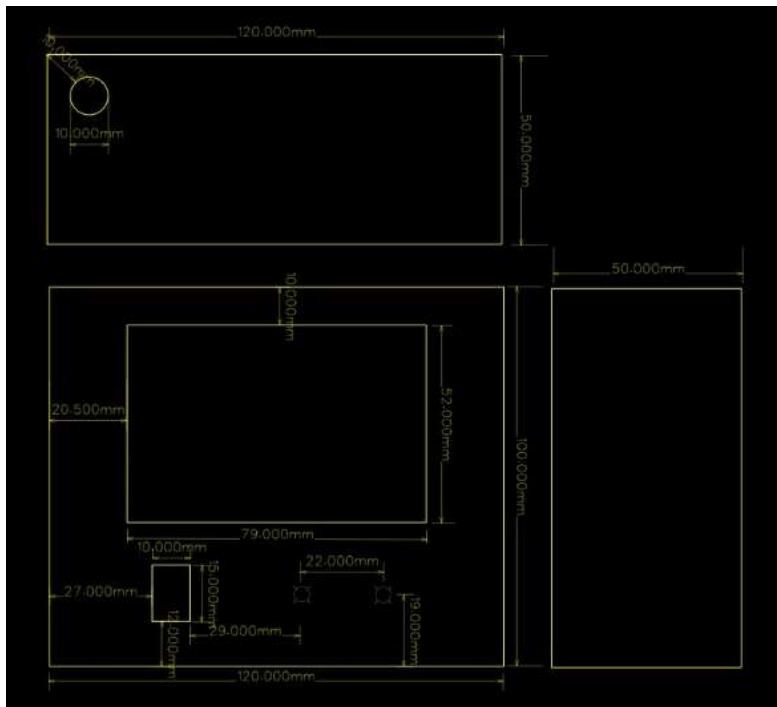




Anexo # 7 diseño de cajas



Transmisor

**Receptor**

Anexo # 8

Código del Emisor TX en Arduino

```
//libreria para uso de módulos RF 433 MHz
#include <VirtualWire.h>

// libreria para pantalla lcd 16x2
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

// DIP SWITCH PARA DATO A ENVIAR
const int DATO7 = 13;
const int DATO6 = 12;
const int DATO5 = 11;
const int DATO4 = 10;
const int DATO3 = 9;
const int DATO2 = 8;
const int DATO1 = 7;
const int DATO0 = 6;

//variables para guardar datos de datos a enviar
int dat7;
int dat6;
int dat5;
int dat4;
```

```

int dat3;
int dat2;
int dat1;
int dat0;

// DIP SWITCH PARA para seleccionar que codificación enviar

const int Seleccion2 = 5;
const int Seleccion1 = 4;
const int Seleccion0 = 3;

// Pin de datos para emisor RF433 MHz
const int dataPin = 2;

// Pulsador
const int pulsador = 1;

// constante a enviar
int sumaDec = 0;
int selcodi = 0;
void setup() {
  //iniciamos comunicación con los módulos
  vw_setup(2000);
  vw_set_tx_pin(dataPin);

  //iniciamos lcd
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();

  //iniciar el monitor serie para poder ver los datos en pantalla
  Serial.begin(9600);
  //Se configuran los pines digitales 6 al 13 como entradas para datos a enviar.
  pinMode(DATO7, INPUT);
  pinMode(DATO6, INPUT);
  pinMode(DATO5, INPUT);
  pinMode(DATO4, INPUT);
  pinMode(DATO3, INPUT);
  pinMode(DATO2, INPUT);
  pinMode(DATO1, INPUT);
  pinMode(DATO0, INPUT);

  //Pin de datos como salida
  pinMode(dataPin, OUTPUT);

  //Pulsador como entrada para enviar datos
  pinMode(pulsador, INPUT);

  // se configuran los pines 3 al 5 como entradas para seleccionar tipo de codificación
  pinMode(Seleccion2, INPUT);

```



```

pinMode(Seleccion1, INPUT);
pinMode(Seleccion0, INPUT);
}

void loop() {
  dat7 = digitalRead(DATO7);
  dat6 = digitalRead(DATO6);
  dat5 = digitalRead(DATO5);
  dat4 = digitalRead(DATO4);
  dat3 = digitalRead(DATO3);
  dat2 = digitalRead(DATO2);
  dat1 = digitalRead(DATO1);
  dat0 = digitalRead(DATO0);
  // se realiza la operación de encapsulado de datos de binario a decimal
  sumaDec =
(digitalRead(Seleccion2)*1024)+(digitalRead(Seleccion1)*512)+(digitalRead(Seleccion0)
*256)+(digitalRead(DATO7)*128)+(digitalRead(DATO6)*64)+(digitalRead(DATO5)*32
)+(digitalRead(DATO4)*16)+(digitalRead(DATO3)*8)+(digitalRead(DATO2)*4)+(digita
lRead(DATO1)*2)+(digitalRead(DATO0)*1);
  selcodi =
(digitalRead(Seleccion2)*4)+(digitalRead(Seleccion1)*2)+(digitalRead(Seleccion0)*1);
  // se establecen las condiciones para mostrar en pantalla los datos ingresados
  if(selcodi == 0){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");
    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("N/A");
    Serial.println("sin codigo");
  }
  else if(selcodi == 1){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");
    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("Bipolar ZR");
    Serial.println("Bipolar ZR");
  }
  else if(selcodi == 2){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");
    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("Bipolar NZR");
    Serial.println("Bipolar NZR");
  }
  else if(selcodi == 3){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");

```

```

    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("Unipolar ZR");
    Serial.println("Unipolar ZR");
}
else if(selcodi ==4){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");
    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("Unipolar NZR");
    Serial.println("unipolar NZR");
}
else if(selcodi == 5){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");
    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("MANCHESTER");
    Serial.println("MANCHESTER");
}
else if(selcodi == 6){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");
    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("diferencial");
    Serial.println("diferencial");
}
else if(selcodi == 7){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("COD: ");
    lcd.setCursor (4,0);
    lcd.print("HDD3");
    Serial.println("HDD3");
}

lcd.setCursor (0,1);

lcd.print(dat7);
lcd.setCursor (2,1);
lcd.print(dat6);
lcd.setCursor (4,1);
lcd.print(dat5);
lcd.setCursor (6,1);
lcd.print(dat4);
lcd.setCursor (8,1);
lcd.print(dat3);
lcd.setCursor (10,1);
lcd.print(dat2);

```

```

lcd.setCursor (12,1);
lcd.print(dat1);
lcd.setCursor (14,1);
lcd.print(dat0);

Serial.print("dato a enviar: ");
Serial.println(sumaDec);
delay(200);
//
if(digitalRead(pulsador)==HIGH){
  char buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN]; // Cadena para enviar
  //int dato1=millis()/1000; //variable con el tiempo en segundos
  //float dato2=3.14; //segundo dato para enviar
  String str="";

  /* str="i"+String(dato1); //convertimos el entero a String y se agrega un inicio de trama
  str.toCharArray(buf,sizeof(buf)); //convertimos el String en un array
  vw_send((uint8_t *)buf, strlen(buf)); //Enviamos el array
  vw_wait_tx(); //Esperamos hasta que el mensaje se envíe*/

  str="i"+String(sumaDec); //convertimos el float a String y se agrega un inicio de trama
  str.toCharArray(buf,sizeof(buf)); //convertimos el String en un array
  vw_send((uint8_t *)buf, strlen(buf)); ///Enviamos el array
  vw_wait_tx(); //Esperamos hasta que el mensaje se envíe
  delay(200);
}
}

```

Anexo # 9

Código del Receptor RX en Arduino

```

#include <Arduino.h>
#include <U8g2lib.h>
#include <VirtualWire.h>
#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#else
#include <U8X8_HAVE_HW_I2C>
#include <Wire.h>
#endif
U8G2_ST7920_128X64_1_HW_SPI
u8g2(U8G2_R0, /* CS=*/ 10, /* reset=*/
8);

void setup(void) {
  // Se inicia como receptor
  vw_setup(2000); // velocidad: Bits
por segundo
  vw_set_rx_pin(2); //Pin 2 como
entrada del RF

  vw_rx_start();
  // Se inicializa la pantalla
  u8g2.begin();
  // Se inicializa la comunicación serial
para ver datos en pantalla
  Serial.begin(9600);
  //PANTALLA DE CARGA
  u8g2.firstPage();
  do {
    u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB14_tr);
    u8g2.drawStr(5,25,"CODIGO DE");
    u8g2.drawStr(30,45,"LINEA");
  } while ( u8g2.nextPage() );
  delay(5000);
  //void u8g2_ClearDisplay(u8g2_t
*u8g2);
}

```

```

int dato1=0; //inicializa en cero

void loop(void) {

    // sección de recepción de datos
    uint8_t
    buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
    uint8_t      buflen      =
    VW_MAX_MESSAGE_LEN;
    if      (vw_get_message((uint8_t
    *)buf,&buflen))
    {
        int i;
        String DatoCadena="";
        if((char)buf[0]=='i') //verificamos
        el inicio de trama
        {
            for (i = 1; i < buflen; i++)
            {
                DatoCadena.concat((char)buf[i]);
            }
            dato1=DatoCadena.toInt();
            //Serial.print("Dato1  recibido:
            ");
            // Serial.println(dato1);
        }
    }

    //variables para almacenar los bits
    int sel2;
    int sel1;
    int sel0;
    int dat7;
    int dat6;
    int dat5;
    int dat4;
    int dat3;
    int dat2;
    int dat1;
    int dat0;
    int selcodi;
    //conversión del dato en recibido a
    binario
    dat0 = dato1%2;
    dat1 = (dato1/2)%2;
    dat2 = (dato1/4)%2;
    dat3 = (dato1/8)%2;
    dat4 = (dato1/16)%2;

    dat5 = (dato1/32)%2;
    dat6 = (dato1/64)%2;
    dat7 = (dato1/128)%2;
    sel0 = (dato1/256)%2;
    sel1 = (dato1/512)%2;
    sel2 = (dato1/1024)%2;
    selcodi= (sel0*1)+(sel1*2)+(sel2*4);
    //variables      para      graficcion
    UNIPOLAR
    int uni0;
    int uni1;
    int uni2;
    int uni3;
    int uni4;
    int uni5;
    int uni6;
    int uni7;

    int lin0;
    int lin1;
    int lin2;
    int lin3;
    int lin4;
    int lin5;
    int lin6;
    int lin7;

    //variables      para      graficar      eje      x
    Manchester
    int linxH0;
    int linxH1;
    int linxH2;
    int linxH3;
    int linxH4;
    int linxH5;
    int linxH6;
    int linxH7;
    int linxL0;
    int linxL1;
    int linxL2;
    int linxL3;
    int linxL4;
    int linxL5;
    int linxL6;
    int linxL7;

    int linIN0;
    int linIN1;
    int linIN2;
    int linIN3;

```

```

int linIN4;
int linIN5;
int linIN6;
int linIN7;

int linOUT0;
int linOUT1;
int linOUT2;
int linOUT3;
int linOUT4;
int linOUT5;
int linOUT6;
int linOUT7;

// Para visualizar en monitor serie los
bits
// Serial.print(sel2);
// Serial.print(sel1);
// Serial.print(sel0);
// Serial.print(dat7);
// Serial.print(dat6);
// Serial.print(dat5);
// Serial.print(dat4);
// Serial.print(dat3);
// Serial.print(dat2);
// Serial.print(dat1);
// Serial.println(dat0);

u8g2.firstPage();
do {
  u8g2.setDrawColor(1);
  // u8g2.setFont(u8g2_font_6x10_tf);
  u8g2.setFont(
u8g2_font_courB08_tf);
  if(selcodi != 0){
    //señal original
    uni0 = 49 - (dat0*11);
    uni1 = 49 - (dat1*11);
    uni2 = 49 - (dat2*11);
    uni3 = 49 - (dat3*11);
    uni4 = 49 - (dat4*11);
    uni5 = 49 - (dat5*11);
    uni6 = 49 - (dat6*11);
    uni7 = 49 - (dat7*11);

    //LINEAS HORIZONTALES
    u8g2.drawLine(0,uni0,16);
    u8g2.drawLine(16,uni1,16);
    u8g2.drawLine(32,uni2,16);
    u8g2.drawLine(48,uni3,16);

    u8g2.drawLine(64,uni4,16);
    u8g2.drawLine(80,uni5,16);
    u8g2.drawLine(96,uni6,16);
    u8g2.drawLine(112,uni7,16);

    //LINEAS VERTICALES
    u8g2.drawLine(16,uni0, 16,uni1);
    u8g2.drawLine(32,uni1, 32,uni2);
    u8g2.drawLine(48,uni2, 48,uni3);
    u8g2.drawLine(64,uni3, 64,uni4);
    u8g2.drawLine(80,uni4, 80,uni5);
    u8g2.drawLine(96,uni5, 96,uni6);
    u8g2.drawLine(112,uni6, 112,uni7);

    // Mostrar datos en pantalla
    u8g2.setCursor(6,62);
    u8g2.print(dat0);
    u8g2.setCursor(22,62);
    u8g2.print(dat1);
    u8g2.setCursor(38,62);
    u8g2.print(dat2);
    u8g2.setCursor(54,62);
    u8g2.print(dat3);
    u8g2.setCursor(70,62);
    u8g2.print(dat4);
    u8g2.setCursor(86,62);
    u8g2.print(dat5);
    u8g2.setCursor(102,62);
    u8g2.print(dat6);
    u8g2.setCursor(118,62);
    u8g2.print(dat7);
  }

  if(selcodi == 0){
    //u8g2.drawStr(5,10,"N/A");
    // Mostrar datos en pantalla
    u8g2.setCursor(6,62);
    u8g2.print("-");
    u8g2.setCursor(22,62);
    u8g2.print("-");
    u8g2.setCursor(38,62);
    u8g2.print("-");
    u8g2.setCursor(54,62);
    u8g2.print("-");
    u8g2.setCursor(70,62);
    u8g2.print("-");
    u8g2.setCursor(86,62);
    u8g2.print("-");
    u8g2.setCursor(102,62);
    u8g2.print("-");
  }
}

```

```

    u8g2.setCursor(118,62);
    u8g2.print("-");
  }
  //Se establecen condiciones para
  decodificación y graficación Bipolar ZR
  else if(selcodi == 4){
    //u8g2.drawStr(5,10,"Bipolar ZR");

    if(dat0==1){
      lin0 = 29 - (dat0*22);
    }
    else if(dat0==0){
      lin0 = 29 - (dat0*11);
    }
    if(dat1==1){
      lin1 = 29 - (dat1*22);
    }
    else if(dat1==0){
      lin1 = 29 - (dat1*11);
    }
    if(dat2==1){
      lin2 = 29 - (dat2*22);
    }
    else if(dat2==0){
      lin2 = 29 - (dat2*11);
    }
    if(dat3==1){
      lin3 = 29 - (dat3*22);
    }
    else if(dat3==0){
      lin3 = 29 - (dat3*11);
    }
    if(dat4==1){
      lin4 = 29 - (dat4*22);
    }
    else if(dat4==0){
      lin4 = 29 - (dat4*11);
    }
    if(dat5==1){
      lin5 = 29 - (dat5*22);
    }
    else if(dat5==0){
      lin5 = 29 - (dat5*11);
    }
    if(dat6==1){
      lin6 = 29 - (dat6*22);
    }
    else if(dat6==0){
      lin6 = 29 - (dat6*11);
    }
  }

```

```

    if(dat7==1){
      lin7 = 29 - (dat7*22);
    }
    else if(dat7==0){
      lin7 = 29 - (dat7*11);
    }

    //LINEAS HORIZONTALES
    u8g2.drawLine(0,lin0,8);
    u8g2.drawLine(16,lin1,8);
    u8g2.drawLine(32,lin2,8);
    u8g2.drawLine(48,lin3,8);
    u8g2.drawLine(64,lin4,8);
    u8g2.drawLine(80,lin5,8);
    u8g2.drawLine(96,lin6,8);
    u8g2.drawLine(112,lin7,8);

    //LINEAS VERTICALES
    u8g2.drawLine(8,lin0, 8,19);
    u8g2.drawLine(16,lin1, 16,19);
    u8g2.drawLine(24,lin1, 24,19);
    u8g2.drawLine(32,lin2, 32,19);
    u8g2.drawLine(40,lin2, 40,19);
    u8g2.drawLine(48,lin3, 48,19);
    u8g2.drawLine(56,lin3, 56,19);
    u8g2.drawLine(64,lin4, 64,19);
    u8g2.drawLine(72,lin4, 72,19);
    u8g2.drawLine(80,lin5, 80,19);
    u8g2.drawLine(88,lin5, 88,19);
    u8g2.drawLine(96,lin6, 96,19);
    u8g2.drawLine(104,lin6, 104,19);
    u8g2.drawLine(112,lin7, 112,19);
    u8g2.drawLine(120,lin7, 120,19);

  }
  //Se establecen condiciones para
  decodificación y graficación Bipolar NZR
  else if(selcodi == 3){
    //u8g2.drawStr(5,10,"Bipolar
    NZR");
    lin0 = 29 - (dat0*22);
    lin1 = 29 - (dat1*22);
    lin2 = 29 - (dat2*22);
    lin3 = 29 - (dat3*22);
    lin4 = 29 - (dat4*22);
    lin5 = 29 - (dat5*22);
    lin6 = 29 - (dat6*22);
    lin7 = 29 - (dat7*22);

    //LINEAS HORIZONTALES

```

```

u8g2.drawHLine(0,lin0,16);
u8g2.drawHLine(16,lin1,16);
u8g2.drawHLine(32,lin2,16);
u8g2.drawHLine(48,lin3,16);
u8g2.drawHLine(64,lin4,16);
u8g2.drawHLine(80,lin5,16);
u8g2.drawHLine(96,lin6,16);
u8g2.drawHLine(112,lin7,16);

//LINEAS VERTICALES
u8g2.drawLine(16,lin0, 16,lin1);
u8g2.drawLine(32,lin1, 32,lin2);
u8g2.drawLine(48,lin2, 48,lin3);
u8g2.drawLine(64,lin3, 64,lin4);
u8g2.drawLine(80,lin4, 80,lin5);
u8g2.drawLine(96,lin5, 96,lin6);
u8g2.drawLine(112,lin6, 112,lin7);
}
//Se establecen condiciones para
decodificación y graficación Unipolar ZR
else if(selcodi == 2){
// u8g2.drawStr(5,10,"Unipolar  RZ
");
lin0 = 18 - (dat0*11);
lin1 = 18 - (dat1*11);
lin2 = 18 - (dat2*11);
lin3 = 18 - (dat3*11);
lin4 = 18 - (dat4*11);
lin5 = 18 - (dat5*11);
lin6 = 18 - (dat6*11);
lin7 = 18 - (dat7*11);

//LINEAS HORIZONTALES
u8g2.drawHLine(0,lin0,8);
u8g2.drawHLine(16,lin1,8);
u8g2.drawHLine(32,lin2,8);
u8g2.drawHLine(48,lin3,8);
u8g2.drawHLine(64,lin4,8);
u8g2.drawHLine(80,lin5,8);
u8g2.drawHLine(96,lin6,8);
u8g2.drawHLine(112,lin7,8);

//LINEAS VERTICALES
u8g2.drawLine(8,lin0, 8,18);
u8g2.drawLine(16,lin1, 16,18);
u8g2.drawLine(24,lin1, 24,18);
u8g2.drawLine(32,lin2, 32,18);
u8g2.drawLine(40,lin2, 40,18);
u8g2.drawLine(48,lin3, 48,18);
u8g2.drawLine(56,lin3, 56,18);

u8g2.drawLine(64,lin4, 64,18);
u8g2.drawLine(72,lin4, 72,18);
u8g2.drawLine(80,lin5, 80,18);
u8g2.drawLine(88,lin5, 88,18);
u8g2.drawLine(96,lin6, 96,18);
u8g2.drawLine(104,lin6, 104,18);
u8g2.drawLine(112,lin7, 112,18);
u8g2.drawLine(120,lin7, 120,18);
}
//Se establecen condiciones para
decodificación y graficación Unipolar
NZR

else if(selcodi ==1){
// u8g2.drawStr(5,10,"Unipolar
NZR");
lin0 = 18 - (dat0*11);
lin1 = 18 - (dat1*11);
lin2 = 18 - (dat2*11);
lin3 = 18 - (dat3*11);
lin4 = 18 - (dat4*11);
lin5 = 18 - (dat5*11);
lin6 = 18 - (dat6*11);
lin7 = 18 - (dat7*11);

//LINEAS HORIZONTALES
u8g2.drawHLine(0,lin0,16);
u8g2.drawHLine(16,lin1,16);
u8g2.drawHLine(32,lin2,16);
u8g2.drawHLine(48,lin3,16);
u8g2.drawHLine(64,lin4,16);
u8g2.drawHLine(80,lin5,16);
u8g2.drawHLine(96,lin6,16);
u8g2.drawHLine(112,lin7,16);

//LINEAS VERTICALES
u8g2.drawLine(16,lin0, 16,lin1);
u8g2.drawLine(32,lin1, 32,lin2);
u8g2.drawLine(48,lin2, 48,lin3);
u8g2.drawLine(64,lin3, 64,lin4);
u8g2.drawLine(80,lin4, 80,lin5);
u8g2.drawLine(96,lin5, 96,lin6);
u8g2.drawLine(112,lin6, 112,lin7);
}
//Se establecen condiciones para
decodificación y graficación Manchester

else if(selcodi == 5){
//u8g2.drawStr(5,10,"MANCHESTER");

```

```

if(dat0==1){
  linIN0=7;
  linOUT0=29;
  linxH0 = 0;
  linxL0 = 8;
}
else if(dat0==0){
  linIN0=29;
  linOUT0=7;
  linxH0 = 8;
  linxL0 = 0;
}
if(dat1==1){
  linIN1=7;
  linOUT1=29;
  linxH1 = 16;
  linxL1 = 24;
}
else if(dat1==0){
  linIN1=29;
  linOUT1=7;
  linxH1 = 24;
  linxL1 = 16;
}
if(dat2==1){
  linIN2=7;
  linOUT2=29;
  linxH2 = 32;
  linxL2 = 40;
}
else if(dat2==0){
  linIN2=29;
  linOUT2=7;
  linxH2 = 40;
  linxL2 = 32;
}
if(dat3==1){
  linIN3=7;
  linOUT3=29;
  linxH3 = 48;
  linxL3 = 56;
}
else if(dat3==0){
  linIN3=29;
  linOUT3=7;
  linxH3 = 56;
  linxL3 = 48;
}
if(dat4==1){
  linIN4=7;
  linOUT4=29;
  linxH4 = 64;
  linxL4 = 72;
}
else if(dat4==0){
  linIN4=29;
  linOUT4=7;
  linxH4 = 72;
  linxL4 = 64;
}
if(dat5==1){
  linIN5=7;
  linOUT5=29;
  linxH5 = 80;
  linxL5 = 88;
}
else if(dat5==0){
  linIN5=29;
  linOUT5=7;
  linxH5 = 88;
  linxL5 = 80;
}
if(dat6==1){
  linIN6=7;
  linOUT6=29;
  linxH6 = 96;
  linxL6 = 104;
}
else if(dat6==0){
  linIN6=29;
  linOUT6=7;
  linxH6 = 104;
  linxL6 = 96;
}
if(dat7==1){
  linIN7=7;
  linOUT7=29;
  linxH7 = 112;
  linxL7 = 120;
}
else if(dat7==0){
  linIN7=29;
  linOUT7=7;
  linxH7 = 120;
  linxL7 = 112;
}

//LINEAS HORIZONTALES
u8g2.drawHLine(linxH0,7,8);

```



```

u8g2.drawLine(linxL0,29,8);
u8g2.drawLine(linxH1,7,8);
u8g2.drawLine(linxL1,29,8);
u8g2.drawLine(linxH2,7,8);
u8g2.drawLine(linxL2,29,8);
u8g2.drawLine(linxH3,7,8);
u8g2.drawLine(linxL3,29,8);
u8g2.drawLine(linxH4,7,8);
u8g2.drawLine(linxL4,29,8);
u8g2.drawLine(linxH5,7,8);
u8g2.drawLine(linxL5,29,8);
u8g2.drawLine(linxH6,7,8);
u8g2.drawLine(linxL6,29,8);
u8g2.drawLine(linxH7,7,8);
u8g2.drawLine(linxL7,29,8);

//LINEAS VERTICALES
u8g2.drawLine(8,7, 8,29);
u8g2.drawLine(16,linOUT0,
16,linIN1);
u8g2.drawLine(24,7, 24,29);
u8g2.drawLine(32,linOUT1,
32,linIN2);
u8g2.drawLine(40,7, 40,29);
u8g2.drawLine(48,linOUT2,
48,linIN3);
u8g2.drawLine(56,7, 56,29);
u8g2.drawLine(64,linOUT3,
64,linIN4);
u8g2.drawLine(72,7, 72,29);

u8g2.drawLine(80,linOUT4,80,linIN5);
u8g2.drawLine(88,7, 88,29);
u8g2.drawLine(96,linOUT5,
96,linIN6);
u8g2.drawLine(104,7, 104,29);
u8g2.drawLine(112,linOUT6,
112,linIN7);
u8g2.drawLine(120,7, 120,29);

}
//Se establecen condiciones para
decodificación y graficación Manchester
Diferencial
else if(selcodi == 6){
//
u8g2.drawStr(5,10,"M.DIFERENCIAL")
;
//trama 0 a 16
if(dat0==1){

```

```

linIN0=7;
linOUT0=29;
linxH0 = 0;
linxL0 = 8;
}
else if(dat0==0){
linIN0 = 29;
linOUT0 = 7;
linxH0 = 8;
linxL0 = 0;
}

//trama 16 a 32
if((dat0==1)and(dat1==0)){
linIN1= 7;
linOUT1= 29;
linxH1 = 16;
linxL1 = linxH1+8; // 24
}
else if((dat0==1)and(dat1==1)){
linIN1=29;
linOUT1=7;
linxH1 = 24;
linxL1 = 16;
}
else if((dat0==0)and(dat1==0)){
linIN1=29;
linOUT1=7;
linxH1 = 24;
linxL1 = 16;
}
else if((dat0==0)and(dat1==1)){
linIN1=7;
linOUT1=29;
linxH1 = 16;
linxL1 = 24;
}

//trama 32 a 48
if(dat2==0){
linIN2=linIN1;
linOUT2=linOUT1;
linxH2 = 16+linxH1;
linxL2 = 16+linxL1;
}
else if((dat2==1)){
if(linIN1 == 7){
linIN2 = 29;
linOUT2 = 7;
}

```

```

else if(linIN1 == 29){
    linIN2 = 7;
    linOUT2 = 29;
}
if(linxH1 == 16){
    linxH2 = 40;
    linxL2 = 32;
}
else if(linxH1 == 24){
    linxH2 = 32;
    linxL2 = 40;
}
}

```

//trama 48 a 64

```

if(dat3==0){
    linIN3=linIN2;
    linOUT3=linOUT2;
    linxH3 = 16+linxH2;
    linxL3 = 16+linxL2;
}
else if((dat3==1)){
    if(linIN2 == 7){
        linIN3 = 29;
        linOUT3 = 7;
    }
    else if(linIN2 == 29){
        linIN3 = 7;
        linOUT3 = 29;
    }
}
if(linxH2 == 32){
    linxH3 = 56;
    linxL3 = 48;
}
else if(linxH2 == 40){
    linxH3 = 48;
    linxL3 = 56;
}
}

```

//trama 64 a 80

```

if(dat4==0){
    linIN4=linIN3;
    linOUT4=linOUT3;
    linxH4 = 16+linxH3;
    linxL4 = 16+linxL3;
}
else if((dat4==1)){
    if(linIN3 == 7){

```

```

        linIN4 = 29;
        linOUT4 = 7;
    }
    else if(linIN3 == 29){
        linIN4 = 7;
        linOUT4 = 29;
    }
}
if(linxH3 == 48){
    linxH4 = 72;
    linxL4 = 64;
}
else if(linxH3 == 56){
    linxH4 = 64;
    linxL4 = 72;
}
}

```

//trama 80 a 96

```

if(dat5==0){
    linIN5=linIN4;
    linOUT5=linOUT4;
    linxH5 = 16+linxH4;
    linxL5 = 16+linxL4;
}
else if((dat5==1)){
    if(linIN4 == 7){
        linIN5 = 29;
        linOUT5 = 7;
    }
    else if(linIN4 == 29){
        linIN5 = 7;
        linOUT5 = 29;
    }
}
if(linxH4 == 64){
    linxH5 = 88;
    linxL5 = 80;
}
else if(linxH4 == 72){
    linxH5 = 80;
    linxL5 = 88;
}
}

```

//trama 96 a 112

```

if(dat6==0){
    linIN6=linIN5;
    linOUT6=linOUT5;
    linxH6 = 16+linxH5;
    linxL6 = 16+linxL5;
}

```

```

else if((dat6==1)){
  if(linIN5 == 7){
    linIN6 = 29;
    linOUT6 = 7;
  }
  else if(linIN5 == 29){
    linIN6 = 7;
    linOUT6 = 29;
  }
  if(linxH5 == 80){
    linxH6 = 104;
    linxL6 = 96;
  }
  else if(linxH5 == 88){
    linxH6 = 96;
    linxL6 = 104;
  }
}

//trama 112 a 17
if(dat7==0){
  linIN7=linIN6;
  linOUT7=linOUT6;
  linxH7 = 16+linxH6;
  linxL7 = 16+linxL6;
}
else if((dat7==1)){
  if(linIN6 == 7){
    linIN7 = 29;
    linOUT7 = 7;
  }
  else if(linIN6 == 29){
    linIN7 = 7;
    linOUT7 = 29;
  }
  if(linxH6 == 96){
    linxH7 = 120;
    linxL7 = 112;
  }
  else if(linxH6 == 104){
    linxH7 = 112;
    linxL7 = 120;
  }
}

//LINEAS HORIZONTALES
u8g2.drawHLine(linxH0,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL0,29,8);
u8g2.drawHLine(linxH1,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL1,29,8);

u8g2.drawHLine(linxH2,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL2,29,8);
u8g2.drawHLine(linxH3,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL3,29,8);
u8g2.drawHLine(linxH4,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL4,29,8);
u8g2.drawHLine(linxH5,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL5,29,8);
u8g2.drawHLine(linxH6,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL6,29,8);
u8g2.drawHLine(linxH7,7,8);
u8g2.drawHLine(linxL7,29,8);

//LINEAS VERTICALES
u8g2.drawLine(8,7, 8,29);
u8g2.drawLine(16,linOUT0,
16,linIN1);
u8g2.drawLine(24,7, 24,29);
u8g2.drawLine(32,linOUT1,
32,linIN2);
u8g2.drawLine(40,7, 40,29);
u8g2.drawLine(48,linOUT2,
48,linIN3);
u8g2.drawLine(56,7, 56,29);
u8g2.drawLine(64,linOUT3,
64,linIN4);
u8g2.drawLine(72,7, 72,29);

u8g2.drawLine(80,linOUT4,80,linIN5);
u8g2.drawLine(88,7, 88,29);
u8g2.drawLine(96,linOUT5,
96,linIN6);
u8g2.drawLine(104,7, 104,29);
u8g2.drawLine(112,linOUT6,
112,linIN7);
u8g2.drawLine(120,7, 120,29);

}
//Se establecen condiciones para
decodificación y graficación
else if(selcodi == 7){
  //u8g2.drawStr(5,10,"HDB3");

  //SECUECICIA PARA SEÑAL
  AMI NZR
  if(dat0==1){
    lin0 = 7;
  }
  else if(dat0==0){
    lin0 = 18;

```

```

    }

    if(((dat0==1)and(dat1==1)){
        lin1 = 29;
    }
    else if((dat0==0)and(dat1==1)){
        lin1 = 7;
    }
    else if(dat1==0){
        lin1 = 18;
    }
}

if(((dat0+dat1+dat2)%2==0)and(dat2==1
)){
    lin2 = 29;
}
else
if(((dat0+dat1+dat2)%2==1)and(dat2==1
)){
    lin2 = 7;
}
else if(dat2==0){
    lin2 = 18;
}
}

if(((dat0+dat1+dat2+dat3)%2==0)and(dat
3==1)){
    lin3 = 29;
}
else
if(((dat0+dat1+dat2+dat3)%2==1)and(dat
3==1)){
    lin3 = 7;
}
else if(dat3==0){
    lin3 = 18;
}
}

if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4)%2==0)a
nd(dat4==1)){
    lin4 = 29;
}
else
if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4)%2==1)a
nd(dat4==1)){
    lin4 = 7;
}
}

```

```

    else if(dat4==0){
        lin4 = 18;
    }
}

if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5)%2
==0)and(dat5==1)){
    lin5 = 29;
}
else
if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5)%2
==1)and(dat5==1)){
    lin5 = 7;
}
else if(dat5==0){
    lin5 = 18;
}
}

if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+dat
6)%2==0)and(dat6==1)){
    lin6 = 29;
}
else
if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+dat
6)%2==1)and(dat6==1)){
    lin6 = 7;
}
else if(dat6==0){
    lin6 = 18;
}
}

if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+dat
6+dat7)%2==0)and(dat7==1)){
    lin7 = 29;
}
else
if(((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+dat
6+dat7)%2==1)and(dat7==1)){
    lin7 = 7;
}
else if(dat7==0){
    lin7 = 18;
}
}
//-----
-----

//CONDICIONES DE PARIDAD
Y VIOLACION POR SECUENCIA DE 4
CEROS

```

```

        if(((dat0+dat1+dat2+dat3)==0)){
            lin0 = 7;
            lin1 = 18;
            lin2 = 18;
            lin3 = 7;

if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3+dat4)%2==
0)and(dat4==1)){
            lin4 = 29;
        }
        else
if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3)%2==1)and(
dat4==1)){
            lin4 = 7;
        }
        else if(dat4==0){
            lin4 = 18;
        }

if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5)
%2==0)and(dat5==1)){
            lin5 = 29;
        }
        else
if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5)
%2==1)and(dat5==1)){
            lin5 = 7;
        }
        else if(dat5==0){
            lin5 = 18;
        }

if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+
dat6)%2==0)and(dat6==1)){
            lin6 = 29;
        }
        else
if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+
dat6)%2==1)and(dat6==1)){
            lin6 = 7;
        }
        else if(dat5==0){
            lin6= 18;
        }
        }

if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+
dat6+dat7)%2==0)and(dat7==1)){
            lin7 = 29;
        }
        else
if(((1+dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+
dat6+dat7)%2==1)and(dat7==1)){
            lin7 = 7;
        }
        else if(dat7==0){
            lin7= 18;
        }
        }
//TRAYECTO COMPLETO

if(((dat1+dat2+dat3+dat4)==0)and
(dat0==1)){
            lin1 = 18;
            lin2 = 18;
            lin3 = 18;
            lin4 = 7;
        }
        //-----
        if(((dat2+dat3+dat4+dat5)==0)
and (dat1==1)){
            if(dat0==1){
                lin2 = 7;
                lin3 = 18;
                lin4 = 18;
                lin5 = 7;
            }
            else if(dat0==0){
                lin2 = 18;
                lin3 = 18;
                lin4 = 18;
                lin5 = 7;
            }
        }

if(((1+dat6)%2==0)and(dat6==1)){
            lin6 = 29;
        }
        else if(dat6==0){
            lin6= 18;
        }
        }

if(((1+dat6+dat7)%2==0)and(dat7==1)){
            lin7 = 29;
        }
    
```

```

else
if(((1+dat6+dat7)%2==1)and(dat7==1)){
    lin7 = 7;
}
else if(dat7==0){
    lin7= 18;
}

}

if(((dat3+dat4+dat5+dat6)==0)and
(dat2==1)){
    if((dat0+dat1+dat2)%2 == 0){
        lin3 = 7;
        lin4 = 18;
        lin5 = 18;
        lin6 = 7;
    }
    else if((dat0+dat1+dat2)%2 ==
1){
        lin3 = 18;
        lin4 = 18;
        lin5 = 18;
        lin6 = 7;
    }
    if(dat7==1){
        lin7 = 29;
    }
    else if(dat7==0){
        lin7 = 18;
    }
}

}

if(((dat4+dat5+dat6+dat7)==0)
and (dat3==1)){
    if((dat0+dat1+dat2+dat3)%2 ==
0){
        lin4 = 7;
        lin5 = 18;
        lin6 = 18;
        lin7 = 7;
    }
    else if((dat0+dat1+dat2+dat3)%2
== 1){
        lin4 = 18;
        lin5 = 18;
        lin6 = 18;
        lin7 = 7;
    }
}

```

```

}

// EN CASO QUE TODOS LOS
BITS SEAN 0

if((dat0+dat1+dat2+dat3+dat4+dat5+dat6
+dat7)==0){
    lin4 = 29;
    lin5 = 18;
    lin6 = 18;
    lin7 = 29;
}

//LINEAS HORIZONTALES
u8g2.drawHLine(0,lin0,16);
u8g2.drawHLine(16,lin1,16);
u8g2.drawHLine(32,lin2,16);
u8g2.drawHLine(48,lin3,16);
u8g2.drawHLine(64,lin4,16);
u8g2.drawHLine(80,lin5,16);
u8g2.drawHLine(96,lin6,16);
u8g2.drawHLine(112,lin7,16);

//LINEAS VERTICALES
u8g2.drawLine(16,lin0, 16,lin1);
u8g2.drawLine(32,lin1, 32,lin2);
u8g2.drawLine(48,lin2, 48,lin3);
u8g2.drawLine(64,lin3, 64,lin4);
u8g2.drawLine(80,lin4, 80,lin5);
u8g2.drawLine(96,lin5, 96,lin6);
u8g2.drawLine(112,lin6, 112,lin7);
}

// marco para mostra bits
u8g2.drawLine(128,53, 0,53);

u8g2.drawLine(16,53, 16,64);
u8g2.drawLine(32,53, 32,64);
u8g2.drawLine(48,53, 48,64);
u8g2.drawLine(64,53, 64,64);
u8g2.drawLine(80,53, 80,64);
u8g2.drawLine(96,53, 96,64);
u8g2.drawLine(112,53, 112,64);

//lineas del mapa cartesiano para señal
codificada

u8g2.drawLine(128,18, 0,18 ); //Eje X
señal con codigo de linea

```

```

u8g2.drawLine(8,17, 8,19 ); //1
u8g2.drawLine(16,17, 16,19); //2
u8g2.drawLine(24,17, 24,19); //3
u8g2.drawLine(32,17, 32,19); //4
u8g2.drawLine(40,17, 40,19); //5
u8g2.drawLine(48,17, 48,19); //6
u8g2.drawLine(56,17, 56,19); //7
u8g2.drawLine(64,17, 64,19); //8
u8g2.drawLine(72,17, 72,19); //9
u8g2.drawLine(80,17, 80,19); //10
u8g2.drawLine(88,17, 88,19); //11
u8g2.drawLine(96,17, 96,19); //12
u8g2.drawLine(104,17, 104,19); //13
u8g2.drawLine(112,17, 112,19); //14
u8g2.drawLine(120,17, 120,19); //15
u8g2.drawLine(128,17, 128,19); //16

u8g2.drawLine(128,49, 0,49 ); //Eje X
señal sin código de linea

} while ( u8g2.nextPage() );
delay(500);
}

```

```

u8g2.drawLine(8,48, 8,49); //1
u8g2.drawLine(16,48, 16,49); //2
u8g2.drawLine(24,48, 24,49); //3
u8g2.drawLine(32,48, 32,49); //4
u8g2.drawLine(40,48, 40,49); //5
u8g2.drawLine(48,48, 48,49); //6
u8g2.drawLine(56,48, 56,49); //7
u8g2.drawLine(64,48, 64,49); //8
u8g2.drawLine(72,48, 72,49); //9
u8g2.drawLine(80,48, 80,49); //10
u8g2.drawLine(88,48, 88,49); //11
u8g2.drawLine(96,48, 96,49); //12
u8g2.drawLine(104,48, 104,49); //13
u8g2.drawLine(112,48, 112,49); //14
u8g2.drawLine(120,48, 120,49); //15
u8g2.drawLine(128,48, 128,49); //16
u8g2.drawRFrame(0,0,128,64,0);
//Borde de pantalla

```

Bibliografía

- Alvarado Suarez, W. M. (2018). *Módulo para prácticas de laboratorio de comunicaciones II Universidad Israel para comununicación de códigos de línea*.
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2096>
- Benavent R, A., González G, A., Gonzalez de Dios, J., & Arroyo A, A. (2011). *Fundamentos para la realización de búsquedas bibliográficas*.
- Callos, R. (2018, octubre 19). *3.1 Técnicas de Acceso Múltiple*.
<https://robertocallos2.wordpress.com/2018/10/19/3-1-tecnicas-de-acceso-multiple/>
- Castillo García, G. G. (2019). *Entorno Virtual de Aprendizaje de Guías de Laboratorio para Prácticas de Reconstrucción de Señal, Muestreo Natural, Códigos de Línea y Modulación ASK, FSK y PSK*.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15603/CastilloGarciaGermanGiovanny2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Clark, J. C., Villarreal, G., & Miralles, F. (2020). *Comunicaciones Digitales* (Vol. 1). Universitas. <https://elibro.net/es/ereader/uguayaquil/175147>
- Danizio, P. E. (2019). *Sistemas de comunicaciones* (J. G. Sarmiento, Ed.; 1a ed.). Universitas. <https://elibro.net/es/ereader/uguayaquil/175136>
- de León, E. (2017, octubre 18). *¿Qué es la multiplexación?*
<https://youtu.be/1B4SiOewm5Q?t=25>
- Espantoso España, S. A. (2018). *Análisis comparativo de escenarios de simulación de códigos de líneas utilizados en sistemas de transmisión óptica sobre OptiSystem*.
- Espinoza, R. (2020, noviembre 15). *Elementos de la comunicacion: tipos y ejemplos*.
<https://robertoespinosa.es/2020/11/15/elementos-de-la-comunicacion/>
- Gallardo Vázquez, S. (2019). *Elementos de sistemas de telecomunicaciones 2.ª edición* (C. Lara Carmona, Ed.; 2a ed.). Parainfo. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mKehDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=elementos+de+los+sistemas+de+comunicaciones&ots=dt-nlM2rIC&sig=LJynlOfDTmZeqKqzhFzSaRv7VIY#v=onepage&q=elementos%20de%20los%20sistemas%20de%20comunicaciones&f=false>
- Gil Garcia, E., Guitert, M., Romeu Teresa, Romero Marc, & Abellán Gemma. (2020). *Comunicación en la Red*.

- González, G. A. (2018, enero). *Qué es DSP (Digital Signal Processor)*.
<https://www.definicionabc.com/tecnologia/dsp.php>
- HelpSystems. (2021, enero 22). *Cómo funciona la encriptación: Todo lo que necesita saber*.
<https://www.goanywhere.com/es/blog/como-funciona-la-encriptacion-todo-necesita-saber>
- Kawalpreet, & Gulzar Group of Institutes. (2020). *Diferencia ente FDMA, TDMA y CDMA*.
<https://www.geeksforgeeks.org/frequency-reuse/?ref=lbp>
- Marcos Salas, B., Alarcón Martínez, V., Serrano Amarilla, N., Cuetos Revuelta, M. J., & Manzanal Martínez, A. I. (2020). Aplicación de los estilos de aprendizaje según el modelo de Felder y Silverman para el desarrollo de competencias clave en la práctica docente. *Tendencias Pedagógicas*, 37, 104–120.
<https://doi.org/10.15366/tp2021.37.009>
- National Instrument. (2020, agosto 25). *Understanding Spread Sprectrum for Communications*.
<https://www.ni.com/es-cr/innovations/white-papers/06/understanding-spread-spectrum-for-communications.html>
- Putu Aldha, R. S., Ketut Sudiarta, P., & Putra Sastra, N. (2021). Desarrollo de módulo práctico para comparación del rendimiento de la codificación RZ y NRZ en red de fibra óptica. En *Pande Ketut Sudiarta* (Vol. 8, Issue 1). Nyoman Putra Sastra 148.
- Quezada Lozano, G. (2019, abril 3). *¿Qué importancia tienen los laboratorios en la educación?* <https://dialoguemos.ec/2019/04/que-importancia-tienen-los-laboratorios-en-la-educacion/>
- Reyes Aguilera, E. A. (2019). Prácticas de laboratorio: la antesala a la realidad. *Revista Multi-Ensayos*, 6(11). doi:<https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i11.9290>
- Rodríguez Franco, J., Pierdant Rodríguez, A. I., & Rodríguez Jiménez, E. C. (2016). *Estadística de administración* (Segunda ed.). Ciudad de México, México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=bBUhDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Suárez Vargas, F. C. (2019a). *Sistemas de Comunicaciones* (J. Sarmiento, Ed.; 1a ed.). Universitas. <https://elibro.net/es/ereader/uguayaquil/172317>