UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA

ÁREA
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

TEMA
“ANÁLISIS DEL RUIDO EN SISTEMAS DE MODULACIÓN ANALÓGICA USANDO EL SIMULADOR NI ELVIS II PLUS”

AUTOR
ZHINGRE VARGAS CHRISTIAN ANDRÉS

DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. TELEC. ORTÍZ MOSQUERA NEISER STALIN, MG.

2018
GUAYAQUIL - ECUADOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

"La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la facultad de ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil"

ZHINGRE VARGAS CHRISTIAN ANDRÉS

C.C 0919396945

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme vida y salud para llegar hasta este punto de mi vida, además de siempre estar a mi lado cuando más lo necesitaba y no lo merecía por todo eso, gracias Dios.

A mis padres, por siempre enseñarme el valor del sacrificio, constancia y trabajo duro, por siempre estar ahí para mí, y saberme guiar durante toda mi vida de la manera correcta. Todo lo que soy y lo que llegue a ser algún día es y será para ustedes.

A mis amigos y compañeros, ya que sin ellos la universidad hubiera sido de lo más convencional, juntos hemos vivido grandes y malos momentos, aprendiendo de ellos y luchando hasta el final.

AGRADECIMEINTOS

Agradezco,

A Dios por permitirme haber llegado hasta aquí, por mantener a mis padres con vida y salud, ese es el regalo más grande y estaré eternamente agradecido.

A mis padres, personas trabajadoras y emprendedoras que siempre supieron darme todo lo necesario, velando que nada me falte, aplicando la dosis justa de disciplina y amor, una vida no alcanza para pagarles lo que han hecho por mí.

A mis profesores, que han sido la guía y moldeadores en el camino hacia mi culminación educativa.

A mi tutor de tesis, el Ingeniero Neiser Ortiz Mosquera por siempre estar dispuesto a resolver mis incógnitas y compartir su conocimiento durante sus tutorías.

A una persona muy especial que siempre estuvo ahí para mí cuando la necesitaba, desde que te conocí me he convertido en alguien mejor, hemos madurado juntos, hemos recorrido este camino y hoy llegamos hasta este punto tan crucial de nuestras vidas en el que nos damos cuenta… que todo valió la pena.

ÍNDICE GENERAL

Nº	Descripción	Pág.
	INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

Nº	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del Problema.	3
1.1.1	Formulación del Problema.	5
1.1.2	Sistematización del Problema.	5
1.2	Objetivos Generales y Específicos.	6
1.2.1	Objetivos Generales.	6
1.2.2	Objetivos Específicos.	6
1.3	Justificación e Importancia.	7
1.4	Delimitaciones.	8
1.5	Hipótesis.	9
1.5.1	Hipótesis General.	9
1.5.2	Hipótesis Particulares.	10
1.5.3	Variable Independiente.	10
1.5.4	Variable Dependiente.	10
1.5.5	Variables Empíricas de la Variable Independiente.	11
1.5.6	Tipo de Estudio.	12
1.6	Operacionalización.	13

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

Nº	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes.	12
2.2	Marco Contextual.	14
2.2.1	Laboratorios de Ingeniería.	14
2.3	Marco Conceptual	18
2.3.1	Sistema de Comunicación Analógico	18
2.3.2	NI ELVIS II PLUS	19
2.3.2.1	Composición del NI ELVIS II PLUS	21
2.3.2.2	Descripción de las secciones de la Placa Protoboard Del NI ELVIS II PLUS	24
2.3.2.3	Conexión del NI ELVIS II PLUS al pc.	24
2.3.2.4	NI ELVISmx	26
2.3.2.5	Circuito Integrado LM 318	27
2.3.2.6	Circuito Integrado LM 741	28
2.4	Marco Legal	30

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

Nº	Descripción	Pág.
3.1	Descripción del Proceso Metodológico.	34
3.2	Diseño de la Investigación.	34
3.3	Enfoque de la Investigación.	35
3.3.1	Metodología Bibliográfica.	35
3.3.2	Metodología Experimental.	36
3.3.3	Metodología Descriptiva.	36

N°	Descripción	Pág.
3.4	Población y Muestra.	37
3.4.1	Selección de Muestra.	37

CAPÍTULO IV
DESARROLLO DE LA PROPUESTA

N°	Descripción	Pág.
4.1	Implementación de las Prácticas.	40
4.1.1	Sistema de Modulación AM.	40
4.1.2	Demodulación no coherente AM.	41
4.1.3	Señal Modulada AM con Ruido Gaussiano	45
4.1.3.1	Relación Señal Ruido (SNR).	50
4.1.4	Implementación de sistema Modulador AM En el Generador Arbitrario del NI ELVIS II PLUS.	57
4.1.4.1	Implementación de ruido Gaussiano al sistema Modulador AM en el Generador Arbitrario.	63
4.1.4.2	Implementación de demodulador AM no coherente en el NI ELVIS II PLUS y su simulación en Multisim.	63
4.2	Demodulación no coherente FM	65
4.2.1	Señal Modulada FM con ruido Gaussiano.	69
4.2.2	Implementación de sistema Modulador FM En el Generador Arbitrario (ARB) y Generador de funciones (FGEM) del NI ELVIS II PLUS.	74
4.2.2.1	Implementación de ruido Gaussiano	

N^{O}	**Descripción**	**Pág.**
	al sistema Modulador FM En el Generador Arbitrario.	78
4.2.3	Implementación de demodulador no coherente FM en el NI ELVIS II PLUS y su Simulación en NI Multisim.	79
4.3	Control y Monitoreo del Tiempo.	81
4.4	Resultados de las prácticas realizadas.	82
4.4.1	Simulación e Implementación De Sistema Demodulador AM No Coherente.	82
4.4.2	Simulación e Implementación Del Sistema Demodulador FM No Coherente.	87
4.5	Desarrollo de la Encuesta.	90
4.5.1	Pre-encuesta.	91
4.5.2	Post-encuesta.	102
4.5.3	Análisis de las Encuestas.	112
4.6	Análisis de las Variables.	114
4.6.1	Análisis de las Hipótesis.	115
4.7	Conclusiones y Recomendaciones.	116
4.7.1	Conclusiones.	116
4.7.2	Recomendaciones.	118
	ANEXOS	119
	BIBLIOGRAFÍA	155

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Descripción	Pág.
1	Operacionalización.	11
2	Número de Estudiantes de la Carrera	17
3	Entradas y Salidas de la Tarjeta Protoboard.	25
4	Tiempo estimado de la implementación de las guías.	81
5	Resultados de la Simulación del demodulador AM no coherente en NI Multisim.	83
6	Resultados de la Implementación del demodulador AM no coherente sin ruido en él NI ELVIS II PLUS.	85
7	Resultados de la implementación del demodulador am no coherente con ruido en el NI ELVIS II PLUS.	87
8	Resultados de la salida de la señal de información del demodulador FM sin ruido.	89
9	Resultados de la salida de la señal de información del demodulador FM con ruido.	90
10	Importancia de las prácticas de laboratorio.	91
11	Conocimientos prácticos y técnicos en los equipos de medición	92

Nº	Descripción	Pág.
12	Emplear prácticas en los laboratorios para optimizar el tiempo de comprensión.	93
13	Plataforma modular como herramienta para prácticas en el laboratorio.	95
14	Capacitado para el uso de NI ELVIS II PLUS.	96
15	NI ELVIS II Plus posee las herramientas necesarias para las prácticas de laboratorio.	97
16	Aumento de desempeño académico por el uso del NI ELVIS II Plus.	98
17	Capacitado para implementar un sistema de modulación analógica.	99
18	Importancia de los fundamentos teóricos antes de la práctica de laboratorio.	100
19	Tiempo necesario para implementar un sistema de modulación analógica.	101
20	Utilidad de las prácticas de laboratorio para mejorar el aprendizaje.	102
21	Fácil uso del NI ELVIS II Plus.	103
22	Herramientas necesarias del NI ELVIS II Plus.	104
23	Explicación la teoría fue completamente impartida.	105
24	Problemas al obtener las respuestas en NI ELVIS II Plus.	106
25	Comparación de resultados obtenidos en la práctica con los de teoría.	107
26	Uso de los sistemas de modulación analógica.	108

Nº	**Descripción**	**Pág.**
27	Tiempo de elaboración de prácticas de laboratorio.	109 110
28	Incorporación de nuevas áreas.	111
29	Adecuación de los laboratorios.	
30	Importancia de los Laboratorios y Equipos dentro de la formación académica.	113
31	Facilidad de uso del equipo dentro de las prácticas de laboratorio.	113
32	Cuadro de Aceptación y Satisfacción de los estudiantes ante la practica en los laboratorios.	114 116
33	Resultado de la hipótesis.	

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Descripción	Pág.
1	Estudiantes matriculados en ciencias e ingenierías.	15
2	Evolución del gasto público como % del PIB.	16
3	Diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicaciones electrónicas.	19
4	Herramientas que integra el NI ELVIS II PLUS.	20
5	Plataforma principal del NI ELVIS II PLUS.	22
6	Placa protoboard del NI ELVIS II PLUS.	22
7	Secciones de la placa protoboard del NI ELVIS II PLUS.	23
8	Conexión del NI ELVIS II PLUS al pc.	26
9	NI ELVISmx Instrument Launcher.	27
10	Conexión interna del circuito LM318.	29
11	Circuito Integrado LM318.	29
12	Conexión interna del circuito LM741.	30
13	Circuito Integrado LM741.	31
14	Prácticas en el laboratorio de Networking.	39
15	Sistema Demodulador No Coherente.	41
16	Señales resultantes en cada etapa del circuito.	44
17	Variación en el dominio de la frecuencia.	45
18	Diagrama de la señal con ruido Gaussiano.	46

Nº	Descripción	Pág.
19	Densidad de ruido y señal modulada en dominio de la frecuencia.	46
20	Intervalo de frecuencias consideradas por el FPB.	47
21	Diagrama de fasores.	48
22	Función $f_{\propto}(x)$.	52
23	NI ELVISmx Launcher.	57
24	Generador Arbitrario.	58
25	Editor de Ondas del Generador Arbitrario.	58
26	Configuración del Editor de Ondas.	59
27	Configuración de la señal portadora en el Editor de Ondas.	59
28	Configuración de la señal de información en el Editor de Ondas.	60
29	Señal modulada en el Editor de Ondas.	61
30	Guardar la señal modulada	61
31	Señal modulada AM generada por el ARB	62
32	Análisis en el tiempo de la señal modulada	62
33	Señal modulada con Ruido Gaussiano	63
34	Diseño del circuito detector no coherente AM a implementar en el NI ELVIS II Plus	64
35	Diseño del circuito detector no coherente a similar en el NI Multisim.	64
36	Sistema modulador no coherente FM	65
37	Señal resultante del derivador	67
38	Señales resultantes en cada etapa del circuito	68
39	Señal modulada FM con Ruido Gaussiano	69
40	Diagrama de fasores para $n(t)$	70
41	NI ELVISmx Launcher	75

Nº	Descripción	Pág.
42	Generador Arbitrario	75
43	Editor de ondas del generador arbitrario	76
44	Configuración del editor de ondas	76
45	Configuración de la señal “sen” en el editor de ondas	77
46	Señal “sen” generada por el ARB	77
47	Configuración en el FGEN	78
48	Creación en el editor de onda de una señal con ruido	79
49	Diseño del circuito detector no coherente a implementar	79
50	Circuito detector no coherente FM simulado en el NI Multisim	80
51	Importancia de las prácticas de laboratorio.	92
52	Conocimientos prácticos y técnicos en los equipos de medición	93
53	Emplear prácticas en los laboratorios para optimizar el tiempo de comprensión.	94
54	Plataforma modular como herramienta para prácticas en el laboratorio.	95
55	Capacitado para el uso de NI ELVIS II PLUS.	96
56	NI ELVIS II Plus posee las herramientas necesarias para las prácticas de laboratorio.	97
57	Aumento de desempeño académico por el uso del NI ELVIS II Plus.	98
58	Capacitado para implementar un sistema de modulación analógica.	99

Nº	Descripción	Pág.
59	Importancia de los fundamentos teóricos antes de la práctica de laboratorio.	100
60	Tiempo necesario para implementar un sistema de modulación analógica.	101
61	Utilidad de las prácticas de laboratorio para mejorar el aprendizaje.	102
62	Fácil uso del NI ELVIS II Plus.	103
63	Herramientas necesarias del NI ELVIS II Plus.	104
64	Explicación la teoría fue completamente impartida.	105
65	Problemas al obtener las respuestas en NI ELVIS II Plus.	106
66	Comparación de resultados obtenidos en la práctica con los de teoría.	107
67	Uso de los sistemas de modulación analógica.	108
68	Tiempo de elaboración de prácticas de laboratorio.	110
69	Incorporación de nuevas áreas.	111
70	Adecuación de los laboratorios.	112

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Descripción	Pág.
1	Guía AM para laboratorio de simulación de sistemas.	120
2	Guía FM para laboratorio de simulación de sistemas.	136
3	Formato Pre-encuesta	151
4	Formato Post-encuesta	153

AUTHOR: ZHINGRE VARGAS CHRISTIAN ANDRÉS
TOPIC: ANÁLISIS DEL RUIDO EN SISTEMAS DE MODULACIÓN ANALÓGICA USANDO EL SIMULADOR NI ELVIS II PLUS
DIRECTOR: ING. TELE. ORTÍZ MOSQUERA NEISER STALIN

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo, demostrar la importancia de áreas de desarrollo de prácticas experimentales dentro de la facultad de Ingeniería Industrial Carrera de Ingeniería en Teleinformática, implementando sistemas de modulación analógica AM Y FM con su respectivo análisis del ruido gaussiano, para cada sistema de modulación.
Para la realización del objetivo de la presente investigación, se hará uso del equipo multifuncional NI Elvis II Plus, siendo este capaz de simular la modulación analógica, mediante el "Generador Arbitrario", el cual es un componente que forma parte de las herramientas del equipo multifuncional, así como también permite implementar su demodulación no coherente mediante su placa protoboard en donde se implementara el circuito detector no coherente y se realizara el análisis en el dominio del tiempo y frecuencia de las señales demoduladas con y sin ruido gaussiano, complementando así la información obtenida en la teoría con la experimental captada durante la práctica
Para la realización de las implementaciones se presentarán guías de laboratorio, las cuales se elaborarán en este trabajo de titulación y en donde se detallarán los pasos a seguir para la implementación de los ya mencionados sistemas, de tal manera que el estudiante podrá determinar la factibilidad de la practica en cuestión.

PALABRAS CLAVE: Sistema, Modulación, demodulación Coherente, Experimental.

Zhingre Vargas Christian Andrés
C.C. 0919396945

ING. Tele. Ortíz Mosquera Neiser Stalin
Director del Trabajo

AUTOR: ZHINGRE VARGAS CHRISTIAN ANDRÉS
TEMA: ANALYSIS OF NOISE IN ANALOG MODULATION SYSTEMS USING THE SIMULATOR NI ELVIS II PLUS
DIRECTOR: ING. TELE. ORTÍZ MOSQUERA NEISER STALIN

ABSTRAC

The objective of this thesis is to demonstrate the importance of professional development areas within the Faculty of Industrial Engineering, Engineering Career in Teleinformatics, implement analog modulation systems, AM and FM with respect to noise analysis for each modulation system.
In order to achieve the objective of the present investigation, the multifunctional team will be used NI Elvis II Plus being able to simulate the analog modulation, by means of the "Arbitrary Generator", which is a component that is part of the multifunctional equipment's tools, as well as it allows to implement its non-coherent demodulation through its protoboard plate where the non-coherent detector circuit will be implemented and the analysis will be carried out in the domain of time and frequency of the demodulated signals with and without Gaussian noise, complementing the information obtained in the theory with the experimental information captured during the practice.
For the realization of the implementations, laboratory guides will be presented, which will be developed in this degree work and where the steps to be followed for the implementation of the aforementioned systems will be detailed, in such a way that the student will be able to determine the feasibility of the practice in question.

KEY WORDS: System, Modulation, demodulation Coherent, Experimental.

Zhingre Vargas Christian Andrés
C.C. 0919396945

ING. Tele. Ortíz Mosquera Neiser Stalin
Director of Work

INTRODUCCIÓN

Las nuevas y crecientes tecnologías han logrado establecerse en cada una de nuestras labores cotidianas, por tanto, no es de sorprenderse que también haya invadido la metodología tradicional de la educación. Con cambios significativos en el ámbito educacional se ha buscado mejorar la comprensión por parte de los estudiantes mediante estas herramientas tecnológicas. Basándose en estudios y pruebas realizadas en campo, se ha llegado a determinar que el uso de estas herramientas ayuda a obtener un conocimiento cimentado por parte del estudiante.

Por lo tanto, en la rama de Ingeniería se ha destacado el uso de herramientas tecnológicas, que colaboren en el entorno práctico para inducir conocimiento profesional, basándose en las variables teóricas previamente obtenidas.

Con estas herramientas tecnológicas se forman los laboratorios, en los cuales el estudiante puede poner a prueba los conocimientos adquiridos teóricamente para así desarrollar destrezas prácticas que simulen la realidad del terreno laboral.

Según la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) en sus artículos 34 y 35 establece la asignación de recursos para investigación, ciencia y tecnología e innovación, accediendo a endeudamientos públicos cumpliendo las disposiciones de la Constitución y la Ley correspondiente con el fin de promover la excelencia académica dentro del país.

Lo propuesto anteriormente por la LOES refleja la trascendencia de la elaboración de un área práctica y de los equipamientos adecuados para su establecimiento dentro de las instituciones de educación superior.

De esta manera las instituciones podrán alcanzar una categorización de excelencia, comprometiendo a todos sus organismos internos desde profesores, personal administrativo hasta los estudiantes, quienes serán los mayormente beneficiados, a formar parte de este cambio hacia la excelencia académica.

La Universidad de Guayaquil en su afán de incrementar su rendimiento académico y de formar profesionales competentes, se plantea la re-infraestructuracion de sus áreas de laboratorio práctico.

Donde la presente investigación respaldará ese objetivo, dentro de la facultad de ingeniería industrial implementando los sistemas de modulación analógica con ruido en el laboratorio de simulación empleando los simuladores NI ELVIS II PLUS, mediante los cuales se realizarán las mediciones respectivas en el dominio del tiempo y la frecuencia, incluyendo sus alteraciones con ruido gaussiano.

Mediante la implementación de estos diseños en el simulador NI ELVIS II PLUS, se medirán variables que ayudarán a la complementación de la metodología teórica con la metodología de práctica. Estos puntos serán evaluados mediante encuestas para medir el impacto que tiene esta metodología sobre los estudiantes.

Enfocando la visión de la carrera de Ingeniería en teleinformática hacia el progreso y desarrollo estudiantil, teniendo como resultados profesionales competentes y con una experiencia técnica que respaldaran su desempeño como profesional.

CAPITULO I
EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Las nuevas plataformas tecnológicas en los laboratorios de Ingeniería en teleinformática ayudan a poner en práctica lo aprendido de forma teórica y de esta manera se tenga una visión en primera persona de cómo familiarizar lo teórico con lo práctico y así experimentar con resultados reales, permitiendo manifestar destrezas y un mayor interés en instruirse a los problemas expuestos en clases.

Sin duda el modelo Teórico-Pedagógico es la parte principal y la más importante para la obtención del conocimiento o la idea primordial sobre los temas o casos a tratar dentro del entorno áulico.

Por consiguiente, la exhibición de la parte teórica en combinación con la demostración en el entorno práctico permite generar resultados experimentados de los sucesos mencionados, permitiendo al estudiante consolidar de una forma clara y concisa los resultados de la práctica realizada y a la vez optimiza el tiempo dedicado al modelo práctico, obteniendo así mayor cantidad de horas clases dedicadas a la experimentación dentro de los laboratorios de ingeniería.

Teniendo en cuenta todas las prestaciones que un laboratorio práctico ofrece, los elementos que forman parte de él para la simulación o realización de los proyectos son su fracción más importante dentro de ellos.

El problema radica en que muchos laboratorios no cuentan con los equipos necesarios para realizar dichos proyectos, lo cual genera un dilema

donde el estudiante se ve obligado a adentrarse en un terreno inhóspito de conocimiento práctico, aferrándose solo al conocimiento teórico lo cual preocupa, genera dudas y no permite receptar la comprobación de la teoría empleada en el terreno real, dificultando así la resolución de problemas en el campo laboral a futuro.

La presente investigación tiene como objetivo mejorar la metodología de aprendizaje dentro de los laboratorios de telecomunicaciones en el área de simulación, centrándose en los sistemas de modulación analógica, cuantificando y analizando el ruido de dichas simulaciones, para su estudio posterior en prácticas a realizarse en los laboratorios.

Para esto la utilización de equipos especializados para la medición como el osciloscopio, generador de señales, analizador de espectro, fuentes, etc., son necesarios, pero en estado físico son altamente costosos y ocupan grandes espacios en los laboratorios.

Gracias al NI ELVIS II PLUS se puede reducir todos estos factores ya que el simulador en cuestión permite realizar todo tipo de implementaciones con circuitos electrónicos incluyendo el circuito base de este estudio que es el circuito demodulador analógico para analizar y cuantificar el ruido gaussiano que se produce durante dicho proceso demodulación. Su correcta implementación combinada con los correctos antecedentes teóricos garantiza que el estudiante logre obtener y visualizar los valores esperados en el software de simulación.

El desarrollo de la investigación es con el propósito de realizar un sistema demodulador analógico utilizando elementos pasivos, activos y circuitos integrados y mediante estas características lograr cuantificar el ruido gaussiano que se produce en dicha demodulación, lo cual permitirá

establecer un manual práctico para futuros proyectos dentro de los laboratorios.

1.1.1 Formulación del problema

De acuerdo con los sucesos mencionados en el planteamiento del problema, se da apertura a la presente investigación la cual reconoce la importancia de las prácticas en las asignaturas de comunicación y en el tiempo que se dispone para realizarlas.

¿El uso del NI ELVIS II PLUS permitirá la recepción de la información al implementar los sistemas de modulación analógicos por parte del estudiante en tiempo reducido y con mejor comprensión?

1.1.2 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1. ¿El NI ELVIS II PLUS tendrá buena aceptación por parte de los estudiantes?

2. ¿Se mejorará la recepción de la información con la incorporación del NI ELVIS II PLUS?

3. ¿Tiene alguna dificultad la manipulación del NIELVIS II PLUS?

4. ¿La combinación del modelo pedagógico teórico con el práctico tendrá mayor grado de efectividad?

5. ¿Quiénes determinaran el grado de efectividad en las prácticas con el uso del NI ELVIS II PLUS?

6. ¿Permitirá que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas para usarlas en el campo laboral?

1.2 Objetivos generales y específicos

1.2.1 Objetivos General

Analizar el ruido en los sistemas de modulación analógica AM y FM usando el NI ELVIS II PLUS.

1.2.2 Objetivos Específicos.

1. Analizar el ruido en los sistemas de modulación analógica AM y FM .
2. Implementar sistemas de modulación analógica y demodulación no coherente que incluyan ruido gaussiano.
3. Analizar el ruido gaussiano en la salida de los sistemas de demodulación analógica implementados.
4. Crear una guía de laboratorio para la realización de la práctica de modulación y demodulación AM Y FM.
5. Determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes al utilizar la práctica desarrollada.

1.3 Justificación

El presente trabajo de investigación es muy importante para comprender y mejorar la situación actual de la metodología de enseñanza en la universidad de Guayaquil, testificando la importancia de inversión en laboratorios y equipos prácticos para ingenierías y carreras a fin. Ya que al comparar las ventajas significativas que se obtienen al implementar equipos multifuncionales para complementar la metodología de enseñanza, se obtienen resultados favorables a nivel educativo.

Cabe recalcar que el uso de un equipo multifuncional como es el caso del equipo NI ELVIS II PLUS, que es el dispositivo multifuncional a emplear para este trabajo de investigación en la facultad de Ingeniería Industrial, carrera de Ingeniería en Teleinformática, ofrece mayor eficiencia de tiempo y resultados, ya que al realizar las prácticas en el equipo multifuncional el estudiante se percataría de que los resultados reales son iguales a los resultados teóricos despertando así un criterio comparativo y destacando la importancia de la teoría en la práctica.

La presente investigación tiene el afán de exponer la necesidad de fusionar la teoría convencional impartida en clases de ingeniería junto con las prácticas de laboratorio, de tal manera que el estudiante en cuestión pueda formar un criterio experimental al comprobar los resultados obtenidos en la teoría en conjunto con la práctica, lo cual formara al estudiante como profesional listo para el campo laboral.

A partir de la argumentación precedente está claro que las prácticas de laboratorio son de gran importancia para el desarrollo académico, por lo que en el presente trabajo de investigación se implementaran guías de laboratorio para su ejecución en el dispositivo multifuncional NI ELVIS II PLUS.

Ayudando a reducir el tiempo de desarrollo de las prácticas, y obteniendo mejores resultados de salida de los sistemas implementados en los laboratorios de la Carrera, por su infraestructura combinada mediante software y hardware que ayuda a optimizar tiempo y despertar el interés de los estudiantes a la hora de realizar las prácticas.

El buen desenvolvimiento en los laboratorios garantiza que las prácticas se realicen con éxito y la implementación de un sistema de demodulación analógico permitirá al estudiante interpretar de forma visual

una onda portadora simulada, que será modulada en función de amplitud y frecuencia, testificando los datos y comprobando sus resultados.

1.4 Delimitación

De acuerdo con el tema propuesto, esta investigación se desarrollará en el laboratorio de Networking de la Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniería en Teleinformática. El estudio está encaminado al desarrollo de dos guías de práctica de laboratorio referente a los sistemas de modulación analógica, con la implementación de los demoduladores analógicos no coherente AM Y FM con ruido gaussiano para su implementación en el equipo multifuncional NI ELVIS II PLUS.

Destacando el grado de satisfacción por parte del estudiante mediante encuestas pre-guía y post-guía de tal manera que con los resultados obtenidos se determinara que los alcances de esta investigación se hayan efectuado, obteniendo así los resultados deseados.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

La implementación de la práctica sobre los Sistemas de Modulación Analógicos elaborados en el NI ELVIS II PLUS, permitirá complementar la metodología teórica, para fomentar la formación académica del estudiante de la Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

1.5.2 Hipótesis Particulares.

La presente investigación aportará con información necesaria para la utilización de los equipos y la implementación de los Sistemas moduladores AM y FM y su análisis con ruido gaussiano.

Los resultados obtenidos en la implementación de los sistemas moduladores analógicos AM y FM con ruido gaussiano en el NI ELVIS II PLUS y el NI Multisim, tienen un alto nivel de similitud.

El grado de satisfacción de los estudiantes es alto, luego de la aplicación de las guías prácticas, determinando así, si se logró con el propósito de esta investigación.

1.5.3 Variable Independiente (Hipótesis General).

La eficiencia de la guía práctica sobre los sistemas de modulación analógica en el NI ELVIS II PLUS.

1.5.4 Variable Dependiente.

El tiempo en la implementación de prácticas de laboratorio, para el desarrollo académico del estudiante en la materia de Simulación de Sistemas de la Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

1.5.5 Variables Empíricas de la Variable Independiente (VEVI)

1. Resultados de la implementación fiables por parte del equipo NI ELVIS II PLUS.

2. La implementación de prácticas de laboratorio para mejorar el aprendizaje.
3. Optimización del tiempo para puntualizar el aprendizaje sobre demodulaciones analógicas.

4. La comparación de los resultados obtenidos entre el NI ELVIS II PLUS y la fundamentación teórica.

5. El desenvolvimiento por parte del estudiante para el mejor aprendizaje.

1.5.6 Tipo de Estudio

Esta investigación tomará en cuenta los siguientes tipos de estudios:

a) Exploratorio.

Se explorará información que ayude a la elaboración de la presente investigación, permitiendo familiaridad con las diversas variables a tratar.

b) Descriptivo

Permitirá definir y escribir las diferentes situaciones y eventos que se presentarán durante la investigación de tal manera que se logre abarcar todos los objetivos.

c) Confirmatorio.

Establecerá los niveles de respuesta positivas/negativas que resulten de las encuestas.

d) Bibliográfico

Recopilación de información relacionada con la presente investigación, obtenida de investigaciones anteriores, libros, PDF, artículos de revista y la web.

1.6 Operacionalización

TABLA N°1

OPERACIONALIZACIÓN

Objetivos Generales: Analizar el ruido en los sistemas de modulación analógica AM Y FM usando el NI ELVIS 2 PLUS.			
Objetivos Específicos	**Variables**	**Dimensión**	**Indicador**
a. Analizar el ruido en los sistemas de modulación analógica AM Y FM.	Información.	• El Internet. • Libros.	• Número Citas Bibliográficas.
b. Implementar sistemas de modulación analógica y demodulación no coherente que incluyan ruido gaussiano. c. Analizar el ruido gaussiano en la salida de los sistemas de demodulación analógica implementados.	Sistema de Modulación Analógica.	• Generador Arbitrario. • Generador de Señales. • Generador de ruido gaussiano. • Demodulador	• Tiempo empleado en la implementación. • Grado de dificultad.
d. Crear una guía de laboratorio para la realización de la práctica de modulación y demodulación AM y FM.	Eficiencia. Fidelidad.	Los sistemas implementados.	• Nivel de similitud de los resultados obtenidos del Generador Arbitrario y Generador de Funciones.
e. Determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes al utilizar la práctica desarrollada.	Satisfacción.	• Estudiantes	• Grado de satisfacción obtenida de la encuesta • Promedio de tiempo de ejecución.

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

Los establecimientos de educación superior asumen nuevas tendencias pedagógicas a lo largo de los años, en los cuales intervienen factores que aportan a la mejor comprensión por parte de los estudiantes, como el uso de herramientas tecnológicas en los laboratorios.

La metodología de enseñanza teórica es la base para la implementación de diseños prácticos, pero tradicionalmente solo se hacía un pronunciamiento de la parte teórica, inclusive en materias que requerían de implementación práctica, esto ocasionaba un bloqueo de visión de lo que podría esperar el estudiante en el terreno real en plena ejecución de sus conocimientos.

Según (Castillo, 2013) manifiesta en su investigación “Cuando un profesional ingeniero se enfrenta con el proceso de diseño, está conceptualizando y realizando sistemas en el contexto de las restricciones del mundo real.”

Actualmente en las universidades del país se busca cumplir con un perfil de excelencia académica, por lo que en su búsqueda de una educación de calidad se plantea reinventar la metodología tradicional, adjuntando nuevos sistemas de aprendizaje con la implementación de equipos tecnológicos que colaboren con este objetivo.

La implementación de estos equipos se asocia a una metodología Teórico-Práctico, que en las universidades dentro del país va adoptando un

mayor auge, dado que el trabajo práctico establece un hecho distintivo para la enseñanza.

Los profesores como sector de importancia implicado en esta situación poseen un carácter positivo frente a esta posibilidad de modernizar sus cátedras con el fin de optimizar la comprensión de los estudiantes, ya que la realización de prácticas generará una mayor participación, aumentando el nivel de actividades en clases.

Según (Castillo, 2013) “En las clases de problemas, debe existir una mayor participación de los alumnos con el consiguiente aumento de actividad, ya que la materia básica ha sido expuesta previamente en las clases de teoría” Con esto se sugiere que el docente debe tener una actitud ordenada para facilitar la participación de los estudiantes.

En los anteriores antecedentes investigativos, el trabajo de (Solano, 2014) titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO SOBRE LA MODULACIÓN ANALÓGICA DE AMPLITUD” elabora guías de prácticas de modulación analógica en los laboratorios de la universidad de Costa Rica, con la finalidad de mejorar la implementación práctica, cimentando así los conocimientos de los estudiantes que podrán ejecutar dicho manual y aportando información transcendental para la presente investigación como la bibliografía y las metodologías empleadas.

(Castillo, 2013) En su investigación “DESARROLLO DE PRÁCTICAS PARA UN LABORATORIO DE COMUNICACIONES” resalta la importancia de las prácticas de laboratorios en la universidad de Sevilla, implementando modulaciones analógicas AM y FM haciendo análisis en dominio del tiempo y frecuencia con los equipos del laboratorio de comunicaciones.

2.2 Marco Contextual.

2.2.1 Laboratorios de ingeniería.

Los laboratorios representan un área en donde se puede experimentar con la implementación de prácticas, la necesidad de estas áreas dentro de las universidades no se puede omitir ya que el trabajo práctico dentro de los laboratorios otorga una experimentación y descubrimiento de nuevas habilidades para los estudiantes, ya que no solo se basan en los “datos del libro” como ocurre en la teoría si no en datos propios concluidos.

Como lo manifiestan (López Rua A & Tamayo Alzate, 2012) “La actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de habilidades y destrezas”.

En el campo de ciencias aplicadas los laboratorios desempeñan un papel importante para la formación de los futuros profesionales, por razones en las que en el terreno laboral se debe aplicar conocimientos tanto teóricos como prácticos, es aquí donde se pone a prueba todo lo aprendido durante las clases, por lo cual, si existe un vacío de conocimiento práctico, el profesional en cuestión presentara dificultades para el desarrollo de una actividad laboral.

Teniendo en cuenta además que en los últimos años las carreras de ciencias e ingeniería van incrementando significativamente su número de estudiantes, se debe considerar el uso y debido equipamiento de laboratorios para la mejora de catedra.

FIGURA Nº 1

ESTUDIANTES MATRICULADOS EN CIENCIAS E INGENIERIAS.

Fuente: SENESCYT
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

Los nuevos conocimientos adquiridos dentro de los laboratorios por el método experimental permiten al estudiante elaborar informes descriptivos sobre los acontecimientos percibidos, los cuales le servirán de evidencia sobre lo que se divisa en el laboratorio, de tal manera que con este registro se puede expandir el conocimiento adquirido previamente en la teoría.

Según (Torres, 2016) “La aplicación de una adecuada practica vivencial nos permitirá aprovechar todo el ciclo de aprendizaje para al final realizar una generalización de lo que se ha demostrado en el laboratorio”. Las áreas dedicadas a la investigación y experimentación dentro de las universidades en el Ecuador proporcionan al estudiante un nivel de conocimiento elevado, es por ello que en la universidad de Guayaquil es necesario el mejor acondicionamiento de estas áreas, mejorando su infraestructura y equipando con recursos tecnológicos de primer nivel.

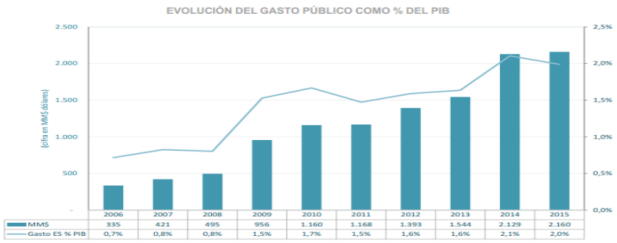
El plan de excelencia universitaria para la Universidad de Guayaquil establecido por el Consejo de Educación Superior manifiesta en su capítulo IV “Gestión de Ambientes de Aprendizaje”, “garantizar las infraestructuras y los equipos científicos – tecnológicos y su uso efectivo”. Con esto se

busca el mejoramiento de los laboratorios dentro de la Universidad de Guayaquil para formar un nivel de educación de estándares elevados.

Según reporte de (SENESCYT, 2015) desde el año 2007 se han destinado $11.425 millones de dólares en la Educación Superior.

FIGURA Nº 2

EVOLUCION DEL GASTO PÚBLICO COMO % DEL PIB.



Fuente: SENESCYT
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

Como se puede observar en la figura Nº2 el incremento del gasto público en educación superior ha sido creciente en el país durante la última década, obteniendo así notables mejoras en las instituciones de nivel superior.

La universidad de Guayaquil cuenta con un número admisible de áreas para el desarrollo de prácticas de laboratorio, aunque con ciertos déficits de equipamiento dentro de ellas como es el caso en la facultad de Ingeniería Industrial Carrera de Ingeniería en Teleinformática en donde se cuenta con una sola área de prácticas de laboratorio, llamado Laboratorio de Networking.

Dentro de este laboratorio se realizan prácticas de simulación con los equipos NI ELVIS II PLUS que permiten realizar dichas prácticas gracias a que es un equipo multifuncional y que cuenta con los instrumentos necesarios para poder realizar las actividades requeridas dentro del laboratorio, pero con un número de equipos limitados, los cuales no

abastecen las necesidades de los más de 557 estudiantes de la carrera. Dadas estas circunstancias dan cabida a una práctica experimental inexistente por parte de los estudiantes. En la tabla Nº3 se muestran la cantidad de alumnos en la carrera.

TABLA Nº2

NUMERO DE ESTDUDIANTES DE LA CARRERA

CARRERA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Ingeniería en Teleinformática	386	171	557

Fuente: Universidad de Guayaquil
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

Esto representa un gran problema para los futuros profesionales ya que un ingeniero en Teleinformática debe poseer un perfil investigativo y experimental de tal manera que pueda desenvolverse ante situaciones reales en el campo laboral.

El área del laboratorio de Networking es un espacio físico un tanto reducido, esto ocasiona un impedimento tanto a la hora de dictar la catedra por parte del tutor como para la realización de las prácticas,

Otro factor a tener en cuenta es la infraestructura que se encuentra en un posible deterioro lo cual genera también un ambiente pesado y lleno de distracciones, que no son convenientes a la hora de tratar un tema complejo durante la clase.

Es por eso que el laboratorio de Networking necesita una remodelación exhausta, repotenciando un espacio de trabajo más grande ambientando así el área dependiendo de la necesidad del laboratorio, así mismo con la adquisición de nuevos equipos necesarios para realizar todo tipos de pruebas físicas y gracias a esto adquirir un conocimiento cimentado por parte de los estudiantes para el entendimiento acerca de un tema.

Con la remodelación del laboratorio de Ingeniería en Networking se fomentaría un modelo de aprendizaje teórico – práctico el cual representa ventajas significativas, es por ello que también se debe realizar una capacitación a los tutores acerca del uso de los equipos y las ventajas que generarían la aplicación de estos a su catedra, verificando el nivel de aceptación del estudiante observando el mejor rendimiento de actividad que demuestre.

La adquisición de nuevos equipos y la modernización de la infraestructura para la realización de prácticas significara sin duda un gran apoyo al desarrollo integral de profesionales en la carrera, abasteciendo de un perfil investigativo al estudiante, mejorando su rendimiento académico y permitiendo así preparar a la Universidad de Guayaquil profesionales de calidad para el desarrollo del país

2.3 Marco conceptual.

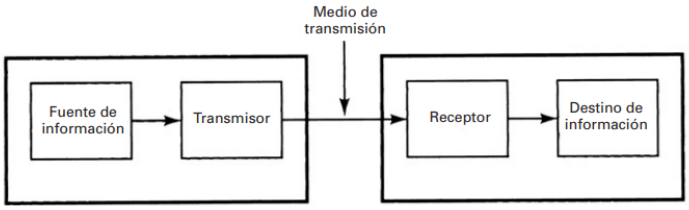
2.3.1 Sistema De Comunicación Analógico.

Un sistema de comunicación electrónico es un método para transmisión, procesamiento y recepción de información entre varios lugares mediante circuitos electrónicos.

Los sistemas de comunicación pueden dividirse en analógicos y digitales, según (Tomasi, 2003) Un sistema analógico de comunicaciones es aquel en el cual la energía se transmite y se recibe en forma analógica: una señal de variación continua, como por ejemplo una onda senoidal. En los sistemas analógicos de comunicaciones, tanto la información como la portadora son señales analógicas.

El sistema de comunicación analógico está compuesto de transmisor, medio de transmisión y receptor. Como se observa en la figura Nº3 a continuación.

FIGURA Nº 3
DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES ELECTRONICAS.



Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

Se puede apreciar en el grafico anterior los componentes de un sistema de comunicación, los cuales serán detallados a continuación.

El transmisor está compuesto de circuitos electrónicos que convierten la señal de información (voz) de la fuente original en una señal para ser transmitida en determinado medio de transmisión.

El medio de transmisión se encarga de transportar las señales desde el transmisor hasta el receptor mediante propagadores de señal en forma de flujo de corriente eléctrica u ondas electromagnéticas propagadas en el espectro radioeléctrico.

Por último, el receptor, que está compuesto por circuitos electrónicos que sintonizan las señales transmitidas mediante el transmisor a través del medio de transmisión y las convierte en su forma original.

2.3.2 NI ELVIS II PLUS.

El NI ELVIS II PLUS es un equipo multifuncional, en el cual se pueden realizar prácticas de simulación de sistemas de comunicación. Este equipo fue diseñado por National Instruments (NI) compañía que se dedica a la elaboración de equipos y software para la enseñanza de circuitos electrónicos.

El NI ELVIS II PLUS cuenta con un repertorio extenso de herramientas de medición (12 para ser exactos) de tal manera que lo convierte en un equipo todo en uno, obteniendo así un mejor aprovechamiento del área designada para la elaboración de prácticas.

FIGURA Nº 4

HERRAMIENTAS QUE INTEGRA EL NI ELVIS II PLUS.

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

Como se observa en la figura Nº4, las herramientas del NI ELVIS II PLUS lo convierten en un equipo un equipo completo de software y hardware, especializado para el desarrollo académico en el área de ingeniería; involucrando así simulación y practica en un mismo entorno, proporcionando como ventaja el fácil manejo e implementación para los estudiantes

Entre las herramientas que acompañan al NI ELVIS II PLUS se puede observar herramientas de medición de señales en dominio tanto del tiempo como de frecuencia, como lo es el osciloscopio y el analizador de espectro. Equipos que de por su naturaleza compleja son de gran costo y ocupan un espacio físico considerable dentro de los laboratorios de ingeniería.

En pocas palabras el NI ELVIS II PLUS es un laboratorio de comunicaciones en miniatura. Completo y eficiente. Al poseer una extensa gama de herramientas para las prácticas de laboratorio lo convierten en el ayudante perfecto del docente para impartir su catedra con ejemplos prácticos dentro del campo de ingeniería.

2.3.2.1 Composición Del NI ELVIS II PLUS

El NI ELVIS II PLUS consta de una plataforma de alojamiento para la tarjeta protoboard en la cual se ensamblarán los circuitos electrónicos. La plataforma de alojamiento posee la salida de conectividad al pc, de tal manera que se enlazara con el software del NI ELVIS II PLUS instalado en esta. Además de la entrada de alimentación de energía eléctrica por la cual se subministrará de energía al equipo para su uso.

En la figura Nº 5 se puede apreciar estas características a parte también de la sección manual en la que se puede interactuar físicamente con los suministros de energía variable que se necesiten aplicar con esta función dependiendo de lo que se esté desarrollando en el equipo.

FIGURA Nº5

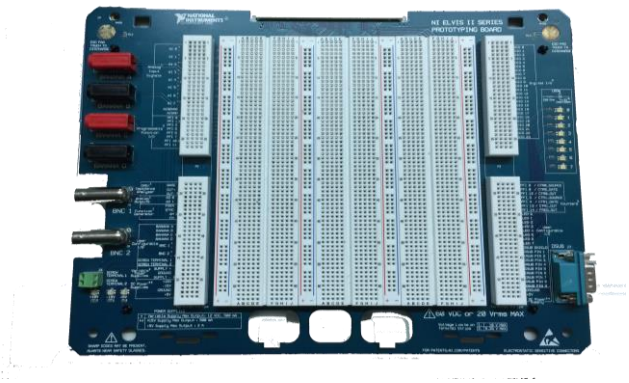
PLATAFORMA PRINCIPAL DEL NI ELVIS II PLUS

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

La placa protoboard alojada en la plataforma del NI ELVIS II PLUS, es en donde se procederá a ensamblar los proyectos prácticos designados por el tutor. Esta placa posee un conjunto de entradas y salidas físicas – lógicas, tal como se puede observar en la figura Nº6 de tal manera que se podrá interactuar con estas dependiendo del requerimiento que se necesite.

FIGURA Nº6

PLACA PROTOBOARD DEL NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

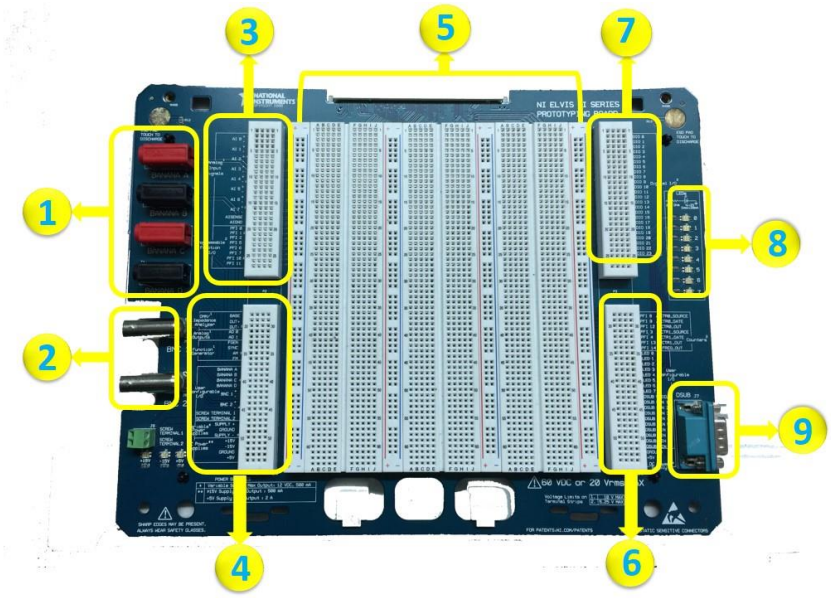
El equipo en cuestión permitirá la realización de pruebas prácticas con la implementación de circuitos y además la generación de señales digitales y analógicas, permitiendo así una mejor comprensión y experiencia real de primera mano al poder observar de manera gráfica el

comportamiento de las señales trabajadas gracias al osciloscopio o al analizador de espectro.

La placa protoboard del NI ELVIS II PLUS se divide en secciones tales como las descritas a continuación en la figura Nº7. En donde destacan las entradas y salidas analógicas como por ejemplo del generador de funciones o el generador arbitrario, así como también se puede observar el espacio de trabajo para la implementación de circuitos electrónicos que se requieran ser estudiados en clase.

FIGURA Nº7

SECCIONES DE LA PLACA PROTOBOARD DEL NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

1. Conectores tipo banana configurables por el usuario.
2. Conectores tipo BNC configurables por el usuario.
3. Columnas para entradas de señales analógicas (AI) y para E/S (Entradas/Salidas) de funciones programables (PFI).
4. Columnas para señales del DMM.
    - Dos salidas Analog Outputs (AO 0 – AO 1).
    - Salida de generador de funciones. (FGEN, SYNC, AM, FM)

- E/S configurables.
- Fuentes de poder variable (SUPPLY+, GROUND).
- Fuente de poder suplementarias. (+15v, -15v, GROUND, +5v)

5. Protoboard de ensayo para implementación de circuitos.
6. Columnas de señales de tipo Contador/reloj, E/S (Entradas/Salidas) configurables, y fuente de poder para DC.
7. Columnas para E/S (Entradas/Salidas) digitales (DIO).
8. LEDS configurables por el usuario.
9. Conector D-SBU configurable por el usuario.

2.2.2.2 Descripción de las secciones de la Placa Protoboard Del NI ELVIS II PLUS

Las señales de entradas y salida que contiene la placa protoboard del NI ELVIS II PLUS cumplen con ciertas funciones las cuales van a ser descritas en la tabla a continuación en donde se puede observar el tipo de entrada y una breve descripción.

TABLA Nº3

ENTRADAS Y SALIDAS DE LA TARJETA PROTOBOARD

NOMBRE DEL PUERTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
ANALOG INPUT SIGNALS	Entradas Analógicas	Los canales de entradas analógicas están compuestas de 8 entradas desde AI 0 ± hasta AI 7 ±.
AI SENSE	Entradas Analógicas	Es la entrada analógica para los canales analógicos en modo no referenciado de extremo único
AI GND	Entradas Analógicas	Entrada de tierra para las señales de entrada analógica
PROGRAMABLE FUNCTION I/0.	Entradas Analógicas	Se usa para DIO estático o para señales de temporización de enrutamiento. Está compuesto de 8 entradas desde PFI0 hasta PFI 11.
IMPEDANCE ANALYZER	Entradas Analógicas	Está compuesto de las entradas BASE que se utiliza para la excitación para transistores de unión bipolar, la entrada DUT+ que es un Terminal de excitación para mediciones de capacitancia e inductancia (DMM), analizador de impedancia, analizador de 2 cables y analizador de 3 hilos y por último DUT- que es la medición de tierra y corriente virtual para mediciones de capacitancia e inductancia.
ANALOG OUTPUTS	Salidas Analógicas	Está compuesto por A0 0 Y AO 1, que son los canales de salida analógica que se utilizan para el generador de forma de onda arbitraria.
FUNCTION GENERATOR	Salidas/entradas analógicas.	Esta sección está compuesta por FGEN que es la salida del Generador de Funciones, SYNC que es salida sincronizada a la señal FGEN, AM que es la entrada utilizada para modular la amplitud de la señal de FGEN. Y por último FM que se utiliza para modular la frecuencia de la señal de FGEN.
VARIABLE POWER SUPPLIES	Salidas analogicas	La sección de Variable Power Supplies está compuesta por SUPPLY+ que va hacer la fuente de alimentación variable positiva: salida de 0 a 12 V, SUPPLY- fuente de alimentación variable negativa.
DC POWER SUPPLIES	Fuentes de alimentación DC.	Está compuesta por 4 salidas, dos de las cuales 2 son ±15v que son la alimentación DC. Una salida para 5v DC Y por último Ground

Fuente: National Instruments
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

2.2.2.3 Conexión del NI ELVIS II PLUS a la pc

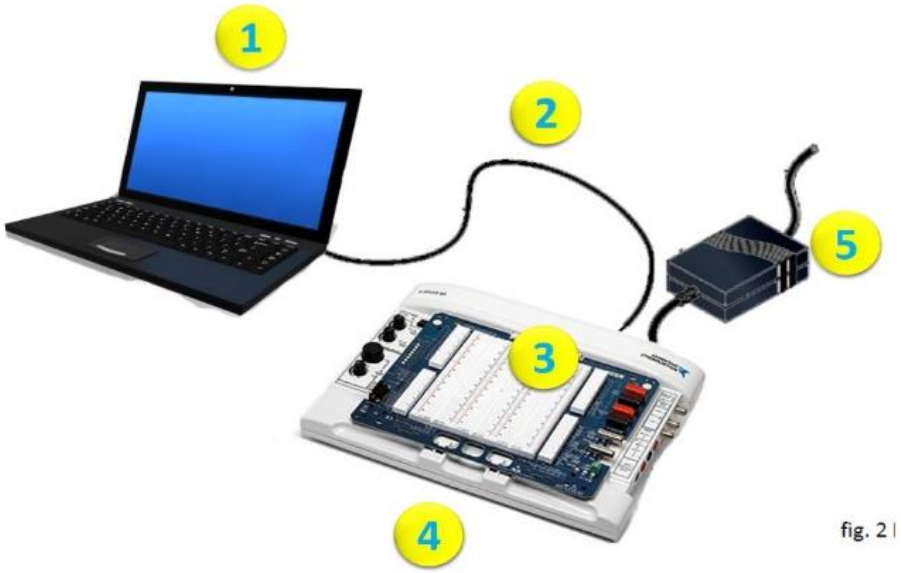
El Equipo NI ELVIS II PLUS posee conectividad al ordenador mediante una conexión USB (Universal Serial Bus), mediante la cual se puede sincronizar lo datos de las simulaciones e implementaciones de los circuitos realizados en el NI ELVIS II PLUS de manera física.

Para realizar la conectividad del NI ELVIS II PLUS al ordenador basta con conectar el cable USB que viene integrado en el equipo directamente a una entrada USB del ordenador en el que se desea trabajar. Así también el NI ELVIS II PLUS se debe conectar a la corriente eléctrica mediante la fuente de alimentación que viene integrada en los elementos

del equipo, de esta manera se energiza la placa protoboard permitiendo así las implementaciones de los circuitos En la figura Nº8 se ilustra la conexión realizada entre la PC y el NI ELVIS II PLUS,

FIGURA Nº8

CONEXION DEL NI ELVIS II PLUS A LA PC



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

1. Computador (PC)
2. Cable USB
3. Placa protoboard
4. NI ELVIS II PLUS
5. Fuente de poder AC/DC.

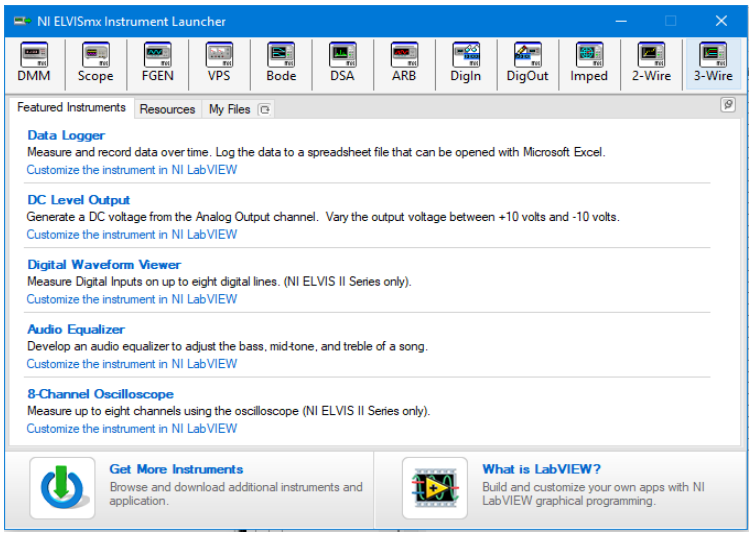
2.2.2.4 NI ELVISmx.

El NI ELVISmx es el software oficial para pc del NI ELVIS II PLUS, el cual permite establecer la conexión entre la pc y el equipo NI ELVIS II PLUS. Este software se puede descargar directamente desde la página de la National Instruments totalmente gratis y en su última versión disponible.

Una vez instalado y ejecutado el NI ELVISmx se podrá visualizar los diferentes tipos de herramientas que se encontraran en la ventana principal del software, contando con al menos 12 instrumentos, como se puede observar en la figura Nº9.

FIGURA Nº9

NI ELVISmx INSTRUMENT LAUNCHER



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

- Multimetro Digital (DMM).
- Osciloscopio (Scope).
- Generador de funciones (FGEN).
- Fuente de poder variable (VPS).
- Analizador de Bode (BODE).
- Analizador dinamico de señales (DSA).
- Generador de Onda Arbitraria. (ARB).
- Lector digital (DigIn).
- Escritor digital (DigOut).
- Analizador de Impedancias (Imped).
- Analizador de Corriente Voltaje de dos hilos (2-Wire).
- Analizador de Corriente Voltaje de tres hilos (3- wire).

2.2.2.5 CIRCUITO INTEGRADO LM 318

El circuito integrado LM318 es un amplificador operacional de alta precisión diseñado para implementaciones que demandan gran ancho de banda y una alta velocidad de respuesta.

Gracias a que cuenta con compensación interna de frecuencia de ganancia unitaria, simplifica considerablemente su aplicación ya que no necesita componentes externos para su operación.

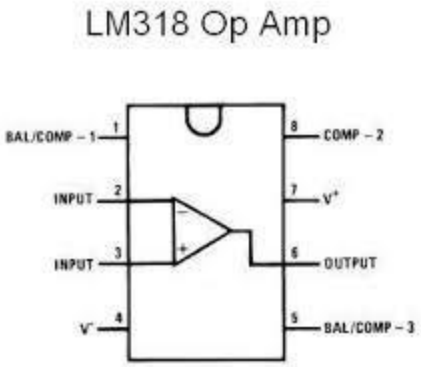
Sin embargo, a diferencia de otros amplificadores de su misma naturaleza de compensación interna, se puede añadir una compensación de frecuencia externa para así obtener un mejor rendimiento

La alta velocidad de este amplificador operacional lo hace bastante útil para convertidores A/D, osciladores, filtros activos, circuitos de muestreo y retención o cualquier tipo de amplificadores de uso general.

Este dispositivo consta de una entrada negativa ubicada en el pin 2 y una entrada positiva ubicada en el pin 3, también posee dos fuentes de alimentación una positiva ubicada en el pin 7 y otra negativa ubicada en el pin 4, así mismo tiene una salida de alta ganancia ubicada en el pin 6, tal como se muestra en la figura Nº10; mientras que en la figura Nº11 se puede observar el circuito integrado de la parte externa y con su respectiva numeración.

FIGURA Nº10

CONEXIÓN INTERNA DEL CIRCUITO LM318



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

FIGURA Nº11

CIRCUITO INTEGRADO LM318

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

2.2.2.6 CIRCUITO INTEGRADO LM 741

El circuito integrado LM741 es un amplificador operacional que presenta un excelente rendimiento dentro de las aplicaciones analógicas, posee un alto rango de voltaje y ausencia de lacth-up (cortocircuito).

El LM741 ofrece una variedad de aplicaciones y configuraciones, aunque la aplicación más común para este circuito integrado es la de un amplificador no inversor. Al ser un amplificador no inversor la señal de salida está en fase con la entrada.

El LM741 posee alta ganancia y un amplio rango de voltaje de operación lo cual lo llenan de excelentes cualidades como estar protegido contra cortocircuitos, anular el voltaje offset, poseer un alto rango de tensión en modo común y voltaje y no requerir de compensación de frecuencia.

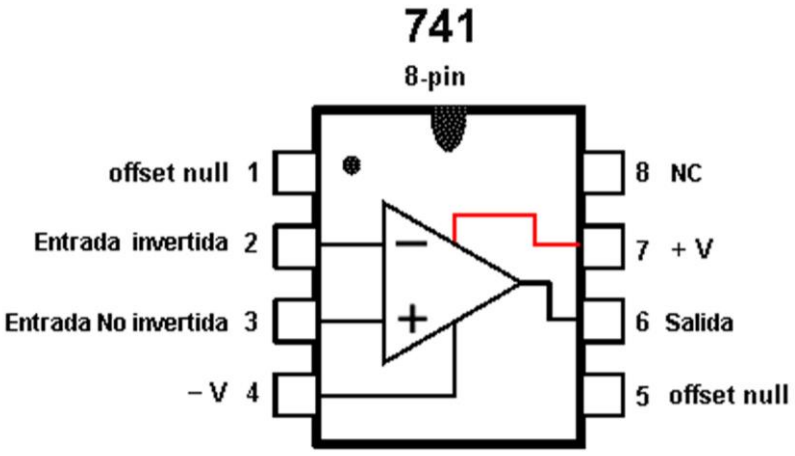
El LM741 está listo para usarse en diferentes aplicaciones como:

- Amplificadores no inversores
- Amplificadores inversores Integradores
- Diferenciadores

La estructura interna del LM741 es idéntica en todo sentido a la del LM318, posee una entrada negativa ubicada en el pin 2 y una entrada positiva ubicada en el pin 3, también posee dos fuentes de alimentación una positiva ubicada en el pin 7 y otra negativa ubicada en el pin 4, así mismo tiene una salida de alta de alta ganancia ubicada en el pin 6, tal como se muestra en la figura Nº12; mientras que en la figura Nº13 se puede observar el circuito integrado de la parte externa y con su respectiva numeración.

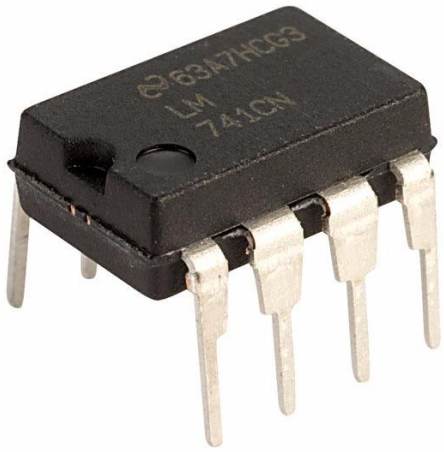
FIGURA Nº12

CONEXIÓN INTERNA DEL CIRCUITO LM741



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

FIGURA Nº13
CIRCUITO INTEGRADO LM741



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

2.4 Marco legal

Durante los últimos años la educación superior en el estado ecuatoriano se ha impulsado de una manera eficaz, gracias a la inversión que se le ha otorgado con el fin de incrementar la matriz productiva en el país.

En la última enmienda constitucional se busca mediante la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) representar los requisitos y obligaciones que necesitan las entidades universitarias para generar una educación de excelencia en el país.

La constitución del Ecuador establece en su artículo Nº28:

Que, el Art. 28 de la Constitución de la República del Ecuador señala entre otros principios que la educación responderá al interés público, y no estará al servicio de intereses individuales y corporativos.

Así mismo en el artículo Nº357 de la constitución del Ecuador establece:

Que, la Constitución de la República en su Art. 357 establece que el Estado garantizará el financiamiento de las instituciones públicas de educación superior, y que la distribución de estos recursos deberá basarse fundamentalmente en la calidad y otros criterios definidos en la ley (LOES).

La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) indica que para tener una educación de calidad se debe estar en la búsqueda constante hacia la excelencia, de tal manera que se debe tener una formación académica evolutiva y en constante desarrollo.

La (LOES) establece en el artículo Nº5:

Art. 5.- Derechos de las y los estudiantes. - Son derechos de las y los estudiantes los siguientes:

b) Acceder a una educación superior de calidad y pertinente, que permita iniciar una carrera académica y/o profesional en igualdad de oportunidades.

c) Contar y acceder a los medios y recursos adecuados para su formación superior; garantizados por LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR, LOES.

(LOES) Establece en el artículo Nº35 lo siguiente:

Asignación de recursos para investigación, ciencia y tecnología e innovación. - Las instituciones del Sistema de Educación Superior podrán acceder adicional y preferentemente a los recursos públicos concursables de la pre asignación para investigación, ciencia, tecnología e innovación establecida en la Ley correspondiente.

Según (LOES) manifiesta en su artículo Nº109:

Art. 109.- Requisitos para la creación de una universidad o escuela politécnica. - Quien promueva la creación de una universidad o escuela politécnica deberá presentar al Consejo de Educación Superior una propuesta técnico-académica, que contenga los siguientes requisitos:

1. *Infraestructura tecnológica propia y laboratorios especializados.*
2. *Contar con bibliotecas, hemerotecas, videotecas y más recursos técnicos pedagógicos que garanticen un eficiente aprendizaje; y,*
3. *Los demás requisitos que consten en el reglamento que para el efecto expida el Consejo de Educación Superior.*

CAPITULO III
METODOLOGIA

3.1 Descripción del proceso Metodológico.

La investigación en curso tiene como objetivo la implementación de guías prácticas de laboratorio, para demostrar así la importancia de estas áreas como también del uso de equipos tecnológicos dentro de ellas, con el fin de combinar la metodología práctica con la teórica de tal manera que ayude a desarrollar un perfil académico experimental al estudiante.

A través de esta investigación se llevará a cabo la implementación de sistemas de modulación analógicos, realizando una comparación entre los sistemas con ruido y sin él, en el equipo multifuncional NI ELVIS II PLUS

Realizando la implementación en el NI ELVIS II PLUS se podrá visualizar los fenómenos físicos que afectan a estos sistemas analógicos, permitiendo al estudiante sacar sus propias conclusiones de los resultados que se obtengan en la práctica.

3.2 Diseño de la Investigación

En el desarrollo de esta investigación se emplearán 3 métodos de diseño de investigación para abarcar todo el campo investigativo requerido, dentro de los 3 diseños se encuentran diseño de investigación bibliográfico, experimental y descriptivo.

La metodología bibliográfica aplicada a la presente investigación se enfocará en la revisión bibliográfica del tema y el problema planteado para

la compilación de información, sobre autores y sus trabajos investigativos con relaciones específicas sobre la presente investigación.

La metodología experimental en la presente investigación se enfoca en la implementación de prácticas de laboratorio usando el NI ELVIS II PLUS donde se implementará sistemas de modulación analógica, realizando una comparación y experimentación de dichos sistemas con la presencia y ausencia de ruido gaussiano.

Por último, la metodología de investigación descriptiva, la cual permitirá establecer variables para poder plantearlas a través de encuestas con la finalidad de determinar si los alcances de esta investigación se cumplen con los objetivos planteados.

3.3 Enfoque de la Investigación

El desarrollo de la presente investigación implica la aplicación de metodología experimental, bibliográfica y descriptiva, con enfoque a la teoría y su combinación con las prácticas de laboratorio destacando su importancia y la del uso adecuado de los equipos NI ELVIS II PLUS, por medio de los resultados de las encuestas y la realización de una guía de laboratorio la cual se anexará a esta investigación en la parte final.

3.3.1.1 Metodología Bibliográfica.

Mediante esta metodología se recopilo toda la información relacionada a esta investigación por medio de documentos en línea, artículos de revistas y libros que manifiesten la importancia de la modernización en los laboratorios prácticos para la enseñanza en la educación superior.

3.3.1.2 Metodología Experimental

La metodología experimental de esta investigación se basará en la práctica de laboratorio, realizada en las instalaciones de dentro de la facultad de Ingeniería Industrial.

Inicialmente se procederá a la impartición de la teoría, de tal manera que se llegue a complementar con la práctica a realizar, para obtener el mayor grado de comprensión por parte del estudiante.

Para la implementación de esta práctica de sistemas de modulación analógica se utilizará el circuito integrado LM741, además de resistencias y capacitores para la elaboración del circuito. Así mismo el equipo de simulación NI ELVIS II PLUS en el cual se interconectará los elementos para su análisis en el tiempo y frecuencia.

Una vez realizada la práctica de laboratorio se medirán parámetros establecidos como el tiempo gestionado en la implementación de la práctica en los diferentes grupos, determinando así un promedio de tiempo para la implementación de los sistemas de modulación analógicos en el NI ELVIS II PLUS.

3.3.1.3 Metodología Descriptiva.

En la presente investigación se aplicará la metodología de investigación descriptiva para determinar mediante encuestas las variables a medir en la implementación.

Las encuestas ayudarán a validar los datos observados para obtener una información legítima, de tal manera que los resultados obtenidos con esta información serán verídicos. Permitiendo así establecer el grado de

satisfacción por parte de los estudiantes ante la propuesta de la implementación de prácticas de laboratorio para complementar la metodología teórica.

Las encuestas serán realizadas a los estudiantes del 8vo semestre de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, antes de la implementación practica y después de esta, verificando así el nivel de satisfacción de los estudiantes ante la ausencia de una metodología practica de laboratorio, y el nivel de aceptación una vez ya implementada la guía de práctica.

3.4 Población y Muestra

Según (Beatriz, 2017) “La población es el conjunto de individuos, objetos, elementos o fenómenos en los cuales puede presentarse determinada característica a ser estudiada” es por dicha razón que en la presente investigación se escogerá la población que cumplan con los requerimientos de las variables a plantear, de tal manera que se obtenga la información requerida.

3.4.1 Selección de Muestra

Para la elaboración de la presente investigación se escogerá como población a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, seleccionando como muestra específicamente a los estudiantes del 8vo semestre paralelo “A” del ciclo 2017/2018, en el cual se realizaron las prácticas de laboratorio de los sistemas de modulación analógica, los cuales están propuestos en la presente investigación.

Para determinar la muestra de la población establecida a realizar el estudio se realizará un muestreo estratificado proporcional con N=557 (Total de la población) y la muestra n=19 (Total de alumnos del 8vo semestre paralelo “A”).

Mediante el muestreo se recurrirá a encuestar a cada individuo de la muestra, representando así un porcentaje total de la población con lo que se podrá determinar el factor de muestreo $\frac{n}{N}$ en el cual se determina dicho porcentaje, y por otro lado el factor de elevación $\frac{N}{n}$ para la representación de cada muestra en la población.

$$Factor\ de\ Muestreo = \frac{n}{N} = \frac{19}{557} = 0{,}034 * 100\% = 3{,}4\%$$

$$Factor\ de\ Elevación = \frac{N}{n} = \frac{557}{19} = 29$$

Los resultados obtenidos permitirán justificar la información probabilística resultante de la muestra escogida, que representa un 3,4% de toda la población de esta investigación, de tal manera que cada encuestado representa a 29 estudiantes de toda la población seleccionada para la presente investigación.

CAPITULO IV
DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el capítulo a continuación se exhibe la propuesta del trabajo de investigación, realizando prácticas de laboratorios sobre los sistemas de modulación analógicos, implementando demodulación analógica no coherente AM y FM con ruido gaussiano, en el laboratorio de Networking de la Facultad de Ingeniería Industrial, carrera de Ingeniería en Teleinformática. Con el afán de demostrar la importancia de las prácticas de laboratorio dentro de la Universidad de Guayaquil. A continuación, se puede observar la implementación del demodulador no coherente por parte de los estudiantes dentro del laboratorio de Networking en la figura Nº14.

FIGURA Nº14

PRACTICAS EN EL LABORATORIO DE NETWORKING

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

4.1 Implementación de las Prácticas.

4.1.1 Sistema de modulación AM

Según (Gago, 2014) La modulación es el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información de manera simultánea, protegiéndola de interferencias y ruidos.

Entonces técnicamente se puede describir a la modulación, como los cambios que se realizan en un parámetro de la onda portadora, de acuerdo con las variaciones de los parámetros de la señal moduladora, que es la información que se desea transmitir. Un sistema de modulación está compuesto por modulador y demodulador, los cuales son necesarios para efectuar la transmisión y recepción de la señal modulada.

Los tipos de modulación dependen de los parámetros que van a cambiar, pudiendo ser: Modulación de Amplitud y Modulación de Frecuencia, que son los tipos de sistemas que se estudiaran en la presente investigación.

La Modulación de Amplitud (AM) es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora, de tal manera que cambie acorde con las variaciones de la señal moduladora o señal de información.

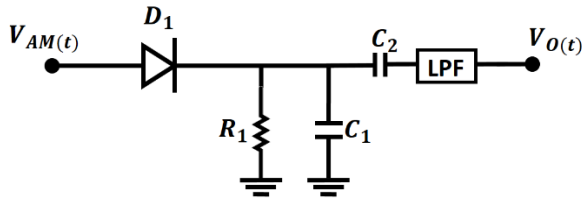
Para realizar la modulación AM en la presente investigación, se hará uso del ARB componente del NI ELVISmx del cual se detallará su funcionamiento y las instrucciones para realizar la modulación más adelante.

4.1.2 Demodulación no coherente AM

La demodulación es el proceso en el cual se recupera la señal modulada AM, por medio de un demodulador o también conocido como detector. La señal que es recuperada debe poseer la misma frecuencia y amplitud de la original.

Existen varios tipos de demodulación AM y cada uno de ellos corresponde a su respectiva modulación. En el grafico Nº15 se puede observar un demodulador AM no coherente en el cual no se necesita de la portadora para recuperar la información.

FIGURA Nº 15
SISTEMA DEMODULADOR NO COHERENTE



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

En la figura 15 se presenta el demodulador no coherente en la que la señal $V_{Am}(t)$ pasa por el diodo D1 seguido de circuito formado por un resistor y un capacitor que a su vez actúa como un filtro pasa bajo para después obtener la señal demodulada.

Adicional al detector no coherente se agrega otro capacitor $\boldsymbol{C_2}$ y seguido de este un filtro pasa bajo de 2do orden, de esta manera es como se procederá a configurar el circuito demodulador no coherente en la presente práctica.

A continuación, se procederá a desglosar el circuito para explicar su funcionamiento y su justificación matemática.

La señal de entrada $V_{Am}(t)$ es una señal modulada en amplitud que se expresa de la siguiente manera:

Fórmula Nº1

Fórmula general de modulación.

$$V_{Am}(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t)] Cos W_c t$$

Donde:

$V_{Am}(t) = Señal\ modulada$

$Cos W_c t = Señal\ portadora$

$A_m Cos(W_m t) = Señal\ Moduladora$

Esta señal al ingresar al detector no coherente formado por el diodo D1, (elimina la parte negativa), y el filtro compuesto por resistencia R_1 y capacitor C_1, (elimina la portadora), dará paso a una señal resultante a la cual se la nombrará $V_x(t)$, la cual se puede apreciar a continuación en la fórmula Nº2.

Fórmula Nº2

Señal resultante del detector no coherente.

$$V_x(t) = A_c + A_m Cos(W_m t)$$

La señal resultante del detector no coherente puede contener rezagos de portadora $X(t)$, es por eso que se le ha añadido un capacitor C_2 y un filtro pasa bajo de segundo orden para tratar de recuperar la señal pura de información. A continuación, se presenta la señal resultante con rezagos de portadora en la fórmula Nº3.

Fórmula Nº3

Señal resultante con rasgos de portadora.

$$V_x(t) = A_c + A_m Cos(W_m t) + X(t)$$

Donde:

$V_x(t) = Señal\ resultante\ del\ detector\ no\ coherente$

$x(t) = Rezago\ de\ la\ portadora$

Cuando la señal $V_x(t)$ pasa por el capacitor C_2 (funciona como un filtro de acoplamiento DC) lo que ocurre es que se elimina la señal DC obteniendo así $V_{0'}(t)$ que queda representado de la siguiente manera en la fórmula Nº4:

Fórmula Nº4

Señal resultante después del C_2

$$V_{0'}(t) = A_m Cos(W_m t) + X(t)$$

Y, por último, el filtro pasa bajo de segundo orden el cual eliminará el rezago de la señal portadora en la señal de información, quedando expresado finalmente como se muestra en la fórmula Nº5.

Fórmula Nº5

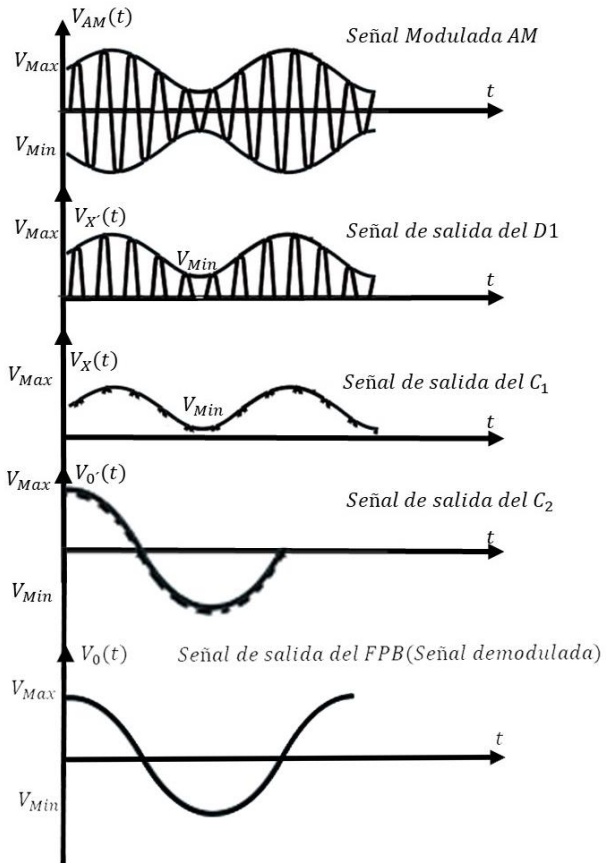
Señal resultante después del FPB

$$V_0(t) = A_m Cos(W_m t)$$

En el gráfico de la figura Nº16 se puede ver el comportamiento de la onda modulada $V_{Am}(t)$ en el dominio del tiempo a través de los componentes que conforman el circuito de detección no coherente a implementar en esta práctica.

FIGURA Nº 16

SEÑALES RESULTANTES EN CADA ETAPA DEL CIRCUITO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez analizado el estudio en el dominio del tiempo, sobre el comportamiento de la señal modulada $V_{Am}(t)$, se procede a explicar en el dominio de la frecuencia.

Para representar matemáticamente la señal modulada $V_{Am}(t)$ en el dominio de la frecuencia se tiene:

$$V_{Am}(t) = A_c Cos(W_c t) + A_m Cos(w_c t).Cos(W_m t)$$

$$V_{Am}(t) = A_c Cos(W_c t) + \frac{A_m}{2}[Cos2\pi t(f_c - f_m) + Cos2\pi t(f_c + f_m)]$$

$$|V_{Am}(f)| = A_c \delta(f - f_c) + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c - f_m)] + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c + f_m)]$$

Fórmula Nº6

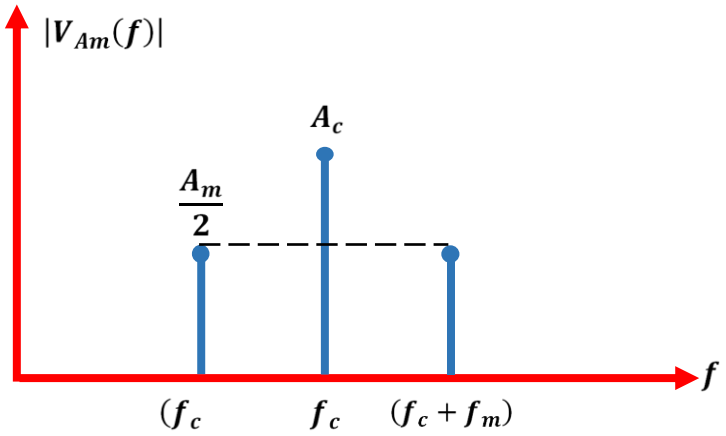
Fórmula general de la variación en frecuencia

$$|V_{Am}(f)| = A_c\delta(f - f_c) + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c - f_m)] + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c + f_m)]$$

La expresión expuesta en la fórmula Nº6 representa el comportamiento de la señal AM con respecto al dominio de la frecuencia, de tal manera que se puede analizar las bandas laterales tal como se muestra en la figura Nº 17. En donde se ve reflejado la amplitud y frecuencia de la señal moduladora y portadora.

FIGURA Nº 17

VARIACION EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA



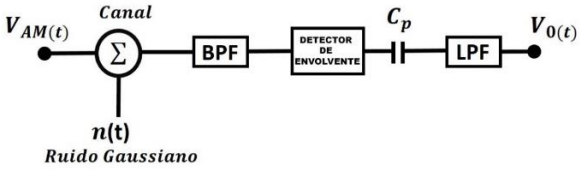
Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

4.1.3 Señal modulada AM con Ruido Gaussiano

Tal como se puede observar en la figura Nº18 ingresa la señal $V_{Am}(t)$ al canal en donde se suma el ruido gaussiano $n(t)$ o también conocido como ruido Blanco que es uniformemente distribuido donde se modelan señales variables $n_i(t)$ y $n_Q(t)$ en donde $n_i(t)$ se encuentra en fase con respecto a la señal portadora, mientras que $n_Q(t)$ significa que está en cuadratura o en desfase a la señal portadora, matemáticamente se modela de la siguiente manera en la figura Nº18:

FIGURA Nº 18

DIAGRAMA DE LA SEÑAL CON RUIDO GAUSSIANO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Fórmula Nº7

Fórmulas de modulación y ruido

$$V_{Am}(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t)] Cos W_c t$$

$$n(t) = n_i(t) Cos(W_c t) - n_Q(t) Sen W_c t$$

Cuando se habla de Ruido Gaussiano se entiende que la densidad de ruido es constante para todas las frecuencias, ya sea de 10hz o una señal de 100Khz. La densidad de ruido gaussiano es igual a N_0 que es igual una constante Kmultiplicada por la temperatura en grados kelvin T.

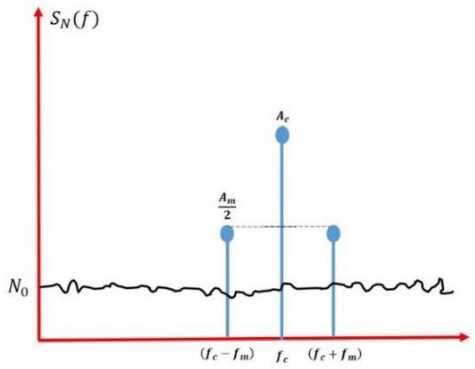
Fórmula Nº8

Densidad de ruido

$$N_0 = KT$$

FIGURA Nº 19

DENSIDAD DE RUIDO Y SEÑAL MODULADA EN DOMINIO DE LA FRECUENCIA



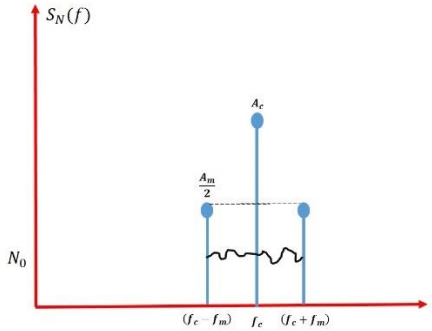
Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Como se observa en la figura Nº19 la densidad de ruido N_0 es constante, indiferentemente de las frecuencias, sean altas, medias o bajas.

Una vez que la señal modulada se suma con el ruido en el canal, pasa por el filtro pasa banda como se observa en la figura Nº 18, este filtro solamente dejara pasar un intervalo de frecuencias, dentro de este intervalo se encuentra la señal modulada y la portadora, tal cual se ilustra en la figura Nº20:

FIGURA Nº 20

INTERVALO DE FRECUENCIAS CONSIDERADAS POR EL FPB



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Como se observa en la figura Nº20 la salida después del filtro pasa banda, ya no se toma en consideración el ruido en las demás frecuencias. Obteniendo así después del filtro pasa banda una señal resultante que se denominara $S_0(t)$ en la que aún se conserva residuos de ruido blanco.

Fórmula Nº9

Señal resultante del FPB

$$S_0(t) = V_{AM}(t) + n(t)$$

Se desglosa:

$$S_0(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t)] CosW_c t \ + \ n_i(t) Cos(W_c t) - n_Q(t) SenW_c t$$

Factor común:

$$S_0(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t) + n_i(t)] CosW_c t - n_Q(t) SenW_c t$$

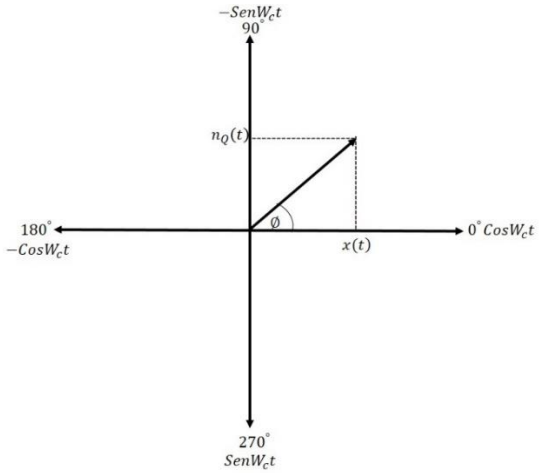
Se asume que $[A_c + A_m Cos(W_m t) + n_i(t)]$ vale una amplitud $x(t)$ que se multiplica por $CosW_c t$. Por lo tanto, se tiene:

$$S_0(t) = x(t)\, CosW_c t - n_Q(t) SenW_c t$$

Se aplica diagrama de fasores para resolver esta expresión

FIGURA Nº 21

DIAGRAMA DE FASORES



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

En donde:

$$S_0(t) = \sqrt{x(t)^2 + n_Q(t)^2}\, Cos\left(W_c t + \tan^{-1}\frac{n_Q(t)}{x(t)}\right)$$

A continuación, la señal $S_0(t)$ pasa por el detector de envolvente dejando así solo la amplitud, y generando una nueva señal denominada $V_x(t)$ de tal manera que:

$$V_x(t) = \sqrt{x(t)^2 + n_Q(t)^2}$$

Se desglosa $x(t)^2$:

$$V_x(t) = \sqrt{[A_c + A_m Cos(W_m t) + \ n_i(t)]^2 + n_Q(t)^2}$$

Al ser $n_Q(t)^2$ un ruido despreciable e imperceptible para el oído humano se supone que es equivalente a 0, por lo tanto:

$$V_x(t) = \sqrt{[A_c + A_m Cos(W_m t) + \ n_i(t)]^2 + \underbrace{n_Q(t)^2}_{0}}$$

Se elimina la raíz

$$V_x(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t) + \ n_i(t)]$$

A continuación, la señal $V_x(t)$ pasará por el capacitor, como se observa en la figura Nº18, eliminándose así la componente DC, teniendo como resultado $V_0{}'(t)$:

$$V_0{}'(t) = A_m Cos(W_m t) + \ n_i(t)$$

Se sabe que esta señal resultante del capacitor contiene aun rezago de la portadora $y(t)$ por lo tanto:

$$V_0{}'(t) = A_m Cos(W_m t) + \ n_i(t) + y(t)$$

Dicho rezago será eliminado por el FPB de segundo orden quedando finalmente la señal $V_0(t)$, como se presenta en la fórmula Nº10.

Fórmula Nº10

Señal de salida del sistema

$$V_0(t)=A_m Cos(W_m t) + n_i(t)$$

4.1.3.1 Relación Señal Ruido (SNR)

SNR es un factor de relación constante en donde se comparan la potencia de la señal que se trasmite con la potencia del ruido que la corrompe, de tal manera que se logra establecer, si la potencia del ruido es baja, el sistema es perfecto, mientras si la potencia del ruido es alta, el sistema se verá altamente corrompido.

Fórmula Nº11

Fórmula relación señal ruido

$$SNR = \frac{S}{N}$$

Donde:

$S = Potencia\ de\ la\ señal$

$N = Potencia\ del\ ruido$

La densidad de potencia de la señal $S(f)$ esta dada por la siguiente ecuación:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau) e^{-w\tau j}\, \delta\tau$$

Donde la potencia:

$$P = \int_{0}^{B} S(f)\, \delta f$$

Pero se necesita el valor de $R(\tau)$ por lo que se necesita retroceder y sacar ese valor mediante su fórmula respectiva:

$$R(\tau) = \mathrm{E}[x_1(t)\, .\, x_2(t-\tau)]$$

Donde E es el valor esperado mientras que el Tao (τ) es la variable y t se volvió una constante.

Sin embargo, se necesita así mismo del valor esperado E que está dado por la siguiente fórmula:

$$\mathrm{E}[x(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\, f\,(x)\delta t$$

Donde $x(t)$ se considera una variable aleatoria y $f(x)$ es la función de densidad de probabilidad que depende de $x(t)$.

Por ejemplo $x(t)$ (que es una señal aleatoria), es una señal sinusoidal por lo tanto tiene 3 propiedades que cambian las cuales son amplitud, frecuencia y fase.

Teniendo claro lo anterior, S(Potencia de la señal) se obtendrá modelando la señal $A_m Cos(W_m t)$ que está dada en la fórmula Nº10 y de la misma manera se modela $n_i(t)$ para encontrar la potencia del ruido.

Se asume que $A_m Cos(W_m t)$ va a poseer una fase aleatoria mientras que su amplitud y frecuencia son constantes, por ende:

$$A_m Cos(W_m t + \propto)$$

Como se planteó anteriormente la densidad de probabilidad $f(x)$ va a variar su ángulo $\propto$ de 0 a 2π tal como se lo representa en la siguiente función.

FIGURA Nº 22

FUNCION $f_{\propto}(x)$

$$f_{\propto}(x)= \begin{cases} \frac{1}{2\pi} & 0 \leq \propto \leq 2\pi \\ 0 & \text{Resto de casos} \end{cases}$$

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Ahora que ya se encontró las expresiones $x(t), f(x)$ para encontrar el valor esperado $\mathrm{E}[x(t)]$ ya se puede encontrar el valor de $R(\tau)$ teniendo así:

$$R(\tau) = \mathrm{E}[A_m Cos(W_m t + \propto) \, . A_m Cos(W_m(t - \tau) + \propto]$$

Se realiza la multiplicación y se eliminan términos semejantes:

$$R(\tau) = \mathrm{E}\left[\frac{{A_m}^2}{2} Cos(W_m \tau) + Cos(2W_m t - W_m \tau + 2 \propto)\right]$$

Se sacan las constantes dejando solo las variables:

$$R(\tau) = \frac{{A_m}^2}{2} \mathrm{E}[Cos(W_m \tau) + Cos(2W_m t - W_m \tau + 2 \propto)]$$

Una vez realizado los procesos anteriores se consiguen los valores en términos esperados (E), pudiendo así reemplazar en la fórmula general de $\mathrm{E}[x(t)]$ presentada anteriormente. El valor esperado E es la integral de $x(t)$ y $x(t)$ es igual a $[Cos(W_m \tau) + Cos(2W_m t - W_m \tau + 2 \propto]$ que se multiplica por $f(x)$ cuyo valor se obtuvo anteriormente en la figura Nº7 siendo $\frac{1}{2\pi}$. Por lo tanto, se tiene:

$$R(\tau) = \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^{2\pi} [CosW_m\tau + Cos(2W_m t - W_m\tau + 2 \propto] \,.\frac{1}{2\pi}\, \delta t$$

Se procede a desglosar la integral:

$$R(\tau) = \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^{2\pi} CosW_m\tau \,.\frac{1}{2\pi}\delta t \; + \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^{2\pi} Cos(2W_m t - W_m\tau + 2 \propto).\frac{1}{2\pi}\, \delta t$$

A continuación del planteamiento anterior para simplificar, se sabe que el resultado operacional de la parte derecha saldrá 0 por lo tanto:

$$R(\tau) = \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^{2\pi} CosW_m\tau \,.\frac{1}{2\pi}\delta t \; + \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^{2\pi} Cos(2W_m t - W_m\tau + 2 \propto).\frac{1}{2\pi}\, \delta t$$

0

Quedando de tal manera:

$$R(\tau) = \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^{2\pi} CosW_m\tau \,.\frac{1}{2\pi}\delta t$$

se resuelve, obteniendo:

$$\boxed{R(\tau) = \frac{{A_m}^2}{2} CosW_m\tau}$$

Finalmente se ha encontrado $R(\tau)$ y por consiguiente ya se puede encontrar el valor de la densidad de potencia $S(f)$, que es una de las incógnitas principales para encontrar la relación señal ruido (SNR). A continuación, se volverá a plantear la fórmula de $S(f)$

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau) e^{-w\tau j}\, \delta\tau$$

Ahora se procederá a reemplazar los valores obtenidos previamente, en la fórmula:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{{A_m}^2}{2} \, e^{W_m T j} \right) e^{-w\tau j} \, \delta\tau$$

Se resuelve:

$$S(f) = \frac{{A_m}^2}{2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-2\pi T j (f - fm)} \, \delta\tau$$

$$S(f) = \frac{{A_m}^2}{2} \delta \, (f - fm)$$

Una vez encontrada la densidad de potencia se puede realizar el cálculo de la potencia de la señal que está dada por la fórmula:

$$P = \int_0^B S(f) \, \delta f$$

Se reemplaza los valores y se optara por reemplazar la incógnita P por la S tal cual como se muestra en la fórmula de SNR.

$$S = \int_0^B \frac{{A_m}^2}{2} \delta \, (f - fm) \delta f$$

Se saca la constante:

$$S = \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^B \delta \, (f - fm) \delta f$$

Se debería proceder a realizar la integración, pero como se puede observar es una señal de pulso, para lo cual existe una propiedad que refiere a la integración de una señal pulso convirtiéndola a una señal escalón unitario, por lo tanto:

$$S = \frac{{A_m}^2}{2} \int_0^B \delta \, (f - fm) \delta f \quad \rightarrow 1$$

De tal manera que solo queda:

Fórmula Nº12

Potencia de la señal

$$\boldsymbol{S = \frac{A_m{}^2}{2}}$$

Ya se tiene la potencial de la señal S de la fórmula de SNR solo falta la potencia del ruido N que así mismo será:

$$R_N(\tau) = \mathrm{E}[x_1(t).x_2(t-\tau)]$$

Se plantean los valores esperados

$$R_N(\tau) = \mathrm{E}[n_1(t).n_2(t-\tau)]$$

$R_N(\tau)$ para este caso va a ser una constante N_0 y no una variable como en el caso de la potencia del ruido, por lo tanto:

$$R_N(\tau) = N_0\delta(\mathrm{f})$$

Una vez encontrado $R_N(\mathrm{T})$ Ahora se puede encontrar la densidad de ruido que se la representa:

$$S_N(f) = \int_{-\infty}^{\infty} N_0 \mathrm{e}^{-2\pi f\tau j}\ \delta\tau$$

$$S_N(f) = \int_{-\infty}^{\infty} N_0\,\delta(f)\,\mathrm{e}^{-2\pi f\tau j}\,\delta\tau$$

$$S_N(f) = N_0 \int_{-\infty}^{\infty} \delta(f)\,\mathrm{e}^{-2\pi f\tau j}\,\delta\tau$$

Si se saca la constante N_0 quedaría la integral señal pulso y se aplica la misma propiedad tal cual como en la potencia de la señal, la cual refiere

a la integración de una señal pulso convirtiendo la señal pulso a una señal escalón unitario, por lo tanto, solo quedaría:

$$S_N(f) = N_0$$

Entonces a continuación se procederá a encontrar la potencia del ruido:

$$N = \int_0^B S_N(f)\,\delta f$$

Se realiza la operación como:

$$N = \int_0^B N_0\,\delta f$$

Como N_0 es una constante entonces:

$$N = N_0 B$$

Por esta razón es que la potencia siempre es la densidad de ruido por el ancho de banda. Y el ancho de banda:

$$B = 2fm$$

De esta forma ya se puede reemplazar los valores en la fórmula de SNR:

$$SNR = \frac{\frac{{A_m}^2}{2}}{\frac{N_0(2fm)}{1}}$$

Multiplicando extremos con extremos medios con medios:

Fórmula Nº13

Relación señal ruido

$$SNR = \frac{{A_m}^2}{4fmN_0}$$

4.1.4 Implementación de sistema Modulador AM En el Generador Arbitrario del NI ELVIS II PLUS.

Para la presente práctica de laboratorio se hará uso de la herramienta Generador Arbitrario, en la cual, gracias a su editor de ondas se procederá a ingresar la fórmula para la modulación AM (fórmula Nº14). Para luego realizar su respectiva demodulación no coherente implementando el circuito en la plataforma NI ELVIS II PLUS.

Fórmula Nº14

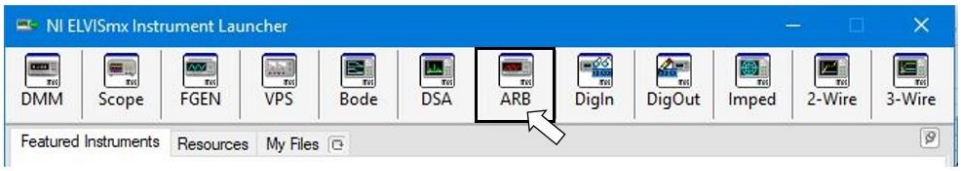
Fórmula de Modulación

$$\boldsymbol{V_{Am}(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t)] Cos W_c t}$$

Para ingresar la fórmula de la modulación en el editor de ondas del Generador Arbitrario (ARB), se procede a ejecutar el software NI ELVISmx Instrument Launcher, en donde se dará clic en el icono ARB tal como se muestra en la figura Nº23

FIGURA Nº 23

NI ELVISmx Launcher

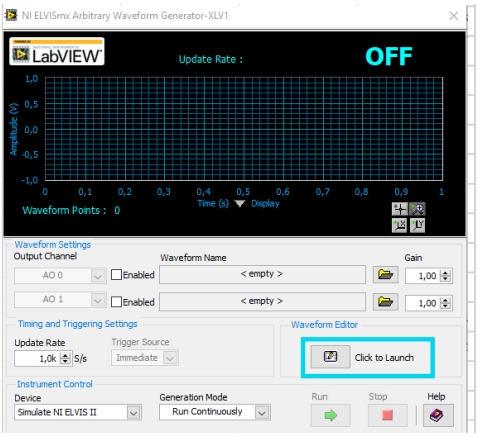


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez realizada esta acción se abrirá la ventana del ARB en donde se debe posicionar sobre el icono de “Wavefrom Editor” para ingresar al editor de ondas del ARB. Tal como se muestra en la figura Nº24.

FIGURA Nº24

GENERADOR ARBITRARIO

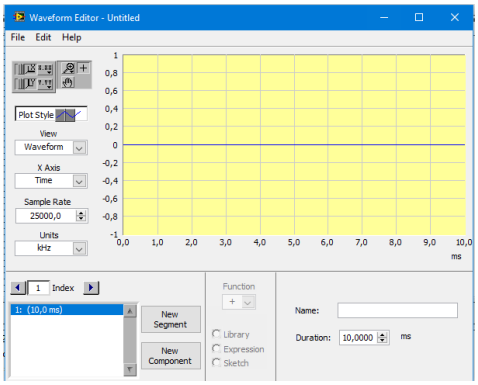


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Al dar clic en la ya mencionada opción se abrirá la ventana, llamada Editor de Ondas que es en donde se ingresara la fórmula de la modulación. Como se ilustra en la figura Nº25.

FIGURA Nº 25

EDITOR DE ONDAS DEL GENERADOR ARBITRARIO



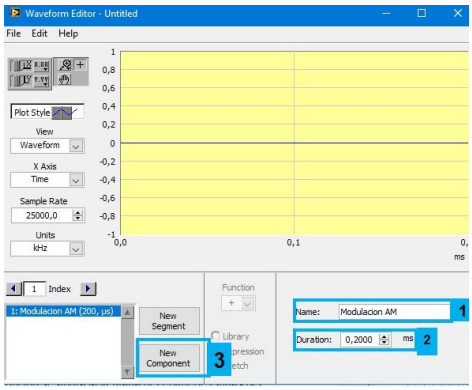
Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez abierto el Editor de Ondas se procederá a ingresar la fórmula de la modulación AM. Lo primero que se debe realizar, es añadir

un nombre al segmento (1) que se va a crear, por ejemplo “Modulación AM”, luego se ingresa la escala de duración de tiempo que esta dado en ms (2) y por último se dará clic en New Component (3). Como se muestra en la figura Nº26.

FIGURA Nº 26

CONFIGURACION DEL EDITOR DE ONDAS

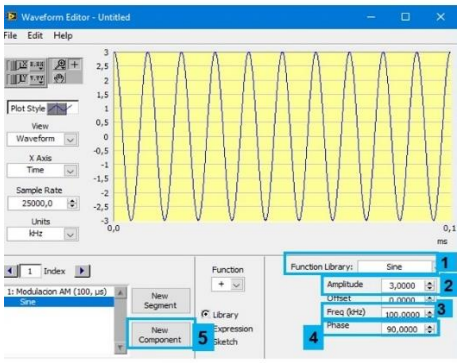


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Al realizar el clic sobre el botón “New Component” (3) se asignará una nueva función seno, pero se la desfasara 90º (4) para convertirla en coseno ya que es la que se requiere para la señal portadora, a esta señal se le dará una amplitud de 3V (2) y una frecuencia de 100K KHz (3). Luego se procederá a adjuntar las demás señales.

FIGURA Nº 27

CONFIGURACION DE LA SEÑAL PORTADORA EN EL EDITOR DE ONDAS

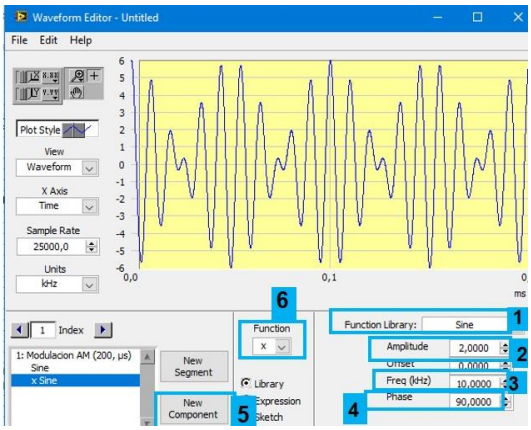


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez configurada la señal portadora se procederá a agregar la señal de información cambiando el operador a multiplicación (6). Se selecciona así mismo “New Component” (5) en donde se agregará una nueva señal seno (1) que también se la desfasará 90º (4) y su valor de amplitud será de 2v (2) y la frecuencia de 10KHz (3). Tal como se observa en la figura Nº 28.

FIGURA Nº 28

CONFIGURACIÓN DE LA SEÑAL DE INFORMACIÓN EN EL EDITOR DE ONDAS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Por último, se agrega una nueva función seno la cual se procede a sumar (6) a las funciones anteriores, cumpliendo así con la fórmula de modulación. A esta última función se la desfasará igual que a las demás 90º (4), su amplitud será de 3V (2) y su frecuencia de 100KHz (3). Teniendo como resultado la señal modulada AM.

FIGURA Nº 29

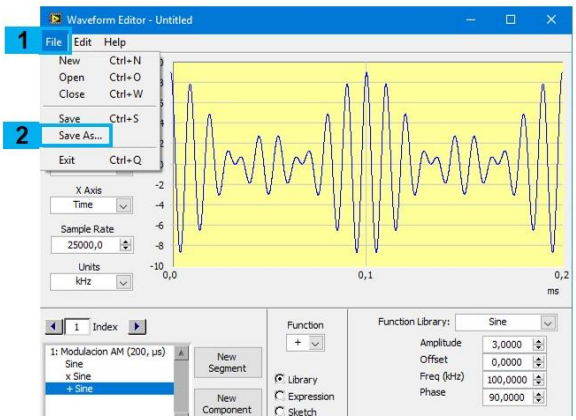
SEÑAL MODULADA EN EL EDITOR DE ONDAS

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez ya creada la señal modulada se procede a guardarla para hacer uso de esta en el generador arbitrario. Se debe dar clic en el botón File (1) y luego en la opción Save (2), se le agrega un nombre y listo.

FIGURA Nº 30

GUARDAR LA SEÑAL MODULADA

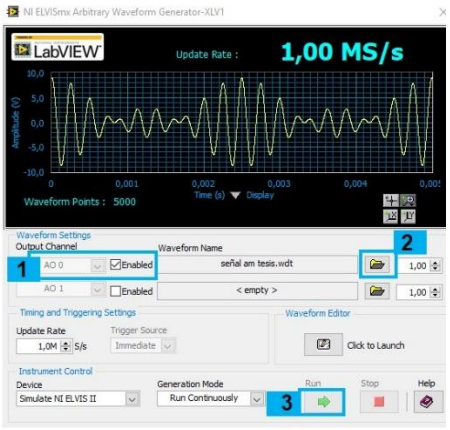


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez ya creada y guardada la señal del Editor de Ondas, se procede a cargar esta señal en el ARB, haciendo clic sobre el icono de carpeta (2), después se debe habilitar el canal de salida para esta señal (1), que en este caso será AO 0, y finalmente se hará clic en Run (3) para ejecutar la señal creada.

FIGURA Nº 31

SEÑAL MODULADA AM GENERADA POR EL ARB

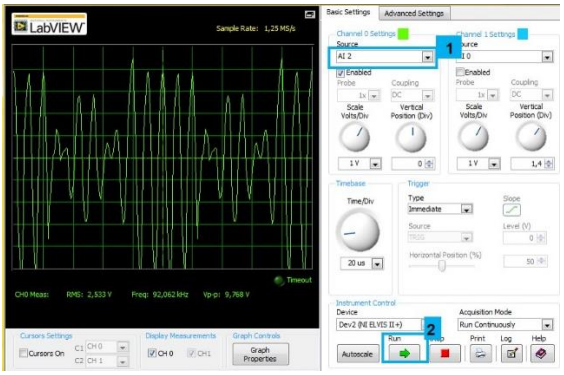


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Después de generar la señal modulada AM en el Generador Arbitrario se realizará el análisis en el tiempo de esta señal haciendo uso del osciloscopio (Scope) integrado en el NI ELVISmx Instrument Launcher. Dentro del Osciloscopio habilitaremos la entrada AI2 (1) para realizar la medición de AO 0 (salida de la señal modulada) y por último se hará clic en Run (2) para ver la señal AM en dominio del tiempo.

FIGURA Nº 32

ANALISIS EN EL TIEMPO DE LA SEÑAL MODULADA



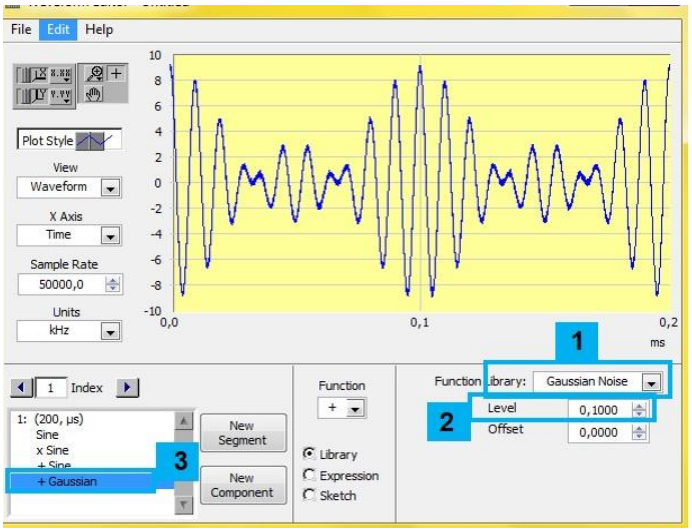
Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

4.1.4.1 Implementación de ruido Gaussiano al sistema Modulador AM En el Generador Arbitrario.

Para añadir el ruido Gaussiano al Sistema Modulador AM que anteriormente se generó, basta con sumar la función Gaussian Noise (1) en el Editor de Onda del Generador arbitrario, y añadiendo un valor de 0,1 al nivel (2), de tal manera que no afectara demasiado a la señal modulada, ya que la modulación AM es bastante susceptible al ruido. El procedimiento planteado permite optimizar los recursos para el aprendizaje de este fenómeno durante la clase de simulación. El resultado de la señal modulada AM con ruido se muestra a continuación en la figura Nº 33

FIGURA Nº 33

SEÑAL MODULADA CON RUIDO GAUSSIANO



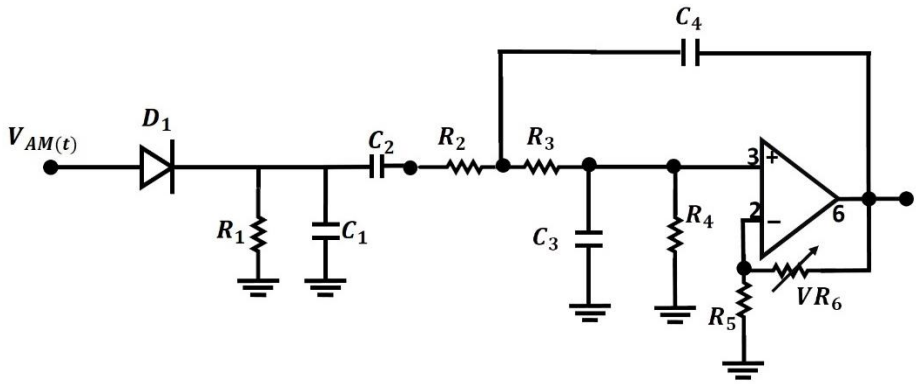
Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

4.1.4.2 Implementación de demodulador AM no coherente en el NI ELVIS II PLUS y su simulación en Multisim.

Ahora que ya se realizó la modulación AM en el ARB, se procederá a realizar la demodulación de la señal con y sin ruido, implementando un circuito demodulador no coherente en la plataforma protoboard del NI ELVIS II PLUS y en el NI Multisim para su simulación.

FIGURA Nº 34

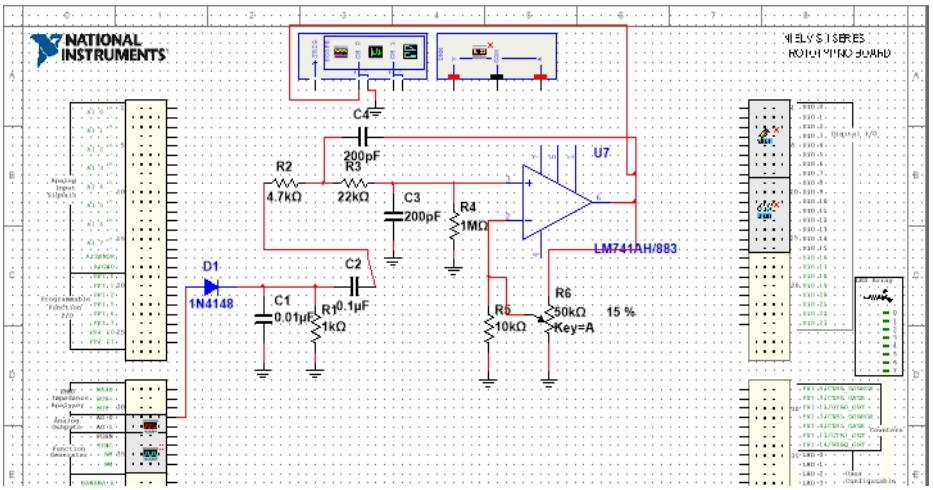
DISEÑO DEL CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE AM A IMPLEMENTAR EN EL NI ELVIS II PLUS.



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA Nº 35

DISEÑO DEL CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE A SIMULAR EN EL NI MULTISIM.



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Componentes Del Circuito:

- D_1= 1N4148
- R_1= 1KΩ
- R_2= 4.7kΩ
- R_3= 22kΩ

- R_4= 1MΩ
- R_5= 10KΩ
- VR_6= 50KΩ
- D_1=1N4148
- C_1= 0,01uf
- C_2 = 0,1uf
- C_3= 200pf

En el anexo Nº1 se encuentra especificado la conexión de los componentes del circuito, en el NI ELVIS II PLUS.

4.2 Demodulación no coherente FM

La demodulación es el proceso en el cual se recupera la señal modulada FM, por medio de un demodulador o también conocido como detector. La señal que es recuperada debe poseer la misma frecuencia y amplitud de la original.

Existen varios tipos de demodulación FM y cada uno de ellos corresponde a su respectiva modulación. En el siguiente grafico se puede observar un demodulador FM no coherente o como también se le conoce "Detección no coherente FM", en donde la señal de FM se convierte en una señal de AM por medio del circuito derivador. Posteriormente la señal de AM resultante se demodula con un detector de envolvente usando un diodo y un circuito RC.

FIGURA N°36

SISTEMA DEMODULADOR NO COHERENTE FM

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

En la figura Nº36 se presenta el demodulador no coherente en la que la señal $V_{fm}(t)$ pasa por un circuito derivador, seguido del detector de envolvente formado por diodo, resistor y un capacitor que a su vez actúa como un filtro pasa bajo para después obtener la señal demodulada $V_0(t)$.

Adicional al detector de envolvente se agrega otro capacitor C que eliminara la componente DC de la señal, de esta manera es como se procederá a configurar el circuito demodulador no coherente en la presente práctica.

A continuación, se procederá a desglosar el circuito para explicar su funcionamiento y su justificación matemática.

La señal de entrada $V_{fm}(t)$ es una señal modulada en frecuencia que se expresa de la siguiente manera en la fórmula Nº15:

Fórmula Nº15

Fórmula general de Modulación FM

$$\boldsymbol{V_{fm}(t) = A_c sen(w_c t + k_1 \int V_m(t) dt)}$$

Donde:

$V_{fm}(t)$= $Señal\ Modulada\ FM$

$V_m(t) = A_m\ Sen\ w_m t\ \ (Señal\ Moduladora)$

$A_c sen(w_c t) = Señal\ portadora$

$k_1 = Constante$

Esta señal $V_{fm}(t)$ al ingresar al derivador se convierte en una señal modulada AM ($V'_{fm}(t)$). Se procede a derivar la señal $V_{fm}(t)$.

Se usa la regla de la cadena:

$$V'_{fm}(t) = A_c \cos\left[w_c t + k_1 \int v_m(t)dt\right]\left[w_c + k_1 \frac{d}{dt}\int (v_m(t)dt)\right]$$

$$V'_{fm}(t) = A_c\left[w_c + k_1 \frac{d}{dt}\int v_m(t)\right] Cos\left[w_c t + k_1 \int (v_m(t)dt)\right]$$

$$V'_{fm}(t) = A_c[w_c + k_1 v_m(t)]\ Cos\left[w_c t + k_1 \int (v_m(t)dt)\right]$$

Como se puede observar en la señal resultante del derivador, están variando dos propiedades que son la amplitud y la frecuencia. Tal cual como se ilustra en la figura Nº37

FIGURA N° 37

SEÑAL RESULTANTE DEL DERIVADOR

$$V'_{fm}(t) = \underbrace{A_c[w_c + k_1 v_m(t)]}_{\text{VARIACION DE AMPLITUD}}\ \underbrace{Cos\left[w_c t + k_1 \int (v_m(t)dt)\right]}_{\text{VARIACION DE FRECUENCIA}}$$

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

A continuación la señal resultante del derivador $V'_{fm}(t)$ va a pasar por el detector de envolvente que está conformado por el diodo D1, (elimina la parte negativa), y el filtro compuesto por resistor R y capacitor C (elimina la portadora), por lo tanto la señal $V'_{fm}(t)$ al pasar por el detector de envolvente se va a eliminar su variación en frecuencia dejando así solo la variación de amplitud de tal manera dará paso a una señal resultante a la cual se la nombrara $V_0(t)$, la cual se puede apreciar a continuación en la fórmula Nº 16

Fórmula Nº16

Señal resultante del detector no coherente

$$V_0(t) = A_c[w_c + k_1 v_m(t)]$$

Se multiplica y se reemplaza $v_m(t)$:

$$V_0(t) = A_c w_c + A_c k_1 \, A_m \, Sen \, w_m t$$

Por último, la señal $V_0(t)$ pasará por el capacitor que se encargará de eliminar la componente DC de la señal, obteniendo así la señal demodulada $V_0(t)$.

Fórmula Nº 17

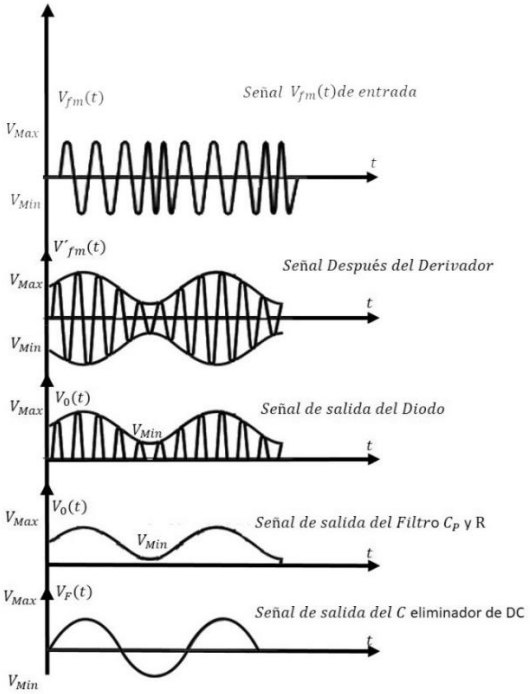
Señal resultante del sistema demodulador

$$V_F(t) = A_c k_1 \, A_m \, Sen \, w_m t$$

A continuación, en la figura Nº38 se mostrará el análisis de las señales resultantes en cada etapa del circuito en dominio del tiempo.

FIGURA Nº 38

SEÑALES RESULTANTES EN CADA ETAPA DEL CIRCUITO

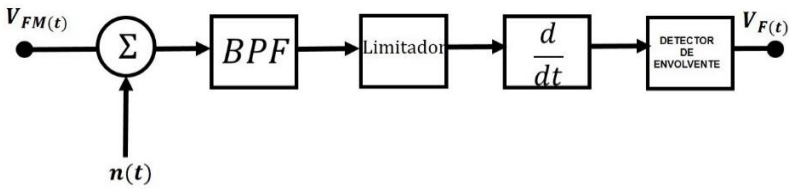


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

En el gráfico de la figura Nº38 se puede ver el comportamiento de la onda modulada $V_{fm}(t)$ en el dominio del tiempo a través de los componentes que conforman el circuito de detección no coherente a implementar en esta práctica.

4.2.1 SEÑAL MODULADA FM CON RUIDO GAUSSIANO

FIGURA Nº 39
DIAGRAMA DE LA SEÑAL FM CON RUIDO GAUSSIANO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Tal como se puede observar en la figura Nº39 ingresa la señal $V_{Fm}(t)$ al canal en donde se suma el ruido gaussiano $n(t)$ o también conocido como ruido Blanco que es uniformemente distribuido donde se modelan señales variables $n_i(t)$ y $n_Q(t)$ en donde $n_i(t)$ se encuentra en fase con respecto a la señal portadora, mientras que $n_Q(t)$ significa que está en cuadratura o en desfase a la señal portadora, matemáticamente se modela de la siguiente manera en la fórmula Nº18:

Fórmula Nº18
Fórmulas de Modulación FM y ruido

$$V_{fm}(t) = A_c Cos(w_c t + k_1 \int V_m(t)dt)$$

$$n(t) = n_i(t)Cos(2\pi f_c t) - n_Q(t)Sen(2\pi f_c t)$$

Estas dos señales al ser sumadas y filtradas por el filtro pasan banda darán como resultado la señal resultante $x(t)$. Siendo:

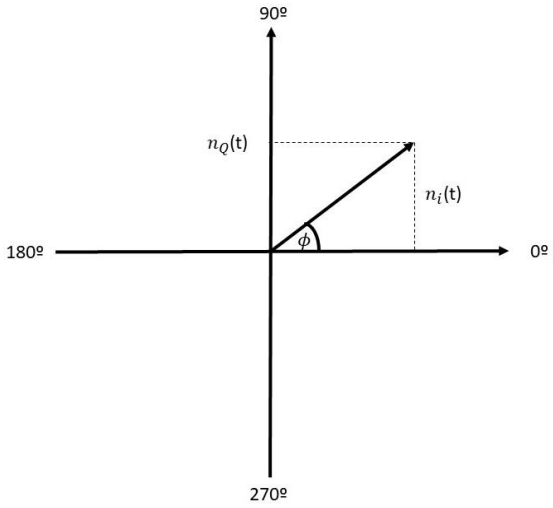
$$x(t) = s(t) + n(t)$$

A continuación, se procederá a modelar las señales $s(t)\ y\ n(t)$ para poder hallar la resultante $x(t)$.

Para modelar la señal de ruido $n(t)$ el cual se suma a la señal modulada $V_{fm}(t)$ se procederá a realizar diagrama de fasores:

FIGURA Nº 40

DIAGRAMA DE FASORES PARA $n(t)$



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Se obtiene la señal resultante $r(t)$ que es la envolvente con distribución Rayleigh por su distribución normal.

$$r(t) = \sqrt{{n_i}^2(t) + {n_Q}^2(t)}$$

Se reemplaza en la fórmula $n(t)$

$$n(t) = r(t)Cos[2\pi f_c t + \Psi(t)]$$

Donde $\Psi(t)$ es igual a:

$$\Psi(t) = \tan^{-1}\left(\frac{n_Q(t)}{n_i(t)}\right)$$

A continuación, se procede a modelar la señal $S(t)$ en donde:

$$S(t) = A_c Cos(2\pi f_c t + 2\pi k_1 \int V_m(t)dt)$$

Donde $2\pi k_1 \int V_m(t)dt)$ pertenece a la componente de fase $\phi(t)$ que es donde se encuentra la señal moduladora.

$$\phi(t) = 2\pi k_1 \int V_m(t)dt)$$

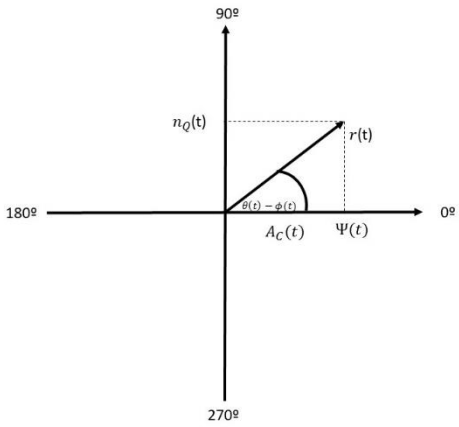
Se reemplaza en la fórmula:

$$S(t) = A_c Cos(2\pi f_c t + \phi(t))$$

A continuación, se procede a reemplazar en la fórmula con las señales obtenidas anteriormente, obteniendo:

$$x(t) = A_c Cos(2\pi f_c t + \phi(t) + r(t) Cos[2\pi f_c t + \Psi(t)]$$

Se trabaja de manera fasorial:



Obteniendo el Angulo en términos de la señal FM y de ruido, y su vector resultante:

$$\theta(t) = \phi(t) + \tan^{-1}\left|\frac{r(t)Sen[\Psi(t) - \phi(t)]}{A_c + r(t)Cos[\Psi(t) - \phi(t)]}\right|$$

$$\theta(t) \cong \phi(t) + \frac{r(t)}{A_c}Sen(\Psi(t) - \phi(t))$$

Se reemplaza $\phi(t)$ obteniendo:

$$\theta(t) = 2\pi k_1 \int V_m(t)dt + \frac{r(t)}{A_c}Sen(\Psi(t) - \phi(t))$$

La salida del detector AM:

$$V(t) = \frac{1}{2\pi}\ \frac{d\theta(t)}{dt}$$

$$V(t) = k_1 V_m(t) + nd(t)$$

$$nd(t) = \frac{1}{2\pi A_c} \cdot \frac{d}{dt}\{r(t)Sen(\Psi(t) - \phi(t))\}$$

Donde $\frac{d}{dt}\{r(t)Sen(\Psi(t) - \phi(t))\}$ es igual a:

$$n_Q(t) = r(t)Sen\Psi(t)$$

Se reemplaza:

$$nd(t) = \frac{1}{2\pi A_c} \cdot \frac{dn_Q(t)}{dt}$$

Salida del diferenciador, se aplica propiedad de señales aleatorias procesadas por sistemas lineales:

$$\frac{\Im_2 \pi f}{2\pi A_c} \cdot \frac{\Im f}{dt}$$

$$S_{Nd}(F) = \frac{f^2}{{A_c}^2} S_{nQ}(t)$$

Donde $S_{nQ}(t)$ es igual a:

$$S_{nQ}(t) = S_n(f - f_c) + S_n(f + f_c)$$

Y S_n es igual a:

$$S_n = \frac{N_0}{2}$$

Se reemplaza en la fórmula de $S_{Nd}(F)$:

$$S_{Nd}(F) = \frac{f^2}{{A_c}^2} [S_n(f - f_c) + S_n(f + f_c)]$$

Se sustituye S_n:

$$S_{Nd}(F) = \frac{f^2}{{A_c}^2} \left[\frac{N_0}{2}(f - f_c) + \frac{N_0}{2}(f + f_c)\right]$$

Potencia Promedio de Ruido de Salida

$$= \frac{N_o}{{A_c}^2} \int f^2 df$$

$$= \frac{2N_o w^3}{{A_c}^2}$$

Donde:

$$w = \frac{B}{2} = \frac{140kHz}{2} = 70\ kHz$$

$$N_o = KT$$

Potencia promedio del ruido-relación señal potencia ruido de salida

$$SNR_0 = \frac{3{A_C}^2 KP}{2N_O W^3} \rightarrow P = \frac{{A_C}^2}{2}$$

$$SNR_0 = \frac{3{A_C}^2 K\left(\frac{{A_c}^2}{2}\right)}{2N_O W^3}$$

Potencia promedio del ruido-relación señal a ruido del canal.

$$SNR_{C_1FM} = \frac{{A_c}^2}{2WN_0}$$

4.2.2 Implementación de sistema Modulador FM En el Generador Arbitrario (ARB) y Generador de funciones (FGEM) del NI ELVIS II PLUS.

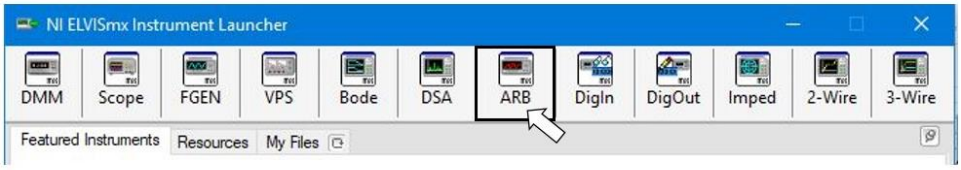
Para la presente práctica de laboratorio se hará uso de la herramienta Generador Arbitrario, en donde se procederá a crear una señal de información, para posteriormente llevarla al generador de funciones y modularla en frecuencia. El generador de funciones es capaz de recibir una señal de entrada, que en este caso va a ser envida por el ARB para modularla en frecuencia al introducirla mediante su entrada FM, obteniendo así la señal modulada FM.

Para luego realizar su respectiva demodulación no coherente implementando el circuito en la plataforma NI ELVIS II PLUS.

Para crear la señal en el editor de ondas del Generador Arbitrario (ARB), se procede a ejecutar el software NI ELVISmx Instrument Launcher, en donde se dará clic en el icono ARB tal como se muestra en la figura Nº 41.

FIGURA Nº 41

NI ELVISmx Launcher

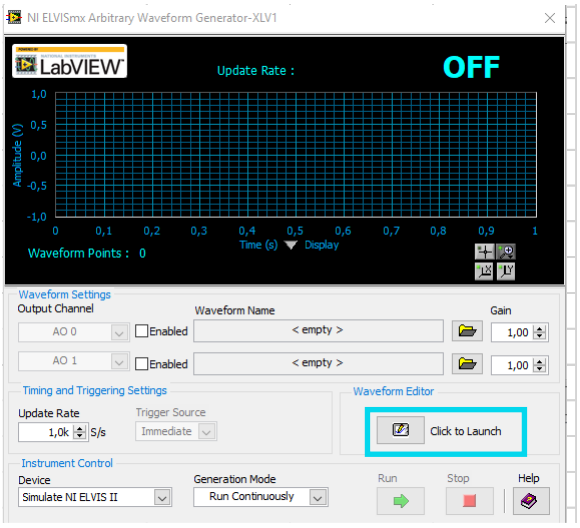


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez realizada esta acción se abrirá la ventana del ARB en donde se debe posicionar sobre el icono de “Wavefrom Editor” para ingresar al editor de ondas del ARB. Tal como se muestra en la figura Nº 42

FIGURA Nº 42

GENERADOR ARBITRARIO

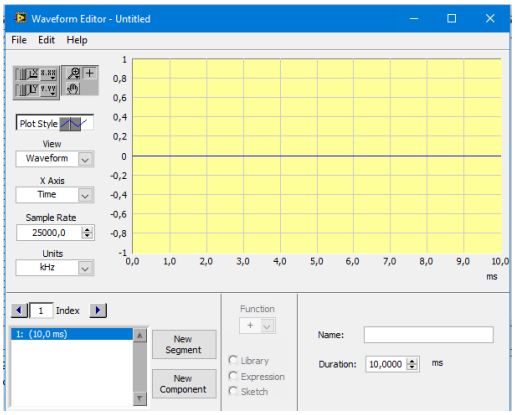


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Al dar clic en la ya mencionada opción se abrirá la ventana, llamada Editor de Ondas que es en donde se ingresara la señal de información.

FIGURA Nº 43

EDITOR DE ONDAS DEL GENERADOR ARBITRARIO

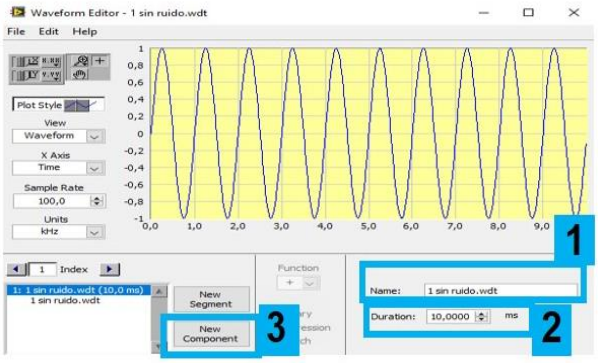


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez abierto el Editor de Ondas se procederá a crear una señal Sen . Lo primero que se debe realizar, es añadir un nombre al segmento (1) que se va a crear, por ejemplo “1 sin ruido”, luego se ingresa la escala de duración de tiempo que esta dado en ms (2) y por último se dará clic en New Component (3). Como se muestra en la figura Nº 44

FIGURA Nº 44

CONFIGURACION DEL EDITOR DE ONDAS

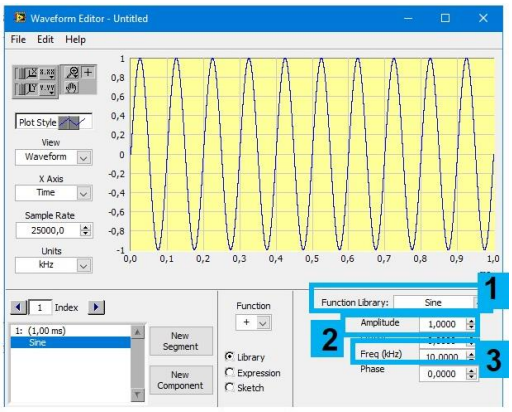


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Al realizar el clic sobre el botón “New Component” (3) se asignará una nueva función seno, a la cual se le dará una amplitud de 1V (2) y una frecuencia de 10K KHz (3). En la figura Nº 45 se detalla lo anterior expuesto.

FIGURA Nº 45

CONFIGURACION DE LA SEÑAL SEN EN EL EDITOR DE ONDAS

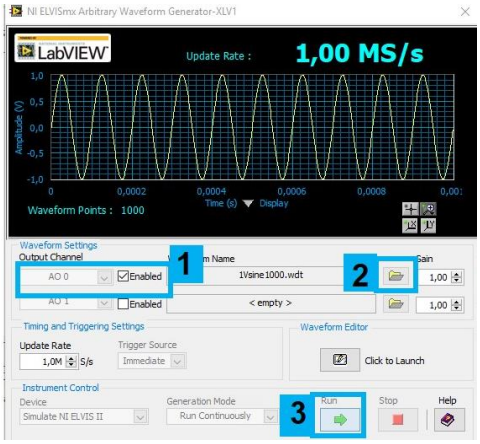


Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Una vez ya creada y guardada la señal del Editor de Ondas, se procede a cargar esta señal en el ARB, haciendo clic sobre el icono de carpeta (2), después se debe habilitar el canal de salida para esta señal (1), que en este caso será AO 0, y finalmente se hará clic en Run (3) para ejecutar la señal creada.

FIGURA Nº.46

SEÑAL SEN GENERADA POR EL ARB



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Después de generar la señal de información en el Generador Arbitrario, se procederá a crear la señal portadora en el FGEN integrado en el NI ELVISmx Instrument Launcher. A continuación, se visualizará la configuración a realizar en el FGEN en la figura Nº47.

FIGURA Nº.47

CONFIGURACION EN EL FGEN

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Como se puede apreciar en la figura Nº.47 se agregan los valores de la señal que se desea crear, para esta señal se introducirá una frecuencia (1) de 100KHz y una amplitud (2) de 6vpp así como también se seleccionara el tipo de modulación (3) que recibirá esta señal, que para este caso será FM para su modulación en frecuencia.

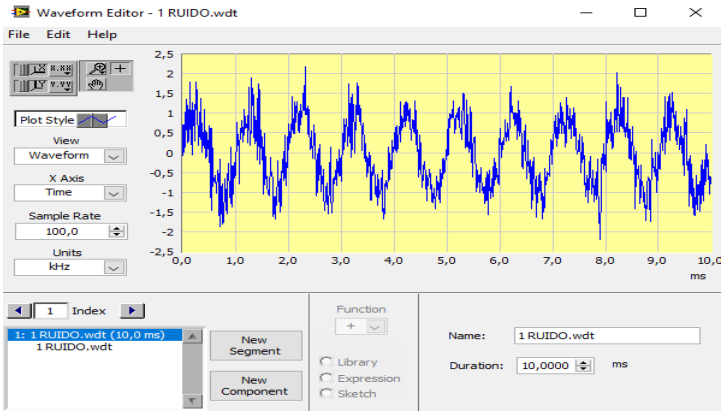
Una vez ingresados estos parámetros se dará clic en el botón Run para empezar con la ejecución de la señal.

4.2.2.1 Implementación de ruido Gaussiano al sistema Modulador FM En el Generador Arbitrario.

Para añadir el ruido Gaussiano al Sistema Modulador FM que anteriormente se generó, basta con crear una nueva señal, pero esta vez, una señal Gaussiana seleccionando la función Gaussian Noise en el Editor de Onda del Generador arbitrario, permitiendo así optimizar los recursos para el aprendizaje de este fenómeno durante la clase de simulación. El resultado de la señal con ruido se muestra a continuación en la figura Nº.48.

FIGURA Nº48

CREACION EN EL EDITOR DE ONDA DE UNA SEÑAL CON RUIDO



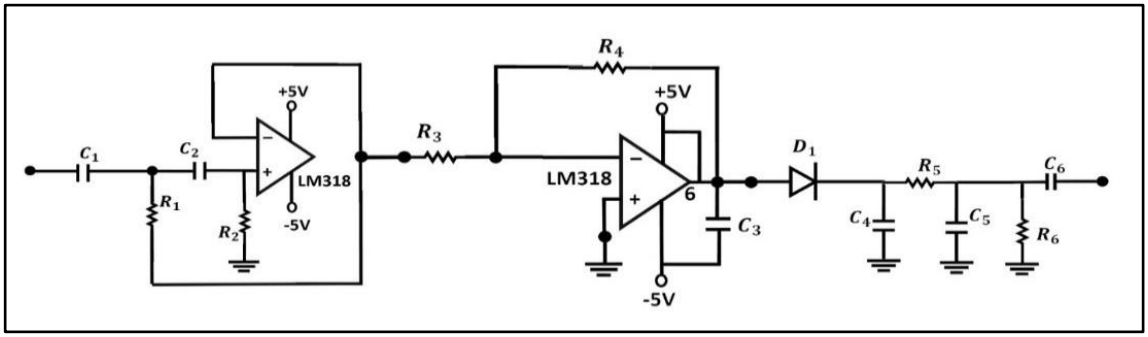
Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

4.2.3 Implementación de demodulador no coherente FM en el NI ELVIS II PLUS y su Simulación en NI Multisim.

Ahora que ya se realizó la modulación FM en el ARB en conjunto con el FGEN, se procederá a realizar la demodulación de la señal con y sin ruido, implementando un circuito demodulador no coherente en la plataforma protoboard del NI ELVIS II PLUS y su respectiva simulación en NI Multisim. Cabe recalcar que se trata de un sistema controlado, por lo que se omitirá el uso del filtro pasa banda y de el limitador.

FIGURA Nº 49

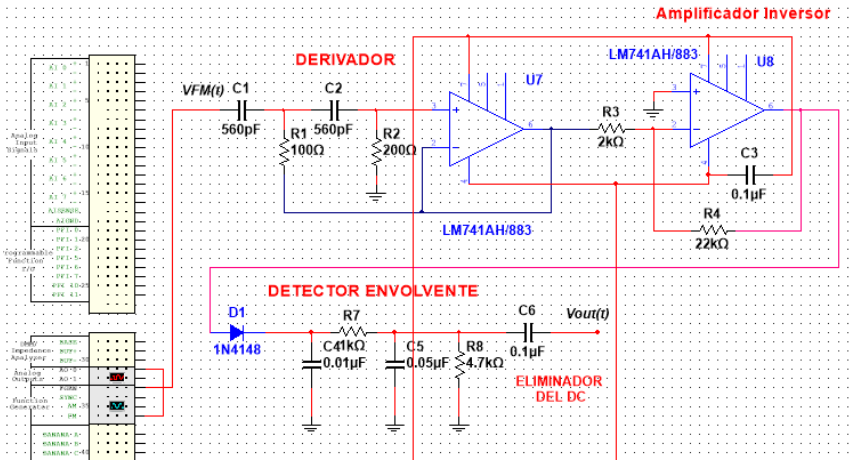
DISEÑO DEL CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE A IMPLEMENTAR



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA Nº 50

CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE FM SIMULADO EN EL NI MULTISIM.



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Componentes Del Circuito:

- NI ELVIS II+
- Computadora o Laptop
- Conectores
- 1 Punta Lógica
- Cables
- C_1 capacitor cerámico de 560pf
- C_2 capacitor cerámico de 560pf
- C_3 capacitor cerámico de 0,1uf
- C_4 capacitor cerámico de 0,01uf
- C_5 capacitor cerámico de 0,05uf
- $C_6$1 capacitor cerámico de 0,1uf
- R_1 Resistencia de 100Ω
- R_2 Resistencia de 200Ω
- R_3 Resistencia de 2kΩ
- R_4 Resistencia de 22KΩ
- R_5 Resistencia de 1KΩ

- R_6 potenciómetro de 4,7KΩ
- D_1 diodo 1N4148
- $C.I.$ 2 Circuito Integrado LM318

En el anexo Nº2 se encuentra especificado la conexión de los componentes del circuito, en el NI ELVIS II PLUS.

4.3 Control y Monitoreo del Tiempo.

Durante las clases de "Simulación de Sistemas" dentro de las instalaciones del laboratorio de Networking, se implementa la metodología teórico-práctico, tratando de dedicar al menos la mitad del tiempo de la clase para la impartición de la teoría y la otra mitad para la realización de las practicas experimentales.

Durante la implementación de las guías prácticas propuestas, se realizó la explicación teórica por parte del docente, así como también ciertos parámetros teóricos acerca del manejo del equipo y los componentes de este a utilizar. Luego de explicar la parte teórica se procedió a la realización de la práctica, en donde a continuación se detalla el tiempo de la teoría y de la implementación de la práctica.

TABLA Nº4

TIEMPO ESTIMADO DE LA IMPLEMENTACION DE LAS GUIAS

SISTEMA DE DEMODULACIÓN IMPLEMENTADO	TIEMPO DE TEORIA	TIEMPO DE PRACTICA
AM	2H20 min	1H40 min
FM	2H15 min	2H30 min
TOTAL DE HORAS	4H35 min	4H10 min

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

En la tabla anterior se puede observar los tiempos tanto de la impartición de la teoría como de la implementación de la práctica

determinando así un tiempo promedio de 4H35 min para la enseñanza teórica, mientras que para la implementación de la práctica se llegó a la suma de 4H10 min de tal manera que en 2 clases se pudo impartir y terminar con la enseñanza de los sistemas de Modulación Analógica.

4.4 Resultados de las prácticas realizadas.

Mediante la realización de las practicas sobre la demodulación analógica AM y FM se obtuvieron los resultados presentados a continuación en las tablas 5, 6 y 7 en las que se recupera la señal de información.

4.4.1 Simulación e Implementación De Sistema Demodulador AM No Coherente.

En las siguientes tablas se puede constatar los resultados obtenidos en la simulación e implementación de la demodulación AM no coherente

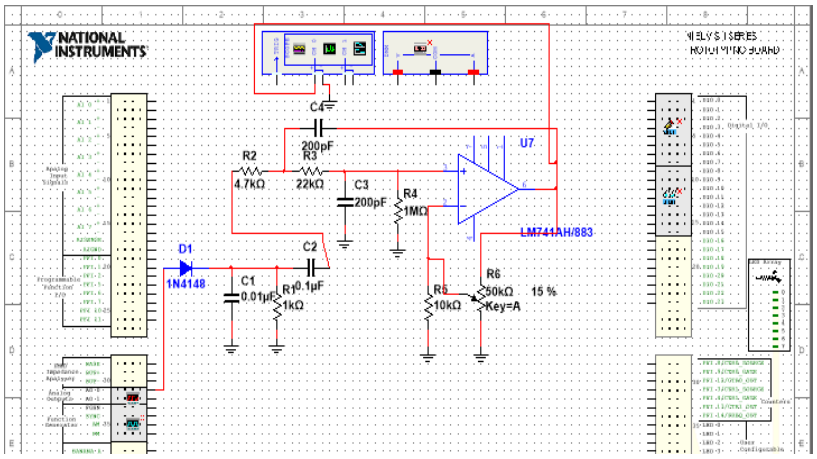
Como se puede observar en la tabla Nº5 se muestran los resultados de la simulación en la salida del circuito, en donde se recupera la señal de información en el dominio del tiempo y la frecuencia. Además, se puede observar los cambios que toma la señal de información al incrementar su frecuencia de 100KHz a 500KHz.

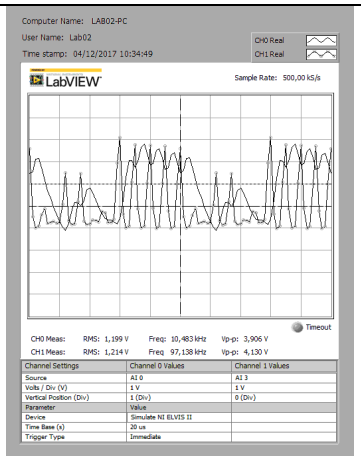
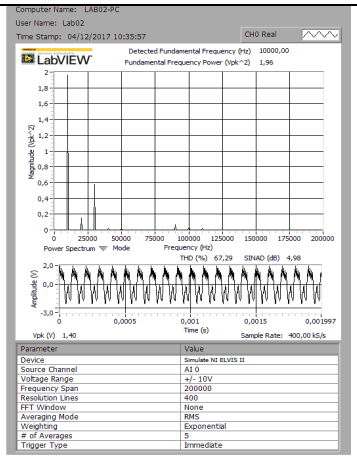
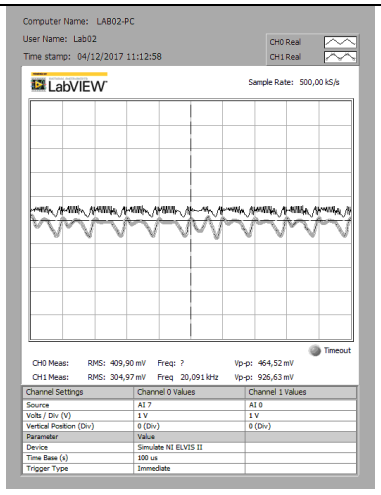
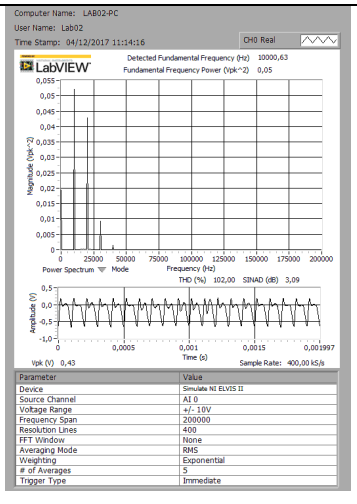
Para la primera fila de la tabla se tiene como condición una señal de información con valores de 1v y una frecuencia de 10kHz, además de la portadora con valores de 3v y frecuencia de 100kHz, para la segunda fila se realizó un cambio en lo que respecta a la frecuencia de la portadora ingresando un valor de 500kHz, logrando apreciar un cambio radical en el grafico del análisis del tiempo y en el análisis de la frecuencia. Cabe recalcar que los resultados obtenidos son mediante la simulación en NI MULTISIM.

TABLA Nº5

RESULTADOS DE LA SIMULACION DEL DEMODULADOR AM NO COHERENTE EN NI MULTISIM.

IMAGEN DEL CIRCUITO SIMULADO EN MULTISM



Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =1Cos2π (10kHz) t Vc(t) =3Cos 2π (100kHz) t		
Vm(t) =1Cos2π (10kHz) t Vc(t) =3Cos2π (500kHz) t		

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

A continuación, se tiene en la tabla Nº6 los resultados de la implementación en la salida del circuito, en donde se recupera la señal de información en el dominio del tiempo y la frecuencia. Esta implementación es sin ruido gaussiano y se la puede visualizar a la señal limpia montada en la señal con ruido. Además, se puede observar los cambios que toma la señal de información al incrementar su frecuencia de 100KHz a 500KHz.

Para la primera fila de la tabla al igual que en la tabla Nº5 de la simulación, se tiene como condición una señal de información con valores de 1v y una frecuencia de 10kHz, además de la portadora con valores de 3v y frecuencia de 100kHz.

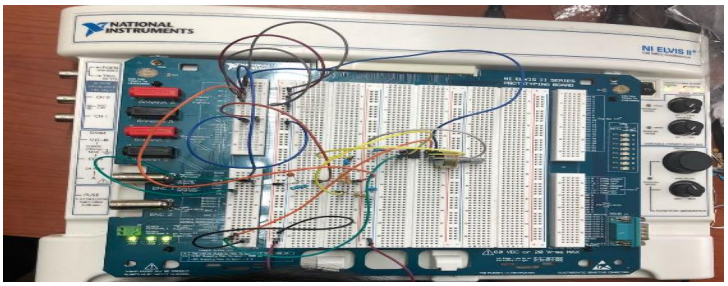
Para la segunda fila se realizó así mismo un cambio en lo que respecta a la frecuencia de la portadora ingresando un valor de 500kHz, logrando apreciar un cambio radical en el grafico del análisis del tiempo y en el análisis de la frecuencia.

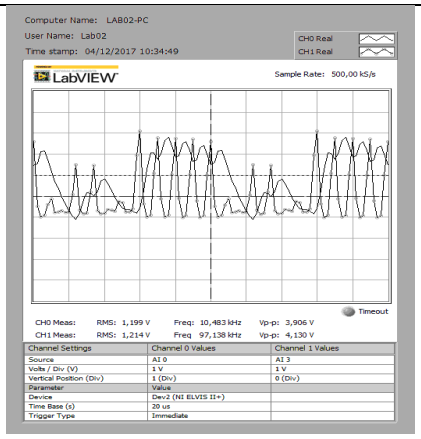
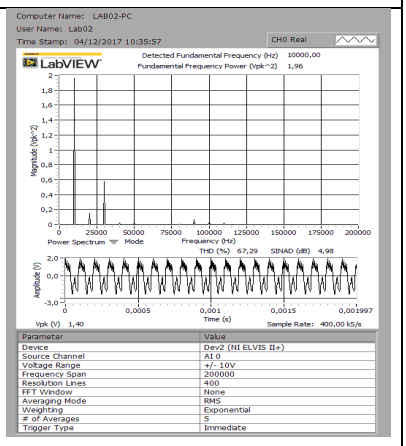
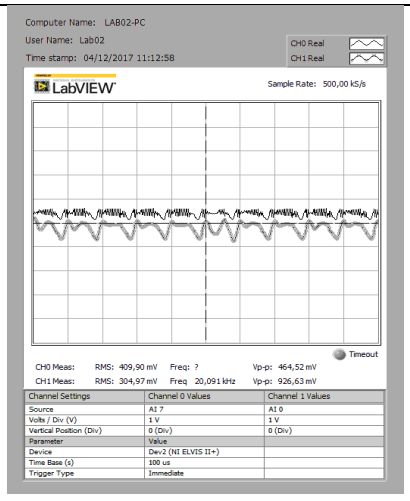
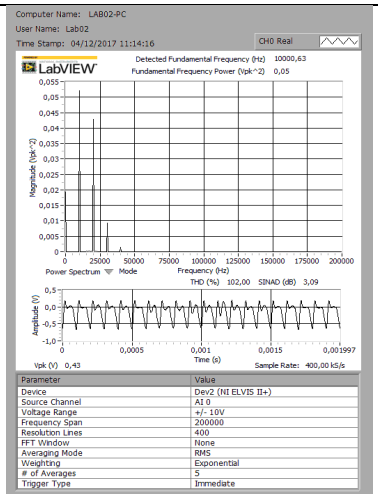
Cabe recalcar que los resultados obtenidos son mediante la implementación en la placa protoboard del NI ELVIS II PLUS del circuito demodulador no coherente, el cual se puede observar en la imagen de la tabla Nº6 a continuación.

TABLA N°6

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DEL DEMODULADOR AM NO COHERENTE SIN RUIDO EN EL NI ELVIS II PLUS.

IMAGEN DEL CIRCUITO IMPLEMENTADO



Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =1Cos2π (20kHz) t Vc(t) =3Cos2π (200kHz) t		
Vm(t) =1Cos2π (20kHz) t Vc(t) =3Cos(1000kHz) t		

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Por último, se tiene en la tabla Nº7 los resultados de la implementación en la salida del circuito, en donde se recupera la señal de información en el dominio del tiempo y la frecuencia. Esta implementación

se le agrega el ruido gaussiano y se la puede visualizar a la señal corroída debajo la señal limpia, donde se puede observar el notable efecto del ruido Gaussiano sobre las señales AM. Además, se puede observar los cambios que toma la señal de información al incrementar su frecuencia de 100KHz a 500KHz.

Para la primera fila de la tabla, se tiene como condición una señal de información con valores de 1v y una frecuencia de 10kHz, además de la portadora con valores de 3v y frecuencia de 100kHz, así como también el valor del ruido gaussiano de 0,1 que para el sistema AM es suficiente para poder comprobar el efecto que genera el ruido en el sistema,

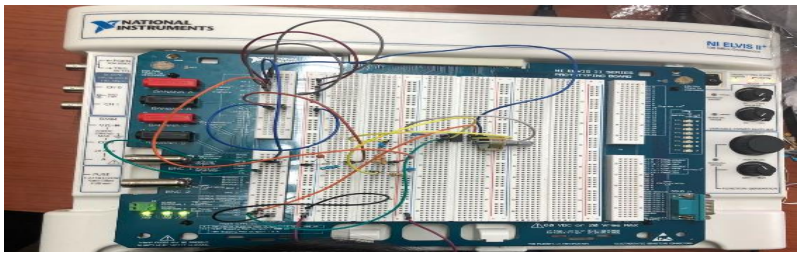
Para la segunda fila se realizó un cambio en lo que respecta a la frecuencia de la portadora ingresando un valor de 500kHz, como en las anteriores experimentaciones, con la diferencia que se le agrego el valor de 0,1 de ruido gaussiano para poder apreciar la diferencia del ruido sobre las señales con distintas frecuencias, logrando apreciar un cambio radical en el grafico del análisis del tiempo y en el análisis de la frecuencia.

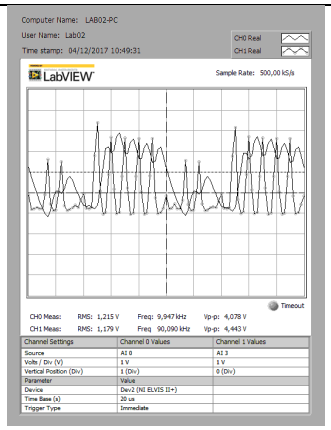
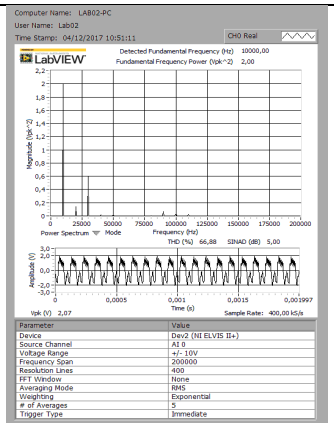
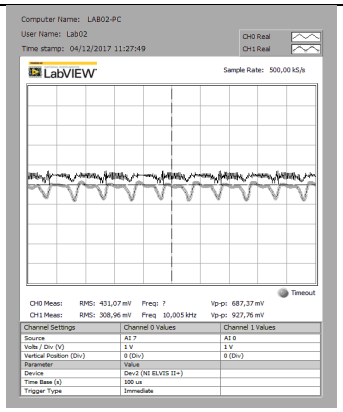
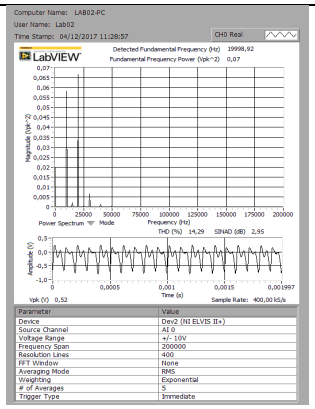
Cabe recalcar que los resultados obtenidos son mediante la implementación en la placa protoboard del NI ELVIS II PLUS del circuito demodulador no coherente, el cual se puede observar en la imagen de la tabla Nº7 a continuación.

TABLA N^{0}7

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DEL DEMODULADOR AM NO COHERENTE CON RUIDO EN EL NI ELVIS II PLUS.

IMAGEN DEL CIRCUITO IMPLEMENTADO



Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =1Cos2π (20kHz) t Vc(t) =3Cos2π (200kHz) t Gaussian noise= 0.1		
Vm(t) =1Cos2π (20kHz t Vc(t) =3Cos2π (1000kHz) t Gaussian noise= 0.1		

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

4.4.2 Simulación e Implementación Del Sistema Demodulador FM No Coherente.

En las tablas N.º 8 y 9 se puede constatar los resultados obtenidos en la implementación de la demodulación FM no coherente.

En el caso de la simulación con el NI Multisim, no se logró simular la modulación FM en el Generador de Funciones ya que esta opción en el software está limitada únicamente para la licencia profesional, y no para la licencia estudiantil que es con la que se cuenta en el laboratorio de Networking.

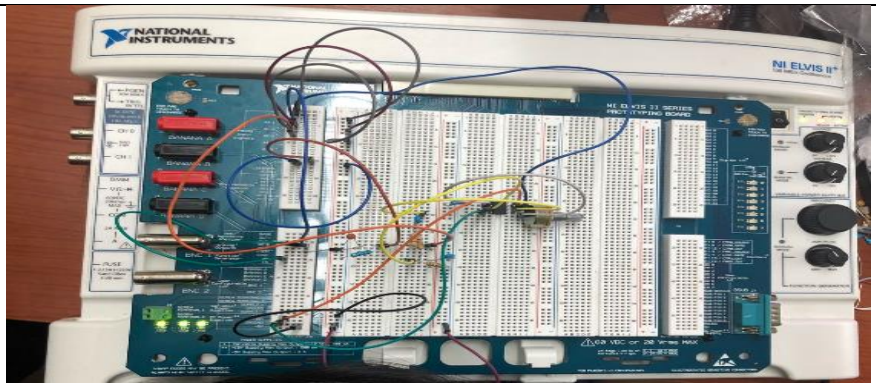
Por lo tanto, no se puede lograr realizar la simulación de la modulación FM con y sin ruido.

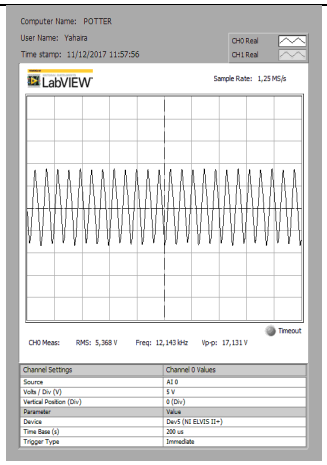
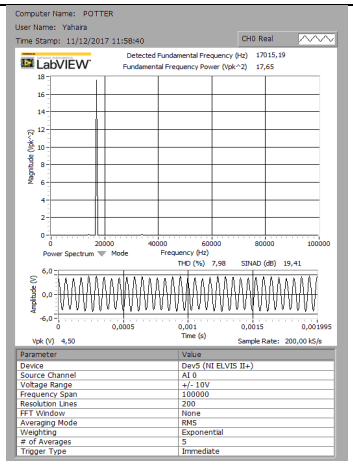
En la tabla 8 se puede apreciar la implementación del circuito demodulador FM dentro del NI ELVIS II PLUS, y los resultados correspondientes a la salida del circuito mostrando así la señal de información sin la presencia de ruido gaussiano.

Para la primera fila de la tabla, se tiene como condición una señal de información con valores de 1v y una frecuencia de 10kHz, además de la portadora con valores de 3v y frecuencia de 100kHz. A diferencia de la práctica AM, en FM no se realizó cambios en la frecuencia y solo se trabajó con una señal constante en amplitud y frecuencia.

TABLA N^0 8

RESULTADOS DE LA SALIDA DE LA SEÑAL DE INFORMACION DEL DEMODULADOR FM SIN RUIDO



Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =1Sin2π (10kHz) t Vc(t) =3Sin2π (100kHz) t		

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

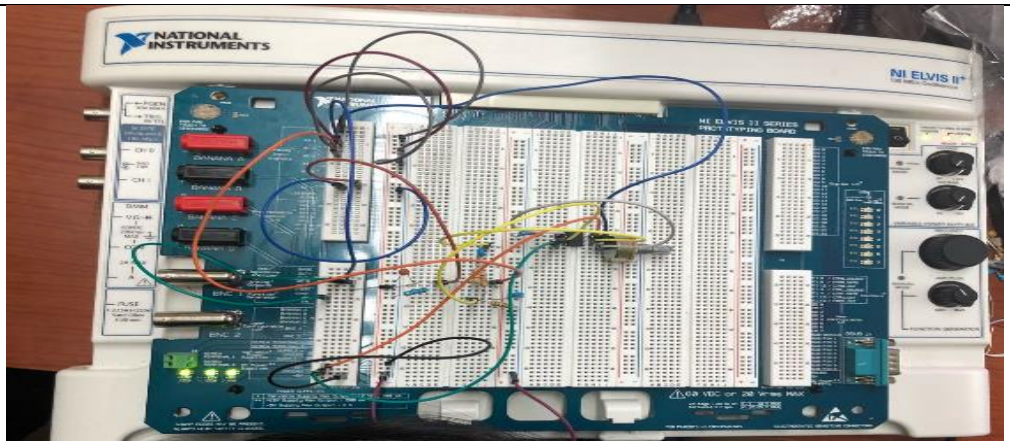
En la tabla 9 se puede apreciar la implementación del circuito dentro del NI ELVIS II PLUS, y los resultados correspondientes a la salida del circuito mostrando así la señal de información con la presencia de ruido gaussiano de valor 0,1.

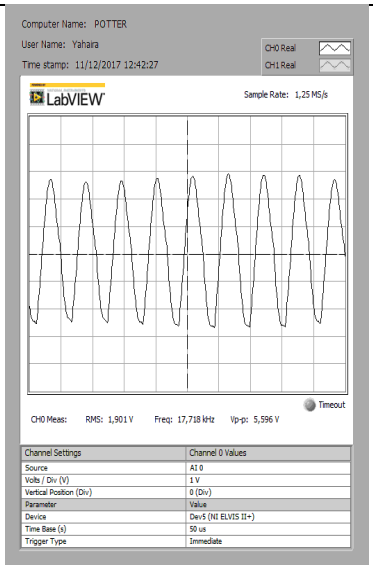
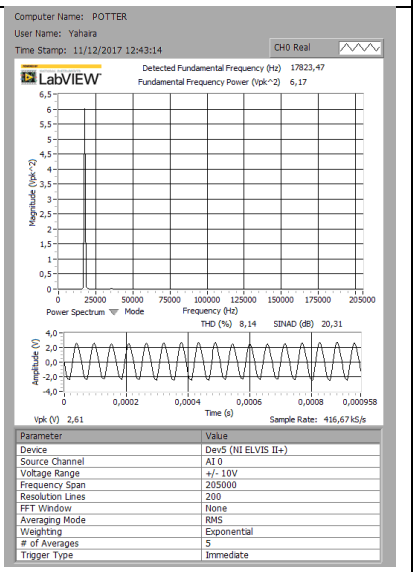
Para la primera fila de la tabla, se tiene como condición una señal de información con valores de 1v y una frecuencia de 10kHz, además de la portadora con valores de 3v y frecuencia de 100kHz, así como también el valor del ruido gaussiano de 0,1. En el dominio del tiempo y la frecuencia, como se puede observar en FM el ruido Gaussiano es casi nulo por lo que no se aprecia cambios significativos en la señal resultante del demodulador.

A si mismo solo se trabajó con una señal constante en amplitud y frecuencia.

TABLA N^0 9

RESULTADOS DE LA SALIDA DE LA SEÑAL DE INFORMACION DEL DEMODULADOR FM CON RUIDO



Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =1Sin2π (10kHz) t Vc(t) =3Sin2π (100kHz) t Gaussian noise= 0.1		

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

4.5 Desarrollo de la Encuesta

Conforme al quinto objetivo específico propuesto en esta investigación se procederá a realizar dos encuestas, una previa y otra posterior de las guías prácticas de implementación de los sistemas de

modulación analógica con la intención de analizar la opinión de los estudiantes del 8vo semestre de la carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Las encuestas están basadas en el modelo Likert compuesto de cinco niveles de opinión, para obtener así datos medibles sobre la satisfacción de los estudiantes.

Una vez realizada la pre y post encuesta se procede a tabular los datos obtenidos por cada pregunta determinando así la información necesaria para llegar a la conclusión del trabajo de investigación.

4.5.1 Pre-encuesta.

1. **¿Está de acuerdo que las prácticas de laboratorio son de gran importancia en la fundamentación teórica dentro de la formación académica?**

TABLA N^0 10

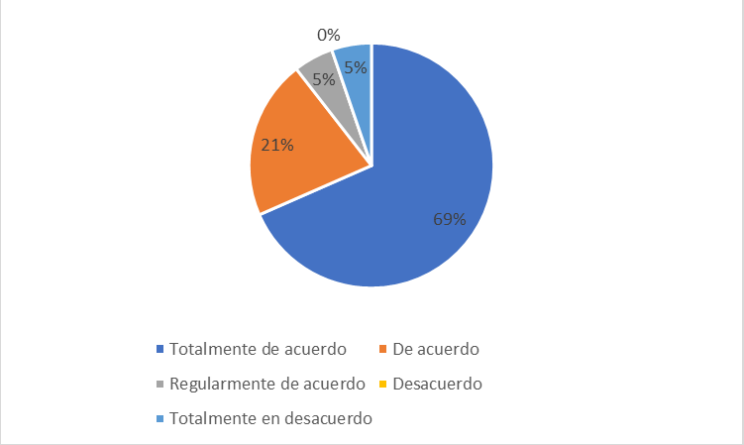
IMPORTANCIA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	13	69%
De acuerdo	4	21%
Regularmente de acuerdo	1	5%
Desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	1	5%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian

FIGURA N^0 51

IMPORTANCIA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos, se indicó que el 69% está totalmente de acuerdo, el 21% está de acuerdo, en cambio 5% se encuentra regularmente de acuerdo, mientras que un 0% se siente desacuerdo y un 5% totalmente desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 69% de los encuestados determinan que las practicas dentro de los laboratorios es muy importante en la formación académica.

2. **¿Posee usted conocimientos prácticos y técnicos en equipos de medición referentes a la carrera de ingeniería en Teleinformática?**

TABLA N^0 11

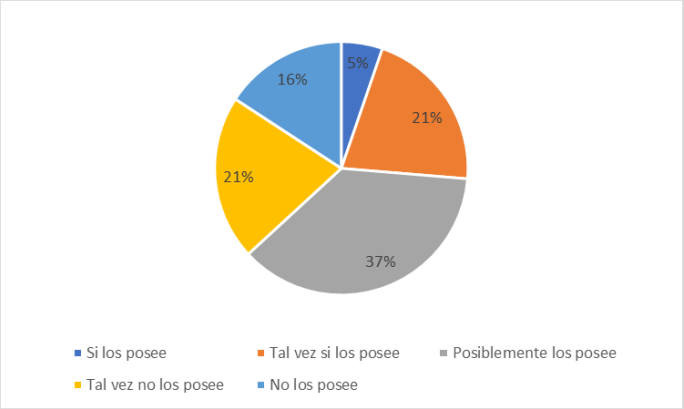
CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS Y TÉCNICOS EN LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

Descripción	Frecuencia	%
Si los posee	1	5%
Tal vez si los posee	4	21%
Posiblemente los posee	7	37%
Tal vez no los posee	4	21%
No los posee	3	16%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 52

CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS Y TÉCNICOS EN LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se detalla que el 5% que, si los posee, existe un 21% que tal vez si los posee, se describe un 37% que posiblemente los posee, además un 21% que tal vez no los posee y finalmente un 16% que no los posee. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 37% de los encuestados posiblemente posee conocimientos prácticos y técnicos en la manipulación de equipos de medición.

3. **Considera usted que las prácticas de laboratorio optimizan el tiempo de las clases impartidas en comprensión con la metodología teórica.**

TABLA N^0 12

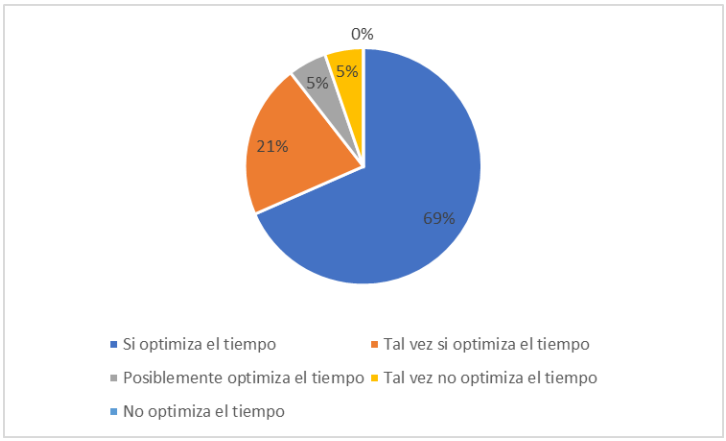
EMPLEAR PRÁCTICAS EN LOS LABORATORIOS PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE COMPRENSIÓN.

Descripción	Frecuencia	%
Si optimiza el tiempo	13	69%
Tal vez si optimiza el tiempo	4	21%
Posiblemente optimiza el tiempo	1	5%
Tal vez no optimiza el tiempo	1	5%
No optimiza el tiempo	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 53

EMPLEAR PRÁCTICAS EN LOS LABORATORIOS PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE COMPRENSIÓN.



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 69% de los encuestados indican que, si optimiza el tiempo, también un 21% tal vez si optimiza el tiempo, aunque un 5% posiblemente optimiza el tiempo, además un 21% que tal vez no optimiza el tiempo y finalmente un 0% que no optimiza el tiempo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 69% de los estudiantes encuestados demuestran que si se optimiza el tiempo de comprensión al aplicar métodos prácticos dentro del laboratorio junto con los equipos necesarios.

4. **¿Cree usted que una plataforma modular de laboratorio capaz de permitir mediciones digitales y analógicas sea de gran ayuda para la realización de las prácticas en el laboratorio?**

TABLA N^0 13

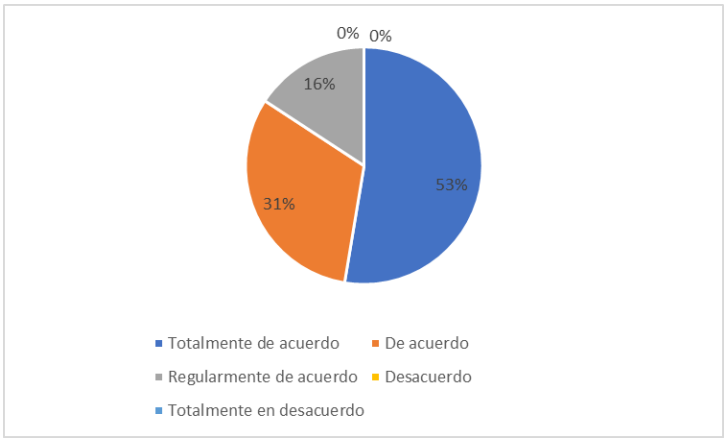
PLATAFORMA MODULAR COMO HERRAMIENTA PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	10	53%
De acuerdo	6	31%
Regularmente de acuerdo	3	16%
Desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0.54

PLATAFORMA MODULAR COMO HERRAMIENTA PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 53% de los encuestados indican que totalmente de acuerdo, también un 31% de acuerdo, aunque un 16% regularmente de acuerdo, un 0% regularmente desacuerdo y por último un 0% totalmente en desacuerdo.

Según con el diagrama de pastel se destaca que el 53% de los estudiantes encuestados demuestran un total de acuerdo que la plataforma modular del laboratorio es capaz de ejercer mediciones digitales y analógicas para ayudar la elaboración de prácticas.

5. Ha sido capacitado para el uso de NI ELVIS II Plus

TABLA N^0. 14

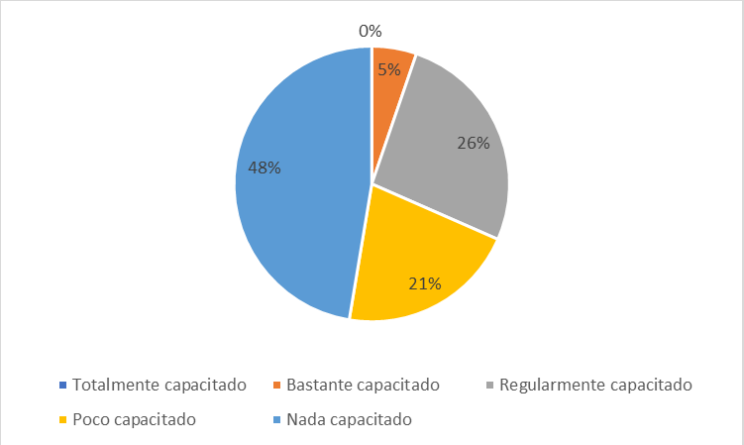
CAPACITADO PARA EL USO DE NI ELVIS II PLUS

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente capacitado	0	0%
Bastante capacitado	1	5%
Regularmente capacitado	5	26%
Poco capacitado	4	21%
Nada capacitado	9	48%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 55

CAPACITADO PARA EL USO DE NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 0% de los encuestados indican que están totalmente capacitado, también un 5% están bastante capacitado, aunque un 26% se encuentran regularmente capacitado, un 21% poco capacitado y por último un 48% nada capacitado. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 48% de los estudiantes encuestados demuestran que no están capacitado para el uso de NI ELVIS II Plus.

6. **Cree usted que la utilización del NI ELVIS II Plus tiene herramientas necesarias para reducir el tiempo en las prácticas de laboratorio**

TABLA N^0 .15

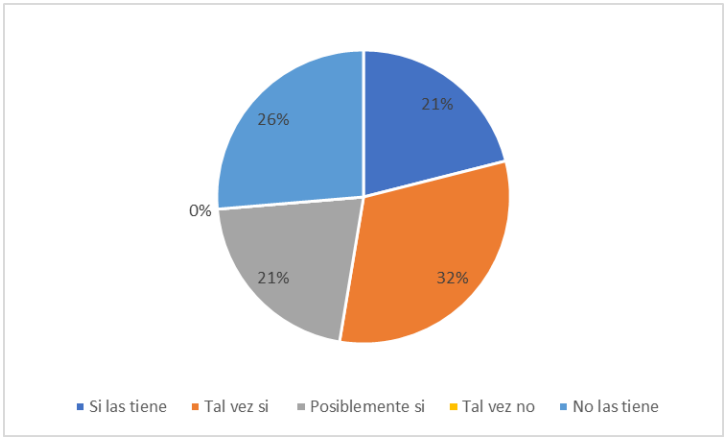
NI ELVIS II PLUS POSEE LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Descripción	Frecuencia	%
Si las tiene	4	21%
Tal vez si	6	32%
Posiblemente si	4	21%
Tal vez no	0	0%
No las tiene	5	26%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 56

NI ELVIS II PLUS POSEE LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 21% de los encuestados indican que, si las tiene, un 32% señala que tal vez sí, también existe un 21% que posiblemente si, un 0% tal vez no y un 26% no las tiene. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 32% de los estudiantes encuestados demuestran que tal vez NI ELVIS II Plus

posee las herramientas necesarias para reducir el tiempo en el momento de realizar prácticas de laboratorio.

7. **Piensa usted que la utilización del NI ELVIS II Plus ayudara en su desempeño académico; creando así, motivación en clases.**

TABLA N^0 . 16

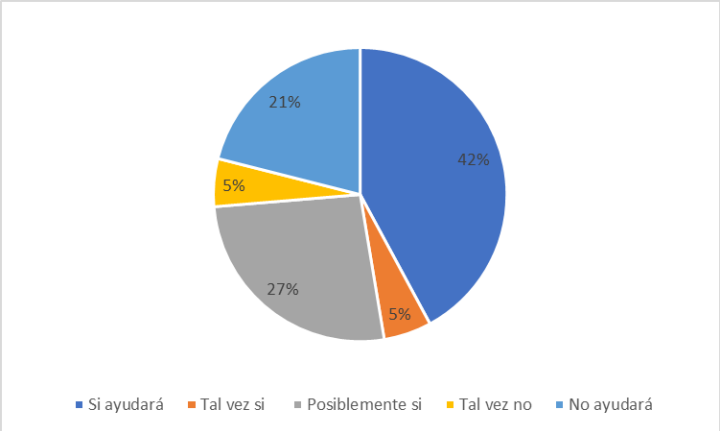
AUMENTO DE DESEMPEÑO ACADÉMICO POR EL USO DEL NI ELVIS II PLUS

Descripción	Frecuencia	%
Si ayudará	8	42%
Tal vez si	1	5%
Posiblemente si	5	27%
Tal vez no	1	5%
No ayudará	4	21%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 57

AUMENTO DE DESEMPEÑO ACADÉMICO POR EL USO DEL NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 42% de los encuestados indican que sí ayudará, un 5% señala que tal vez sí, también existe un 27% que posiblemente sí, un 5% tal vez no y un 21% que no ayudará. Según con el diagrama de pastel se destaca que el

42% de los estudiantes encuestados demuestran que NI ELVIS II Plus sí ayudará a tener un mayor desempeño académico y fomentar el aprendizaje.

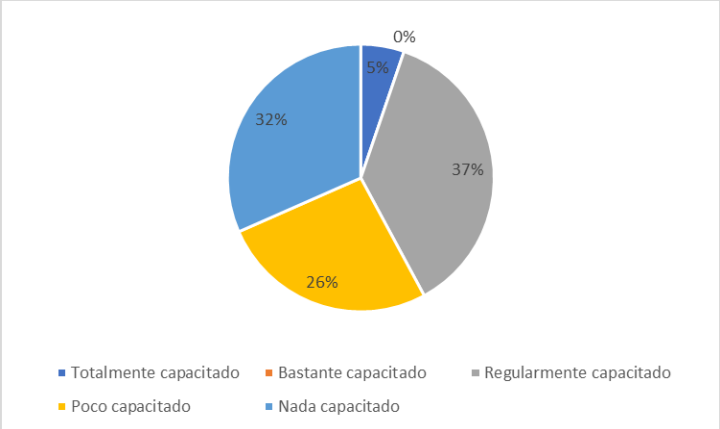
8. **Se siente capacitado para una implementación de un sistema de modulación analógica en el NI ELVIS II Plus**

TABLA N^0 . 17
CAPACITADO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MODULACIÓN ANALÓGICA

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente capacitado	1	5%
Bastante capacitado	0	0%
Regularmente capacitado	7	37%
Poco capacitado	5	26%
Nada capacitado	6	32%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 58
CAPACITADO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MODULACIÓN ANALÓGICA



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 5% de los encuestados indican que están totalmente capacitado, un 0% bastante capacitado, un 37% están regularmente capacitado, un 26% poco

capacitado y un 32% nada capacitado. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 37% de los estudiantes encuestados demuestran que están regularmente capacitado para implementar un sistema de modulación analógica aplicando el NI ELVIS II Plus.

9. Considera importante la fundamentación teórica antes de la realización practica de laboratorio en el NI ELVIS II Plus

TABLA N^0 18

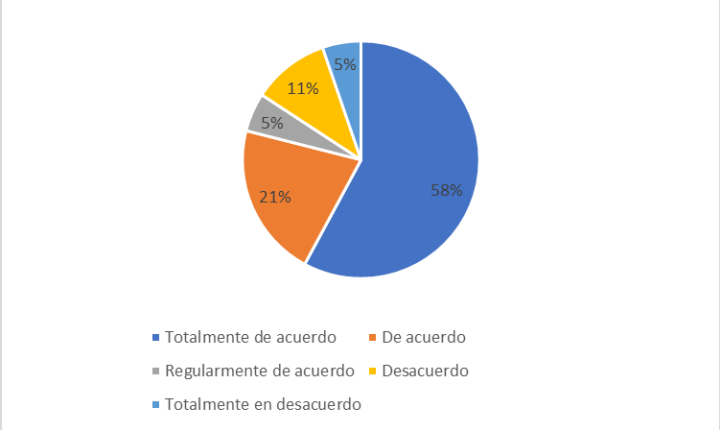
IMPORTANCIA DE LOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS ANTES DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	11	58%
De acuerdo	4	21%
Regularmente de acuerdo	1	5%
Desacuerdo	2	11%
Totalmente en desacuerdo	1	5%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 59

IMPORTANCIA DE LOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS ANTES DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 58% de los encuestados indican que están totalmente de acuerdo, un

21% están de acuerdo, un 5% están regularmente de acuerdo, un 11% desacuerdo y por último 5% totalmente en desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 58% de los estudiantes encuestados demuestran que están totalmente de acuerdo que se debe entender primero los fundamentos teóricos antes de comenzar a utilizar el NI ELVIS II Plus en las prácticas de laboratorio.

10. ¿Cuánto tiempo considera necesario para la realización de una implementación de un sistema de modulación analógica en el NI ELVIS II Plus.?

TABLA N^0. 19

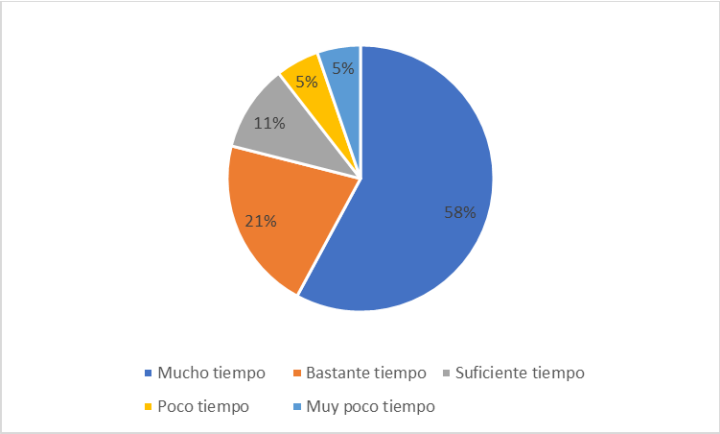
TIEMPO NECESARIO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MODULACIÓN ANALÓGICA.

Descripción	Frecuencia	%
Mucho tiempo	11	58%
Bastante tiempo	4	21%
Suficiente tiempo	2	11%
Poco tiempo	1	5%
Muy poco tiempo	1	5%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 60

TIEMPO NECESARIO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MODULACIÓN ANALÓGICA.



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 58% de los encuestados indican que necesitan mucho tiempo, un 21% bastante tiempo, un 11% suficiente tiempo, un 5% poco tiempo y por último un 5% muy poco tiempo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 58% de los estudiantes encuestados demuestran que necesitan mucho tiempo para implementar un sistema de modulación analógica en el NI ELVIS II Plus en las prácticas de laboratorio.

4.5.2 Post-encuesta.

1. **¿Está de acuerdo que las prácticas de laboratorio sirvieron para obtener una mejor comprensión en el conocimiento impartido?**

TABLA N^0 20

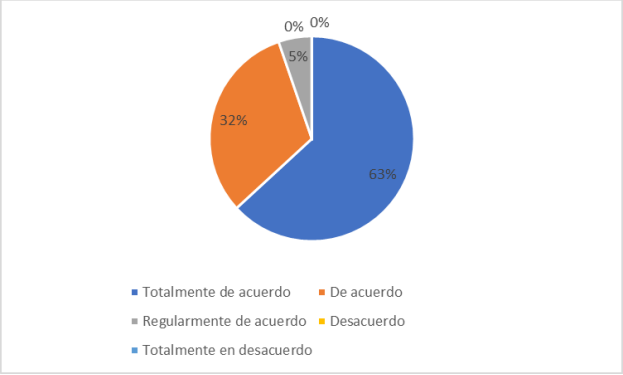
UTILIDAD DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	12	63%
De acuerdo	6	32%
Regularmente de acuerdo	1	5%
Desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 61

UTILIDAD DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 63% de los encuestados indican que están totalmente de acuerdo, un 32% de acuerdo, un 5% regularmente de acuerdo, un 0% desacuerdo y por último un 0% totalmente en desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 63% de los estudiantes encuestados demuestran que están totalmente de acuerdo que las prácticas de laboratorio apoyaron en la obtención de una mejor captación de conocimiento de acuerdo a la teoría.

2. **Considera usted que el NI ELVIS II Plus presenta una fácil utilización técnica para las practicas**

TABLA N^0 21

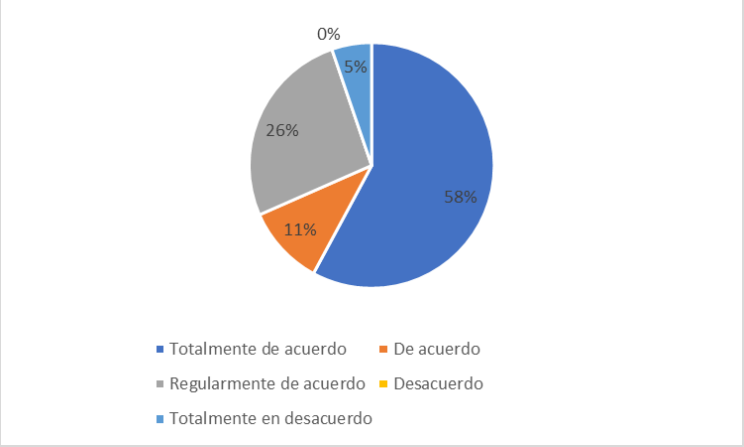
FÁCIL USO DEL NI ELVIS II PLUS

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	11	58%
De acuerdo	2	11%
Regularmente de acuerdo	5	26%
Desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	1	5%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 62

FÁCIL USO DEL NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 58% de los encuestados indican que están totalmente de acuerdo, un 11% de acuerdo, un 26% regularmente de acuerdo, un 0% desacuerdo y por último un 5% totalmente en desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 58% de los estudiantes encuestados demuestran que están totalmente de acuerdo que el NI ELVIS II Plus es factible para elaboración de prácticas de laboratorio.

3. **Cree usted que el NI ELVIS II Plus presento las herramientas necesarias para la implementación de los sistemas de modulación analógica**

TABLA N^0 22

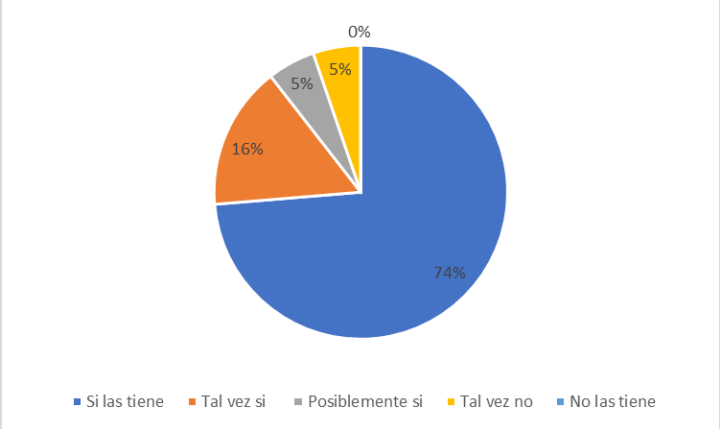
HERRAMIENTAS NECESARIAS DEL NI ELVIS II PLUS

Descripción	Frecuencia	%
Si las tiene	14	74%
Tal vez si	3	16%
Posiblemente si	1	5%
Tal vez no	1	5%
No las tiene	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 63

HERRAMIENTAS NECESARIAS DEL NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 74% de los encuestados indican que sí las tiene, un 16% tal vez sí, un 5% posiblemente sí, un 5% tal vez no y por último un 0% no las tiene. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 74% de los estudiantes encuestados demuestran que el NI ELVIS II Plus si tiene las herramientas necesarias para implementar sistemas de modulación.

4. **Cree usted que la teoría impartida antes de la práctica fue completa**

TABLA N^0 .23

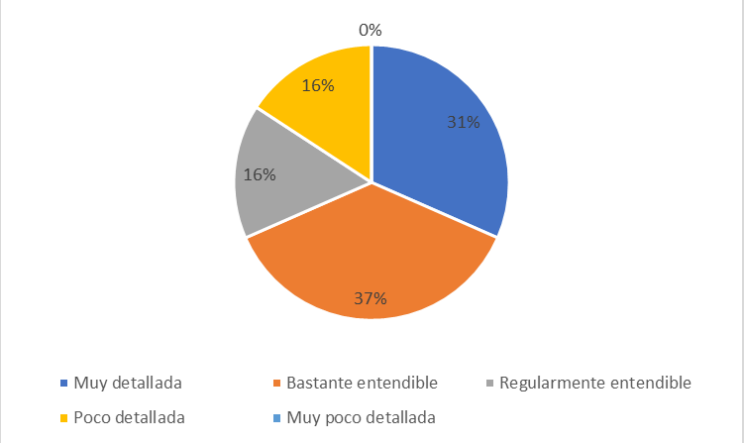
EXPLICACIÓN LA TEORÍA FUE COMPLETAMENTE IMPARTIDA

Descripción	Frecuencia	%
Muy detallada	6	31%
Bastante entendible	7	37%
Regularmente entendible	3	16%
Poco detallada	3	16%
Muy poco detallada	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 64

EXPLICACIÓN LA TEORÍA FUE COMPLETAMENTE IMPARTIDA



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 31% de los encuestados indican que debe ser muy detallada, un 37%

bastante entendible, un 16% regularmente entendible, un 16% poco detallada y por último un 0% muy poco detallada. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 37% de los estudiantes encuestados demuestran que la teoría impartida por el docente es bastante entendible para poder realizar prácticas de laboratorio.

5. **Cuando ingresó la ecuación al Generador Arbitrario del NI ELVIS II Plus para implementar el sistema de modulación analógica, tuvo problemas al obtener las respuestas**

TABLA N^0. 24

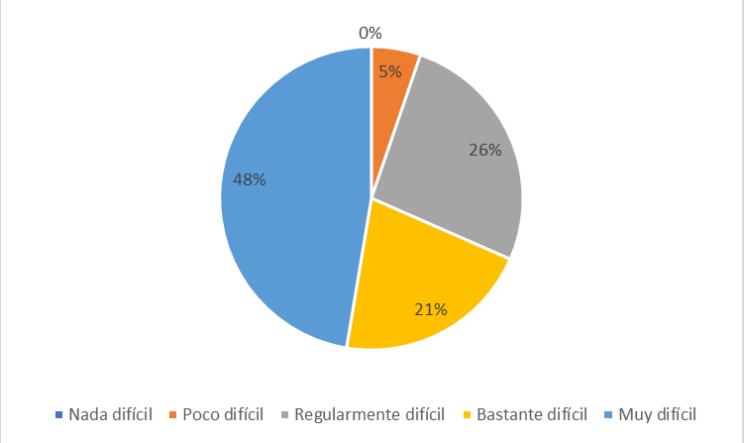
PROBLEMAS AL OBTENER LAS RESPUESTAS EN NI ELVIS II PLUS

Descripción	Frecuencia	%
Nada difícil	0	0%
Poco difícil	1	5%
Regularmente difícil	5	26%
Bastante difícil	4	21%
Muy difícil	9	48%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 65

PROBLEMAS AL OBTENER LAS RESPUESTAS EN NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 0% de los encuestados indican nada difícil, un 5% poco difícil, un 26%

regularmente difícil, un 21% bastante difícil y por último un 48% muy difícil. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 48% de los estudiantes encuestados demuestran que para obtener respuestas mediante el ingreso de la ecuación al Generador Arbitrario del NI ELVIS II Plus para implementar el sistema de modulación analógica es muy difícil.

6. **Cree usted que los resultados obtenidos a través del tiempo y frecuencia de ARB tienen similitud con las respuestas obtenidas en la teoría**

TABLA N^0 25

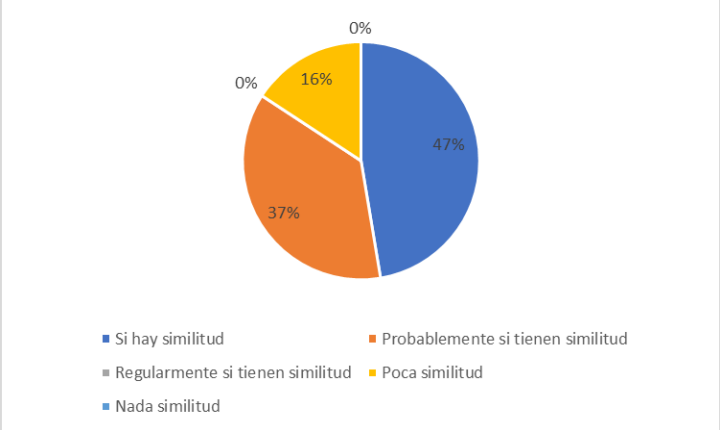
COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRÁCTICA CON LOS DE TEORÍA

Descripción	Frecuencia	%
Si hay similitud	9	47%
Probablemente si tienen similitud	7	37%
Regularmente si tienen similitud	0	0%
Poca similitud	3	16%
Nada similitud	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 66

COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRÁCTICA CON LOS DE TEORÍA



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 47% de los encuestados indican que los resultados comparados si hay similitud, un 37% probablemente si tienen similitud, un 0% regularmente si tienen similitud, un 16% poca similitud y por último un 0% nada similitud. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 47% de los estudiantes encuestados demuestran que los resultados obtenidos a través del tiempo y frecuencia de ARB si hay similitud con las respuestas obtenidas en la teoría.

7. **Considera usted que dentro de la implementación de los sistemas de modulación analógica en el NI ELVIS II Plus optimizo tiempo para la comprensión de las clases**

TABLA N^0 .26

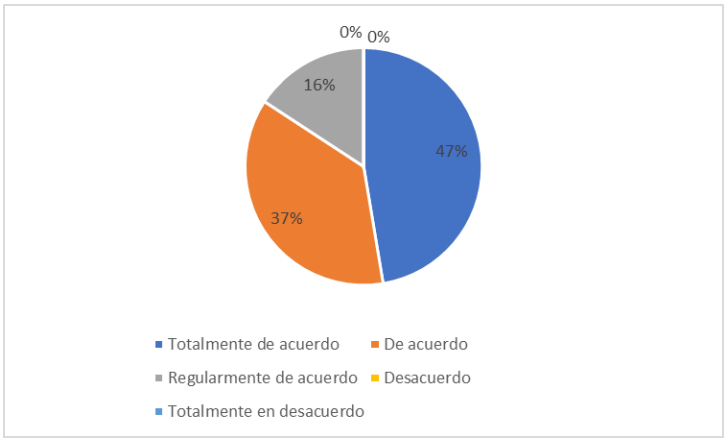
USO DE LOS SISTEMAS DE MODULACIÓN ANALÓGICA

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	9	47%
De acuerdo	7	37%
Regularmente de acuerdo	3	16%
Desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 67

USO DE LOS SISTEMAS DE MODULACIÓN ANALÓGICA



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 47% de los encuestados indican que están totalmente de acuerdo, un 37% de acuerdo, un 16% regularmente de acuerdo, un 0% desacuerdo y por último un 0% totalmente en desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 47% de los estudiantes encuestados demuestran que están totalmente de acuerdo que la implementación de los sistemas de modulación analógica en el NI ELVIS II Plus optimizo tiempo para la comprensión de las clases

8. **Cree usted que el tiempo destinado para realizar esta práctica fue aprovechado en su totalidad, ya que de esta manera se puede avanzar con más temas de estudios dentro de la materia impartida**

TABLA N^0 .27

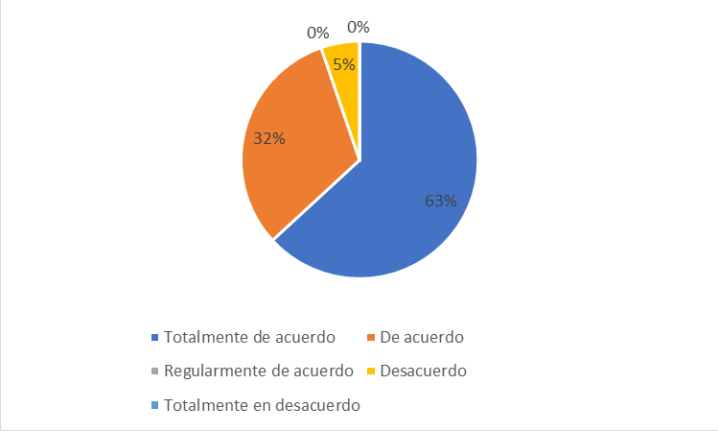
TIEMPO DE ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	12	63%
De acuerdo	6	32%
Regularmente de acuerdo	0	0%
Desacuerdo	1	5%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 68

TIEMPO DE ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 63% de los encuestados indican que están totalmente de acuerdo, un 32% de acuerdo, un 0% regularmente de acuerdo, un 5% desacuerdo y por último un 0% totalmente en desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 63% de los estudiantes encuestados demuestran que están totalmente de acuerdo con el tiempo que se asigna para elaborar la práctica y aumentar más temas de estudios dentro de la materia.

9. ¿Está de acuerdo con la incorporación de nuevas áreas para el desarrollo practico?

TABLA N^0 28

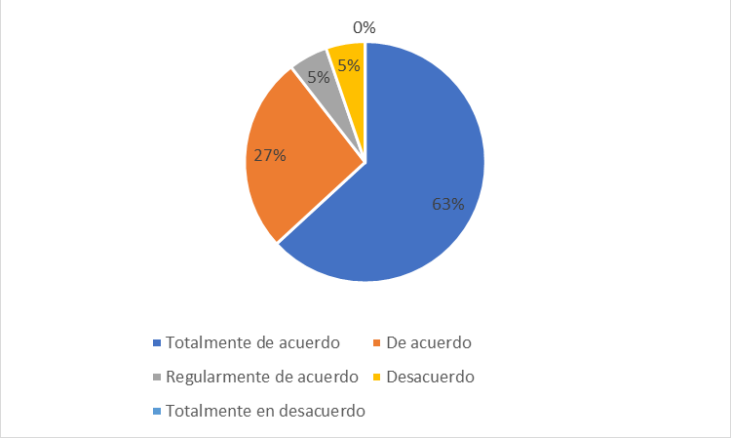
INCORPORACIÓN DE NUEVAS ÁREAS

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	12	63%
De acuerdo	5	27%
Regularmente de acuerdo	1	5%
Desacuerdo	1	5%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 69

INCORPORACIÓN DE NUEVAS ÁREAS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 63% de los encuestados indican que están totalmente de acuerdo, un 27% de acuerdo, un 5% regularmente de acuerdo, un 5% desacuerdo y por último un 0% totalmente en desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 63% de los estudiantes encuestados demuestran que están totalmente de acuerdo que se incorporen nuevas áreas para el desarrollo practico para fomentar el aprendizaje

10. **Cree usted que la adecuación de los laboratorios dentro de la facultad ayudaría a la recategorización futura que realizará el CEAACES.**

TABLA N^0 . 29

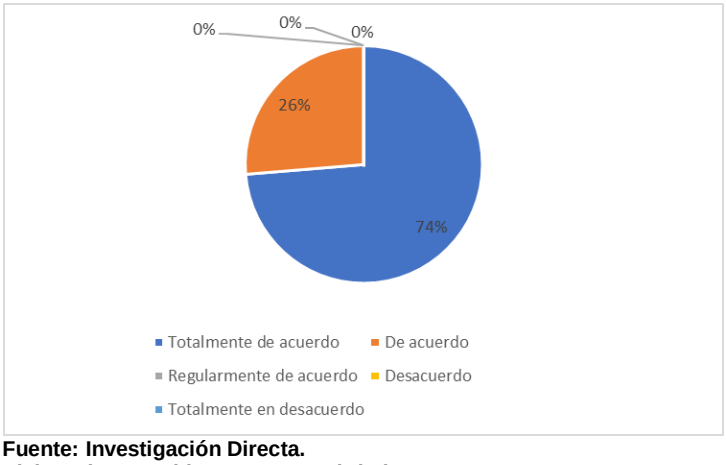
ADECUACIÓN DE LOS LABORATORIOS

Descripción	Frecuencia	%
Totalmente de acuerdo	14	74%
De acuerdo	5	26%
Regularmente de acuerdo	0	0%
Desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	19	100%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

FIGURA N^0 70

ADECUACIÓN DE LOS LABORATORIOS



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Conforme a los resultados obtenidos en la encuesta, se describe que el 74% de los encuestados indican que están totalmente de acuerdo, un 26% de acuerdo, un 0% regularmente de acuerdo, un 0% desacuerdo y por último un 0% totalmente en desacuerdo. Según con el diagrama de pastel se destaca que el 74% de los estudiantes encuestados demuestran que están totalmente de acuerdo adecuación de los laboratorios dentro de la institución permiten en ayudar a la recategorización futura que realizará el CEAACES.

4.5.3 Análisis de las Encuestas.

Durante la elaboración de las encuestas se optó por realizar una pre y post-encuesta para la realización de la práctica de los Sistemas de Modulación Analógicos.

En la pre-encuesta se logra obtener información acerca de la importancia de los laboratorios dentro de la formación académica como se muestra en la tabla N^0 30; de acuerdo a las preguntas 1,4 y 9, así como también si se considera una optimización del tiempo en la implementación de prácticas para consolidar la información teórica previamente adquirida.

Además, si se cree necesario la implementación de las prácticas de laboratorio dentro de la carrera.

TABLA N^0. 30

IMPORTANCIA DE LOS LABORATORIOS Y EQUIPOS DENTRO DE LA FORMACIÓN ACADÉMICA

PRE-ENCUESTA					
No. Pregunta	**Totalmente de acuerdo**	**De acuerdo**	**Indiferente**	**Desacuerdo**	**Totalmente desacuerdo**
1	69%	21%	5%	0%	5%
4	53%	31%	16%	0%	0%
9	58%	21%	5%	11%	5%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

En la post-encuesta se logra obtener información acerca de la facilidad del uso del equipo como se muestra en la tabla N^0 31; de acuerdo a las preguntas 2 y 3

TABLA N0. 31

FACILIDAD DE USO DEL EQUIPO DENTRO DE LAS PRACTICAS DE LABORATORIO

POST-ENCUESTA					
No. Pregunta	**Totalmente de acuerdo**	**De acuerdo**	**Indiferente**	**Desacuerdo**	**Totalmente desacuerdo**
2	58%	11%	26%	0%	5%
No. Pregunta	**Si las tiene**	**Tal vez las tiene**	**Posiblemente si**	**Tal vez no**	**No las tiene**
3	74%	16%	5%	5%	0%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Con los ya mencionados parámetros se puede deducir un nivel de aceptación general sobre la importancia de los laboratorios dentro de la Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Basándose en las tabulaciones anteriormente presentadas se concluye lo siguiente:

TABLA N0. 32

CUADRO DE ACEPTACIÓN Y SATISFACCIÓN DE LOS ESTUDIANTES ANTE LA PRACTICA EN LOS LABORATORIOS.

PRE-ENCUESTA					
No. Pregunta	**Totalmente de acuerdo**	**De acuerdo**	**Indiferente**	**Desacuerdo**	**Totalmente desacuerdo**
7	47%	37%	16%	0%	0%
8	63%	32%	0%	5%	0%

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Con un grado de aceptación favorable por parte de los estudiantes con la propuesta de las prácticas de laboratorio dentro de la carrera, se puede interpretar que los estudiantes se ven motivados a adentrarse en el terreno de la experimentación. Además, manifiestan su interés con la implementación de más equipos, de mejorar la infraestructura de los laboratorios, e incluir más áreas de desarrollo experimental.

4.6 Análisis de las Hipótesis.

Para el desarrollo del análisis de las variables se demuestra el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en el Capítulo I mediante la recolección de información, implementación práctica, simulación y los datos obtenidos de las encuestas presentadas en el trabajo investigativo, tomando la información para realizar dos guías practicas presentadas en los anexos 1 y 2.

Mediante una tabla de verdad se realizará la comprobación del cumplimiento de cada hipótesis presentada en el Capítulo 1.

H1: La presente investigación aportará con información necesaria para la utilización de los equipos y la implementación de los Sistemas moduladores AM y FM y su análisis con ruido gaussiano.

Dentro de la presente investigación se aportó con información necesaria mediante las guías prácticas elaboradas en la investigación, por lo que da un valor de verdad a la presente hipótesis.

H2: Los resultados obtenidos en la implementación de los sistemas moduladores analógicos AM y FM con ruido gaussiano en el NI ELVIS II PLUS y el NI Multisim, tienen un alto nivel de similitud.

Los resultados obtenidos dentro de la implementación y simulación en el NI ELVIS II PLUS y el NI Multisim, tuvieron un alto nivel de similitud que se puede comprobar en las tablas Nº 5 y 6 de resultados de la implementación y simulación, dando un valor de verdad a la presente hipótesis.

H3: El grado de satisfacción de los estudiantes es alto, luego de la aplicación de las guías prácticas.

El grado de satisfacción de los estudiantes fue alto luego de la aplicación de las guías prácticas. Tal como se comprueba en la tabla Nº32 que refiere al porcentaje de satisfacción y aceptación de los estudiantes, en la realización de las prácticas de laboratorio de tal manera que da un valor de verdad a la presente hipótesis.

C: cada una de las hipótesis respondieron al cumplimiento con resultados favorables dando veracidad al desarrollo del trabajo de investigación.

Denotándose mediante la siguiente condicional:

$$H1 \wedge H2 \wedge H3 \rightarrow C$$

Mediante los valores de verdad obtenidos en las hipótesis se obtiene la respuesta a la denotación condicional presentada, obteniendo:

Tabla N^0 33

RESULTADO DE LA HIPOTESIS

H1	H2	H3	(H1^H2^H3) →c
1	1	1	1

Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Obteniendo como resultado según la tabla N^{0}37 un resultado de veracidad presente ante el análisis de las variables en el trabajo de investigación.

4.7 Conclusiones y Recomendaciones.

4.7.1 Conclusiones.

Con la recolección de información, implementación dentro del laboratorio y encuestas realizadas se determinan las siguientes conclusiones:

Los recursos como equipos y laboratorios dentro de las instituciones de nivel superior son de gran importancia, no solo para los estudiantes sino también para la entidad académica, siendo la infraestructura un punto de calificación al momento de la categorización que realiza el CEAACES a nivel nacional. Dicha categorización se basa a estándares internacionales los cuales dan valor académico a las universidades dependiendo a la categoría en la que se encuentran.

La disponibilidad de laboratorios facilita una mayor comprensión académica en el estudiante; ayudando a un mejor desenvolvimiento en el campo de su especialización, de tal manera que realice su formación con la finalidad de lograr ser un profesional con aptitudes y actitudes competentes en el campo laboral y la sociedad.

La Universidad de Guayaquil es una institución icónica en el país por poseer un gran número de estudiantes. Teniendo la necesidad de contar con espacio y áreas para el desarrollo investigativo y practico en la variedad de carreras que oferta.

La carrera Ingeniería en Teleinformática de la Universidad de Guayaquil cuenta con pocas áreas para el desarrollo práctico; lo cual, es un problema para la formación de los estudiantes al momento de realizar una implementación o desarrollo de proyectos.

La implementación que se realizó permitió la mejor comprensión de la clase y con los resultados obtenidos en tiempo real creo motivación en los estudiantes para adentrarse en el campo experimental investigativo.

Los estudiantes lograron capacitarse en el uso de equipos de medición como el NI ELVIS II Plus mediante las implementaciones desarrolladas, las cuales tuvieron respuestas positivas al momento de su realización.

Con la realización de la simulación en el software del NI Multisim se logró apreciar la similitud de resultados en una de las practicas; siendo imposible realizarla en la segunda practica por la adquisición de licencia de la versión pagada que se debía obtener de la empresa National Instruments.

La información obtenida mediante las encuestas realizadas permitió medir el grado de satisfacción de los estudiantes, por medio de las diversas preguntas relacionadas al uso del equipo, optimización, comprensión e importancia de las practicas dentro del laboratorio; reflejando las respuestas de manera positivo que sirvió para el análisis del trabajo investigativo.

4.7.2 Recomendaciones.

Dentro de la investigación realizada y la información obtenida en el presente trabajo investigativo se recomienda lo siguiente:

La creación de nuevas áreas para el desarrollo práctico de los alumnos en la carrera de Ingeniería en Teleinformática de la Universidad de Guayaquil y las distintas carreras y programas que oferta la universidad.

La capacitación continua del manejo adecuado de los equipos de laboratorio a los docentes y estudiantes de la Universidad de Guayaquil.

La correcta adecuación e implementación de nuevos equipos para cubrir el número de estudiantes que reciben clases en el laboratorio de Networking de la carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Realizar más prácticas de laboratorio para una mejor adaptación de los estudiantes con equipos de medición.

Implementar documentación teórica viable y concisa, para comprobar los resultados de las implementaciones prácticas, permitiendo añadir conclusiones experimentales por parte de los estudiantes.

ANEXOS

ANEXO N° 1 GUÍA AM PARA LABORATORIO DE SIMULACIÓN DE SISTEMAS.

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

GUIA DE LABORATORIO DE SIMULACION DE SISTEMAS

PRACTICA No.1

RUIDO EN SISTEMAS DE DEMODULACÍON ANALÓGICOS AM

DATOS GENERALES

NOMBRES:

CODIGOS:

GRUPO No. :

FECHA DE REALIZACIÓN: FECHA DE ENTREGA:

1 Objetivos Generales y Específicos

1.1 Objetivos Generales.

Implementación de sistema demodulador analógico no coherente AM con su respectivo análisis del ruido gaussiano.

1.2 Objetivos Específicos.

1. Describir y explicar la teoría de un sistema demodulador AM.
2. Implementar un circuito demodulador AM.
3. Implementar un circuito demodulador AM utilizando el generador de funciones.
4. Analizar el ruido gaussiano en los sistemas analógicos.
5. Analizar y comparar los resultados prácticos con los teóricos.

2. Metodología

Para la implementación de esta práctica primeramente se requiere de la total comprensión de la parte teórica, así como también conocimiento previo del uso de los instrumentos a utilizar, con los cuales se deberá seguir los pasos que se encuentran a continuación a lo largo de esta guía. Para finalmente y como conclusión comparar los resultados obtenidos durante esta práctica.

3. Equipos y materiales

- NI ELVIS II+

- Computadora o Laptop
- Conectores
- Cables
- 1 Resistencia 4.7kΩ
- 1 Resistencia 22kΩ
- 1 Resistencias de 1KΩ
- 1 Resistencias de 10KΩ
- 1 Resistencias de 1MΩ
- 1 potenciómetro de 10KΩ
- 2 CI LM 741
- 1 diodo 1N4148
- 1 capacitor cerámico de 0,01uf
- 1 capacitor cerámico 0,1uf
- 2 Capacitores cerámico 200pf

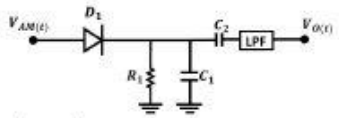
4. Marco teórico

La demodulación es el proceso en el cual se recupera la señal modulada AM, por medio de un demodulador o también conocido como detector. La señal que es recuperada debe poseer la misma frecuencia y amplitud de la original.

Existen varios tipos de demodulación AM y cada uno de ellos corresponde a su respectiva modulación. En el siguiente grafico se puede observar un demodulador AM no coherente en el cual no se necesita de la portadora para recuperar la información.

FIGURA Nº 1

SISTEMA DEMODULADOR NO COHERENTE



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

En la figura 1 se presenta el demodulador no coherente en la que la señal $V_{Am}(t)$ pasa por el diodo D1 seguido de circuito formado por una resistencia y un capacitor que a su vez actúa como un filtro pasa bajo para después obtener la señal demodulada.

Adicional al detector no coherente se agrega otro capacitor C_2 y seguido de este un filtro pasa bajo de 2do orden, de esta manera es como se procederá a configurar el circuito demodulador no coherente en la presente práctica.

A continuación se procederá a desglosar el circuito para explicar su funcionamiento y su justificación matemática.

La señal de entrada $V_{Am}(t)$ es una señal modulada en amplitud que se expresa de la siguiente manera:

FORMULA Nº1

FORMULA GENERAL DE MODULACION

$$V_{Am}(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t)]CosW_c t$$

Donde:

$V_{Am}(t) = Señal\ modulada$

$A_m = Amplitud\ de\ la\ señal$

$A_c = Amplitud\ de\ la\ portadora$

$CosW_c t = Señal\ portadora$

$Cos(W_m t) = Señal\ Moduladora$

Esta señal al ingresar al detector no coherente formado por el diodo D1, (elimina la parte negativa), y el filtro compuesto por resistencia R_1 y capacitor C_1, (elimina la portadora), dará paso a una señal resultante a la cual se la nombrara $V_x(t)$, la cual se puede apreciar a continuación en la fórmula Nº2.

FORMULA Nº2

SEÑAL RESULTANTE DEL DETECTOR NO COHERENTE

$$V_x(t) = A_c + A_m Cos(W_m t)$$

La señal resultante del detector no coherente puede contener rezagos de portadora $X(t)$, es por eso que se le ha añadido un capacitor C_2 y un filtro pasa bajo de segundo orden para tratar de recuperar la señal pura de información. A continuación se presenta la señal resultante con rezagos de portadora:

FORMULA Nº3

SEÑAL RESULTANTE CON RAZGOS DE PORTADORA

$$V_x(t) = A_c + A_m Cos(W_m t) + X(t)$$

Donde:

$V_x(t) = Señal\ resultante\ del\ detector\ no\ coherente$

$X(t) = Rezago\ de\ la\ portadora$

Cuando la señal $V_x(t)$ pasa por el capacitor C_2 (funciona como un filtro de acoplamiento DC) lo que ocurre es que se elimina la señal DC obteniendo así $V_0(t)$ que queda representado de la siguiente manera:

FORMULA Nº4

SEÑAL RESULTANTE DESPUES DEL C_2

$$V_0(t) = A_m Cos(W_m t) + X(t)$$

Y por último, el filtro pasa bajo de segundo orden el cual eliminara el rezago de la señal portadora en la señal de información, quedando expresado finalmente como se muestra en la formula Nº5.

FORMULA Nº5

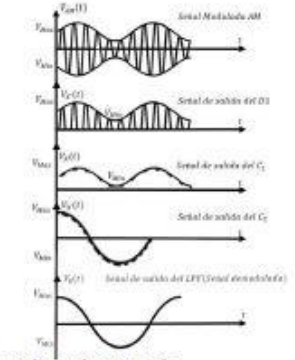
SEÑAL RESULTANTE DESPUES DEL LPF

$$V_0(t) = A_m Cos(W_m t)$$

En el gráfico de la figura Nº2 se puede ver el comportamiento de la onda modulada $V_{Am}(t)$ en el dominio del tiempo a través de los componentes que conforman el circuito de detección no coherente a implementar en esta práctica.

FIGURA Nº 2

SEÑALES RESULTANTES EN CADA ETAPA DEL CIRCUITO



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez analizado el estudio en el dominio del tiempo, sobre el comportamiento de la señal modulada $V_{Am}(t)$, se procede a explicar en el dominio de la frecuencia.

Para representar matemáticamente la señal modulada $V_{Am}(t)$ en el dominio de la frecuencia se tiene:

$$V_{Am}(t) = A_c Cos(W_c t) + A_m Cos(w_c t).Cos(W_m t)$$

$$V_{Am}(t) = A_c Cos(W_c t) + \frac{A_m}{2}[Cos2\pi t(f_c - f_m) - Cos2\pi t(f_c - f_m)]$$

$$|V_{Am}(f)| = A_c\delta(f - f_c) + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c - f_m)] + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c + f_m)]$$

FORMULA Nº6

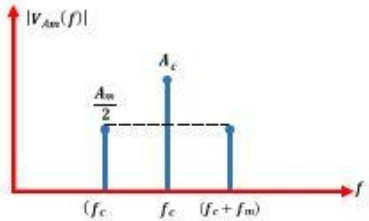
FORMULA GENERAL DE LA VARIACION EN FRECUENCIA

$$|V_{Am}(f)| = A_c\delta(f - f_c) + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c - f_m)] + \frac{A_m}{2}\delta[f - (f_c + f_m)]$$

Esta expresión representa el comportamiento de la señal AM con respecto al dominio de la frecuencia, de tal manera que se puede analizar las bandas laterales tal como se muestra en la figura Nº3. En donde se ve reflejado la amplitud y frecuencia de la señal moduladora y portadora.

FIGURA Nº 3

VARIACION EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA



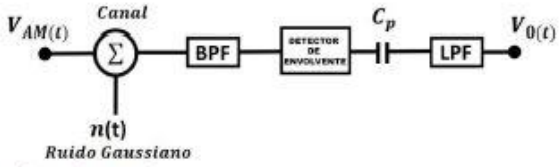
Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

4.1 SEÑAL MODULADA CON RUIDO GAUSSIANO

Tal como se puede observar en la figura Nº3 ingresa la señal $V_{Am}(t)$ al canal en donde se suma el ruido gaussiano $n(t)$ o también conocido como ruido Blanco que es uniformemente distribuido donde se modelan señales variables $n_I(t)$ y $n_Q(t)$ en donde $n_I(t)$ se encuentra en fase con respecto a la señal portadora, mientras que $n_Q(t)$ significa que está en cuadratura o en desfase a la señal portadora, matemáticamente se modela de la siguiente manera:

FIGURA Nº 4

DIAGRAMA DE LA SEÑAL CON RUIDO GAUSSIANO



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

FORMULA Nº7

FORMULAS DE MODULACION Y RUIDO

$$V_{Am}(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t)]CosW_c t$$

$$n(t) = n_I(t)Cos(W_c t) - n_Q(t)SenW_c t$$

Cuando se habla de Ruido Gaussiano se entiende que la densidad de ruido es constante para todas las frecuencias, ya sea de 10hz o una señal de 100Khz. La densidad de ruido gaussiano es igual a N_0 que es igual una constante Kmultiplicada por la temperatura en grados kelvin T.

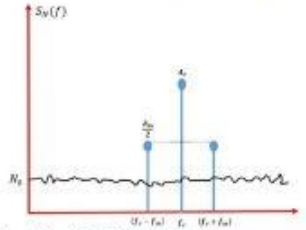
FORMULA Nº8

DENSIDAD DE RUIDO

$$N_0 = KT$$

FIGURA Nº 5

DENSIDAD DE RUIDO Y SEÑAL MODULADA EN DOMINIO DE LA FRECUENCIA



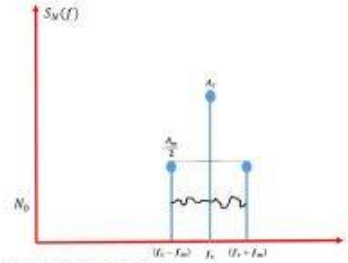
Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Como se observa en la figura Nº5 la densidad de ruido N_0 es constante, indiferentemente de las frecuencias, sean altas, medias o bajas.

Una vez que la señal modulada se suma con el ruido en el canal pasa por el filtro pasa banda como se observa en la figura Nº 3, este filtro solamente dejara pasar un intervalo de frecuencias, dentro de este intervalo se encuentra la señal modulada y la portadora, tal cual se ilustra en la siguiente imagen:

FIGURA Nº 6

INTERVALO DE FRECUENCIAS CONSIDERADAS POR EL BPF



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Como se observa en la figura Nº5 la salida después del filtro pasa banda, ya no se toma en consideración el ruido en las demás frecuencias. Obteniendo así después del filtro pasa banda una señal resultante que se denominara $S_0(t)$ en la que aún se conserva residuos de ruido blanco.

FORMULA Nº9

SEÑAL RESULTANTE DEL BPF

$$S_0(t) = V_{AM}(t) + n(t)$$

Desglosamos:

$$S_0(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t)]CosW_c t \; + \; n_i(t)Cos(W_c t) - n_Q(t)SenW_c t$$

Factor común:

$$S_0(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t) + n_i(t)]CosW_c t \; - n_Q(t)SenW_c t$$

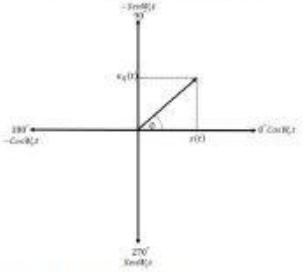
Se asume que $[A_c + A_m Cos(W_m t) + n_i(t)]$ vale una amplitud $x(t)$ que se multiplica por $CosW_c t$. Por lo tanto, se tiene:

$$x(t)\, CosW_c t - n_Q(t) SenW_c t$$

Se aplica diagrama de fasores para resolver esta expresión

FIGURA Nº 7

DIAGRAMA DE FASORES



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

En donde:

$$S_0(t) = \sqrt{x(t)^2 + n_Q(t)^2}\, Cos\left(W_c t + \tan^{-1}\frac{n_Q(t)}{x(t)}\right)$$

A continuación la señal $S_0(t)$ pasa por el detector de envolvente dejando así solo la amplitud, y generando una nueva señal denominada $V_x(t)$ de tal manera que:

$$V_x(t) = \sqrt{x(t)^2 + n_Q(t)^2}$$

Desglosamos $x(t)^2$:

$$V_x(t) = \sqrt{[A_c + A_m Cos(W_m t) + n_i(t)]^2 + n_Q(t)^2}$$

Al ser $n_Q(t)^2$ un ruido despreciable e imperceptible para el oído humano se supone que es equivalente a 0, por lo tanto:

$$V_x(t) = \sqrt{[A_c + A_m Cos(W_m t) + n_i(t)]^2 + \underbrace{n_Q(t)^2}_{0}}$$

Eliminamos la raíz

$$V_x(t) = [A_c + A_m Cos(W_m t) + n_i(t)]$$

A continuación la señal $V_x(t)$ pasará por el capacitor, eliminándose así la componente DC tal cual como en la figura Nº3, teniendo como resultado $V_0'(t)$:

$$V_0'(t) = A_m Cos(W_m t) + n_i(t)$$

Se sabe que esta señal resultante del capacitor, contiene aun rezago de la portadora $y(t)$ por lo tanto:

$$V_0'(t) = A_m Cos(W_m t) + n_i(t) + y(t)$$

Dicho rezago será eliminado por el LPF de segundo orden quedando finalmente la señal $V_0(t)$.

FORMULA Nº10

SEÑAL DE SALIDA DEL SISTEMA

$$V_0(t) = A_m Cos(W_m t) + n_i(t)$$

4.2 Relación Señal Ruido (SNR)

SNR es un factor de relación constante en donde se comparan la potencia de la señal que se trasmite con la potencia del ruido que la corrompe, de tal manera que se logra establecer, si la potencia del ruido es baja, el sistema es perfecto, mientras si la potencia del ruido es alta, el sistema se verá altamente corrompido.

FORMULA Nº11

FORMULA RELACION SEÑAL RUIDO

$$SNR = \frac{S}{N}$$

Donde:

$S = Potencia\ de\ la\ señal$

$N = Potencia\ del\ ruido$

La densidad de potencia de la señal $S(f)$ esta dada por la siguiente ecuación:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R(\mathrm{T}) e^{-jwt} \delta \mathrm{T}$$

Donde la potencia:

$$P = \int_{0}^{B} S(f)\, \delta f$$

Pero se necesita el valor de $R(\mathrm{T})$ por lo que se necesita retroceder y sacar ese valor mediante su fórmula respectiva:

$$R(\mathrm{T}) = \mathrm{E}[x_1(t) * x_2(t - \mathrm{T})]$$

Donde E es el valor esperado mientras que el Tao (T) es la variable y t se volvió una constante.

Sin embargo, se necesita así mismo del valor esperado E que está dado por la siguiente formula:

$$\mathrm{E}[x(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\, f\,(x) \delta t$$

Donde $x(t)$ se considera una variable aleatoria y $f(x)$ es la función de densidad de probabilidad que depende de $x(t)$.

Por ejemplo $x(t)$ (que es una señal aleatoria), es una señal sinusoidal por lo tanto tiene 3 propiedades que cambian las cuales son amplitud, frecuencia y fase.

Teniendo claro lo anterior, S(Potencia de la señal) se obtendrá modelando la señal $A_m Cos(W_m t)$ que está dada en la formula Nº10 y de la misma manera se modela $n_i(t)$ para encontrar la potencia del ruido.

Se asume que $A_m Cos(W_m t)$ va a poseer una fase aleatoria mientras que su amplitud y frecuencia son constantes, por ende:

$$A_m Cos(W_m t + \propto)$$

Como se planteó anteriormente la densidad de probabilidad $f(x)$ va a variar su ángulo $\propto$ de 0 a 2π tal como se lo representa en la siguiente función.

FIGURA Nº 7

FUNCION $f_\propto(x)$

$$f_\propto(x) = \begin{cases} \frac{1}{2\pi} & 0 \leq \propto \leq 2\pi \\ 0 & \text{Resto de casos} \end{cases}$$

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Ahora que ya se encontró las expresiones $x(t), f(x)$ para encontrar el valor esperado $\mathrm{E}[x(t)]$ ya se puede encontrar el valor de $R(\mathrm{T})$ teniendo así:

$$R(\mathrm{T}) = \mathrm{E}[A_m Cos(W_m t+\propto) * A_m Cos(W_m(t-\mathrm{T})+\propto]$$

Se realiza la multiplicación y se eliminan términos semejantes:

$$R(\mathrm{T}) = \mathrm{E}\left[\frac{{A_m}^2}{2} Cos(W_m\delta) + Cos(2W_m\delta - W_m\delta + 2\propto\right]$$

Se sacan las constantes dejando solo las variables:

$$R(\mathrm{T}) = \frac{{A_m}^2}{2}\mathrm{E}[Cos(W_m T) + Cos(2W_m t - W_m T + 2\propto]$$

Una vez realizado los procesos anteriores se consiguen los valores en términos esperados (E), pudiendo así reemplazar en la formula general de $\mathrm{E}[x(t)]$ presentada anteriormente. El valor esperado E es la integral de $x(t)$ y $x(t)$ es igual a $[Cos(W_m T) + Cos(2W_m t - W_m T + 2\propto]$ que se multiplica por $f(x)$ cuyo valor se obtuvo anteriormente en la figura Nº7 siendo $\frac{1}{2\pi}$. Por lo tanto se tiene:

$$R(\mathrm{T}) = \frac{{A_m}^2}{2}\int_0^{2\pi} [CosW_m T + Cos(2W_m t - W_m T + 2\propto] * \frac{1}{2\pi}\,\delta t$$

Se procede a desglosar la integral:

$$R(\mathrm{T}) = \frac{{A_m}^2}{2}\int_0^{2\pi} CosW_m T * \frac{1}{2\pi}\delta t + \frac{{A_m}^2}{2}\int_0^{2\pi} Cos(2W_m t - W_m T + 2\propto * \frac{1}{2\pi}\,\delta t$$

A continuación del planteamiento anterior para simplificar, se sabe que el resultado operacional de la parte derecha saldrá 0 por lo tanto:

$$R(\mathrm{T}) = \frac{{A_m}^2}{2}\int_0^{2\pi} CosW_m T * \frac{1}{2\pi}\delta t + \frac{{A_m}^2}{2}\int_0^{2\pi} Cos(2W_m t - W_m T + 2\propto * \frac{1}{2\pi}\,\delta t$$

Quedando de tal manera:

$$R(\mathrm{T}) = \frac{{A_m}^2}{2}\int_0^{2\pi} CosW_m T * \frac{1}{2\pi}\delta t$$

se resuelve, obteniendo:

$$R(\mathrm{T}) = \frac{{A_m}^2}{2} CosW_m T$$

Finalmente se ha encontrado $R(\mathrm{T})$ y por consiguiente ya se puede encontrar el valor de la densidad de potencia $S(f)$, que es una de las incógnitas principales para encontrar la relación señal ruido (SNR). A continuación se volverá a plantear la fórmula de $S(f)$

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R(\mathrm{T}) \mathrm{e}^{-wtj}\,\delta\mathrm{T}$$

Ahora se procederá a reemplazar los valores obtenidos previamente, en la fórmula:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{{A_m}^2}{2}\,\mathrm{e}^{W_m T j}\right) \mathrm{e}^{-wtj}\,\delta\mathrm{T}$$

Se resuelve:

$$S(f) = \frac{{A_m}^2}{2}\int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{e}^{-2\pi T j(f-fm)}\,\delta\mathrm{T}$$

$$S(f) = \frac{{A_m}^2}{2}\delta\,(f - fm)$$

Una vez encontrada la densidad de potencia se puede realizar el cálculo de la potencia de la señal que está dada por la fórmula:

$$P = \int_0^B S(f)\,\delta f$$

Se reemplaza los valores y se optara por reemplazar la incógnita P por la S tal cual como se muestra en la fórmula de SNR.

$$S = \int_0^B \frac{A_m{}^2}{2}\delta\,(f - fm)\delta f$$

Se saca la constante:

$$S = \frac{A_m{}^2}{2}\int_0^B \delta\,(f - fm)\delta f$$

Se debería proceder a realizar la integración, pero como se puede observar es una señal de pulso, para lo cual existe una propiedad que refiere a la integración de una señal pulso convirtiendo la integral en 1.

$$S = \frac{A_m{}^2}{2}\int_0^B \delta\,(f - fm)\delta f \quad (\text{integral} = 1)$$

De tal manera que solo queda:

FORMULA Nº12

POTENCIA DE LA SEÑAL

$$S = \frac{A_m{}^2}{2}$$

Ya se tiene la potencial de la señal S de la fórmula de SNR solo falta la potencia del ruido N que así mismo será:

$$R_N(\mathrm{T}) = \mathrm{E}[x_1(t) * x_2(t - \mathrm{T})]$$

Se plantean los valores esperados

$$R_N(\mathrm{T}) = \mathrm{E}[n_1(t) * n_2(t - \mathrm{T})]$$

$R_N(\mathrm{T})$ para este caso va a ser una constante N_0 y no una variable como en el caso de la potencia del ruido, por lo tanto:

$$R_N(\mathrm{T}) = N_0\delta(\mathrm{f})$$

Una vez encontrado $R_N(\mathrm{T})$ Ahora se puede encontrar la densidad de ruido que se la representa:

$$S_N(f) = \int_{-\infty}^{\infty} N_0 e^{-2\pi f\tau|}\,\delta\mathrm{T}$$

Si se saca la constante N_0 quedaría la integral señal pulso y se aplica la misma propiedad tal cual como en la potencia de la señal, la cual refiere a la integración de una señal pulso convirtiendo la integral en 1, por lo tanto, si la integración resulta 1, solo quedaría:

$$S_N(f) = N_0$$

Entonces a continuación se procederá a encontrar la potencia del ruido:

$$N = \int_0^B S_N(f)\,\delta f$$

Se realiza la operación como:

$$N = \int_0^B N_0\,\delta f$$

Como N_0 es una constante entonces:

Ya se tiene la potencial de la señal S de la fórmula de SNR solo falta la potencia del ruido N que así mismo será:

$$R_N(\mathrm{T}) = \mathrm{E}[x_1(t) * x_2(t - \mathrm{T})]$$

Se plantean los valores esperados

$$R_N(\mathrm{T}) = \mathrm{E}[n_1(t) * n_2(t - \mathrm{T})]$$

$R_N(\mathrm{T})$ para este caso va a ser una constante N_0 y no una variable como en el caso de la potencia del ruido, por lo tanto:

$$R_N(\mathrm{T}) = N_0\delta(\mathrm{f})$$

Una vez encontrado $R_N(\mathrm{T})$ Ahora se puede encontrar la densidad de ruido que se la representa:

$$S_N(f) = \int_{-\infty}^{\infty} N_0 e^{-2\pi f \tau j}\, \delta \mathrm{T}$$

Si se saca la constante N_0 quedaría la integral señal pulso y se aplica la misma propiedad tal cual como en la potencia de la señal, la cual refiere a la integración de una señal pulso convirtiendo la integral en 1, por lo tanto, si la integración resulta 1, solo quedaría:

$$S_N(f) = N_0$$

Entonces a continuación se procederá a encontrar la potencia del ruido:

$$N = \int_0^B S_N(f)\, \delta f$$

Se realiza la operación como:

$$N = \int_0^B N_0\, \delta f$$

Como N_0 es una constante entonces:

Para ingresar la fórmula de la modulación en el editor de ondas del Generador Arbitrario (ARB), se procede a ejecutar el software NI ELVISmx Instrument Launcher, en donde se dará clic en el icono ARB tal como se muestra en la figura Nº8

FIGURA Nº8

NI ELVISmx Launcher

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez realizada esta acción se abrirá la ventana del ARB en donde se debe posicionar sobre el icono de "Wavefrom Editor" para ingresar al editor de ondas del ARB. Tal como se muestra en la figura Nº9.

FIGURA Nº9

GENERADOR ARBITRARIO

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Al dar clic en la ya mencionada opción se abrirá la ventana, llamada Editor de Ondas que es en donde se ingresara la fórmula de la modulación.

FIGURA Nº10

EDITOR DE ONDAS DEL GENERADOR ARBITRARIO

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez abierto el Editor de Ondas se procederá a ingresar la fórmula de la modulación AM. Lo primero que se debe realizar, es añadir un nombre al segmento (1) que se va a crear, por ejemplo "Modulación AM", luego se ingresa la escala de duración de tiempo que esta dado en ms (2) y por último se dará clic en New Component (3). Como se muestra en la figura Nº11.

FIGURA Nº11

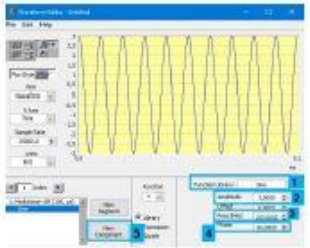
CONFIGURACION DEL EDITOR DE ONDAS

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Al realizar el clic sobre el botón "New Component" (3) se asignara una nueva función seno pero se la desfasara 90º (4) para convertirla en coseno ya que es la que se requiere para la señal portadora, a esta señal se le dará una amplitud de 3V (2) y una frecuencia de 100K KHz (3). Luego se procederá a adjuntar las demás señales.

FIGURA Nº12

CONFIGURACION DE LA SEÑAL PORTADORA EN EL EDITOR DE ONDAS

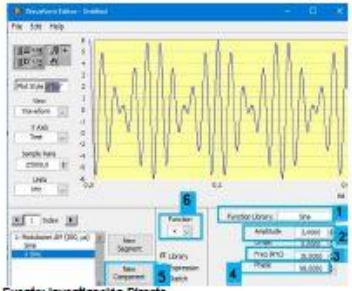


Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez configurada la señal portadora se procederá a agregar la señal de información cambiando el operador a multiplicación (6). Se selecciona así mismo "New Component" (5) en donde se agregara una nueva señal seno (1) que también se la desfasara 90º (4) y su valor de amplitud será de 2v (2) y la frecuencia de 10KHz (3). Tal como se observa en la figura Nº13 a continuación.

FIGURA Nº13

CONFIGURACIÓN DE LA SEÑAL DE INFORMACIÓN EN EL EDITOR DE ONDAS



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Por último, se agrega una nueva función seno la cual se procede a sumar (6) a las funciones anteriores, cumpliendo así con la fórmula de modulación. A esta última función se la desfasara igual que a las demás 90º (4), su amplitud será de 3V (2) y su frecuencia de 100KHz (3). Teniendo como resultado la señal modulada AM.

FIGURA Nº13

SEÑAL MODULADA EN EL EDITOR DE ONDAS

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez ya creada la señal modulada se procede a guardarla para hacer uso de esta en el generador arbitrario. Se debe dar clic en el botón File (1) y luego en la opción Save (2), se le agrega un nombre.

FIGURA Nº14

GUARDAR LA SEÑAL MODULADA

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez ya creada y guardada la señal del Editor de Ondas, se procede a cargar esta señal en el ARB, haciendo clic sobre el icono de carpeta (2), después se debe habilitar el canal de salida para esta señal (1), que en este caso será AO 0, y finalmente se hará clic en Run (3) para ejecutar la señal creada.

FIGURA Nº15

SEÑAL MODULADA AM GENERADA POR EL ARB

Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Después de generar la señal modulada AM en el Generador Arbitrario se realizará el análisis en el tiempo de esta señal haciendo uso del osciloscopio (Scope) integrado en el NI ELVISmx Instrument Launcher. Dentro del Osciloscopio habilitaremos la entrada AI2 (1) para realizar la medición de AO 0 (salida de la señal modulada) y por último se hará clic en Run (2) para ver la señal AM en dominio del tiempo.

FIGURA Nº16

ANALISIS EN EL TIEMPO DE LA SEÑAL MODULADA

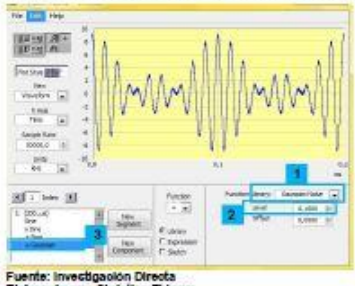
Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

6. Implementación de ruido Gaussiano al sistema Modulador AM En el Generador Arbitrario.

Para añadir el ruido Gaussiano al Sistema Modulador AM que anteriormente se generó, basta con sumar la función Gaussian Noise (1) en el Editor de Onda del Generador arbitrario, y añadiendo un valor de 0,1 al nivel (2) permitiendo así optimizar los recursos para el aprendizaje de este fenómeno durante la clase de simulación. El resultado de la señal modulada AM con ruido se muestra a continuación en la figura Nº17

FIGURA Nº17

SEÑAL MODULADA CON RUIDO GAUSSIANO



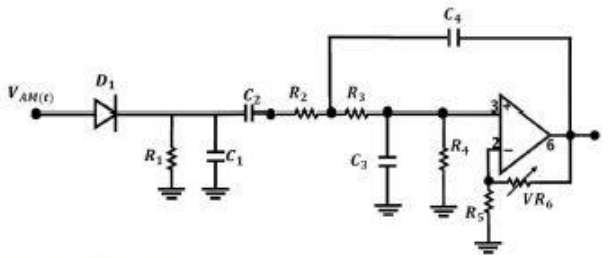
Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

7. Implementación de demodulador no coherente en el NI ELVIS II PLUS.

Ahora que ya se realizó la modulación AM en el ARB, se procederá a realizar la demodulación de la señal con y sin ruido, implementando un circuito demodulador no coherente (figura Nº 1) en la plataforma protoboard del NI ELVIS II PLUS.

FIGURA Nº18

DISEÑO DEL CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE A IMPLEMENTAR



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Componentes Del Circuito:

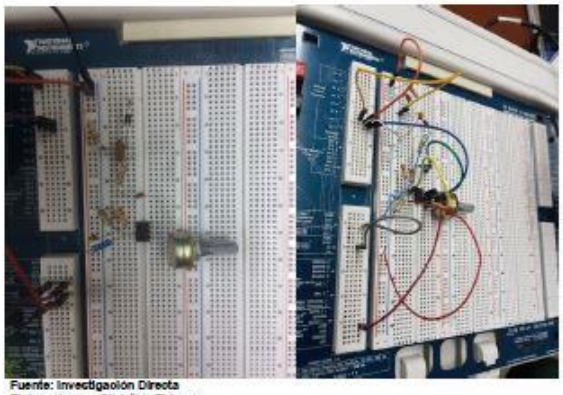
- D_1= 1N4148
- R_1= 1KΩ
- R_2= 4.7kΩ
- R_3= 22kΩ
- R_4= 1MΩ
- R_5= 10KΩ
- VR_6= 50KΩ
- D_1=1N4148
- C_1= 0,01uf
- C_2 = 0,1uf
- C_3= 200pf

En la figura Nº18 se tiene el esquema del circuito detector no coherente a implementar en la placa protoboard del NI ELVIS II PLUS, como se puede observar se realizará la conexión de la señal modulada $V_{AM}(t)$ creada previamente en el generador arbitrario, desde la salida de éste, ira conectada al él diodo D_1, donde éste irá conectado a el filtro pasa bajo conformado por R_1 y C_1, posteriormente se realizara la conectividad al Capacitor C_2 para realizar un filtrado extra, por último se conecta al filtro pasa bajo de segundo orden en donde el resistor R_5 ira conectado al punto 2 del circuito integrado LM741 para establecer conexión a tierra, mientras tanto el punto 3 del circuito integrado se conectará a la resistencia R_4 que es por donde ingresara la señal para ser una vez más filtrada y obtener una señal pura recuperada en el punto 6 que es la salida del circuito integrado, donde se podrá visualizar mediante el osciloscopio del NI ELVIS II PLUS, el comportamiento de la señal.

A continuación, en la figura Nº19 se puede apreciar el circuito implementado en el NI ELVIS II PLUS.

FIGURA Nº19

CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE IMPLEMENTADO EN EL NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación Directa
Elaborado por: Christian Zhingre

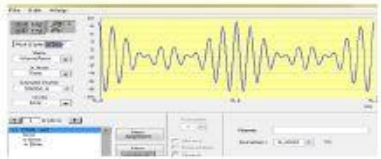
8. Datos Experimentales

Después de comprender la parte teórica se procede a realizar las siguientes actividades:

- Añadir una señal modulada con ruido gaussiano en el generador arbitrario.
- Realizar la implementación del Demodulador no coherente AM usando el NI ELVIS II.
- Calcular los valores teóricos de la Demodulación AM no coherente.
- Generar una señal modulada AM usando el generador arbitrario, poner los resultados obtenidos en la tabla I
- Poner la gráfica y los resultados de la implementación del Demodulador AM no coherente en la tabla II.
- Poner la gráfica y los resultados de la implementación del Demodulador AM no coherente con ruido gaussiano en la tabla III.

TABLA I

IMAGEN DEL GENERADOR ARB SIN RUIDO



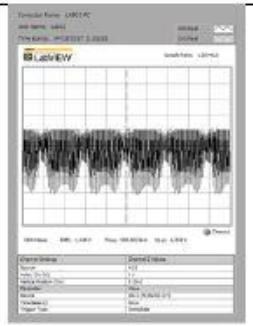
Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =2Cos(20kπt) Vc(t) =3Cos(200kπt)		
Vm(t) =2Cos(20kπt) Vc(t) =3Cos(1000kπt)		

TABLA II

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE MODULACIÓN CON LA AUSENCIA DE RUIDO GAUSSIANO

IMAGEN DEL CIRCUITO IMPLEMENTADO

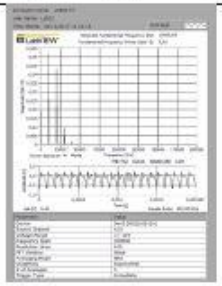
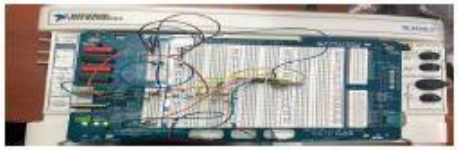
Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =2Cos(20kπt) Vc(t) =3Cos(200kπt)		
Vm(t) =2Cos(20kπt) Vc(t) =3Cos(1000kπt)		

TABLA III

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE MODULACION CON LA PRESENCIA DE RUIDO GAUSSIANO

IMAGEN DEL CIRCUITO IMPLEMENTADO



Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =2Cos(20kπt) Vc(t) =3Cos(200kπt) Gaussian noise= 0.1		
Vm(t) =2Cos(20kπt) Vc(t) =3Cos(1000kπt) Gaussian noise= 0.1		

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Se concluyó que la señal al ser transportada es modulada en el momento de recibirla existe el proceso contrario que es la demodulación de la señal. Cuando se demodula la onda AM, la portadora y la envolvente que llevan la información o sea las bandas laterales, se trasladan o se convierten en espectro de radio de frecuencia a la fuente original de información. Para el proceso de demodular la señal existen dos formas: demodulación coherente y demodulación no coherente.

La demodulación costa de un rectificador (diodo) (esto es algo que viaja en una sola dirección) y un filtro pasa bajo que nos permite el paso de las frecuencias más bajas y atenuar las frecuencias más altas.

Se recomienda hacer bien las conexiones en el modulador Elvis para que se genere la señal correcta.

Tener los materiales necesarios por ejemplo el diodo led no se puede utilizar para la práctica porque no generará la misma potencia y la señal no será igual.

Utilizar los materiales correctos con esta práctica se tuvo problemas por no comprar los adecuados, los capacitares deben ser cerámicos no electrolíticos ya que si se utiliza los electrolíticos esto hace que la señal actué como un cortocircuito.

Tener en cuenta el datasheet de los integrados cuando se proceda conectar la circuitería.

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

GUIA DE LABORATORIO DE SIMULACION DE SISTEMAS

PRÁCTICA No. 2

RUIDO EN SISTEMAS DE DEMODULACIÓN ANALÓGICOS FM

DATOS GENERALES
NOMBRES:
CÓDIGOS:
GRUPO No. :

FECHA DE REALIZACIÓN FECHA DE ENTREGA

1. Objetivos Generales y Específicos

1.1 Objetivo general

Implementación de sistema modulador analógico FM con su respectivo análisis del ruido gaussiano.

1.2 Objetivos Específicos

1) Describir y explicar la teoría de un sistema demodulador FM.
2) Implementar la modulación FM usando el ARB.
3) Implementar un circuito demodulador FM no coherente.
4) Implementar el ruido gaussiano en los sistemas analógicos FM.
5) Analizar y comparar los resultados prácticos con los teóricos.

2. Metodología

Para el desarrollo de esta práctica se debe llevar previamente a cabo la total o parcial comprensión de la teoría de los sistemas de demodulación FM, para generar así conocimientos reforzados y plenamente sólidos. Así como también el uso adecuado de los instrumentos a utilizar, los cuales serán explicados y detallados a continuación mediante una serie de pasos a proseguir.

Finalmente, con los resultados obtenidos se generarán críticas comparativas entre los sistemas con y sin ruido mediante la visualización de estos.

3. Equipos y Materiales

- NI ELVIS II+
- Computadora o Laptop
- Conectores
- 1 Punta Lógica

- Cables
- 1 Resistencia de 100Ω
- 1 Resistencia de 200Ω
- 1 Resistencia de 2kΩ
- 1 Resistencia de 22Ω
- 1 Resistencia de 1KΩ
- 2 potenciómetro de 4,7KΩ
- 1 diodo 1N4148
- 2 capacitores cerámico de 560pf
- 1 capacitor cerámico de 0,01uf
- 1 capacitor cerámico de 0,1uf
- 1 capacitor cerámico de 0,047uf

4. Marco Teórico

La demodulación es el proceso en el cual se recupera la señal modulada FM, por medio de un demodulador o también conocido como detector. La señal que es recuperada debe poseer la misma frecuencia y amplitud de la original.

Existen varios tipos de demodulación FM y cada uno de ellos corresponde a su respectiva modulación. En el siguiente grafico se puede observar un demodulador FM no coherente o como también se le conoce "Detección no coherente FM", en donde la señal de FM se convierte en una señal de AM por medio del circuito derivador. Posteriormente la señal de AM resultante se demodula con un detector de envolvente usando un diodo y un circuito RC.

FIGURA N°1

SISTEMA DEMODULADOR NO COHERENTE FM

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

En la figura 1 se presenta el demodulador no coherente en la que la señal $V_{fm}(t)$ pasa por un circuito derivador, seguido del detector de envolvente formado por diodo, resistencia y un capacitor que a su vez actúa como un filtro pasa bajo para después obtener la señal demodulada $V_0(t)$.

Adicional al detector de envolvente se agrega otro capacitor C que eliminara la componente DC de la señal, de esta manera es como se procederá a configurar el circuito demodulador no coherente en la presente práctica.

A continuación, se procederá a desglosar el circuito para explicar su funcionamiento y su justificación matemática.

La señal de entrada $V_{fm}(t)$ es una señal modulada en frecuencia que se expresa de la siguiente manera:

FORMULA Nº1

FORMULA GENERAL DE MODULACION FM

$$V_{fm}(t) = A_c sen(w_c t + k_1 \int V_m(t)dt)$$

Donde:

$V_{fm}(t)$= *Señal Modulada FM*

$V_m(t) = A_m \, Sen \, w_m t$ *(Señal Moduladora)*

$A_c sen(w_c t) =$ *Señal portadora*

$k_1 = Constante$

Esta señal $V_{fm}(t)$ al ingresar al derivador se convierte en una señal modulada AM ($V'_{fm}(t)$). Se procede a derivar la señal $V_{fm}(t)$.

Se usa la regla de la cadena:

$$V'_{fm}(t) = A_c \cos\left[w_c t + k_1 \int v_m(t)dt\right]\left[w_c + k_1 \frac{d}{dt}(v_m(t)dt)\right]$$

$$V'_{fm}(t) = A_c \left[w_c + k_1 \frac{d}{dt}\int v_m(t)\right] Cos\left[w_c t + k_1 \int (v_m(t)dt)\right]$$

$$V'_{fm}(t) = A_c[w_c + k_1 v_m(t)]\, Cos\left[w_c t + k_1 \int (v_m(t)dt)\right]$$

Como se puede observar en la señal resultante del derivador, están variando dos propiedades que son la amplitud y la frecuencia.

FIGURA N°2

SEÑAL RESULTANTE DEL DERIVADOR

$$V'_{fm}(t) = A_c[w_c + k_1 v_m(t)]\, Cos\left[w_c t + k_1 \int (v_m(t)dt)\right]$$

VARIACION DE AMPLITUD VARIACION DE FRECUENCIA

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

A continuación la señal resultante del derivador $V'_{fm}(t)$ va a pasar por el detector de envolvente que está conformado por el diodo D1, (elimina la parte negativa), y el filtro compuesto por resistencia R y capacitor C (elimina la portadora), por lo tanto la señal $V'_{fm}(t)$ al pasar por el detector de envolvente se va a eliminar su variación en frecuencia dejando así solo la variación de amplitud de tal manera dará paso a una señal resultante a la cual se la nombrara $V_0(t)$, la cual se puede apreciar a continuación en la formula Nº2.

FORMULA Nº2

SEÑAL RESULTANTE DEL DETECTOR NO COHERENTE

$$V_0(t) = A_c[w_c + k_1 v_m(t)]$$

Se multiplica y se reemplaza $v_m(t)$:

$$V_0(t) = A_c w_c + A_c k_1 A_m Sen\, w_m t$$

Por último, la señal $V_0(t)$ pasará por el capacitor que se encargara de eliminar la componente DC de la señal, obteniendo así la señal demodulada $V_0(t)$.

FORMULA Nº3

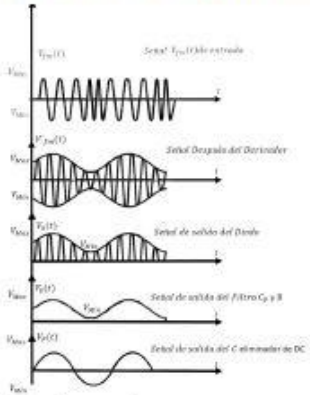
SEÑAL RESULTANTE DEL SISTEMA DEMODULADOR

$$V_F(t) = A_c k_1 A_m Sen\, w_m t$$

A continuación, en la figura Nº3 se mostrará el análisis de las señales resultantes en cada etapa del circuito en dominio del tiempo.

FIGURA Nº 3

SEÑALES RESULTANTES EN CADA ETAPA DEL CIRCUITO



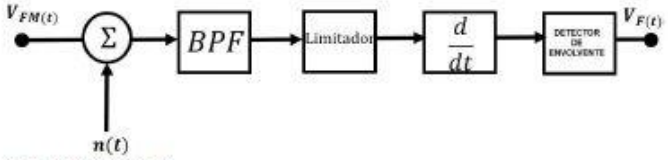
Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

En el grafico anterior de la figura Nº3 se puede ver el comportamiento de la onda modulada $V_{fm}(t)$ en el dominio del tiempo a través de los componentes que conforman el circuito de detección no coherente a implementar en esta práctica.

4.1 SEÑAL MODULADA CON RUIDO GAUSSIANO

FIGURA Nº 4

DIAGRAMA DE LA SEÑAL CON RUIDO GAUSSIANO



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Tal como se puede observar en la figura Nº36 ingresa la señal $V_{Fm}(t)$ al canal en donde se suma el ruido gaussiano $n(t)$ o también conocido como ruido Blanco que es uniformemente distribuido donde se modelan señales variables $n_I(t)$ y $n_Q(t)$ en donde $n_I(t)$ se encuentra en fase con respecto a la señal portadora, mientras que $n_Q(t)$ significa que está en cuadratura o en desfase a la señal portadora, matemáticamente se modela de la siguiente manera:

FORMULA Nº18

FORMULAS DE MODULACION Y RUIDO

$$V_{fm}(t) = A_c Cos(w_c t + k_1 \int V_m(t) dt)$$

$$n(t) = n_I(t) Cos(2\pi f_c t) - n_Q(t) Sen(2\pi f_c t)$$

Estas dos señales al ser sumadas y filtradas por el filtro pasan banda darán como resultado la señal resultante $x(t)$. Siendo:

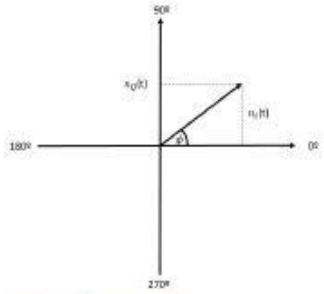
$$x(t) = s(t) + n(t)$$

A continuación, se procederá a modelar las señales $s(t)$ y $n(t)$ para poder hallar la resultante $x(t)$.

Para modelar la señal de ruido $n(t)$ el cual se suma a la señal modulada $V_{fm}(t)$ se procederá a realizar diagrama de fasores:

FIGURA Nº 5

DIAGRAMA DE FASORES PARA $n(t)$



Fuente: Investigación Directa.
Elaborado por: Zhingre Vargas Christian.

Se obtiene la señal resultante $r(t)$ que es la envolvente con distribución Rayleigh por su distribución normal.

$$r(t) = \sqrt{{n_I}^2(t) + {n_Q}^2(t)}$$

Se reemplaza en la formula $n(t)$

$$n(t) = r(t)Cos[2\pi f_c t + \Psi(t)]$$

Donde $\Psi(t)$ es igual a:

$$\Psi(t) = \tan^{-1}\left(\frac{n_Q(t)}{n_I(t)}\right)$$

A continuación, se procede a modelar la señal $S(t)$ en donde:

$$S(t) = A_c Cos(2\pi f_c t + 2\pi k_1 \int V_m(t)dt)$$

Donde $2\pi k_1 \int V_m(t)dt)$ pertenece a la componente de fase $\phi(t)$ que es donde se encuentra la señal moduladora.

$$\phi(t) = 2\pi k_1 \int V_m(t)dt)$$

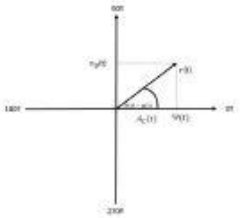
Reemplazamos en la fórmula:

$$S(t) = A_c Cos(2\pi f_c t + \phi(t)$$

A continuación, se procede a reemplazar en la formula con las señales obtenidas anteriormente, obteniendo:

$$x(t) = A_c Cos(2\pi f_c t + \phi(t) + r(t)Cos[2\pi f_c t + \Psi(t)]$$

Se trabaja de manera fasorial:



Obteniendo el Angulo en términos de la señal FM y de ruido y su vector resultante:

$$\theta(t) = \phi(t) + \tan^{-1}\left|\frac{r(t)Sen[\Psi(t) - \phi(t)]}{A_c + r(t)Cos[\Psi(t) - \phi(t)]}\right|$$

$$\theta(t) \cong \phi(t) + \frac{r(t)}{A_c}Sen(\Psi(t) - \phi(t))$$

$$\theta(t) = 2\pi k_1 \int V_m(t)dt + \frac{r(t)}{A_c} Sen(\Psi(t) - \phi(t))$$

...

$$V(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta(t)}{dt}$$

$$V(t) = k_1 V_m(t) + nd(t)$$

$$nd(t) = \frac{1}{2\pi A_c} \cdot \frac{d}{dt}\{r(t)Sen(\Psi(t) - \phi(t))\}$$

Donde $\frac{d}{dt}\{r(t)Sen(\Psi(t) - \phi(t))\}$ es igual a $n_Q(t)$, entonces:

$$n_Q(t) = r(t)Sen\Psi(t)$$

Reemplazamos:

$$nd(t) = \frac{1}{2\pi A_c} \cdot \frac{dn_Q(t)}{dt}$$

$$\frac{\Im_2 \pi f}{2\pi A_c} \cdot \frac{\Im f}{dt}$$

$$S_{Nd}(F) = \frac{f^2}{{A_c}^2} S_{nQ}(t)$$

Donde $S_{nQ}(t)$ es igual a:

$$S_{nQ}(t) = S_n(f - f_c) + S_n(f + f_c)$$

Y S_n es igual a:

$$S_n = \frac{N_0}{2}$$

Reemplazamos en la fórmula de $S_{Nd}(F)$:

$$S_{Nd}(F) = \frac{f^2}{{A_c}^2}[S_n(f - f_c) + S_n(f + f_c)]$$

Sustituimos S_n:

$$S_{Nd}(F) = \frac{f^2}{{A_c}^2}\left[\frac{N_0}{2}(f - f_c) + \frac{N_0}{2}(f + f_c)\right]$$

Potencia Promedio de Ruido de Salida

$$= \frac{N_o}{{A_c}^2} \int f^2 df$$

$$= \frac{2N_o w^3}{{A_c}^2}$$

Donde:

$$w = \frac{B}{2} = \frac{140kHz}{2} = 70\ kHz$$

$$N_o = KT$$

Potencia promedio del ruido-relación señal potencia ruido de salida

$$SNR_0 = \frac{3{A_C}^2 KP}{2N_O W^3} \rightarrow P = \frac{{A_C}^2}{2}$$

$$SNR_0 = \frac{3{A_C}^2 K\left(\frac{{A_C}^2}{2}\right)}{2N_O W^3}$$

$$SNR_0 = \frac{3(3^2)(0.2)\left(\frac{3^2}{2}\right)}{2(0.2)(0.0001)(70000)^3}$$

$$SNR_0 = 8.678$$

Potencia promedio del ruido-relación señal a ruido del canal.

$$SNR_{C_1FM} = \frac{{A_c}^2}{2WN_0}$$

$$SNR_{C_1FM} = \frac{3^2}{2(70000)(0.2)(0.0001)}$$

$$SNR_{C_1FM} = 3.214$$

5. Implementación de sistema Modulador FM En el Generador Arbitrario (ARB) y Generador de funciones (FGEM) del NI ELVIS II PLUS.

Para la presente práctica de laboratorio se hará uso de la herramienta Generador Arbitrario, en donde se procederá a crear una señal de información, para posteriormente llevarla al generador de funciones y modularla en frecuencia. El generador de funciones es capaz de recibir una señal de entrada, que en este caso va a ser envida por el ARB para modularla en frecuencia al introducirla mediante su entrada FM, obteniendo así la señal modulada FM.

Para luego realizar su respectiva demodulación no coherente implementando el circuito en la plataforma NI ELVIS II PLUS.

Para crear la señal en el editor de ondas del Generador Arbitrario (ARB), se procede a ejecutar el software NI ELVISmx Instrument Launcher, en donde se dará clic en el icono ARB tal como se muestra en la figura Nº 6

FIGURA Nº 6

NI ELVISmx Launcher

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez realizada esta acción se abrirá la ventana del ARB en donde se debe posicionar sobre el icono de "Wavefrom Editor" para ingresar al editor de ondas del ARB. Tal como se muestra en la figura Nº 7

FIGURA Nº7

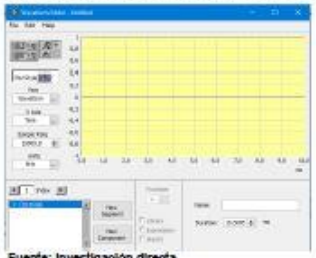
GENERADOR ARBITRARIO

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Al dar clic en la ya mencionada opción se abrirá la ventana, llamada Editor de Ondas que es en donde se ingresara la señal de información.

FIGURA Nº8

EDITOR DE ONDAS DEL GENERADOR ARBITRARIO

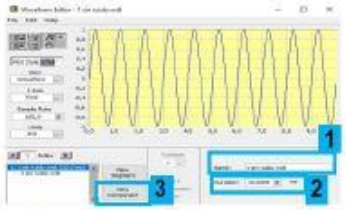


Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez abierto el Editor de Ondas se procederá a crear una señal *Sen* . Lo primero que se debe realizar, es añadir un nombre al segmento (1) que se va a crear, por ejemplo "1 sin ruido", luego se ingresa la escala de duración de tiempo que esta dado en ms (2) y por último se dará clic en New Component (3). Como se muestra en la figura Nº 9.

FIGURA Nº 9

CONFIGURACION DEL EDITOR DE ONDAS



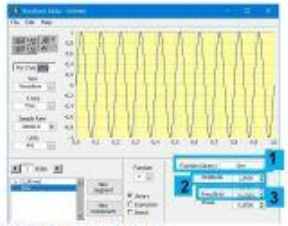
Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Al realizar el clic sobre el botón "New Component" (3) se asignara una nueva función seno, a la cual se le dará una amplitud de 1V (2) y una frecuencia de 10K KHz (3).

En la figura Nº 10 se detalla lo anterior expuesto.

FIGURA Nº 10

CONFIGURACION DE LA SEÑAL SEN EN EL EDITOR DE ONDAS



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Una vez ya creada y guardada la señal del Editor de Ondas, se procede a cargar esta señal en el ARB, haciendo clic sobre el icono de carpeta (2), después se debe habilitar el canal de salida para esta señal (1), que en este caso será AO 0, y finalmente se hará clic en Run (3) para ejecutar la señal creada.

FIGURA Nº. 11

SEÑAL SEN GENERADA POR EL ARB

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Después de generar la señal de información en el Generador Arbitrario, se procederá a crear la señal portadora en el FGEN integrado en el NI ELVISmx Instrument Launcher.

A continuación, se visualizará la configuración a realizar en el FGEN.

FIGURA Nº. 12

CONFIGURACION EN EL FGEN

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Como se puede apreciar en la figura Nº. 12 se agregan los valores de la señal que se desea crear, para esta señal se introducirá una frecuencia(1) de 100KHz y una amplitud (2) de 6vpp así como también se seleccionara el tipo de modulación (3) que recibirá esta señal, que para este caso será FM para su modulación en frecuencia.

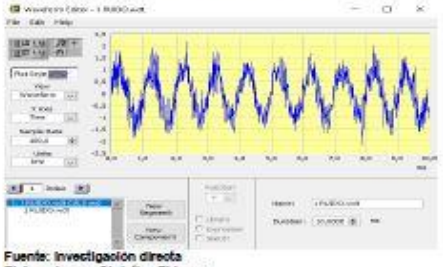
Una vez ingresados estos parámetros se dará clic en el botón Run para empezar con la ejecución de la señal.

5.1 Implementación de ruido Gaussiano al sistema Modulador FM En el Generador Arbitrario.

Para añadir el ruido Gaussiano al Sistema Modulador FM que anteriormente se generó, basta con crear una nueva señal, pero esta vez, una señal Gaussiana seleccionando la función Gaussian Noise en el Editor de Onda del Generador arbitrario, permitiendo así optimizar los recursos para el aprendizaje de este fenómeno durante la clase de simulación. El resultado de la señal con ruido se muestra a continuación en la figura Nº. 13

FIGURA Nº. 13

CREACION EN EL EDITOR DE ONDA DE UNA SEÑAL CON RUIDO



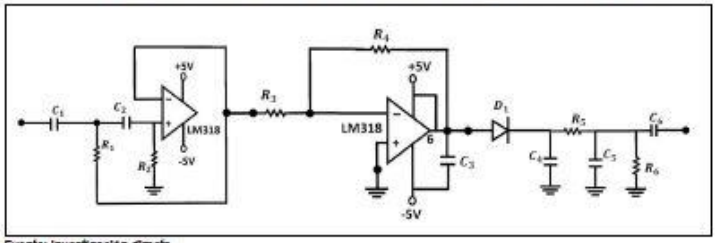
Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

6. Implementación de demodulador no coherente en el NI ELVIS II PLUS

Ahora que ya se realizó la modulación FM en el ARB en conjunto con el FGEN, se procederá a realizar la demodulación de la señal con y sin ruido, implementando un circuito demodulador no coherente (figura Nº 1) en la plataforma protoboard del NI ELVIS II PLUS.

FIGURA Nº. 14

DISEÑO DEL CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE A IMPLEMENTAR



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

Componentes Del Circuito:

- NI ELVIS II+
- Computadora o Laptop
- Conectores
- 1 Punta Lógica
- Cables
- C_1 capacitor cerámico de 560pf
- C_2 capacitor cerámico de 560pf
- C_3 capacitor cerámico de 0,1uf
- C_4 capacitor cerámico de 0,01uf
- C_5 capacitor cerámico de 0,05uf
- $C_6$1 capacitor cerámico de 0,1uf
- R_1 Resistencia de 100Ω
- R_2 Resistencia de 200Ω
- R_3 Resistencia de 2kΩ
- R_4 Resistencia de 22KΩ
- R_5 Resistencia de 1KΩ
- R_6 potenciómetro de 4,7KΩ
- D_1 diodo 1N4148
- $C.I.$ 2 Circuito Integrado LM318

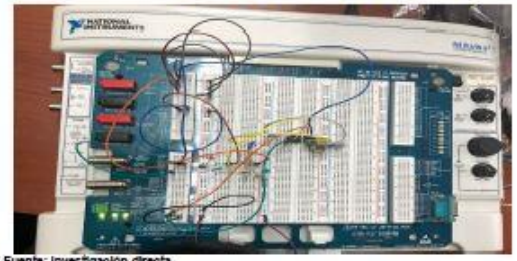
En la figura Nº14 se tiene el esquema del circuito detector no coherente a implementar en la placa protoboard del NI ELVIS II PLUS, como se puede observar se realizará la conexión de la señal modulada $V_{FM}(t)$ creada previamente en el generador arbitrario, y generador de funciones, desde la salida de éste, ira conectada al derivador que esta compuesto por los capacitores C_1, C_2, y los resistores R_1, R_2 donde C_2 y R_2 están conectados al circuito integrado en el punto 3, mientras que para la conexión a tierra del circuito integrado se realizara mediante el punto 2 del circuito integrado, y la salida del derivador será en el punto 6.

A continuación, pasara al amplificador inversor compuesto por R_3, R_4 y C_3 además del segundo circuito integrado LM741, en donde R_3 ira conectado al punto 2 del circuito integrado, así mismo R_4 al punto 2 y al punto 6, realizando la retroalimentación.

Desde el punto 6 se procederá la conexión al detector de envolvente compuesto por D_1, que se conectará al resistor R_7, y el capacitor C_4, por consiguiente R_7 se conecta a C_5, que a su vez se conecta en paralelo a R_8 y por último al capacitor C_6 para realizar el filtrado final.

FIGURA Nº. 15

CIRCUITO DETECTOR NO COHERENTE IMPLEMENTADO EN EL NI ELVIS II PLUS



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Christian Zhingre

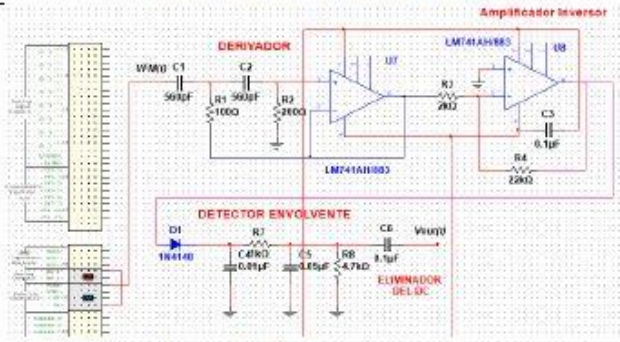
7 Datos Experimentales

Después de comprender la parte teórica se procede a realizar las siguientes actividades:

a. Realizar la simulación del Demodulador no coherente FM con Multisim usando en diseño al NI ELVIS II PLUS.
b. Poner la gráfica y los resultados de la simulación del Demodulador FM en la tabla I.
c. Poner la gráfica y los resultados de la simulación del Demodulador FM con Ruido en la tabla II.
d. Implementar el modulador FM usando el Generador Arbitrario y el generador de funciones.
e. Implementar el demodulador no coherente FM en el dispositivo NI ELVIS II+.
f. Medir y poner los resultados experimentales de los demoduladores FM del osciloscopio y analizador de espectro en la tabla III y IV.

TABLA I

Simulación del Demodulador FM sin Ruido



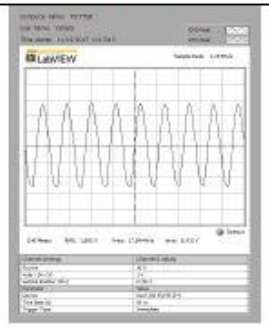
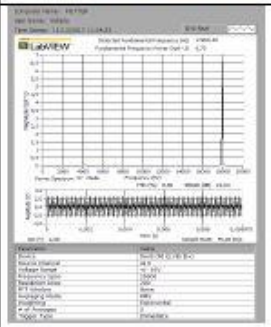
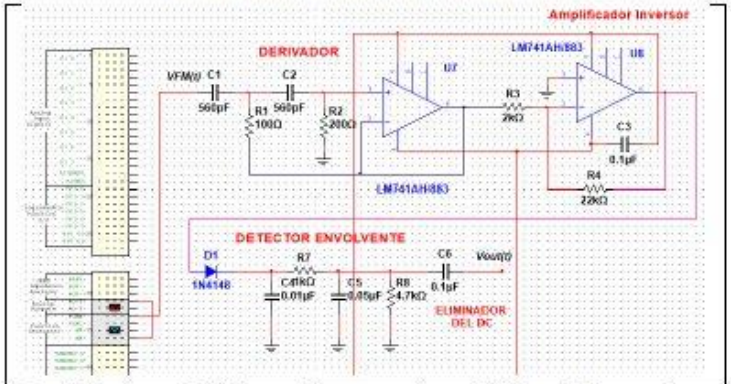
Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =2Sin(20kπt) Vo(t) =3Sin(200kπt)		

TABLA II

Simulación del Demodulador FM con Ruido



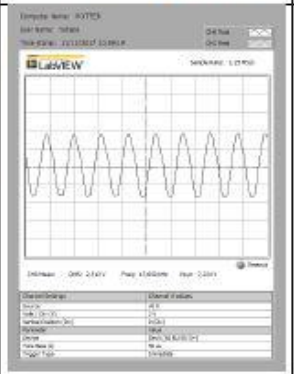
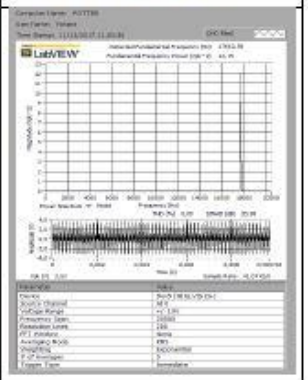
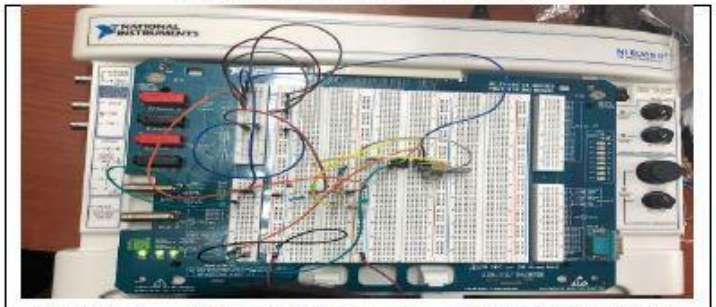
Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =2Sin(20kπt) Vc(t) =3Sin(200kπt) Gaussian noise= 0.1		

TABLA III

Implementación del Demodulador FM sin Ruido



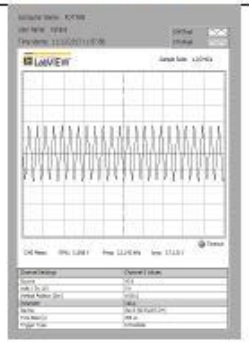
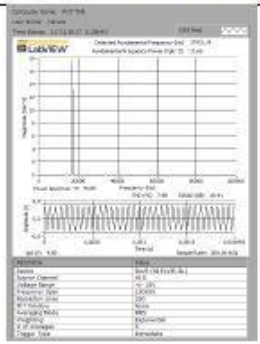
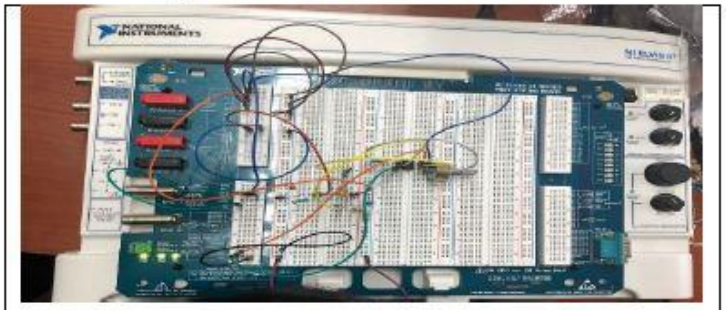
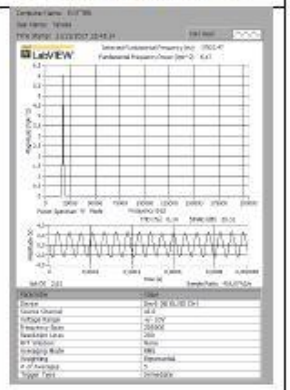
Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =2Sin(20kπt) Vc(t) =3Sin(200kπt) Gaussian noise= 0.1		

TABLA IV

Implementación del Demodulador FM sin Ruido



Condición	Análisis en el tiempo	Análisis en la frecuencia
Vm(t) =2Sin(20kπt) Vc(t) =3Sin(200kπt) Gaussian noise= 0.1		

8. CONCLUSIONES

- En Fm su señal es menos susceptible al ruido
- Los receptores de FM tienen menor ruido que los receptores de AM. La razón es que existe mayor ruido e interferencia en la señal portadora modulada en amplitud, y los sistemas FM están diseñados para eliminar las señales no deseadas de la portadora en amplitud modulada.
- Se pudo observar que en la etapa final del circuito (etapa donde se recupera la señal mensaje), al utilizar un capacitor cerámico a la salida de la etapa no se eliminaba correctamente la componente dc, por lo tanto, la señal recuperada era muy baja.
- Por otra parte, se observó que, al cambiar el capacitor cerámico a la salida por uno electrolítico de 200uf, este eliminaba mejor la componente dc dando como resultado una señal mensaje mejor recuperada.
- Se concluyó que, para poder lograr eliminar la componente dc de una forma óptima se debe utilizar un capacitor electrolítico de 0,1uf, ya que por cuestiones de materiales se utilizó el de 200uf, que cumple su función, pero no de forma óptima.

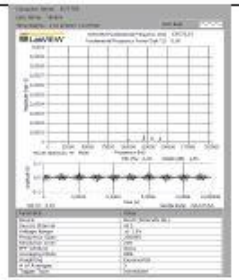
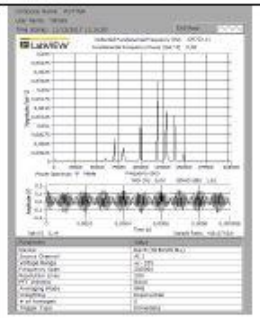
9. RECOMENDACIONES

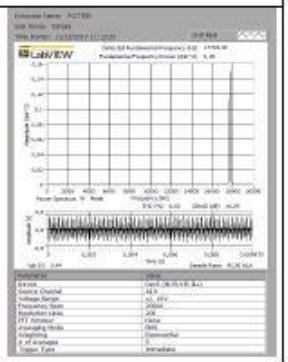
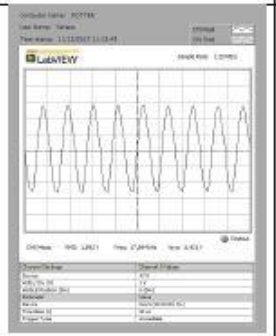
- Se recomienda tener todos los materiales necesarios antes de realizar la práctica ya que esto ahorrará tiempo y así poder tener mayor concentración en la práctica.
- Tener descargado el Datasheet de los materiales a utilizar.
- Tener dos o más capacitores, diodos, potenciómetro, integrados y todo lo que se vaya a usar por si alguno de los elementos sufre un daño pueda ser reemplazado.
- Verificar que los cables estén es óptimas condiciones ya que al existir problemas con alguno puede causar alteraciones en la simulación.

- Se recomienda usar un potenciómetro de 100k para visualizar de mejor manera la señal recuperada, además de usar un capacitor electrolítico de 0.1uf en vez de uno cerámico en la parte del filtro, ya que esto ayuda a eliminar la parte dc de la señal de una manera más efectiva.

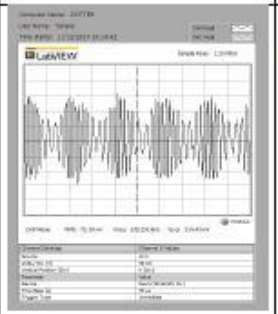
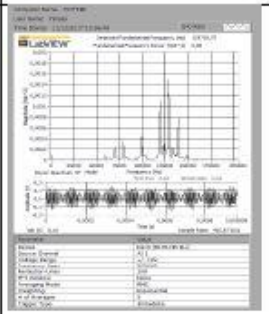
10. ANEXO DE PRUEBAS

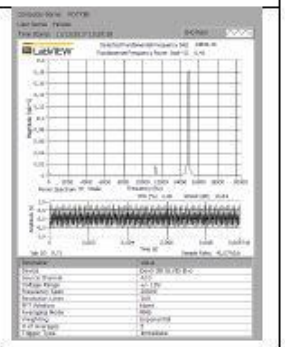
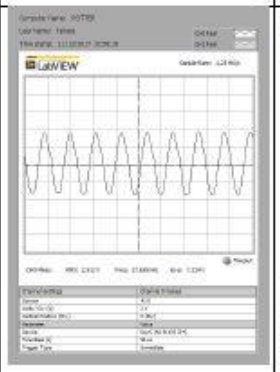
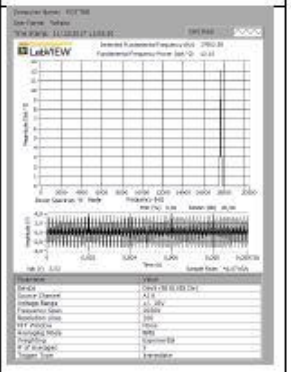
CAPTURAS DE LAS SEÑALES EN CADA ETAPA DEL CIRCUITO DEMODULADOR SIN RUIDO.

SIN RUIDO Vm(t) =2Sin(20kπt) Vc(t) =3Sin(200kπt)	**TIEMPO**	**FRECUENCIA**
Salida del limitador		
Salida del derivador		

SIN RUIDO Vm(t) =2Sin(20kπt) Vc(t) =3Sin(200kπt)	**TIEMPO**	**FRECUENCIA**
Salida del detector de la envolvente		
Salida de la información		

CAPTURAS DE LAS SEÑALES EN CADA ETAPA DEL CIRCUITO DEMODULADOR CON RUIDO.

CON RUIDO Vm(t) =2Sin(20kπt) Vc(t) =3Sin(200kπt)	TIEMPO	FRECUENCIA
Salida del limitador		
Salida del derivador		

CON RUIDO Vm(t) =2Sin(20kπt) Vc(t) =3Sin(200kπt)	TIEMPO	FRECUENCIA
Salida del detector de la envolvente		
Salida de la información		

ANEXO N° 3

FORMATO PRE-ENCUESTA

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

La siguiente encuesta está orientada al proyecto de Tesis que tiene como título “ANALISIS DEL RUIDO EN MODULACIONES ANALOGICAS USANDO EL SIMULADOR NI ELVIS II PLUS”, para recopilar información que pretende medir el tiempo, la fiabilidad de respuesta y la facilidad de realizar prácticas de laboratorio en el NI Elvis II PLUS, datos que se obtendrán a través de la práctica que fue realizada por los estudiantes del 8vo Semestre de la Carrera de Ingeniería en Teleinformática.
Cada pregunta tiene una ponderación que puede ir de lo más aceptable a lo menos aceptable, dependiendo de la pregunta, se les recomienda que lean detenidamente y elijan la opción que esté acorde a su respuesta.
Por Favor marcar con una “X” en el casillero que se encuentra en cada opción de respuesta.

1. **Está de acuerdo que las prácticas de laboratorio son de gran importancia en la fundamentación teórica dentro de la formación académica**.

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

2. **Posee usted conocimientos prácticos y técnicos en equipos de medición referentes a la carrera de ingeniería en Teleinformática.**

Si los posee.	
Tal vez si los posee.	
Posiblemente si los posee.	
Tal vez no los posee	
No los posee	

3. **Considera usted que las prácticas de laboratorio optimizan el tiempo de las clases impartidas en comparación con la metodología teórica.**

Si optimizan el tiempo	
Tal vez si optimizan el tiempo	
Posiblemente si optimizan el tiempo	
Tal vez no optimizan el tiempo	
No optimizan el tiempo	

4. **Cree usted que una plataforma modular de laboratorio que permita mediciones digitales y analógicas sea de gran ayuda para la realización de las prácticas en el laboratorio.**

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

5. Ha sido capacitado para el uso del NI ELVIS II+.

Totalmente capacitado.	
Bastante capacitado.	
Regularmente capacitado.	
Poco capacitado.	
Nada capacitado.	

6. Cree usted que la utilización del NI ELVIS II+ tiene herramientas necesarias para reducir el tiempo en las prácticas de laboratorio.

Si las tiene.	
Tal vez sí.	
Posiblemente sí.	
Tal vez no.	
No las tiene.	

7. Piensa usted que la utilización del NI ELVIS II+ ayudará en su desempeño académico; creando así, motivación en clases.

Si ayudará.	
Tal vez sí.	
Posiblemente sí.	
Tal vez no.	
No ayudará.	

8. Se siente capacitado para una implementación de un sistema de modulación analógica en el NI ELVIS II+

Totalmente capacitado.	
Bastante capacitado.	
Regularmente capacitado.	
Poco capacitado.	
Nada capacitado.	

9. Considera importante la fundamentación teórica antes de la realización práctica de laboratorio en el NI ELVIS II+

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

10. Cuanto tiempo considera necesario para la realización de una implementación de un sistema de modulación analógica en el NI ELVIS II+.

Mucho tiempo.	
Bastante tiempo.	
Suficiente tiempo	
Poco tiempo.	
Muy poco tiempo.	

ANEXO N° 4

FORMATO POST-ENCUESTA

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

La siguiente encuesta está orientada al proyecto de Tesis que tiene como título “ANALISIS DEL RUIDO EN MODULACIONES ANALOGICAS USANDO EL SIMULADOR NI ELVIS II PLUS”, para recopilar información que pretende medir el tiempo, la fiabilidad de respuesta y la facilidad de realizar prácticas de laboratorio en el NI Elvis II PLUS, datos que se obtendrán a través de la práctica que fue realizada por los estudiantes del 8vo Semestre de la Carrera de Ingeniería en Teleinformática.
Cada pregunta tiene una ponderación que puede ir de lo más aceptable a lo menos aceptable, dependiendo de la pregunta, se les recomienda que lean detenidamente y elijan la opción que esté acorde a su respuesta.
Por Favor marcar con una “X” en el casillero que se encuentra en cada opción de respuesta.

1. **Está de acuerdo que las prácticas de laboratorio sirvieron para obtener una mejor comprensión en el conocimiento impartido.**

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

2. **Considera usted que el NI ELVIS II+ presenta una fácil utilización técnica para las prácticas de laboratorio.**

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

3. **Cree usted que el NI ELVIS II+ presentó las herramientas necesarias para la implementación de los sistemas de modulación analógica.**

Si las tiene.	
Tal vez sí.	
Posiblemente sí.	
Tal vez no.	
No las tiene.	

4. **Cree usted que la teoría impartida antes de la práctica fue completa.**

Muy detallada	
Bastante entendible	
Regularmente entendible	
Poco detallada	
Muy poco detallada.	

5. **Cuando ingresó la ecuación al Generador Arbitrario del NI Elvis II PLUS para implementar el Sistema de modulación analógica, tuvo problema al obtener las respuestas.**

Nada difícil.	
Poco difícil.	
Regularmente difícil.	
Bastante difícil.	
Muy difícil.	

6. **Cree usted que los resultados obtenidos a través del tiempo y la frecuencia en el Generador Arbitrario tienen similitud con las respuestas obtenidas en la teoría.**

Si hay similitud.	
Probablemente si tienen similitud.	
Regularmente tienen similitud.	
Poca similitud.	
Nada de similitud.	

7. **Considera usted que dentro de la implementación de los sistemas de modulación analógica en el NI ELVIS II+ optimizó tiempo para la comprensión de las clases.**

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

8. **Cree usted que el tiempo destinado para realizar esta práctica fue aprovechado en su totalidad, ya que de esta manera se puede avanzar con más temas de estudios dentro de la materia impartida.**

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

9. **Está de acuerdo con la incorporación de nuevas áreas para el desarrollo práctico.**

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

10. **Cree usted que la adecuación de los laboratorios dentro de la facultad de ingeniería industrial ayudaría a la recategorización futura que realizará el CEAACES.**

Totalmente de acuerdo.	
De acuerdo.	
Regularmente de acuerdo.	
Desacuerdo.	
Totalmente en desacuerdo	

BIBLIOGRAFÍA

Beatriz, L. S. (2017). *Universidad Nacional del Nordeste*. Obtenido de https://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/aps/POBLACI%C3%93N%20Y%20MUESTRA%20(Lic%20DAngelo).pdf

Castillo, F. S. (2013). *Desarrollo de Practicas Para Un Laboratorio De Comunicaciones.* Sevilla.

Gago, S. G. (2014). *Analfatecnicos.* Obtenido de http://www.analfatecnicos.net/archivos/15.SistemasModulacionWikipedia.pdf

LOES. (s.f.). Ley Organica de Educacion Superior.

López Rua A & Tamayo Alzate, O. (2012). Las Practicas de Laboratorio en la Enseñanza de la Ciencia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 23.

SENESCYT. (2015). *SENESCYT.* Obtenido de http://www.senescyt.gob.ec/rendicion2015/assets/presentaci%C3%B3n-rendici%C3%B3n-de-cuentas.pdf

Solano, R. P. (2014). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO SOBRE LA MODULACIÓN ANALÓGICA DE AMPLITUD AM.* Costa Rica.

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas* (4 ed.). (G. T. Mendoza, Ed.) Mexico: PRENTICE HALL, INC.,.

Torres, M. F. (2016). La importancia de los laboratorios en el proceso de aprendizaje. *Informativo UPEC*, 11.