



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA  
FILTRACIÓN DE SEÑALES EN LOS SISTEMAS DE  
AMPLIFICACIÓN DE LA EMPRESA NETUNO C.A.  
UBICADA EN VALENCIA ESTADO CARABOBO.**

**Autor:**  
Nelson Lucena

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA FILTRACIÓN  
DE SEÑALES EN LOS SISTEMAS DE AMPLIFICACIÓN DE LA EMPRESA  
NETUNO C.A. UBICADA EN VALENCIA ESTADO CARABOBO.**

**Trabajo de pasantías presentado como requisito para optar al título de:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Autor:** Nelson Lucena

C.I: 27.242.899

**Tutor:** Ing. Gerson Sánchez.

San Diego, Mayo de 2022



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Diseño de un dispositivo electrónico para la filtración de Señales en los sistemas de la amplificación de la empresa NET UNO CA ubicada en Valencia, edu Carabobo

Realizado por el (la) Br. Nelson Lucena

C.I. N° 27242894 cursante de la carrera de ing. Electronica

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Gerson Sanchez  
Tutor Académico (Coordinador)  
Nombre: Gerson Sanchez  
C.I.: 7143386

Nilmar Sant  
Jurado  
Nombre: Nilmar Sant  
C.I.: 7130476

Cesar Seijas  
Jurado  
Nombre: Cesar Seijas  
C.I.: 4562093

Fecha: 01/06/2022

[Signature]





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
Y TELECOMUNICACIONES

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN  
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ingeniero Gerson Sánchez, portador de la cédula de identidad N° 7.143.386, en mi carácter de tutor (a) del trabajo de grado presentado por el ciudadano Nelson Lucena, portador de la cédula de identidad N° 27.242.899, titulado **“DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA FILTRACIÓN DE SEÑALES EN LOS SISTEMAS DE AMPLIFICACIÓN DE LA EMPRESA NETUNO C.A. UBICADA EN VALENCIA ESTADO CARABOBO”** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 3 días del mes de mayo del año dos mil veintidós.

(Firma autógrafa del tutor)

Ing. Gerson Sánchez.

C.I: 7.143.386



FI E 001 2022-1CR IP

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:  
LUCENA TORRES, NELSON GUILLERMO  
27.242.899

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 3-2022 de fecha 16/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

**Diseño de un dispositivo electrónico para la filtración de señales en los sistemas de amplificación de la empresa NETUNO C.A. ubicada en Valencia, Edo. Carabobo.**

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:  
Ing. Gerson Jair Sánchez Ayala, titular de la cédula de identidad V- 7.143.386



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.  
Decano de Ingeniería

## **DEDICATORIAS**

El presente trabajo de investigación va dedicado en primera instancia a Dios por darme, la salud, la paz la serenidad, necesaria para lograr cumplir con las obligaciones que conllevaron esta investigación.

Del mismo modo, a mis padres Nelson Lucena y Raiza Torres, esto no habría sido posible sin ustedes apoyándome. Mi padre me inculcó el amor por las ciencias y la ingeniería, fue mi inspiración para la elección de la carrera, y aunque ya no estés físicamente, sé que nunca te has ido, de igual manera, mi madre siempre busca formas para ponerme los pies en la tierra, y darme su perspectiva del mundo, haciendo todo lo que está en sus manos para que yo logre mis metas. Ambos hicieron infinidad de sacrificios para que yo esté donde hoy estoy y sea el hombre que soy.

Así mismo, le dedico esta investigación a mi hermana Jennifer Lucena, y su esposo Arkaitz Fullaondo, quienes han costeadado mi educación universitaria, y me han brindado su apoyo incondicional. Por último, A mis tíos, Pedro, Manana y Omaira Torres, por servirme de soporte en innumerables ocasiones, a toda mi familia que siempre me ha alentado y a mi novia Karina Bierkamp, por ser mi compañera sentimental, así como de estudios, por brindarme de su escucha además de consejo y por estar allí cada vez que la necesite.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme la serenidad la salud y la paz para culminar este trabajo de investigación, abrirme los caminos y la mente para obtener el resultado deseado. Agradezco inmensamente a mis padres por guiarme, costear mi educación y alentarme a superar todos los restos que la vida me ha puesto delante, por incentivar me el amor a las ciencias, además de impulsarme a ser mejor cada día, forjando mi camino bajo un pensamiento crítico y analítico. Gracias por todos los sacrificios que tuvieron que hacer, por educarme con buenos valores y hábitos. Son mi inspiración.

Le doy las gracias a mi hermana y a su esposo por ese noble gesto de costear mis estudios universitarios, sin ellos no hubiera podido culminar los mismos. Del mismo modo agradezco a mi novia, por servirme de apoyo en los momentos en los que ni yo mismo sabía qué hacer, por tu amor, por escucharme, por alentarme a ser mejor, y sobre todo, por siempre ser incondicional, sé que siempre puedo confiar en ti.

Por ultimo le agradezco a la universidad José Antonio Páez por ser mi cuna de aprendizaje, a los profesores que me han impartido clase y en especial a mi tutor, el Ing. Gerson Sanchez y al profesor Ing. Wilfredo Mendoza por su ayuda, instrucción académica y su experiencia que me brindo para el desarrollo de este trabajo de investigación.

## INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xviii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xix</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I. LA EMPRESA .....</b>	<b>3</b>
1.1 Descripción de la empresa .....	3
1.1.1 Ubicación .....	4
1.1.2 Visión.....	4
1.1.3 Misión: .....	4
1.1.4 Políticas.....	4
1.2 Reseña Histórica.....	5
1.3 Estructura Organizativa de la Empresa .....	6
1.4 Descripción del Departamento .....	6
1.5 Descripción General Del Proceso Productivo.....	7
1.6 Descripción De Los Servicios.....	7
<b>II. EL PROBLEMA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Planteamiento del problema.....	9
2.2 Formulación del problema.....	10
2.3 Objetivos de la investigación .....	10
2.3.1 Objetivo general.....	10

2.3.2	Objetivos específicos.....	10
2.4	Justificación de la investigación.....	11
2.5	Alcances de la investigación.....	11
2.6	Limitaciones de la investigación.....	12
<b>III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
3.1	Antecedentes de la investigación.....	10
3.2	Bases teóricas.....	16
3.2.1	Distorsión Armónica (ruido).....	16
3.2.2	Ruido intrínseco.....	17
3.2.3	Resonancia en los circuitos.....	17
3.2.4	Protección de sobre-voltaje y sobre-corriente.....	19
3.2.4.1	Elementos necesarios para un sistema de protección.....	19
3.2.5	Filtrado.....	21
3.2.5.1	Tipos de filtro:.....	22
3.2.6	Puesta a tierra.....	23
3.2.6.1	El terreno.....	24
3.2.6.2	Resistividad del terreno.....	25
3.2.7	Factibilidad técnica.....	25
3.2.8	Factibilidad, económica y financiera.....	26
3.2.8.1	Tasa Interna de Retorno TIR.....	26
3.2.8.2	Análisis Costo-Beneficio.....	27
3.2.8.3	Proyección de beneficios.....	28
3.2.9	Factibilidad social.....	29
3.3	Bases legales.....	29

3.4. Definición de términos básicos: .....	32
<b>IV. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>34</b>
4.1 Tipo de Investigación .....	34
4.2 Diseño de la investigación .....	34
4.3 Nivel de la Investigación.....	38
4.4 Población y muestra .....	38
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
4.6 Técnicas de análisis de datos.....	41
4.7 Fases Metodológicas .....	41
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
5.1 Fase I. Diagnosticar la situación actual de operación de los amplificadores en la empresa NET UNO C.A. ....	43
5.1.1 Descripción del funcionamiento de los amplificadores, Line Extender y Mini Bridge utilizados en los nodos de la empresa NETUNO C.A. ....	43
5.1.1.1 Alimentación del circuito .....	43
5.1.1.2 Amplificación.....	44
5.1.2 Análisis de fallas de servicio, provocadas por daño en los amplificadores. ....	49
5.2 Identificar los puntos críticos en la operación y funcionamiento de los amplificadores en la empresa NETUNO C.A. ....	51
5.2.1 Determinar fallas frecuentes encuestando a los técnicos de la empresa.....	51
5.2.2 2. Elaborar un análisis de fallas comunes generadas en los amplificadores, representando la frecuencia por medio de un diagrama de Pareto. ....	56
5.2.3 Evaluar las condiciones de los equipos.....	64

5.3 Proponer un Diseño de un dispositivo electrónico que permita filtrar señales indeseadas en los amplificadores de la empresa NETUNO C.A. ....	69
5.3.1 Etapa de Protección .....	70
5.3.1.1 Etapa 1 de Protección .....	70
5.3.1.2 Etapa 2 de Protección .....	72
5.3.1.3 Etapa 3 de Protección .....	74
5.3.2 Etapa de Filtrado .....	77
5.3.3 Funcionamiento del dispositivo .....	94
5.3.4 Calculo de transformadores.....	98
5.3.5 Calculo de inductancias.....	102
5.3.6 Modelado de la placa del circuito.....	105
5.4 Realizar un estudio de factibilidad técnica, económica y social de un sistema de filtración de señales eléctricas para los amplificadores de la empresa NETUNO C.A. ....	108
5.4.1 Descripción de la factibilidad financiera de la propuesta, contrastando el coste de diseño y elaboración de este dispositivo, y los gastos que se generan al tener que reemplazar estos constantemente. ....	108
5.4.1.1 Determinación del beneficio esperado resultante de la proyección de incorporación de un dispositivo de filtración de señales y protección de voltajes para la empresa NETUNO C.A.....	113
5.4.2 Establecer si los técnicos cuentan con la habilidad y conocimientos para las instalaciones dispositivo y si la tecnología disponible en Venezuela permite una futura elaboración e implementación.....	120
5.4.2.1. Factibilidad Operativa .....	120
5.4.2.2. Factibilidad Material .....	120
5.4.2.3. Factibilidad Tecnológica .....	120

5.4.3 Determinar si verdaderamente el personal de la empresa y los clientes reflejan un beneficio al implementar esta tecnología en la instalación de los amplificadores Line Extender y Mini Bridge. ....	121
5.4.3.1. Factibilidad social desde el punto de vista del personal.....	121
5.4.3.2. Factibilidad social de los clientes.....	121
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>136</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PAG.</b>
1. Logotipo de NETUNO, C.A. ....	3
2. Estructura Organizativa de NETUNO C.A. ....	6
3. Diagrama de flujo de un sistema de protección. ....	20
4. Lógica de un sistema de protección elemental.....	21
5. Comportamiento de filtro pasa baja (LP).....	22
6. Comportamiento de filtro pasó alto (HP).....	22
7. Comportamiento de filtro banda pasante (BP).....	23
8. Comportamiento de filtro banda pasante (BS).....	23
9. Diagrama circuital de amplificador Mini Bridge. ....	45
10. Diagrama de bloques de amplificador Scientific Atlanta. ....	47
11. Graficas de pérdidas en dB VS Frecuencia en MHz de un Amplificador Scientific Atlanta. ....	48
12. Amplificador Line Extender Scientific Atlanta con daño visible en los componentes del filtrado interno.....	59
13. Fuente DC de un Mini Bridge sulfatada. ....	60
14. Tapa de la fuente DC Mini Bridge.....	61
15. Amplificador Mini Bridge General Instrument con su fuente DC.....	62
16. Etapa de supresión de pico.....	70
17. Etapa de relevación de tensión.....	73
18. Circuito 5V dc de salida.....	74
19. Circuito temporizador/retardador.....	75
20. Circuito de protección. ....	77

21. Atenuación versus frecuencia normalizada para prototipos de filtro máximamente planos. ....	81
22. Función de transferencia de Filtro Chebyshev pasa banda orden 7 con 0,5 de rizado. ....	83
23. 'Filtro Chebyshev pasa banda orden 7 con 0,5 de rizado .....	83
24. Polos y ceros del filtro.....	84
25. Suma de senos y transformada de Fourier .....	85
26. Suma de senos y transformada de Fourier. ....	86
27. Resumen de transformaciones de filtro de prototipo .....	87
28. Diagrama esquemático general en base a $g_k$ de un filtro Chebyshev pasa banda impar. ....	89
29. Valores de <b><math>a_k, b_k, g_k</math></b> desde $k = 1$ hasta $k = 7$ .....	92
30. Valores de las inductancias y capacitancias del filtro Chebyshev pasa banda de orden 7 desde $k = 1$ hasta $k = 7$ .....	92
31. Circuito de filtrado Chebyshev de orden 7 y 0,5 de rizado con y sin transformador de entrada. ....	93
32. (32.1) Mediciones en el osciloscopio de la señal de entrada (canal A función amarilla) señal de salida del filtro (Canal B función azul) (32.2) Mediciones en el osciloscopio de la señal de entrada (canal A función amarilla) señal de salida del filtro con transformador de 0,4 en la entrada (Canal B función azul).....	93
33. Dispositivo electrónico para la filtración de señales en los sistemas de amplificación de la empresa NETUNO C.A.....	94
34. Funcionamiento de baja tensión.....	95
35. Graficas de filtrado de señal a baja tensión Canal A, Amarillo; señal de entrada. Canal B, azul; señal de salida.....	96
36. Funcionamiento a tensión nominal. ....	96

37. Graficas de filtrado de señal a tensión nominal Canal A, Amarillo; señal de entrada. Canal B, azul; señal de salida.....	97
38. Funcionamiento de sobretensión.....	97
39. Graficas de filtrado de señal a sobretensión Canal A, Amarillo; señal de entrada. Canal B, azul; señal de salida.....	98
40. Transformador reductor de dos salidas (T1). .....	98
41. Transformador elevador (T2).....	98
42. Transformador elevador (T3).....	98
43. Núcleo tipo E para Transformador.....	100
44. Núcleo para el inductor .....	104
45. Diagrama del circuito para el montaje en baquelita.....	105
46. Esquema circuital en baquelita. ....	106
47. Visual superior del circuito en baquelita en 3D .....	106
48. Visual inferior del circuito en baquelita en 3D .....	107
49. Visual frontal del circuito en baquelita en 3D .....	107
50. Visual lateral del circuito en baquelita en 3D .....	108
51. Controlador de tensión de salida con Arduino y TRIAC.....	125
52. Entrada 146Vrms Salida 88Vrms.....	128
53. Entrada 125Vrms Salida 84Vrms.....	128
54. Entrada 112Vrms Salida 83Vrms.....	128
55. Entrada 100Vrms Salida 83Vrms.....	128
56. Implementación de transistores al circuito.....	131
57. Ubicación de transistores al circuito.....	132

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pág.</b>
1. Tabla del % de fallas en los equipos en un sistema de potencia.....	19
2. Tabla del % de ocurrencia de cierta falla.....	19
3: Niveles de compatibilidad de redes públicas, no públicas y sistemas industriales.	31
4: Máxima distorsión de corriente armónica en porcentaje de la corriente de carga.	32
5: Límites de planificación de distorsión en tensión Armónica.....	32
6. Daños reportados en ordinales dentro de la empresa NETUNO C.A.....	50
7. Contabilización de las respuestas para la pregunta 1 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	52
8. Contabilización de las respuestas para la pregunta 2 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	54
9. Contabilización de las respuestas para la pregunta 3 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	54
10. Contabilización de las respuestas para la pregunta 4 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	55
11. Daños en una muestra de 50 amplificadores de la empresa NETUNO C.A.....	56
12. Tabla de frecuencia de los daños en una muestra de 50 amplificadores de la empresa NETUNO C.A.....	57
13. Contabilización de las respuestas para la pregunta 5 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	64
14. Contabilización de las respuestas para la pregunta 6 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	65
15. Contabilización de las respuestas para la pregunta 7 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	66

16. Contabilización de las respuestas para la pregunta 8 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	67
17. Contabilización de las respuestas para la pregunta 9 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	68
18. Análisis de estrategias por medio de la matriz FODA tomando como parámetros los obtenidos en las encuestas y datos de las pasantías.....	69
19. Tabla comparativa filtro activo y pasivo.....	78
20. Tabla comparativa: configuración Chebyshev, Butterworth, elíptico (Cauer) o Bessel. ....	79
21. Núcleo de transformadores comerciales. ....	99
22. Calibre de del conductor según amperaje: .....	100
23. Calibre de los conductores seleccionados .....	101
24. Calculo del número de vueltas por voltio necesario .....	101
25. Calculo de L1 y L7.....	103
26. Calculo de L3 y L5.....	103
27. Calculo de L2 y L6.....	104
28. Calculo de L4 .....	104
29. Costos de Recursos a utilizar-expresado en USD (\$) .....	109
30. Resultados del ingreso no percibido .....	114
31. Flujo de proyecto al cabo de 5 años .....	117
32. Flujo de proyecto al cabo de 5 meses.....	117
33. Valor de la tasa interna de retorno (TIR) al cabo de 5 meses y/o 5 años.....	118
34. Valor actual neto (VAN) al cabo de 5 meses y/o 5 años .....	118
35. Relación costo beneficio mensual luego de la implementación.....	119
36. Relación costo beneficio anual luego de la implementación. ....	119

37. Angulo de disparo según intervalo de tensión RMS ..... 126

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICA</b>	<b>PAG.</b>
1. Grafico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 1 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	53
2. Grafico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 2 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	54
3. Grafico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 3 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	55
4. Grafico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 4 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	56
5. Diagrama de Pareto sobre la frecuencia de daños ocurridos en los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.....	58
6. Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 5 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	64
7. Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 6 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	65
8. Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 7 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	66
9. Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 8 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	67
10. Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 9 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.....	68



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRÓNICA

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA FILTRACIÓN DE SEÑALES EN LOS SISTEMAS DE AMPLIFICACIÓN DE LA EMPRESA NETUNO C.A. UBICADA EN VALENCIA ESTADO CARABOBO.**

**Autor:** Lucena T. Nelson G.

**Tutor:** Ing. Gerson Sánchez.

**Fecha:** Diciembre 2021

**RESUMEN**

El presente proyecto de investigación, viene dado debido a la presente problemática en la empresa NETUNO C.A. donde los dispositivos de amplificación y en general de la red HFC se ven afectados por el ruido eléctrico presente en las líneas de alimentación, que distorsiona la señal en las tarjetas electrónicas, Esto se debe en parte a la inestabilidad del sistema eléctrico de alimentación, suministrado por CORPOELEC. La distorsión armónica también se induce en la carcasa del dispositivo, creando corrientes parásitas y sobrecalentamientos, que aunado a las interrupciones en el servicio eléctrico, que causan a su vez, picos de sobre corriente al reestablecerse, suscitan daños muchas veces irreversibles en los dispositivos, dejando a los clientes sin servicio, hasta el momento de reemplazo del dispositivo, o hasta que se realice el respectivo balanceo de la línea que permita atenuar los armónicos manualmente. Es por ello que, el trabajo de investigación centrará su objetivo en diseñar un dispositivo electrónico para la filtración de señales en los sistemas de amplificación de la empresa NETUNO C.A. ubicada en Valencia estado Carabobo, que permita solucionar las problemáticas planteadas y brindar el punto de partida para la protección de los equipos y con ello brindarlos de mayor vida útil. De esta manera, el proyecto de investigación se encuentra dentro del modelado de un proyecto factible, bajo los lineamientos de un tipo de investigación de campo a nivel descriptivo, con técnicas de recolección de datos basada en la observación directa y entrevista no estructurada. Cuya línea de investigación son los avances tecnológicos en tecnologías de la información y comunicación.

**Palabras clave:** Dispositivo, HFC, Electricidad, Distorsión armónica o ruido, sobre corrientes.

## INTRODUCCIÓN

La electrónica es una rama de la ingeniería, que se encarga de mejorar los procesos a través de la tecnología implementada, y de esta manera alcanzar ciertos resultados deseados, con ella se construye gran parte de toda la tecnología actual. Los sistemas de telecomunicación funcionan por medio de artefactos electrónicos que nos permiten, amplificar, atenuar, dirigir, dividir, modificar enviar o recibir señales eléctricas o electromagnéticas. Las redes HFC (Hybrid Fiber-Coaxial) nos permiten enviar información por medio de un hilo de cobre por largas distancias, en forma de corrientes eléctricas que se multiplexan a diferentes frecuencias o amplitudes, logrando comunicar a la población conectada a dicha red. Las mismas, fueron implementadas en Venezuela desde hace muchos años por empresas que ahora son líderes en el sector, como NETUNO C.A. llevándolas tanto a zonas residenciales como corporativas permitiendo que la población poco a poco estuviese más conectada.

Sin embargo, este tipo de redes tiene como inconveniente muchos problemas relacionados con fenómenos intrínsecos de la electricidad, de los cuales se deben proteger. Esta es la razón por la cual los medios de transmisión como los cables coaxiales se recubren de goma y un mallado, ya que de esta manera, las líneas de transmisión no se inducen tensión entre sí por Ley de Faraday, y no se mezclan las conversaciones. Por otro lado, no se está exceptos de otros fenómenos como la distorsión armónica, la cual produce fallas en el servicio, corrientes parásitas, sobre calentamiento o daño en componentes, u otros como picos de sobretensión o sobre corrientes, generados por la alimentación. Estos problemas si no se toman medidas, pueden generar daños irreversibles en los dispositivos de la red, como las NAP (Network Access Point), splitters, amplificadores, líneas de transmisión, entre otros. Esto conlleva a un malgasto excesivo de recursos para solventar sucesos que podrían ser mucho más esporádicos.

Con lo previamente establecido, el presente informe de pasantías está dividido en cinco capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, estos capítulos se describen a continuación: **Capítulo I:** Donde se

describe la empresa, su misión, visión, sus políticas e historia, y a su vez se describe el departamento donde se realizará el estudio, su proceso productivo y los productos derivados del mismo. Luego el **Capítulo II:** Referido al problema en cuestión, y abarca su planteamiento, que expone detalladamente la problemática a estudiar durante el curso de la investigación, sus objetivos generales y específicos, cuya misión es solventar el problema existente, la justificación, que aporta credibilidad al problema, y el alcance y limitaciones que se presentan para su desarrollo.

Así mismo el **Capítulo III:** Llamado Marco Teórico, en dicho capítulo se sustentan las bases de la investigación, pues se analizan los antecedentes del proyecto, las bases teóricas y bases legales que sustentan el trabajo de investigación, y a su vez se contempla la definición de los términos básicos que conforman el trabajo de investigación. Por otro lado el **Capítulo IV:** Donde se evidencia, el tipo, diseño y nivel de la investigación, así como la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección y el análisis de los mismos, así como las fases metodológicas. Y **Capítulo V:** Llamado Aspectos Administrativos, este capítulo se refiere a los recursos y el tiempo destinados al desarrollo y ejecución del proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **LA EMPRESA**

#### **1.1 Descripción de la empresa**

NETUNO C.A. es una empresa dedicada a ofrecer servicios orientados al área de las telecomunicaciones, como: TV por cable, telefonía, e Internet de banda ancha, tomando como base de construcción de red, dos tecnologías: HFC las cuales utilizan cableado de cobre y coaxial para hacer llegar los servicios y FTTH (Fiber To The Home) o FTTO (Fiber To The Office) las cuales son redes sustentadas completamente en fibra óptica el primero de estos orientado a residencial y el segundo a corporativo. Con ello logra posicionarse como una de las primeras opciones a nivel nacional, en lo que a servicios de telecomunicación se refiere, por sus altos estándares y buen servicio, contando con diversas sedes en las principales ciudades del país.

Su segunda sede principal más importante se encuentra ubicada en Valencia estado Carabobo, más específicamente en El Viñedo, sus instalaciones cuentan con 4 pisos, los cuales se dividen en diversos departamentos: operaciones, ventas, administración y soporte. En ellas se fundamenta todo el sistema para llevar a cabo un efectivo servicio de telecomunicaciones. En la actualidad la empresa NETUNO C.A. contempla las metas a corto y mediano de plazo de consolidarse como empresa líder en telecomunicaciones de Venezuela, con un alto rendimiento de sus redes, una gran factibilidad y áreas de cobertura exponencialmente mayores alrededor de diversos sectores del país Su logo es el que se visualiza a continuación (ver Figura 1):



**Figura 1.** Logotipo de NETUNO, C.A.

Fuente: <https://www.netuno.net.vr/>

### **1.1.1 Ubicación**

Urb. El Viñedo, Av. Carlos Sanda, Edificio, Oficenter.

### **1.1.2 Visión**

Comunicar a la gente con soluciones excepcionales que mejoren su vida.

### **1.1.3 Misión:**

La compañía NETUNO, C.A se define como: una empresa de telecomunicaciones proveedora de servicios que facilita el acceso a la información y el entretenimiento. Su capital humano, capacitado y comprometido, está orientado a superar las expectativas de sus clientes con atención personalizada, altos estándares de calidad y tecnología de vanguardia. Adoptando una conducta responsable con su entorno y creando valor a la empresa.

### **1.1.4 Políticas**

Con el fin de garantizar la mejor convivencia y desempeño laboral, la empresa rige sus políticas de seguridad y salud laboral por medio de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Con dichas normativas son capaces de prever accidentes laborales suscitados por el mal manejo de herramientas con un potencial riesgo, además de buscar educar al personal para disminuir al mínimo los mismos, y evitar situaciones que propinen un peligro para la salud y vida de los trabajadores y de su entorno. Así mismo, debido a la situación actual, cuentan con una estricta política de bioseguridad. A continuación algunos lemas de la empresa en cuanto a seguridad laboral: mitigar las posibles causas de accidentes laborales, Promover la salud de cada trabajador es un deber, Los trabajadores deben asegurarse de que la protección del medio ambiente durante el ejercicio de sus labores sea óptimo para ellos. Los accidentes deben prevenirse reconociendo los riesgos implícitos en las actividades laborales, convirtiéndose entonces, en una obligación social irrevocable de todos los empleados de la empresa. Es obligatorio el correcto uso de las herramientas de bioseguridad.

## **1.2 Reseña Histórica.**

En sus orígenes la empresa llevaba por nombre CABLETEL, fundada en Caracas en el año de 1993, como una asociación entre las compañías COMSAT y CORP-TV, siendo la primera de estas, la tercera televisión por cable en Estado Unidos, y la segunda, una de las compañías pertenecientes al grupo ZUBILLAGA. La puesta en marcha de sus operaciones comienza en 1994 al iniciar su reclutamiento de personal una vez cumplidos los requisitos impuestos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Estableciendo su sede principal en las Mercedes, Caracas, y luego de mudarse a la Urbina se comienza a consolidar la estructura organizativa de la empresa. A finales del mismo año comienzan sus labores de construcción de redes, al elaborar en la Urb. Los Naranjos del Cafetal, en Caracas su primer “HEAD-END”. Meses después en julio de 1995, lograron la activación de un conjunto de subscriptores residenciales, que les permitió en consiguiente, enlazar a la Urb. Los Naranjos con el centro de la ciudad incluso llegando al Parque central unos tres meses después.

Del mismo modo, unos años más tarde en 1997, se creó el consorcio VEINFOTEL, permitiendo así la expansión, llegando a Barquisimeto, Maracay y Valencia. Posteriormente la empresa adquiere en 1998 las empresas de Audio y Video Londres, Eco-Andina y TV Cable Orión, con lo que finalmente obtiene en Caracas NETUNO, C.A.

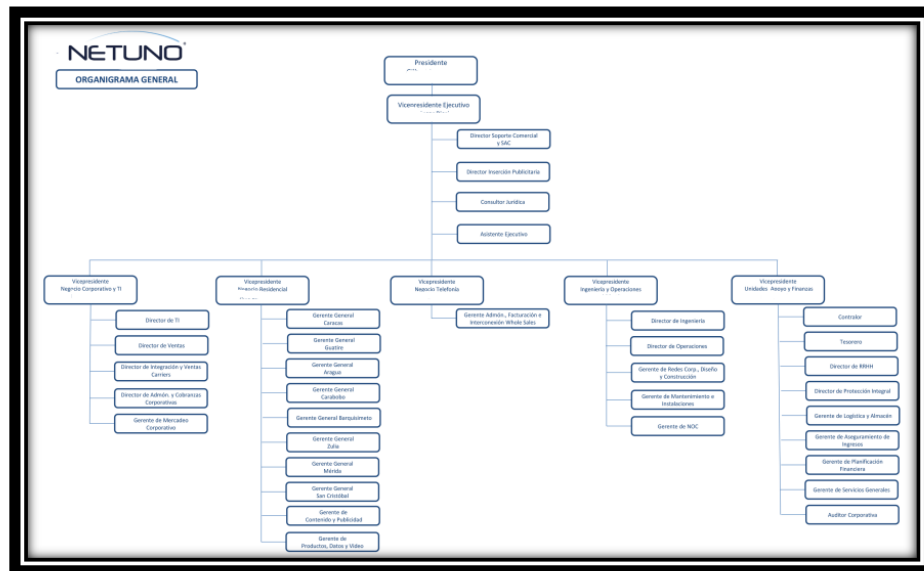
El 30 de abril de 2001, se convocó a todas las empresas pertenecientes a VENINFOTEL, anunciando la decisión, en la cual, a partir de ese momento la empresa se reconocería como una sola razón social, llevando como nombre: NETUNO C.A. empresa cuyo objetivo será ofrecer un servicio de telefonía, de alta calidad para todos sus usuarios, quedando habilitada para ello por medio de CONATEL (Comisión Nacional de Telecomunicaciones) siendo entonces una empresa integral de las telecomunicaciones en Venezuela.

Así mismo, al pasar de los años, la empresa ha ido en expansión, tanto a nivel de infraestructura como de tecnología, obteniendo como resultado un servicio de calidad para todos sus usuarios. A partir de ese mismo año, han logrado aumentar su cartera de

servicios a redes privadas, telefonía fija, televisión por cable e internet de banda ancha por medio de redes FTTH o HFC.

### 1.3 Estructura Organizativa de la Empresa

Cada empresa requiere de una estructura organizacional distinta, dependiendo de cuales sean sus prioridades, necesidades, y tipo de planeación y producción. Del mismo modo, Según Chiavenato (2004) “la estructura organizacional son los patrones de diseño para organizar una empresa, con el fin de cumplir las metas propuestas y lograr el objetivo deseado”. Con ello desempeña las labores pertinentes para lograr cumplir con sus objetivos trazados pensando en sus sistemas, economía, tamaño, servicio o productos ofrecidos, entre otros. De esta forma, la estructura organizacional de NETUNO C.A. es la que se muestra en la Figura 2:



**Figura 2.** Estructura Organizativa de NETUNO C.A.

Fuente: NETUNO, C.A

### 1.4 Descripción del Departamento

El departamento de operaciones de la empresa NETUNO, C.A se encuentra dividido en las áreas de diseño, construcción, instalación, redes, IP-WAN, soporte y ventas. Se encarga de todos los procesos a llevar a cabo para que un cliente tenga servicio operativo, desde el diseño físico de la red para tendidos troncales, creación de nodos, mangas y la ubicación de todas las NAP de distribución, en las zonas donde se pudiese extender las áreas de cobertura. Así como como la asignación lógica de las

direcciones realizadas por IP/WAN. Hasta la venta del servicio a los usuarios finales, continuando con el seguimiento y resolución de posibles fallas y/o averías realizadas en el área de soporte técnico. Para ello, se valen de cuadrillas internas y contratistas externos que brindan estos servicios de conexión e instalación de clientes, bien sea por fibra o cable coaxial, residenciales o corporativas.

### **1.5 Descripción General Del Proceso Productivo.**

Esta es una empresa líder en el mercado venezolano de las telecomunicaciones, logrando posicionarse con sus excelentes servicios de transmisión de voz, vídeo y datos. Principalmente se enfoca en telefonía básica, de larga distancia nacional e internacional tanto en el mercado personal como en el corporativo. Del mismo modo, también, cuenta con servicios de internet de alta velocidad por medio de fibra óptica o cable coaxial (redes FTTH o HTC respectivamente) y televisión por cable, donde dichas redes se encuentran desplegadas en las principales ciudades del país como lo son, Caracas, Valencia, Barquisimeto, entre otros.

Cuenta a su vez con un equipo capacitado y con experiencia para mitigar adecuadamente las fallas en caso de estas, de la manera más rápida posible, y de innovar para la mejora contante de su tecnología. Para ello cuenta con equipos y software especializados, que emplea el personal para velar por la calidad de servicio brindada a sus clientes, logrando mantener un alto nivel de rendimiento desde las operaciones administrativas, pasando por el diseño de las redes, hasta su posterior instalación y mantenimiento, de esta manera se genera la confianza y la fidelidad de los clientes, a los mismos obtener una buena calidad de servicio, promoviendo así la expansión de la empresa por el resto del país.

### **1.6 Descripción De Los Servicios.**

Entornos residenciales:

- Televisión por cable. Planes: TV Básico, TV Premium,
- Telefonía fija: Planes desde los 360 minutos hasta los 600 minutos libres para llamadas locales.
- Internet: Planes desde 4Mbps hasta los 200Mbps y posee dos variantes: HFC (Hybrid Fiber Optic - Coaxial) FTTH (Fiber to the home –fibra óptica)

Empresas:

- Televisión por cable. Planes: TV Básico, TV Premium.
- Telefonía fija. Planes: Líneas Masteruno con posibilidad de: Caller ID, Llamada en espera, Bloqueo de llamadas, Números no geográficos (0800 y 0500), Entre otros. Líneas comerciales: orientada a pequeños comercios o empresas que no requieren de gran infraestructura.
- Internet corporativo. Planes: Internet dedicado, Internet Banda Ancha, Internet dedicado FTTO.

Por último, también cuenta con, la posibilidad de inserción de campañas publicitarias siguiendo los lineamientos internacionales. Con ello, las marcas pueden impulsarse y ser posicionadas en el mercado, llegando a más de 450 mil tele-suscriptores de manera más sencilla. Además, su transmisión de datos cuenta con un ancho de banda de entre 1 Mbps hasta 10 Gbps logrando una excelente capacidad de transmisión de contenido de voz, datos y video, ofreciendo además monitoreo que permite brindar de mayor seguridad y respaldo de sus datos con acuerdo de niveles de servicio. La empresa NETUNO C.A. se dedica únicamente a ofrecer un servicio de calidad en cuanto a lo que telecomunicaciones se refiere, por tanto, no cuenta con una cartera de producto los cuales ofrecer al mercado o clientes.

## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1 Planteamiento del problema.**

Las telecomunicaciones, no son más que sistemas de comunicación a distancia, que nos permiten llegar a cualquier parte del mundo por medio de dispositivos electrónicos diseñados para estos fines. Propiamente dichas, datan desde 1833 con el surgimiento del telégrafo, siendo este un dispositivo capaz enviar y recibir telegramas a distancia, continuando así como otra opción el servicio postal. A estos sistemas ser muy lentos, un tiempo después nace el teléfono en 1876, dando inicio a la nueva era de la telecomunicación, donde las personas pueden comunicarse al instante sin tomar en cuenta la distancia entre ellos, siguiendo con la radio, la televisión, entre otros.

En Venezuela el desarrollo de las telecomunicaciones, en un principio se encontraba a la vanguardia, implementando la tecnología solo unos pocos años después de su implementación en los países potencia que las desarrollaban, como Estados Unidos, Japón y otros países de Europa. Sin embargo, en los últimos años por la falta de mantenimiento de los mismos, es común encontrar fallas eléctricas, el aislamiento de estos sistemas se encuentra vencido, generando ruido en las transmisiones en las redes HFC, y trayendo como consecuencia que las empresas de telecomunicación deban ingeniar nuevas maneras de solventar estas problemáticas, tratando de brindar así, la mejor experiencia de comunicación a sus clientes.

Así mismo, la empresa líder en servicios de telecomunicaciones NETUNO C.A, es una organización encargada de comunicar a las personas por medio de sus servicios como internet y televisión, la cual emplea diversos medios de transmisión de data como: fibra óptica, cables coaxiales y conexiones satelitales, con ello solo en Valencia comunica a más de 4000 usuarios y se encuentra en crecimiento.

Actualmente a través de los registros, se evidencia la ocurrencia de fallas asociadas a los sistemas de amplificación, es de notar que la más significativa, es la distorsión

armónica, corrientes parásitas que afectan y destruyen los amplificadores debido una pequeña fluctuación de la energía eléctrica inducida en la alimentación del primer amplificador, a medida que pasa el sistema en cascada, se va amplificado, hasta el punto de que susciten cortocircuitos y sobrecalentamiento en los mismos, derritiendo las tarjetas electrónicas y en caso de que aun esto no suceda, merma la calidad de señal recibida por los usuarios, lo cual hace que muchos de estos quieran cancelar el servicio, debido a las intermitencias en la señal de internet, y televisión.

Aunado a ello, el proceso conlleva un gasto económico importante, que representa el hecho de reparar el equipo o tener que conseguir uno nuevo, además del sueldo del técnico y el trámite de permisología pertinente para solicitar abrir las tanquillas de CANTV y acceder a los dispositivos, tanto para el diagnóstico, como para la instalación de un nuevo equipo, perdiendo tiempo y capital. Es por ello que la empresa solicitó una solución para dichas fluctuaciones de la calidad de energía eléctrica.

## **2.2 Formulación del problema.**

Ante esta realidad, se propone el siguiente trabajo de investigación, y se formula el siguiente problema: ¿Es posible disminuir los efectos de las variaciones en la calidad de energía en los sistemas de amplificación de la empresa NETUNO C.A. ubicada en Valencia estado Carabobo?

## **2.3 Objetivos de la investigación**

### **2.3.1 Objetivo general.**

- Proponer un diseño de un dispositivo electrónico para la filtración de señales en los sistemas de amplificación de la empresa NETUNO C.A. ubicada en Valencia estado Carabobo.

### **2.3.2 Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la situación actual de operación de los amplificadores en la empresa NETUNO C.A.
- Identificar los puntos críticos en la operación y funcionamiento de los amplificadores en la empresa NETUNO C.A.
- Proponer un diseño de un dispositivo electrónico que permita filtrar señales indeseadas en los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.

- Realizar un estudio de factibilidad técnica, económica y social de un sistema de filtración de señales eléctricas para los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.

#### **2.4 Justificación de la investigación.**

Se debe implementar un dispositivo electrónico que permita filtrar señales eléctricas indeseadas como: armónicos, fuentes de ruido, componentes de voltajes y corrientes en alterna, picos de sobre tensión, que afectan la vida útil de los amplificadores de la empresa NETUNO C.A. ya que, queda en evidencia que esta problemática afecta negativamente a los dispositivos de la red HFC, genera grandes pérdidas económicas en equipos y descontento en los suscriptores, que por momentos presentan fallas en sus servicios (desde desconexión completa de los mismos, hasta reducción de ancho de banda, atenuación, entre otros) lo que en ocasiones puede traducirse en cancelación de los mismos. Desde el punto de vista social, se consigue que el personal técnico de la empresa deba reemplazar menos los equipos y a su vez que los clientes disfruten de un servicio óptimo, sin interrupciones debido a la disminución del ruido inducido en la línea y al control de las sobretensiones.

Esta tecnología permitirá englobar y sintetizar parte importante del conocimiento aprendido durante la carrera, además de que en una instancia posterior al trabajo de grado, puede implementarse, y adaptarse no solo a la empresa NETUNO C.A. sino a otras empresas que requieran una solución similar, ya que cuentan con dispositivos que realizan las mismas funciones, volviéndose un invento replicable y con gran potencial de expansión, logrando así solventar un problema mucho mayor al del inicio.

#### **2.5 Alcances de la investigación**

En el presente proyecto, se basa en el desarrollo de una investigación, la cual se extenderá hasta la fase de propuesta de diseño. Para efectos de este trabajo, la fase de implementación quedará de parte del departamento encargado en la empresa NETUNO C.A. así mismo, se busca realizar una propuesta de diseño factible que proteja a los dispositivos de la empresa de daños irreversibles en sus dispositivos de amplificación que traigan como consecuencia gastos innecesarios.

## **2.6 Limitaciones de la investigación**

Sin embargo, se toman en cuenta las siguientes limitaciones del proyecto:

- Temporales: el tiempo estimado para el desarrollo del presente trabajo es de ocho meses.
- Espaciales: la realización de este trabajo al sistema amplificador de señales de la empresa NETUNO C.A.
- Condiciones de pasantía: por normativa de la empresa, solo se puede trabajar dentro de las instalaciones y no fuera cuando se es pasante.
- No hay acceso a dispositivos de medición, más que multímetros, por lo que la realización de gráficas, medición de armónicos de línea, formas de voltaje, entre otras, no es posible de ninguna manera.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

El Hernández, Sampieri (2018) establece que un Marco Teórico es:

“Una etapa que implica un proceso de inmersión en el conocimiento existente y disponible que debe estar relacionado con el planteamiento del problema (objetivos, preguntas, justificación, viabilidad y evaluación de las deficiencias de lo que se sabe del problema), y un producto, que a su vez es parte de un producto mayor: el reporte o informe de investigación”

En este orden de ideas, el marco teórico permite prevenir los errores, en el estudio y proceso de la investigación, al abarcar las fuentes pertinentes de consulta teórica, con las cuales el investigador puede desarrollar correctamente todo el proceso de indagación, con la finalidad de crear una estructura de trabajo sólida que lo lleve a una conclusión bien sustentada, interrelacionando la información científica al planteamiento del problema previamente estipulado como tema de investigación por medio de un producto mayor, como bien lo es su informe o reporte.

#### **3.1 Antecedentes de la investigación.**

En primera instancia, Caceres Eddy (2019) realizó una tesis en la Universidad Nacional del Altiplano, ubicada en Puno Perú, previo a la obtención de su título de ing. Mecánico Electricista. La cual trataba sobre el **“Estudio y análisis de armónicos en rectificadores estáticos de potencia eléctrica utilizando series de Fourier, para la región de puno”** en la cual se expone la gran cantidad de armónicos presentes en un sistema de potencia y las desventajas que esto conlleva en norma general.

Lo que se hizo durante esta investigación, fue estudiar la producción de armónicos en los sistemas de distribución eléctrica, y se habla de la utilización de diferentes clases de filtros (activos y pasivos) para la mitigación de los mismos evaluados por medio de la norma IEEE Std519-2014. En este caso para el análisis se optó por utilizar las series de Fourier complejas y con ello observó cuales fueron las características armónicas

presentes en los sistemas de estudio, en fase y amplitud, producidas por diferentes transformadores, con distintas características acoplados a los circuitos rectificadores, por medio de diversos diagramas de conexión y con dicha información, se generaron las gráficas de estudio de funcionamiento en los software de PSIM y MATLAB. Con ello, se pudo determinar la calidad de la energía eléctrica del caso de estudio, y a su vez se propuso una forma de reducir dichas perturbaciones.

Se eligió esta tesis como antecedente, debido a su semejanza con el tema a investigar, ya que, una de las principales causas del ruido armónico, presente en los amplificadores de la empresa NETUNO C.A. se cree que es generado por medio de su alimentación, donde los transformadores, los cuales no cuentan con el debido mantenimiento, producen fluctuaciones y armónicos indeseados que se traducen en corrientes parásitas, las cuales se inducen en las tarjetas y carcasa del equipo, produciendo, en ocasiones, la destrucción de los mismos. Por lo que para este proyecto, es fundamental el análisis del espectro armónico, para luego con el posterior diseño de filtraje, mitigar el ruido.

En segundo lugar, un trabajo de grado para la obtención del master en ciencias de la electricidad e ingeniería electrónica, realizado por Kazan Oğuz (2018) en la Middle East Technical University ubicada en Ankara, Turquía, llevando como título: **“GAN-based Robust Low-Noise amplifier”** o en español **“Amplificador robusto de bajo ruido basado en GAN”**. En donde se establecen las bases de como disminuir el ruido eléctrico para que el amplificador luego no degrade la señal al realizar su debida función.

En el mismo se presenta el diseño de un amplificador, que tiene como característica principal una alta inmunidad a la potencia de entrada, y un factor de ruido de menos de 2 dB contando con ganancias de hasta 20 dB. Los mismos son construidos sobre el sustrato GaN/SiC (Gallium Nitride y Silicon Carbide, materiales semiconductores que permiten a los dispositivos ser más pequeños, rápidos y resistentes en el tiempo, teniendo una mejor efectividad y desempeño). Para ello se realizó un estudio, sobre la sensibilidad de los materiales y los tipos de ruido que afectaban al dispositivo, y como se podía mejorar la relación de ruido potencia, sin afectar la amplificación de la señal, para luego por medio de diversos mecanismos de medición determinar la factibilidad de su producto.

El motivo de la elección de esta tesis como antecedente, fue para analizar de qué manera los armónicos y las corriente parásitas inducidas en el circuito pueden afectar negativamente un proceso de amplificación, y sobre todo en el campo de las telecomunicaciones, donde un mal funcionamiento se traduce en un cliente insatisfecho con el servicio que se está ofreciendo. La formas en las que buscan proteger la entada del circuito presentado en dicha tesis, asemeja a lo que se cree debe ser el objetivo de la primera etapa del dispositivo electrónico que se quiere proponer, para que de esta manera, ahora el amplificador de NETUNO C.A, sea inmune a grandes subidas de voltaje, cuando se suscita el restablecimiento repentino del servicio eléctrico tan común en el país.

En tercer lugar, una tesis realizada por Mongay Diego y Valles Rafael (2015) en la facultad de ingeniería de la Universidad de Nueva Esparta en Caracas Venezuela, para obtener su título de Ing. Electrónico, la cual fue: **“Diseño e implementación de un entrenador de modulaciones analógicas y digitales para la materia de análisis de señales en la Universidad de Nueva Esparta”**. En la cual no solo se expone la complejidad del diseño de un circuito para las telecomunicaciones, sino que además, cuenta con bases del diseño de filtros para mitigación de ruido en la elaboración de dicha tesis.

En la misma, se diseñó una serie de módulos interconectables entre sí y con ellos poder realizar pruebas prácticas en los contenidos de la materia de análisis de señales, facilitándoles el trabajo tanto a los estudiantes como al instructor. Para ellos tuvieron que previamente realizar un estudio del funcionamiento de las ondas moduladoras y portadoras sobre la creación e implementación de las mismas. Es por ello que, la razón por la cual se tomó esta tesis como antecedente, viene dada por la complejidad que se afronta a la hora del diseño de un circuito para telecomunicaciones, y la importancia que tiene un correcto filtrado en las mismas. Aun cuando este proyecto es totalmente diferente al que se plantea en el presente trabajo, uno de sus obstáculos, a la hora de ser implementado o diseñado, es precisamente la generación de ruido armónico, que causa cualquier cantidad de problemas, y que debe ser mitigado a cualquier costa.

Por último, se presenta la tesis de Vera Yolimar (2008) de la Universidad de los Andes, ubicada en la ciudad de Mérida, Venezuela. Llevando como título: **“Cancelación activa de ruido”** para la obtención de su título como Ing. Eléctrico. En el mismo se habla de cómo se puede filtrar el ruido bien sea de manera activa o pasiva y las aplicaciones que tienen estos dispositivos electrónicos. A lo largo del trabajo de investigación, se sustentan las diferentes formas de generación del ruido armónico, y como el mismo puede ser mitigado por medio de diferentes filtros, notando las diferencias fundamentales entre los mismos. Hacen alusión a distintas técnicas de censado para el problema que presenta el ruido de baja frecuencia a diferencia de su opuesto. Además, sienta las bases matemáticas que sustentan el desarrollo de combinadores adaptativos y modelizaciones que permiten disminuir estas señales indebidas y presentan pruebas de sus conclusiones en los softwares de MATLAB y Simulink logrando la cancelación del ruido por medio del filtrado adaptativo y algoritmos LSM.

Este último, es propuesto como antecedente de investigación, debido a que nos permite visualizar de qué manera un filtro es capaz de discriminar señales indeseadas de diferentes maneras, además, de que permite ver métodos de modelización y predictores por medio de combinadores adaptativos lineales de entradas múltiples con respuesta deseada, que pueden ser de aplicación para la solución del problema propuesto en el presente trabajo. Nos permite entonces establecer las bases para el control del ruido, lo que facilita su filtrado por medio de algoritmos LMS (Mínimo error cuadrático).

### **3.2 Bases teóricas.**

#### **3.2.1 Distorsión Armónica (ruido):**

Según Krari Moncef (2018) en su trabajo sobre “Optimal Design and Retrofit of Energy Efficient Buildings, Communities, and Urban Centers” define la distorsión armónica dentro de los sistemas de energía como: “variaciones comunes de voltaje y corriente debido a cambios en las frecuencias dentro de los sistemas de distribución eléctrica”. Del mismo modo continúa afirmando que “Los armónicos son causados principalmente por cargas no lineales, como las asociadas con los convertidores

electrónicos de potencia o variadores de frecuencia (VFD)”. Entonces, el ruido eléctrico se produce cuando, por ejemplo, la fuente de alimentación, el transformador o los elementos pasivos de un circuito, generan ciertas descompensaciones en el voltaje produciendo picos, normalmente esto se encuentra asociado al magnetismo intrínseco en los conductores y elementos pasivos por Ley de Faraday al poseer corriente circulante por el medio conductor, o variaciones de voltaje en presencia del campo.

Estas perturbaciones, traen como consecuencia, grandes problemas al estar presentes en la alimentación de los circuitos, debido a que pueden producir sobrecalentamientos y pérdidas de energía que se traducen en el mal funcionamiento de los equipos. En algunos casos se pueden generar corrientes parásitas que se induzcan en las tarjetas electrónicas, o dispositivos propiamente dichos y generar así en ocasiones incluso la destrucción de los mismos.

Los transformadores son unos de los principales causantes de dichas distorsiones, gracias a la no linealidad que posee intrínsecamente la corriente magnetizante, es por ello que se toman consideraciones a la hora de ser fabricados, sin embargo la falta de mantenimiento puede causar una mayor distorsión. Esto hace que aparezca a la salida, un porcentaje de voltaje armónico.

### **3.2.2 Ruido intrínseco:**

El mismo se define como fluctuaciones aleatorias producidas en las cargas de los conductores debido a su naturaleza. Se pueden definir sus propiedades por un aproximado estadístico. El ruido se compone principalmente de armónicos, y estos a su vez, no son más que múltiplos de la frecuencia fundamental, que se suman a la misma, causando las distorsiones y posibles daños a equipos ya mencionados reiteradamente en secciones anteriores del presente trabajo. El análisis de este tipo de señales armónicas se realiza por el método de las transformadas de Fourier, que se explicaran en la brevedad, luego de exponer el resto de casos de distorsión armónicas posibles en los circuitos y la medición de los mismos.

### **3.2.3 Resonancia en los circuitos.**

Según el Figueroa, L.E. Guerrero, (1964) del laboratorio de física de Berkeley avalado por la Mc Graw Hill (1964) se define la resonancia como un: “fenómeno en el

cual la respuesta es máxima para un valor particular de la frecuencia de la señal excitadora.” Es decir, que en este punto, la respuesta del sistema se comporta como si la bobina y el condensador de un circuito RLC simple, no existieran, teniendo entonces una corriente limitada solo por la resistencia R del circuito, lo cual puede dañar los componentes del mismo. En el caso de algunos tipos de filtro, la resonancia puede ser la frecuencia de operación del mismo, como es el caso de los filtros pasa banda. La resonancia se da entonces con la siguiente condición en la ecuación 1:

$$X_L = X_C = \omega L = 1/\omega C$$

Para lo cual se puede despejar el valor de velocidad angular que hace esto posible como en la ecuación 2:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2)$$

A la hora del diseño de circuitos tomar esto en cuenta es muy importante, debido a que en el mundo real, las fuentes no son puramente sinusoidales, tienen distorsiones armónicas, y puede que por un instante, se dé un valor que cause este fenómeno y destruya el dispositivo. Del mismo modo, se debe tomar en cuenta el ancho relativo, el cual no es más que la diferencia entre: las frecuencias para la cuales la amplitud de la corriente máxima del circuito se limita a  $\sqrt{2}$  a cada lado de  $\omega_0$ , de tal forma como:

$$\Delta\omega = \omega_+ - \omega_-$$

Por tanto el factor de calidad Q para un circuito RLC debe ser tal como se muestra en la ecuación 3:

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{\omega_0 L}{R} \quad (3)$$

Ya que en este punto, la potencia disipada en el circuito es la mitad, en este punto, las reactancias son numéricamente iguales a la resistencia (realizando algunos despejes e igualdades se puede llegar a la ecuación anterior) y cómo se puede observar a medida que la resistencia disminuye su valor, mayor será el factor de calidad, sin embargo se reduce el ancho de banda y la curva se torna más angosta y elevada, cosa que se traduce en que, si el sistema por algún motivo entra en resonancia, es posible ocasionar la

destrucción del mismo o un daño bastante severo. Sin embargo, en algunos filtros, lo que se quiere es trabajar a frecuencia resonante, por lo que dicho efecto en contraposición, sería positivo para el desempeño de este tipo de dispositivos en concreto.

### 3.2.4 Protección de sobre-voltaje y sobre-corriente.

Para el diseño de circuitos de protección, es de suma importancia conocer cuáles son las principales fallas que ocurren dentro de una empresa en lo que respecta a los sistemas de potencia, y en que equipos ocurren las mismas, ya que de esta manera se determina y ataca el problema de una manera mucho más. Para ello se presentan las tablas 1 y 2, en la primera se habla de las fallas suscitadas comúnmente en estos sistemas, y en la segunda donde ocurren:

**Tabla 1.** Tabla del % de fallas en los equipos en un sistema de potencia

Equipo	% Del total
Líneas de energía	50
Cables	10
Interruptores	15
Transformadores	12
Transformadores de instrumento	2
Equipo de control	3
Otros	8

**Fuente:** Universidad Autónoma de Nuevo León, Tesis de posgrado del Ing. Chávez R. (1999).

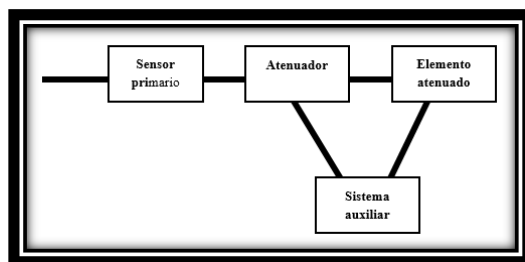
**Tabla 2.** Tabla del % de ocurrencia de cierta falla.

Equipo Ocurrencia	% De
Línea a tierra	85
Línea a línea	8
Dos líneas a tierra	5
Trifásica	2 o menos

**Fuente:** Universidad Autónoma de Nuevo León, Tesis de posgrado del Ing. Chávez R. (1999).

#### 3.2.4.1 Elementos necesarios para un sistema de protección

Un circuito de protección en los términos más simples consta de 4 fases o etapas que deben cumplir para lograr su objetivo, independientemente de los componentes que se usen para su construcción, si con ese fin se diseña, se pueden corregir o prevenir los problemas más comunes que se expusieron anteriormente en el presente trabajo, ver la Figura 3.



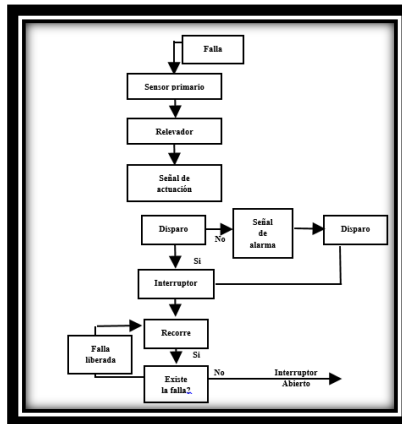
**Figura 3.** Diagrama de flujo de un sistema de protección.

**Fuente:** Universidad Autónoma de Nuevo León, Tesis de posgrado del Ing. Chávez R. (1999).

- **Elemento sensor:** el mismo se encarga de detectar las señales de voltaje y corriente que pueden ser perjudiciales para el circuito, y brindan una salida que es interpretada por el siguiente bloque para tomar una acción en consecuencia para la cual fue diseñado. Comúnmente se utilizan para los casos de protección transformadores de corriente y/o de potencia.
- **Actuador:** este elemento del circuito, permite realizar una acción a partir de la señal anterior que puede ser de voltaje, corriente, frecuencia, potencia impedancia o admitancia. Comúnmente, en este tipo de sistemas, los actuadores son relevadores, que pueden ser de frecuencia, sobre corriente, voltaje alto o bajo, potencia VI o direccionales, impedancia o admitancia. Con ello se consigue controlar las fallas y obtener una salida que no dañe al elemento actuado.
- **Sistema auxiliar:** este sistema, se acciona en caso de que el principal falle en su función como un sistema de protección para la protección, con ello garantizamos el debido funcionamiento de los dispositivos, normalmente lleva a tierra cualquier sobretensión o corriente que la protección principal no es capaz de mitigar por completo.
- **Elemento actuado:** es el elemento final para el cual se construyó todo el sistema de protección.

En primera instancia antes de diseñar el circuito de protección, se debe determinar cuáles son las fallas para las cuales se quiere proteger el sistema, en segundo lugar, se establece el grado de protección que se requiere o que se quiere implementar y luego a

partir de esto se diseña el esquema como el que se puede observar a continuación en la Fig. 4.



**Figura 4.** Lógica de un sistema de protección elemental.

**Fuente:** Universidad Autónoma de Nuevo León, Tesis de posgrado del Ing. Chávez R. (1999).

### 3.2.5 Filtrado

Un filtro es un sistema que permite por medio de dispositivos electrónicos con características pasivas o activas, amplificar, atenuar ciertas señales eléctricas o modificar la fase de las mismas, en torno a una definición previa por parte de los diseñadores a cierto rango de frecuencia. Nos permite entonces dejar pasar ciertas bandas de frecuencia mientras otras se mitigan.

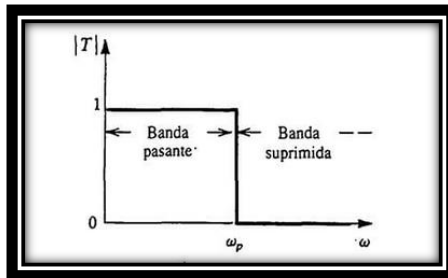
Los filtros se pueden categorizar en activos y pasivos:

- **Filtros activos:** son aquellos que se caracterizan porque su lógica de filtrado utiliza amplificadores operacionales, resistencias y capacitores, para eliminar o dejar pasar las bandas de frecuencia según sea el caso que se requiera. Electrónicamente, el amplificador operacional se encarga de conmutar internamente, según señales de entrada para generar pulsos a la salida del mismo con lo que se construye una onda inversamente proporcional a la que se quiere eliminar y con ello mitigarla. A diferencia del filtrado pasivo, este por medio de bobinas y capacitores en determinadas configuraciones permite filtrar las señales. Utiliza los polos de la función de transferencia para regirse y conmutar.
- **Filtros pasivos:** se definen como filtros electrónicos que utilizan un conjunto de elementos pasivos por medio de circuitos RLC, para los cuales nos valemos de sus

características de carga y descarga para eliminar las bandas no deseadas o dejar pasar las que si necesitamos. El mismo requiere de un mantenimiento más constante ya que se gastan con facilidad, pero sin embargo son menos costosos de fabricar que los filtros activos. Otra desventaja es que existen mayores pérdidas de potencia que en la configuración activa.

### 3.2.5.1 Tipos de filtro:

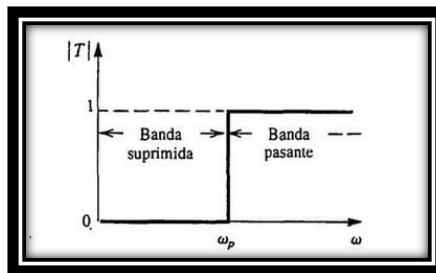
**Paso bajo o Low pass (LP):** el filtrado deja pasar todas las frecuencias en un rango desde 0 hasta la de corte (región denominada: banda pasante) y atenúa todas las que están sobre esta (región denominada: banda eliminada). La zona entre una y otra se le llama, banda de transición. A continuación se muestra en la Figura 5 la gráfica de comportamiento de un filtrado pasa baja ideal.



**Figura 5.** Comportamiento de filtro pasa baja (LP).

**Fuente:** Libro Circuitos Microelectrónicos de Sedra y Smith (1999).

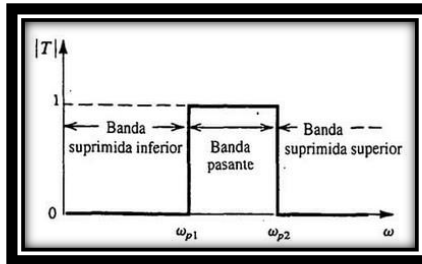
**Paso alto o High pass (HP):** su banda pasante se encuentra entre la frecuencia de corte y el infinito, por lo que su banda eliminada se encuentra desde el 0 hasta dicha frecuencia de corte. Con ello se logra atenuar las señales bajo dicha frecuencia y mantener las superiores. A continuación se muestra la gráfica de comportamiento de un filtrado paso alto ideal en la Figura 6.



**Figura 6.** Comportamiento de filtro pasó alto (HP).

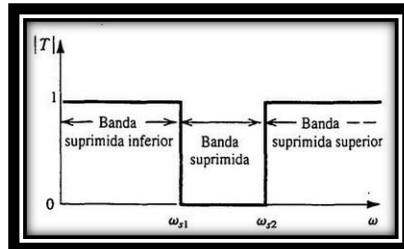
**Fuente:** Libro Circuitos Microelectrónicos de Sedra y Smith (1999).

**Banda pasante o Band Pass (BP):** Se encuentra entre las frecuencias de corte superior e inferior, y la banda suprimida se encuentra desde 0 hasta la frecuencia de corte inferior, y desde la superior hasta el infinito. Dejando pasar únicamente las frecuencias en el rango deseado y atenuando el restante de estas. A continuación se muestra la gráfica de comportamiento de un filtrado de banda pasante ideal en la Figura 7.



**Figura 7.** Comportamiento de filtro banda pasante (BP).  
**Fuente:** Libro Circuitos Microelectrónicos de Sedra y Smith (1999).

**Banda suprimida o band suppression (BS):** este filtrado funciona de forma inversa al anterior, posee dos frecuencias de corte, dejando pasar las señales desde el 0 hasta la primera de estas y luego desde la segunda hasta el infinito, atenuando solo el intervalo seleccionado por el diseñador del filtro. A continuación, en la Figura 8 se muestra la gráfica de comportamiento de un filtrado de banda suprimida ideal.



**Figura 8.** Comportamiento de filtro banda pasante (BS).  
**Fuente:** Libro Circuitos Microelectrónicas de Sedra y Smith (1999).

### 3.2.6 Puesta a tierra

La puesta a tierra es un mecanismo que nos permite dotar de seguridad las instalaciones eléctricas y que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente hacia la tierra, mediante un hilo conductor, a un terreno de baja resistividad, impidiendo que el usuario entre en contacto con la electricidad, ya que por leyes eléctricas, la corriente siempre tomara el camino de menor resistencia. Entonces, en caso de una derivación imprevista de la corriente o de una falla de los aislamientos, la misma será

desviada de forma segura, impidiendo que en caso de haber individuos presentes u otras partes sensibles del circuito, no reciban una descarga eléctrica al entrar en contacto con los dispositivos conectados a dicha instalación.

La misma implica el uso de una pieza de metal que se entierra en el suelo y que incluso puede conectarse a los sectores metálicos de una estructura, esto siguiendo el principio de baja resistividad explicado anteriormente. A través de un cable aislante, esta pieza de metal se conecta a la instalación eléctrica y, mediante las bases de enchufe, a los dispositivos conectados a la electricidad. La puesta a tierra también contempla el uso de un interruptor diferencial, el mismo, tiene como objetivo, abrir la conexión eléctrica al registrar un paso de corriente, hacia la tierra. La tierra es, en definitiva, una superficie que pueda disipar la corriente eléctrica que reciba siempre y cuando cumpla con ciertas características importantes que será explicadas más adelante en este texto, ya que como es evidente, todos los suelos no son iguales, por lo tanto su capacidad de dispersión de electricidad también varía según la composición de los mismos.

#### **3.2.6.1 El terreno**

Uno de los factores primordiales a considerar al momento de una instalación de puesta a tierra es el grado de humedad del terreno a lo largo de los diferentes meses del año, la temperatura de invierno y su situación, más o menos cerca de los márgenes de los ríos, ya que es un factor fundamental en la determinación de su calidad de mantener un valor resistivo bajo o dicho de otra forma una óptima capacidad de conducir la corriente eléctrica sin que perjudique a las personas u equipos alrededor. Así mismo conocer los máximos valores de resistencia de puesta a tierra para los diferentes meses o épocas del año, y así construir la red de tierras de acuerdo a esos valores.

El recurso de la sal o geles, como por ejemplo: Cloruro de Sodio + Carbón vegetal, para mejorar la resistividad del terreno no debe emplearse en forma generalizada, solo en las ocasiones en que sea prácticamente imprescindible, ya que si se construye una tierra casi artificial, con un valor bajo de resistividad será necesario mantenerla a lo largo del tiempo, y en caso de esto no ser posible por diversos factores tanto controlados como no, puede suscitarse una tragedia, justo lo que se quiere evitar.

### **3.2.6.2 Resistividad del terreno**

El terreno es recomendable que sea estudiado desde el punto de vista eléctrico, es decir, debe ser visto como elemento encargado de disipar las corrientes de defecto que lleguen a través de los electrodos, en otras palabras, se debe conocer su calidad resistiva. La resistividad del terreno es la resistencia que presenta al paso de la corriente un cubo de terreno de 1 metro de arista, en ciertas condiciones. Se mide en  $\Omega \times m$  y se representa con la letra  $\rho$ . La resistividad del terreno depende de su naturaleza, su estratificación (capas de distinta composición), contenido de humedad, salinidad y temperatura.

Entonces esta, se ve afectada por las variaciones estacionales. Por otro lado, a medida que aumenta el tamaño de las partículas, aumenta el valor de la resistividad; por ello la grava tiene mayor resistividad que la arena, y esta mayor resistividad que la arcilla, ya que su composición física no les permite un correcto paso de la corriente eléctrica. La resistividad se ve asimismo afectada por el grado de compactación de forma inversamente proporcional. Debido a la no uniformidad de sus diferentes capas, cuando queremos determinar la resistividad en un punto del terreno, por medio de un método de medida, lo que determinamos es la resistividad media de las capas comprendidas entre la superficie y una cierta profundidad, lo que a veces se denomina resistividad aparente  $\rho_a$ .

### **3.2.7 Factibilidad técnica**

Hace referencia a los recursos necesarios, que nos sirven de herramienta, habilidades, conocimientos o experiencia para lograr con ello llevar a cabo el proyecto que se quiere desarrollar. Se debe evaluar la complejidad del proceso, cuan costoso es, cuanto tiempo conlleva su diseño o implementación, estudios, la disponibilidad o existencia de la tecnología en tu localidad, entre otras. En norma general hace referencia a elementos tangibles o medibles, con la finalidad de atacar el problema de manera favorable, obteniendo el beneficio esperado, es de suma importancia, estudiar la infraestructura técnica que se tiene a disposición, para con ello lograr elaborar un plan sólido de implementación. Del mismo modo, se debe tomar en consideración si las personas

encargadas de dicho proyecto, cuentan con las habilidades técnicas pertinentes para luego ser capaces de utilizar el dispositivo diseñado, para instalarlo de manera adecuada.

Según Olivares, C. (2011) de la dirección general de educación superior en tecnología de México. Los objetivos principales que conlleva la factibilidad técnica para considerarse como tal son:

- “Mejora del sistema actual
- Disponibilidad de tecnología que satisfaga las necesidades.”

### **3.2.8 Factibilidad, económica y financiera**

En primera instancia lo que un proyecto busca es justificarse en términos económicos, ante los clientes potenciales, según el libro de matemática financiera llamado: “Evaluación de Proyectos de Inversión” de Giugni, L. Etedgui, C. Gonzales, I. y Guerra, V. (2003) se define la factibilidad económica como: “Un modelo o indicador que permite conocer de manera anticipada el resultado global de la operación de un proyecto, desde el punto de vista económico”. Es decir, que un estudio de factibilidad económica, permite encontrar los puntos que hacen a un proyecto factible en términos financieros, y con ello garantizar previamente que los cambios que susciten a la empresa luego de la implementación del mismo, van a traducirse en un resultado positivo que generara en un beneficio económico para la misma.

Es de suma importancia en dicho estudio, el resumir de manera atractiva los beneficios asociados a tomar la decisión de invertir, o no en el proyecto y como esto suscita una mejora, al contrastar los costos que la empresa debe asumir con el sistema actual, y el invertir en tu solución. Con el objeto de cuantificar las posibles pérdidas o rendimientos obtenidos en según la situación. Para ello existen una serie de herramientas financieras que nos ayudan a determinar dicha factibilidad y la realización de del estudio. Estas son:

#### **3.2.8.1 Tasa Interna de Retorno TIR**

En el momento de tomar la decisión de si invertir o no en un proyecto, lo principal es determinar su rentabilidad, contrastando los beneficios que conlleva con respecto a los recursos empleados. El TIR o Tasa Interna de Retorno no es más que la expresión

porcentual de la relación de interés generado luego de una inversión de capital, obteniendo un beneficio o una pérdida después de este. Tal como lo expresan Giugni, L. Etedgui, C. Gonzales, I. y Guerra, V. (2003) es: “el beneficio neto anual que se obtiene en la relación con la inversión pendiente por recuperar al comienzo de cada año” siendo este el valor anual de beneficios que obtendremos si decidimos invertir en dicho proyecto.

Al momento de calcularlo, existe un problema, y este radica en que el número de periodos de evaluación dará el orden de la ecuación al resolver, por lo que se utilizan programas matemáticos o aproximaciones que nos ayudan a dar con la solución más precisa posible. Su cálculo es similar al del Valor Actual igualado a 0 lo que nos brinda un porcentaje que luego debe ser comparado con la tasa de interés. La fórmula que expresa el valor actual se muestra en la ecuación 4.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0 \quad (4)$$

Dónde:

Fn = flujos de dinero para cada periodo n

i = a la tasa de interés

n = número de periodos

T = tiempo de inicio de estudio (para el caso del TIR siempre es 0)

El criterio de selección dice que:

- Si  $TIR > k$ , El proyecto es aceptado ya que su rendimiento es mayor que a la tasa mínima de rentabilidad exigida (k).
- Si  $TIR = k$ , solo se lleva a cabo si presenta algún tipo de mejora en la posición competitiva de la empresa o si no existen mejores alternativas.
- Si  $TIR < k$ , Se rechaza el proyecto ya que su rendimiento es menor que a la tasa mínima de rentabilidad exigida (k).

### 3.2.8.2 Análisis Costo-Beneficio

Según Velazquez, R. (2019) el análisis costo beneficio: “mide la relación entre el coste por unidad producida de un bien o servicio y el beneficio obtenido por su venta.”

Es decir nos brinda un ratio del beneficio obtenido al tomar cierta decisión y cuanto nos esta costado, mientras mayor sea este, será una mejor oportunidad de inversión.

Sin embargo, este ratio no solo toma en cuenta los aspectos económicos, ya que los beneficios para una empresa pueden ser cuestiones como: facilidad para los empleados al implementar una nueva herramienta que les ayude o un mejor ambiente laboral, dichos aportes cualitativos representan una mejora, que al contrastarse con el desembolso o costo económico que conllevó, resulta en una consecuencia, que puede ser positiva o negativa según sea el caso. Es decir que se puede definir como la relación de riesgo de inversión con respecto a los efectos posteriores conseguidos la tomar una decisión.

Para calcularse se debe obtener el valor actual de los ingresos netos (VAI) y dividirlos entre el Valor Actual de los costes incurridos (VAC) llegando como conclusión a la ecuación 5.

$$\frac{B}{C} = \frac{VAI}{VAC} \quad (5)$$

Dónde:

Si  $B/C > 1$  entonces el proyecto puede llevarse a acabo.

Si  $B/C = 1$  se debe estudiar si el beneficio cualitativo es meritorio de la inversión.

Si  $B/C < 1$  no se debe realizar la inversión.

### **3.2.8.3 Proyección de beneficios**

A la hora de realizar cualquier inversión los analistas tienden a hacer previsiones, las mismas sirven como una aproximación para evaluar la expectativa de rentabilidad que tendrá dicho proyecto si se cumple con la serie de pasos o metas estipuladas para su desarrollo. Las proyecciones nos permiten visualizar y comprender diversos escenarios para poder generar estrategias adecuadas, implementando la cantidad justa de recursos y esfuerzo para obtener las mejoras deseadas.

Las empresas, no solo deben tomar en cuenta los costos a asumir, sino también, contemplar dichos escenarios y medir el riesgo de dicha inversión. Según Bastarriga, A. (2013) la calidad de las estimaciones viene dada por:

“la diferencia entre los beneficios por acción reales, o publicados por la compañía, y la estimación del analista. La exactitud se calibra con el valor absoluto del error en la estimación, así que predicciones que se encuentran un 10% por encima o por debajo del dato real se consideran dentro del mismo nivel.”

Dando a entender que, siempre existirá un margen de error, y va a depender de la experiencia del analista el saber si dicho proyecto está más cerca del éxito o del fracaso según el plan que presenta y los resultados que demuestra que ha tenido.

### **3.2.9 Factibilidad social**

Se define como el grado de aceptación y apoyo social civil que se tiene sobre determinado proyecto, más allá de si a la empresa le resulta rentable, el producto debe ser aceptado por el consumidor, el personal o cualquier persona implicada. Al implementar un nuevo proceso o tecnología, se está implementando implícitamente un cambio dentro de la organización, el cual debe estar bien fundamentado, y se debe guiar al personal o consumidor, educándolo si es necesario para evitar el rechazo del mismo.

Como bien lo indica el M.C. Madonia A. (2019) “La importancia de este principio, es que viene a ser el pilar que sostiene el “hacer” el proyecto, el llevarlo a realidad, en pocas palabras es la clave de su “**realización**”.”. Queriendo significar que a la realidad social es el factor determinante en el éxito o fracaso de un posible proyecto, ya que en manos de la sociedad se sustentan los resultados. Es por ello que en norma general se realizan tablas que permiten encuestar a los involucrados en el proyecto, y determinar y medir estadísticamente si el mismo es aceptado o no.

### **3.3 Bases legales.**

Las bases legales son uno de los pilares fundamentales de cualquier proyecto de investigación que brinde como solución un producto o servicio, ya que si no se rige por las mismas, su posterior implementación puede ser rechazada por incumpliendo de las normas. Así mismo, según Arias (2006), las bases legales de una investigación “Representan el basamento legal que sustenta la investigación, mediante una jerarquía jurídica” (p.107).

Las bases legales de esta investigación, se rigen por las estipuladas en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), En la cual se indica, más

específicamente en su artículo 105, cuales son las actividades profesionales que requieren de título para ser ejercidas, incluyendo la colegiación que la rige: “La ley determinará las profesiones que requieren título y las condiciones que deben cumplirse para ejercerlas, incluyendo la colegiación”. Es por ello que, en este caso, la normativa principal para el ejercicio o de la carrera de ingeniería se rige bajo la norma del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV).

Del mismo modo, en el artículo 110 de la Constitución Venezolana se establece el reconocimiento y garantía de la ciencia para la comunidad:

“El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para los mismos. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía”.

Así mismo, en la LEY ORGÁNICA DEL SISTEMA Y SERVICIO ELÉCTRICO (2000) se establecen todas las normativas que competen al servicio eléctrico nacional, tanto a quienes va dirigida, como todos los aspectos fundamentales para realizar cualquier tipo de instalación que contribuya o tenga que ver de alguna forma con este sistema. En la misma, en su artículo 2 se indica que:

“La presente Ley se aplica a los siguientes sujetos: el órgano rector del sistema y servicio eléctrico nacional; el operador y prestador del servicio; los usuarios; los municipios; las organizaciones del Poder Popular; los trabajadores y trabajadoras del operador y prestador del servicio; y las demás personas que intervienen en la prestación del servicio eléctrico.”

Prosiguiendo en su artículo 5to dictaminando los principios para la prestación del servicio electivo:

1. “Soberanía tecnológica.
2. Sustentabilidad ambiental.
3. Ordenación territorial.
- 3 Integración geopolítica.
4. Uso racional y eficiente de los recursos.
5. Diversificación del uso de las fuentes de energía primarias.

6. Utilización de fuentes alternativas de energía.
7. Corresponsabilidad social.”

En consiguiente, Venezuela posee una normativa en cuanto a los límites armónicos en la red se refiere, y están regidos por la Norma Venezolana de control de armónicos en sistemas eléctricos, quienes a su vez, toman como bases la normativa COVENIN 159:1997 y a su vez, las la IEC 1000 3-2 y 1000 3-4 de 2018, donde hacen referencia a: la limitación de corrientes armónicas inyectadas en el sistema de suministro público. Especifican los límites de los componentes armónicos de la corriente de entrada que pueden producir los equipos probados en condiciones específicas. Es aplicable a equipos eléctricos y electrónicos con una corriente de entrada nominal de hasta 16 A por fase inclusive, y destinados a ser conectados a sistemas públicos de distribución de baja tensión. Las pruebas según este documento son pruebas de tipo. Para sistemas con voltajes nominales menores pero no iguales a 220 V (línea a neutro).

Así mismo también se toman en cuenta estándares como los de la IEEE/ASI 519-1992, IEEE C57.110-1998 y la IEEE 1159-1995 que hacen referencia a la calidad eléctrica de los sistemas de potencia y a cómo controlar las corrientes armónicas dentro de dichos sistemas a nivel internacional, por lo que es de suma importancia tenerlos en consideración para la correcta elaboración del proyecto, cumpliendo con los parámetros legales e internacionales establecidos. A continuación, se presentan los niveles de compatibilidad para redes públicas privadas e industriales, para una frecuencia de 60Hz en media y baja tensión según las normas de referencia IEEE 1000-2-2 e IEEE 1000-3-2 en la tabla 3 y 4.

**Tabla 3:** Niveles de compatibilidad de redes públicas, no públicas y sistemas industriales.

<b>Clase 1:</b> se relaciona con el uso de equipos muy sensibles a perturbaciones de redes de suministro, por ejemplo, instrumentos de laboratorio en instalaciones no públicas.	THD, $\leq$ 5%
<b>Clase 2:</b> Esta clase se aplica a los puntos de conexión común y puntos de conexión en instalaciones públicas.	THD, $\leq$ 8%
<b>Clase 3:</b> Esta clase se aplica solo a los puntos de conexión interior en entornos industriales. Se considera esta clase cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones: la mayor parte de las cargas se alimenta a través de convertidores, presencia de máquinas de soldar, grandes motores de arranque, frecuentes o cargas que varían rápidamente	THD, $\leq$ 10%

**Fuente:** Norma Venezolana de control de armónicos en sistemas eléctricos (2001)

**Tabla 4:** Máxima distorsión de corriente armónica en porcentaje de la corriente de carga.

Máxima distorsión de corriente armónica en porcentaje de la corriente de carga						
Armónicas de orden individual (impares)						
lcc/lc	< 11	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	THD % (I)
< 20	4.00	2.00	1.50	0.60	0.30	5
20 < 50	7.00	3.50	2.50	1.00	0.50	8
50 < 100	10.00	4.50	4.00	1.50	0.70	12
100 < 1000	12.00	5.50	5.00	2.00	1.00	15
> 1000	15.00	7.00	6.00	2.50	1.40	20

**Fuente:** Instituto politécnico nacional.

Del mismo modo, se deben tomar en cuenta los límites de planificación para los estudios y modificaciones en las instalaciones eléctricas establecidos en la norma IEEE/ASI std. 519, para evaluar la condición de las corrientes armónicas en la tabla 5.

**Tabla 5:** Límites de planificación de distorsión en tensión Armónica.

Tensión Nominal ( $V_n$ )	Distorsión individual de tensión	Distorsión total de tensión (%) THD
$120 V \leq V_n \leq 69 kV$	3,0	5,0
$69 kV \leq V_n \leq 138 kV$	1,5	2,5
$V_n > 138 kV$	1,0	1,5

**Fuente:** Norma Venezolana de control de armónicos en sistemas eléctricos (2001)

### 3.4. Definición de términos básicos:

**Instrumentación:** Se define como el proceso en el que se interconectan un grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en este. Los instrumentos utilizados para la medición y control permiten el mantenimiento, además de la regulación de las magnitudes que participan en un proceso en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar. Es decir, se encarga de mantener funcionando el proceso de manera óptima, a través, de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar las variables.

**Atenuación:** Se define como la degradación de una señal eléctrica, la cual puede ocurrir por diversos factores, como lo son: distancia de recorrido, tipo material conductor o medio de transmisión, dispositivos electrónicos, entre otros. La misma puede ser perjudicial cuando ocurre de forma espontánea en casos como la transmisión de la información. Sin embargo, se usa a favor, al momento de diseñar dispositivos que traten

de cancelar interferencias o distorsión armónica en la red, disminuyendo las señales hasta que sean imperceptibles.

**Control:** en electrónica, hace referencia a la manipulación de variables y señales por medio de diferentes dispositivos, que permitan obtener un resultado esperado a la salida del sistema, según sean los requerimientos del mismo. Con ello se logra realizar ciertas funciones, automatizar procesos, aumentar la vida útil de los componentes del circuito o de elementos terminales del mismo, entre otros.

**Dispositivo:** En términos de la electrónica, es una pieza compuesta de diversos componentes electrónicos que forman un conjunto, que posteriormente pueden pasar a formar parte de uno más complejo.

**Protección:** En lo que a electrónica y electricidad se refiere, se define como cualquier sistema que sea capaz de mitigar, detener o al menos disminuir en gran parte, los daños que puedan incurrir a cualquier dispositivo terminal, que es alimentado por una fuente de tensión, al suscitarse una subida desmesurada bien sea de voltaje o de corriente, que pueda traducirse en la destrucción de este dispositivo.

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Tipo de Investigación**

Para el presente trabajo, se toma en cuenta como modalidad de investigación de tipo proyecto factible, ya que, se busca resolver los objetivos propuestos a través del planteamiento de una propuesta viable, que resulte en una ventaja competitiva a la empresa NETUNO C.A. Así mismo, según el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2011), define esta modalidad investigativa como:

“la elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (p.21).”

#### **4.2 Diseño de la investigación**

Arias (2006) establece que “una investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna” (p.31). Por lo tanto, el presente estudio es una investigación de campo ya que la información se obtendrá por medio de fuentes vivas y directas en la empresa NETUNO C.A. observando los fenómenos allí ocurridos. Del mismo modo, el presente trabajo es una investigación documental, ya que la información adicional que respalda la presente investigación será extraída de autores pasados. Así mismo Arias F. (2006), define la investigación documental como “un proceso basado, en la búsqueda, recolección, análisis, crítica investigación de los datos secundarios, es decir los datos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales” (p.27).

### **4.3 Nivel de la Investigación**

El nivel de investigación considerado para efecto de este trabajo, es de tipo descriptivo, ya que, se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad y a través de documentos; Arias F. (2006) establece que “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p.26).

### **4.4 Población y muestra**

#### **Población**

Es de suma importancia delimitar la población de estudio en el presente trabajo de investigación, ya que, a esta posteriormente se le ampliarán los instrumentos de recolección de datos. La misma se define por Arias, F. (2006) como “un conjunto finito o infinito con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Es por ello que. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 81). La población de la presente investigación estará conformada por las posibles propuestas de filtros a diseñar, para posteriormente utilizar y con ello, mejorar la calidad de las señales de alimentación al amplificador. Estos pueden ser de tipo pasa baja, pasa alta, banda pasante o rechaza banda, pasivos y activos. En consiguiente, el tipo de población a estudiar será finita, ya que se conoce el número al cual se le aplicará el instrumento.

#### **Muestra**

La misma, nos permite evaluar la problemática, con ella se logra generar datos por medio de los cuales se puede hacer inferencias o generalizar resultados de las fallas detectadas. Arias F. (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.81). Para fines de esta investigación la muestra será representada por los filtros de banda pasante de tipo pasivo ya que son los considerados como mejor opción para mitigar las variaciones frecuenciales por encima de los 60 Hz y por debajo de los mismos, obtenido una señal con pocos armónicos a la salida.

#### 4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos, nos permiten encontrar información precisa del problema a tratar y con ello llegar a obtener una solución mucho más sólida. Arias (2006) expresa que: “se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información, y los instrumentos como medios materiales que se emplean para recoger y almacenar información” (p.67). Para el desarrollo de la investigación se emplearán las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos: observación directa, encuesta escrita y entrevista.

- **Observación directa:** Según Tamayo y Tamayo (1994) la observación, “es aquella en el cual el investigador puede observar y recoger los datos mediante su propia observación”. (p.122). En base a este concepto, la técnica a aplicar para este proyecto será la observación de carácter directo por estar en contacto el fenómeno a investigar con el instrumento en sí, fue de observación simple o no participativa la cual Reyes Triana (2012) define cómo: “Una observación con propósitos definidos. El investigador se vale de ella para obtener información y datos sin participar en los acontecimientos de la vida del grupo que estudia, permaneciendo ajeno al mismo”.
- **Encuesta:** esta técnica puede definirse en base a lo mencionado por Arias (2006) como “un interrogatorio "cara a cara" o por vía telefónica, en el cual el encuestador pregunta y el encuestado responde. Contraria a la entrevista, en la encuesta oral se realizan pocas y breves preguntas porque su duración es bastante corta.”.(p.73) En base a esto, se empleara como instrumento un formato de papel con una serie de preguntas al que el encuestado responderá sin intervención del encuestador, al que se le denomina cuestionario auto administrado. La misma se encuentra en anexos A, la tabla de operacionalización de variables en anexos B y fue validada en anexos C por la profesora Jully Suescun Rondón, asesora metodológica universitaria.
- **Entrevista:** un proceso de comunicación que se realiza normalmente entre dos personas, en este proceso el entrevistado obtiene información del entrevistado de forma directa, según Peláez (2013), la entrevista estructura “planifica

previamente las preguntas mediante un guion preestablecido, secuenciado y dirigido, por lo que dejan poca o ninguna posibilidad al entrevistado de réplica o de salirse del guion”. Con ello se busca obtener información pertinente para el proyecto a realizar, obteniendo el resultado óptimo.

- **Análisis de fallas:** Según Mc Kenna (1997:45) esta técnica se define como “la recopilación, análisis, revisión y clasificación de las fallas para determinar tendencias e identificar su bajo rendimiento de partes y componentes de un sistema” Lo que quiere decir que mediante la observación directa y el análisis meticuloso, se pueden diagnosticar las diversas fallas dentro de un sistema, representar dichos datos en forma de gráficos como Pareto o causa y efecto, para una mejor comprensión de la situación, para luego dar con la solución intrínseca más apropiada a la causa de las mismas. La finalidad de este análisis, es encontrar la causa subyacente y atacarla para prevenir las futuras fallas y aunado a esto mejorar el rendimiento de las empresas a nivel industrial.

Un instrumento de investigación, según Mario T. Tamayo. (2012) Se define como: “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p. 69).). Los instrumentos son fundamentales para llevar a cabo las técnicas que los investigadores han de seleccionar para su investigación, en concreto, van a ser éstos el físico que contuvo toda la información recabada. Es por esto que para la presente investigación se escogerá como instrumento para realizar la recolección de datos, el cuestionario.

- **Cuestionario:** Con respecto a Arias (2006) establece que el cuestionario “Es la modalidad de encuesta que se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato en papel Contentivo de una serie de preguntas”. Por consiguiente, se usó un cuestionario de preguntas tipo no dicotómicas, donde solo se ofrecen diferentes opciones y con ello determinar si se cree que los métodos actuales prevén o son eficiente para solucionar la problemática a tratar en este trabajo.

#### **4.6 Técnicas de análisis de datos**

Según Arias (2006), "en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan" (p. 99). Los resultados de las técnicas usadas para recolección de datos (en este caso el cuestionario de preguntas cerradas dicotómicas) serán evaluados por medio de una matriz FODA que permita demostrar la necesidad y la factibilidad de optimizar la tecnología de protección de los equipos de la empresa.

#### **4.7 Fases Metodológicas**

##### **Fase I. Diagnosticar la situación actual de operación de los amplificadores en la empresa NET UNO C.A.**

1. Descripción del funcionamiento de los amplificadores, Line Extender y mini bridge utilizados en los nodos de la empresa NETUNO C.A.
2. Análisis de fallas de servicio, provocadas por daño en los amplificadores.

##### **Fase II. Identificar los puntos críticos en la operación y funcionamiento de los amplificadores en la empresa NETUNO C.A.**

1. Determinar fallas frecuentes encuestando a los técnicos de la empresa.
2. Elaborar un análisis de fallas comunes generadas en los amplificadores, representando la frecuencia por medio de un diagrama de Pareto.
3. Evaluar las condiciones de los equipos.

##### **Fase III. Proponer el diseño de un dispositivo electrónico que permita filtrar señales indeseadas en los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.**

1. Elaboración de un diseño basado en la determinación de puntos críticos anteriores, atenuando los armónicos necesarios y protegiendo al equipo de sobre corrientes que puedan inhabilitarlo.

##### **Fase IV. Realizar un estudio de factibilidad técnica, económica y social de un sistema de filtración de señales eléctricas para los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.**

1. Establecimiento y descripción de la factibilidad financiera de la propuesta, contrastando el coste de diseño y elaboración de este dispositivo, y los gastos que se generan al tener que reemplazar estos constantemente.

2. Establecer si los técnicos cuentan con la habilidad y conocimientos para las instalaciones dispositivo y si la tecnología disponible en Venezuela permite una futura elaboración e implementación.
3. Determinar si verdaderamente el personal de la empresa y los clientes reflejan un beneficio al implementar esta tecnología en la instalación de los amplificadores Line Extender y Mini Bridge.

## **CAPÍTULO V RESULTADOS**

### **5.1 Diagnosticar la situación actual de operación de los amplificadores en la empresa NET UNO C.A.**

A lo largo de esta fase, se realizaron observaciones directas, tanto de reportes de falla de servicio, recibidas en el departamento de soporte técnico, comúnmente causado por desperfectos ocasionados en los amplificadores Line Extender y Mini Bridge, como del diagnóstico de las mismas, en el área de reparación de equipos de la empresa. Esto conllevó a la elaboración de tablas, registro fotográfico, encuestas, entre otros, que permite, contribuir al estudio y diagnóstico de los problemas ocasionados por la distorsión armónica de línea y las fluctuaciones de voltaje y corriente.

#### **5.1.1 Descripción del funcionamiento de los amplificadores, Line Extender y Mini Bridge utilizados en los nodos de la empresa NETUNO C.A.**

Los amplificadores, son dispositivos encargados de amplificar las señales de entrada de telecomunicaciones, y retransmitirlas a una mayor frecuencia, para con ello, enviar de manera efectiva la información hasta los clientes que costean un servicio. Esto es realizado por medio de las llamadas forward y reverse path. Las cuales se explicaran más adelante; con ellas se toman las medidas de referencia para lograr ecualizar y balancear los dispositivos amplificadores, y de esta manera, obtener la calidad de señal deseada, dependiendo de los requerimientos de la red.

##### **5.1.1.1 Alimentación del circuito**

En norma general, como todo dispositivo electrónico, se requiere de una alimentación, en este caso, los amplificadores pueden funcionar en un rango de valores de entre 60 Vac y 90 Vac (aun cuando en el Data Sheet aseguran un rango de 40 Vac a

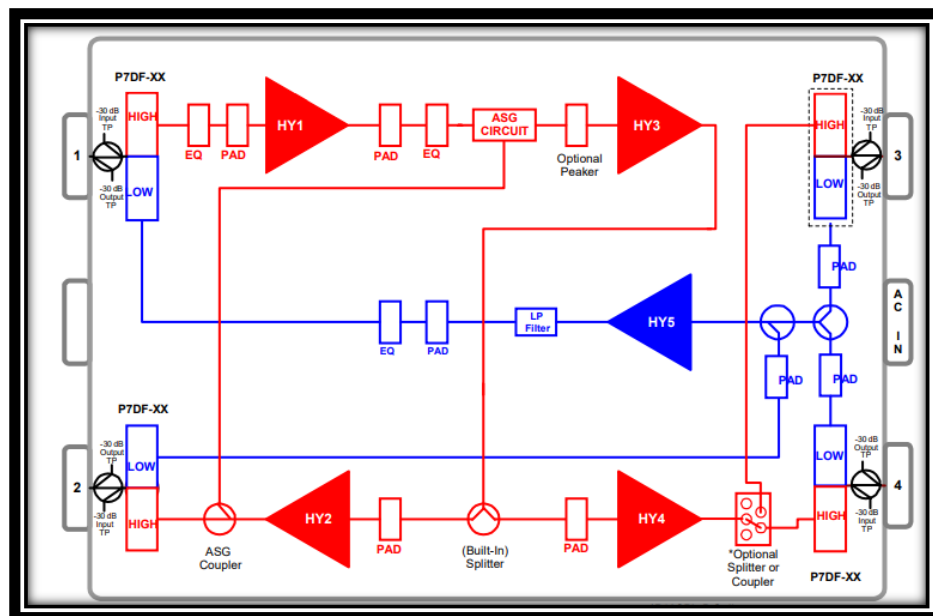
90 Vac de funcionamiento, en la práctica no funciona de esta manera, por debajo de los 60 Vac la señal de imagen pierde calidad). Es por ello que se utiliza una fuente de 90 Vac 15 A la cual, se conecta a la red eléctrica brindada por CORPOELEC y se encuentran ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad, que permitan la interconexión en serie de los amplificadores.

Así mismo, internamente, para realizar las distintas acciones de control, amplificación e interconexión de dispositivos, cuenta con una fuente de 24 Vdc, la cual permite alimentar los híbridos, operacionales y sistemas de control.

### 5.1.1.2 Amplificación

#### Amplificador Mini Bridge

Los amplificadores Mini Bridge cuentan con dos funciones de amplificación y multiplexación de la señal, primeramente se tiene el forward path o ruta de reenvío, esta se refiere a las señales enviadas desde la cabecera o el concentrador al FTMB Mini Bridge. Estas señales suelen encontrarse en el espectro de RF (radio frecuencia) de 54-750 MHz estas mismas son las que luego el dispositivo filtrará y amplificará. Las señales de RF de ruta directa se aplican al puerto 1 del Mini-Bridger por medio de los medios de transmisión de RF de la red, luego se tiene un punto de prueba resistivo de A -30 dB el cual permite monitorear la RF de señal de entrada (véase la figura 9).



**Figura 9.** Diagrama circuital de amplificador Mini Bridge.

**Fuente:** ANTEC Network Technologies

Así mismo, la señal de RF se aplica al lado alto de un diplexor filtrador de entrada el cual es un dispositivo pasivo que realiza una multiplexación en el dominio de la frecuencia. Típicamente, la señal en el puerto L (LOW) ocupará una sola banda de frecuencia baja y la señal en el puerto H (HIGH) ocupará una banda de frecuencia más alta. Del mismo modo, la salida del filtro se aplica a un pad/ecualizador y plug-in red, con ello se modifican los valores de potencia de transmisión, atenuando o aumentando esta, según los requerimientos de la red, debido a que los valores de estos componentes pueden variar según necesidades. La salida del ecualizador se aplica al híbrido HY1 (véase la figura 9) y este luego amplifica la señal y la aplica a un pad entre las etapas y el circuito ecualizador.

La señal de RF, entonces, es compensada aplicado a una ganancia automática por pendiente del circuito. Si existe un circuito ASG, se utiliza la salida de alto nivel de HY2 como una señal de referencia para variar dicha ganancia, esta pasa a través de un pico opcional y es aplicado a HY3. Por otro lado si no hay circuito ASG la señal se aplica a través del pico opcional directamente a HY3 y este produce una señal amplificada que se divide en dos componentes. Una de ella se aplica a través de un pad al amplificador puente HY2, y la otra, a través de un pad al amplificador puente HY4. Así mismo, la salida de HY2 de igual manera se divide en dos componentes, el tramo pasante se aplica a través del lado alto de un filtro diplex y un punto de prueba de -30 dB al puerto de salida 2, donde la terminal del componente proporciona la señal de referencia al circuito ASG.

Cuando el puerto 3 (véase la figura 9) se encuentra activo, la salida de HY4 se divide en dos componentes por un divisor o acoplador opcional, entonces, se aplica un componente por el lado alto de un filtro diplex y -30 dB punto de prueba al puerto de salida 3 y luego el otro componente es aplicado a través del lado de alta de un filtro diplex y un -30 dB punto de prueba a salida puerto 4. Sin embargo, si el puerto 3 no se encuentra activado, la salida de HY4 es aplicado a través del lado de alta de un filtro diplex y un -30 dB punto de prueba a salida puerto 4.

Por otro lado se tiene el reverse Path o ruta inversa, esta se refiere a las señales enviadas desde el FTMB Mini-Bridger al cabecera o concentrador. Estas son señales de frecuencia más baja que el camino directo, y por lo general están en el rango de 5-40 MHz. Para activar la ruta inversa, híbrido HY5 y pads asociados y ecualizador debe ser instalado. Las señales de RF de ruta inversa se aplican a los puertos 3 y/o 4, entonces estas se aplican al lado bajo del diplexor de salida filtros y se aplica a un pad. El valor del ajuste es determinado por los requisitos de la red. Las dos señales se combinan y se aplican al híbrido HY5 y la señal inversa también se acopla directamente al puerto 2 sin amplificación.

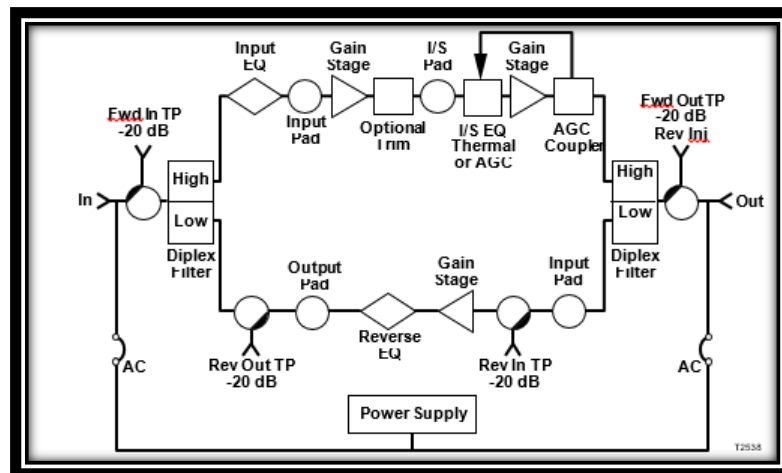
HY5 amplifica la señal de camino inverso y la salida se aplica a través de un filtro de paso bajo a un circuito pad/ecualizador, para evitar ruido armónico que pueda ser luego amplificado en cascada, entonces la señal se aplica al lado bajo del filtro diplex en puerto 1. Así mismo, la salida del filtro se puede monitorear en un punto de prueba de -30 dB. Y la señal de RF de ruta inversa se emite en el puerto 1, entonces la ruta inversa RF se en ruta a través de la red a la cabecera o centro. Con ello es posible hacer todos los ajustes necesarios para obtener la mejor calidad de imagen, video, sonido, o cualquier información que quiera ser amplificada por medio de este dispositivo.

### **Amplificador Line Externder**

El amplificador Line Extender Scientific Atlanta de 750 MHz GaAs que se encuentra en la red HFC de la empresa NetUno C.A ofrece muchas de las mismas características indispensables para el buen funcionamiento de la red, el mismo cuenta con un amplificador inverso incorporado proporciona operación bidireccional para servicios interactivos, Así como cuatro puntos de prueba de -20 dB proporcionan pruebas de señales de entrada y salida directas e inversas sin interrumpir el funcionamiento normal que se encuentran identificados en el diagrama de bloques de la figura 10. Así mismo cuenta con compatibilidad con versiones anteriores de carcasa LE II anteriores, lo cual reduce los costos de actualización. Del mismo modo, la conexión directa del módulo a la carcasa proporciona un mejor disipador de calor del

amplificador, con lo cual se reduce el ruido térmico y mejora el funcionamiento del mismo.

La carcasa y los módulos simétricos proporcionan un montaje conveniente, además de que esta se encuentra revestida y protege el equipo exterior en áreas costeras, otros ambientes corrosivos, como es el caso de las temporadas lluviosas que humedecen las tanquillas o incluso las inundan, sin dicho revestimiento y protecciones adecuadas los equipos entrarían en cortocircuito, dejando a los clientes sin servicio hasta la reparación de los mismos. Estos utilizan dos derivaciones de fusibles ubicadas en el amplificador para dirigir la corriente CA hacia y desde el puerto de entrada y salida del extensor de línea, este circuito de CA mejorado proporciona 15 A de capacidad de corriente de estado estable que puede soportar 25 A de corriente máxima (durante un máximo de 2 horas) y admite nuevos servicios como telefonía por cable.

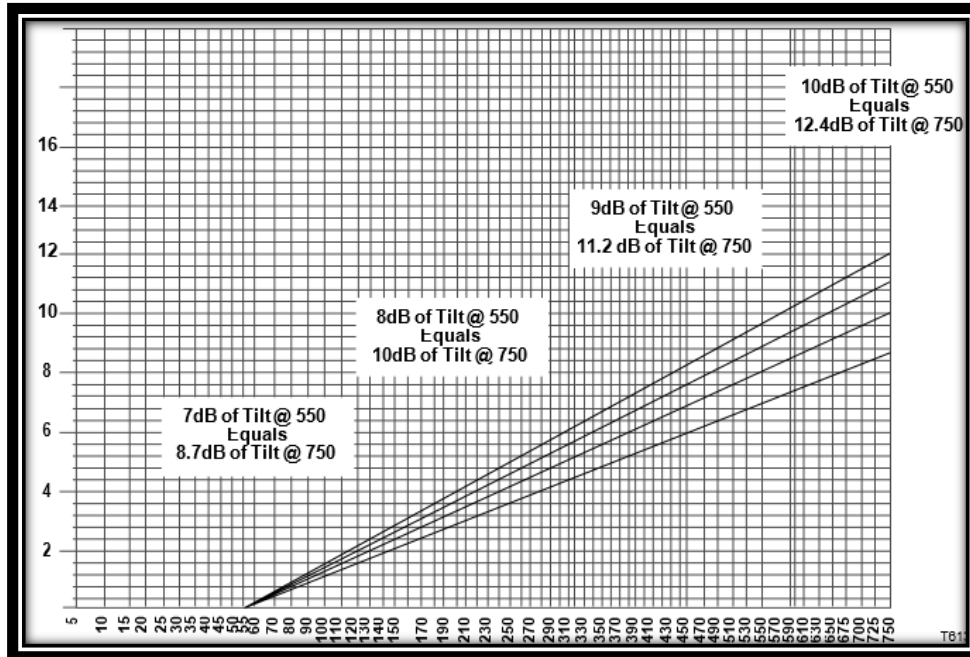


**Figura 10.** Diagrama de bloques de amplificador Scientific Atlanta.

**Fuente:** ANTEC Network Technologies

Así mismo, Los puntos de prueba de avance reubicados fuera del filtro dúplex facilitan la configuración de retroceso a través de la inyección de señal de retroceso. Del mismo modo, los puntos de prueba inversa del acoplador direccional brindan una mayor confiabilidad y precisión en la medición y el monitoreo de la banda inversa, con lo cual, los ecualizadores fijos entre etapas brindan una respuesta de frecuencia más plana y un equilibrio más fácil para el rendimiento de final de línea, tal como se visualiza en la gráfica de la figura 11 explicada con un sencillo ejemplo: si los niveles

operativos del amplificador son de 42 dBmV con una inclinación operativa de 10 dB en 750 MHz, el nivel operativo en la frecuencia piloto de 445,25 MHz sería de 39 dBmV. Esto se encontró tomando la diferencia de inclinación entre 750 MHz y 445,25 MHz (10-7=3 dB). Luego reste la diferencia de inclinación del nivel operativo (42-3=39 dBmV).



**Figura 11.** Graficas de pérdidas en dB VS Frecuencia en MHz de un Amplificador Scientific Atlanta.

**Fuente:** ANTEC Network Technologies

Haciendo alusión a lo especificado para el caso del amplificador Mini Bridge, las mediciones y ecualización del Foward y el retorno o reversa, son exactamente iguales, por lo que explicar de nuevo dicho proceso sería caer en redundancia para el trabajo. Solo varia en la ubicación de los puntos de testeo, ecualización y que en este caso son de 20 dBm y no 30 dBm.

### 5.1.1.3 Interconexión en cascada

Los amplificadores toman su tensión y corriente por medio de la fuente de alimentación, sin embargo sería inviable colocar una frente a cada amplificador o realizar un cableado para cada nuevo dispositivo a conectar. Es por ello que, se opta por colocarlos en cascada, lo que quiere decir que la tensión de entrada de cada

amplificador se toma a partir de la caja de fusibles del anterior. Entonces se remueve el fusible y allí se coloca el cable de alimentación del siguiente amplificador logrando conectarlos en cascada. Luego la salida por cable coaxial (la cual es la que se quiere amplificar) sería la entrada del siguiente dispositivo, con lo que se consigue llevar la señal a los diferentes lugares requeridos.

### **5.1.2 Análisis de fallas de servicio, provocadas por daño en los amplificadores.**

El departamento de soporte técnico, es el encargado de recibir las fallas y generar las ordenes de servicio pertinentes, que no son más que un reporte de la falla que es entregado a los técnicos de calle para que ellos vayan a la dirección, hablen con el o los clientes, y luego se encarguen de solucionar el problema. Dependiendo de la magnitud del mismo, ellos pueden reparar o hacer balanceos y mantenimientos en el lugar, sin embargo si el daño es grave, llevan los equipos para ser reparados en las instalaciones de la empresa para luego ser reinstalados a la brevedad posible, lo que en ocasiones causa que los clientes queden sin servicio por un tiempo, perjudicando la calidad de la atención al cliente.

Durante la estancia en dicho departamento, quedo en clara evidencia la frecuencia con la cual se dañaban los equipos de amplificación, bien sea porque requerían de una simple ecualización que requería de atenuar o aumentar la potencia de la señal, mediante las funciones explicadas en el punto anterior, o porque simplemente estaban inoperativos debido a las fluctuaciones eléctricas producidas por los armónicos y la inestabilidad de la red eléctrica.

Se llevó un registro a mano semanal, mediante las órdenes de servicio emitidas que luego eran regresadas al departamento por los técnicos de calle encargados del diagnóstico, instalación, retiro y ecualización de los equipos. Donde se contabilizaban la cantidad de fallas debidas a amplificadores producidas semanalmente durante un mes y cuántas de estas eran generadas por desbalances de la red, lo que quiere decir que necesitaba de algún tipo de ecualización, mantenimiento o balanceo, y cuantos requerían de ser enviados al área de transmisión para su posible reparación o cambio de equipo, esto último puede ir desde un fusible quemado, pasando por un daño en algún componente incluso que la tarjeta quedase totalmente sulfatada. El último

renglón engloba otras fallas de la red HFC como pueden ser TAB dañados, ruptura de pasivos, requerimiento de algún kit de forward o retorno, etc.

**Tabla 6.** Daños reportados en ordinales dentro de la empresa NETUNO C.A.

Tipo de falla	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Desbalance del amp.	10	8	7	9
Daño en el amp.	5	4	4	6
Otros causas de falla	12	15	13	14

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

Como se puede observar, los problemas asociados a los amplificadores representan casi un 45% de las fallas en el servicio que se reportaron durante ese mes, lo cual alerta de la gravedad de la situación, sin embargo aún no se está claro de cuál es el problema en sí, ya que la información obtenida en el departamento de soporte se limita a lo que los técnicos escriben en las ordenes de servicio y ellos no son los encargados de la reparación de los equipos. Sin embargo, estas fallas generaban reportes de incidente y aquejaban a los clientes, ya que debido a las mismas debían pasar de entre días a semanas con el servicio degradado, inestable o en ocasiones desconectado.

Las fallas relacionadas con el desbalanceo de la red, están asociadas a la ecualización de la misma, esto quiere decir ajustar el nivel de potencia de la señal para que de esta manera pueda llegar al cliente la información que se intenta transmitir. Dicho nivel debe encontrarse en valores de +40 dBm y +54 dBm para el forward o TX y entre -7 dBm y 7 dBm para reversa o RX de lo contrario la señal no se transmite, y el cable modem por tanto no conecta. La fluctuación de esto puede deberse a diversas causas, como la distorsión armónica de la línea, la distorsión de la señal, algún elemento dentro del amplificador que no está filtrado de manera adecuada internamente la señal de retorno o forward, o que simplemente necesita un mantenimiento y cambio de pasivos. Cuando esto ocurre, los clientes no pueden visualizar los canales, ni navegar en internet, además,

muchas veces el servicio se encuentra intermitente o muy lento, por lo que la experiencia del usuario se ve mermada.

Así mismo, cuando un elemento del amplificador se daña o el mismo se encuentra sulfatado o inoperativo, indistintamente de la causa, genera una automática desconexión del servicio del cliente. Normalmente la reparación de estos problemas implica, pedir permiso a CANTV para abrir la tanquilla en caso del dispositivo estar dentro de una, luego llevar el mismo a las oficinas del área de transmisión, donde se diagnostica la falla y se intenta reparar con los medios disponibles.

En caso de no lograrse, se debe ubicar otro amplificador dañado y tratar de desarmarlo o intercambiar los repuestos necesarios hasta conseguir que funcione. Una vez esto se logra, se debe solicitar de nuevo el permiso para abrir la tanquilla en caso de ser necesario, ubicar alguna cuadrilla disponible que proceda a la reinstalación, realizar el debido balanceo o ecualización del amplificador y llamar al cliente para determinar si su falla ha sido solventada. Como se puede notar, es un proceso laborioso, que se debe realizar varias veces a la semana y no esporádicamente como debería, esto deja a los usuarios varios días e incluso en ocasiones semanas, sin acceso al servicio por el cual están pagando, lo que se traduce en cancelación de contratos y pérdidas financieras importantes para la empresa.

## **5.2 Identificar los puntos críticos en la operación y funcionamiento de los amplificadores en la empresa NETUNO C.A.**

Para lograr este objetivo, y tomar en cuenta la limitante de no poder tomar mediciones de los armónicos necesarios, se procede a entrevistar a los empleados técnicos de la empresa, para lograr entender y determinar, la frecuencia de daño en los dispositivos de amplificación, las posibles causas más comunes la gravedad de los mismos, para con ello entender cuáles son los puntos críticos en los cuales enfocar el diseño.

### **5.2.1 Determinar fallas frecuentes encuestando a los técnicos de la empresa.**

Con el objetivo de entender a profundidad cuales son las fallas en los amplificadores, la frecuencia de estas y la magnitud de los daños causados, se solicitó un cambio temporal al departamento al área de transmisión, durante medio tiempo por

dos semanas, donde se realizó un análisis pertinente. La misma se encarga de todo lo relacionado a la reparación de equipos, ecualización y calibración de las antenas que captan los canales para los clientes, sintonización de los mismos, entre otros. Durante estas dos semanas se realizó una encuesta estructurada a 23 técnicos en el departamento y estos hicieron alusión a cuales eran los principales daños que se evidenciaban en los dispositivos de amplificación. Los resultados se muestran a continuación mediante sus respectivos gráficos de torta.

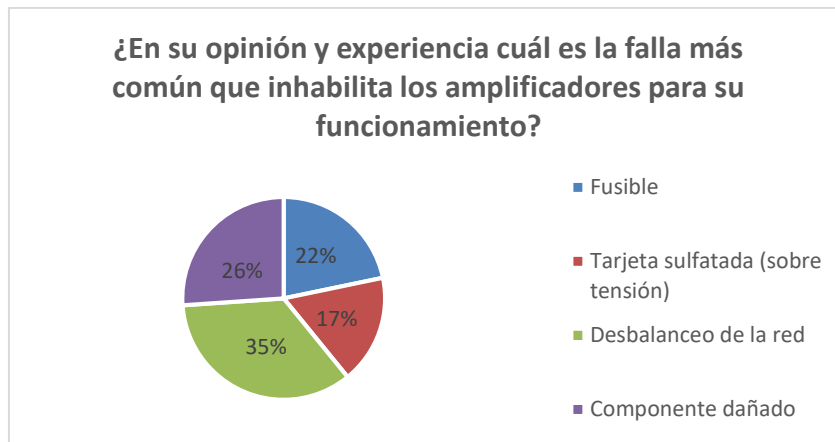
1) ¿En su opinión y experiencia cuál es la falla más común que inhabilita los amplificadores para su funcionamiento?

Al encuestar a los técnicos de la empresa, estos tuvieron respuestas variadas, las cuales fueron agrupadas en las cuatro categorías visibles en la tabla 7, obteniendo tal como se observa en el gráfico 1, que el 35% considera que la falla más común es dada por un desbalanceo del amplificador, esto implica que existe un ruido armónico inducido dentro de este que genera desbalances, por lo que debe ser ecualizado constantemente debido a las fluctuaciones de la calidad de energía.

**Tabla 7.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 1 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.

<b>Respuestas</b>	<b>Contabilización</b>
Fusible	5
Tarjeta sulfatada (sobre tensión)	4
Desbalanceo de la red	8
Componente dañado	6
<b>Total:</b>	<b>23</b>

Fuente: Lucena, N. (2021)



**Grafica 1.** Gráfico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 1 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

Así mismo el 26% atribuye las fallas a componentes dañados, que en orden de incidencia comentan que principalmente son capacitores y toroides seguido de transistores, finalizando con híbridos e integrados. Del mismo modo, el 22% atribuye las fallas a sobre corrientes que dañan los fusibles de protección y en ocasiones los derriten, inhabilitando el dispositivo hasta el cambio del mismo. Y por último el 17% indica que debido a los sobrecalentamientos de los componentes al existir variaciones en la calidad eléctrica y de intensidad de corriente, las tarjetas se sulfatan, generando daños que en ocasiones no son reparables. Esto hace evidente que la distorsión armónica, variabilidad de tensiones y de la calidad de energía es un problema de base fundamental que inhabilita a los amplificadores para su funcionamiento.

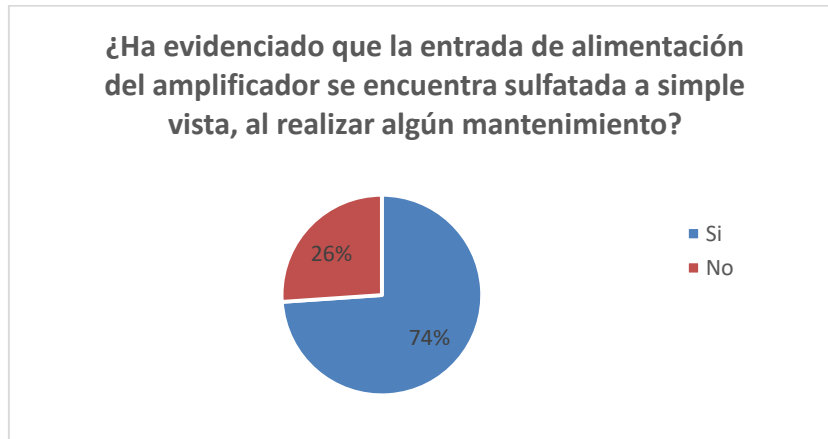
2) ¿Ha evidenciado que la entrada de alimentación del amplificador se encuentran sulfatada a simple vista, al realizar algún mantenimiento?

Como se muestra en la Tabla 8, 17 de los 23 participantes indicaron que efectivamente, se han topado en algún momento con baquelitas sulfatadas al momento de realizar alguna revisión, esto representa el 74% de los técnicos según el gráfico 2. Cabe destacar que los que no lo habían visto, eran nuevos en el departamento o no se especializaban en la extracción de los dispositivos de amplificación. Es por ello que se puede concluir que es bastante común este tipo de problemas en la empresa y es oportuno tomar medidas al respecto para mejorar la calidad del servicio.

**Tabla 8.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 2 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
Si	17
No	6
<b>Total:</b>	<b>23</b>

Fuente: Lucena, N. (2021)



**Grafica 2.** Gráfico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 2 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.

Fuente: Lucena, N. (2021)

3) ¿Durante los 7 días de la semana debe ir más de 3 veces a ecualizar amplificadores?

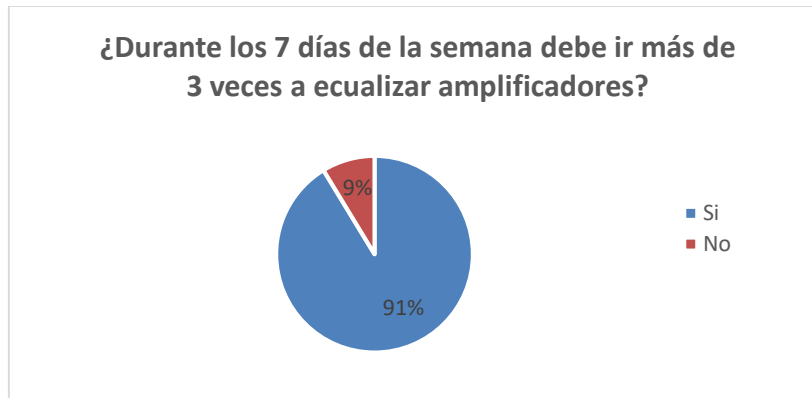
Esta pregunta se realizó con la finalidad de determinar qué tan frecuente es la ocurrencia de las fallas en los dispositivos a estudiar. Como se puede observar en la tabla 9; 21 de los 23 encuestados afirma que en ocasiones han debido ir más de 3 veces a la semana a realizar la respectiva ecualización de los equipos, esto representa según el gráfico 3, el 91% de los encuestados. Debido a que la distorsión armónica es tanta dentro de los mismos, que constantemente deben balancearlos para que los clientes reciban el servicio de señal óptimo. Demostrando que existe un claro problema en la calidad de energía suministrada a los dispositivos, fluctuando de tal forma que la inducción en la señal de transmisión produce fallas en la correcta visibilidad de los programas.

**Tabla 9.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 3 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
------------	-----------------

Si	21
No	2
<b>Total:</b>	<b>23</b>

Fuente: Lucena, N. (2021)



**Grafica 3.** Gráfico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 3 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.

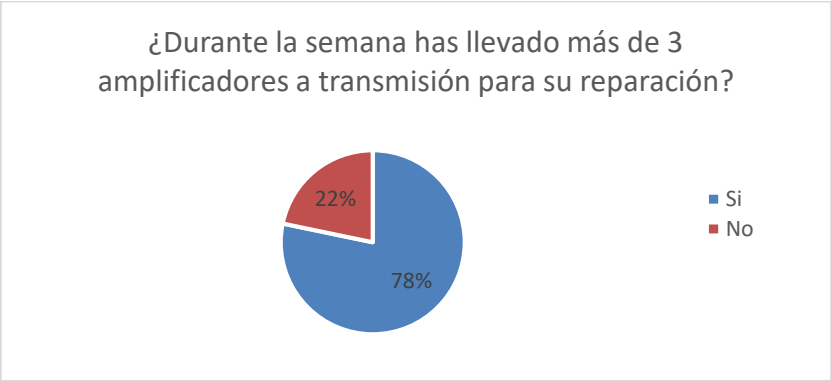
Fuente: Lucena, N. (2021)

4) ¿Durante la semana ha llevado más de 3 amplificadores a transmisión para su reparación?

Esta pregunta se hizo con la finalidad de determinar, la frecuencia con la cual la falla era lo suficientemente grave como para no tener solución inmediata por parte del técnico, y requerir ser llevada a la empresa para su reparación. Como se evidencia en la tabla 10 y 18, los 23 participantes indicaron haber tenido que llevar a reparar más de 3 amplificadores en una semana, lo cual representa un 78% de los encuestados según el grafico 4 y a su vez una gran pérdida para la empresa, debido que esto implica que los usuarios deben quedarse sin servicio por periodos de tiempo hasta solventar las fallas, y en ocasiones esporádicas pueden ser amplificadores del mismo arreglo en cascada. Esto quiere decir que es de suma importancia reducir la incidencia de los fallos para aumentar la productividad, ganancias y confiabilidad en la empresa y sus servicios.

**Tabla 10.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 4 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
Si	18
No	5



**Grafica 4.** Gráfico sobre contabilización de las respuestas para la pregunta 4 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A.

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

**5.2.2 Elaborar un análisis de fallas comunes generadas en los amplificadores, representando la frecuencia por medio de un diagrama de Pareto.**

Con la finalidad de analizar y entender cuáles son los daños más comunes suscitados en los dispositivos de estudio, se tomó una muestra de 50 amplificadores dañados que se encontraban en las oficinas del área de trasmisión, los cuales en su mayoría se utilizan de repuesto o son reparados en caso de emergencia. Con ello se busca realizar el respectivo análisis de fallas y determinar los principales daños producidos los cuales se encuentran en la tabla 7.

**Tabla 11.** Daños en una muestra de 50 amplificadores de la empresa NETUNO C.A.

<b>Daño en el amplificador</b>	<b>Frecuencia de falla</b>
Fusible sulfatado	12
Tarjeta electrónica sulfatada	15
Componente dañado	19
Entrada dañada	4

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

Para esto, se procedió a realizar una revisión de la superficie de la baquelita, se tomó tarjeta de los amplificadores (tanto la de amplificación como la de fuente DC que alimenta algunos componentes del circuito) en búsqueda minuciosa de partes quemadas o sulfatadas en los dispositivos o en las mismas pistas de cobre. Luego con la ayuda de un multímetro, se procedió a comprobar la conductividad de las mismas en caso de

visualizar cortocircuito, para determinar si esta era la raíz del problema, o se trataba de un daño subyacente.

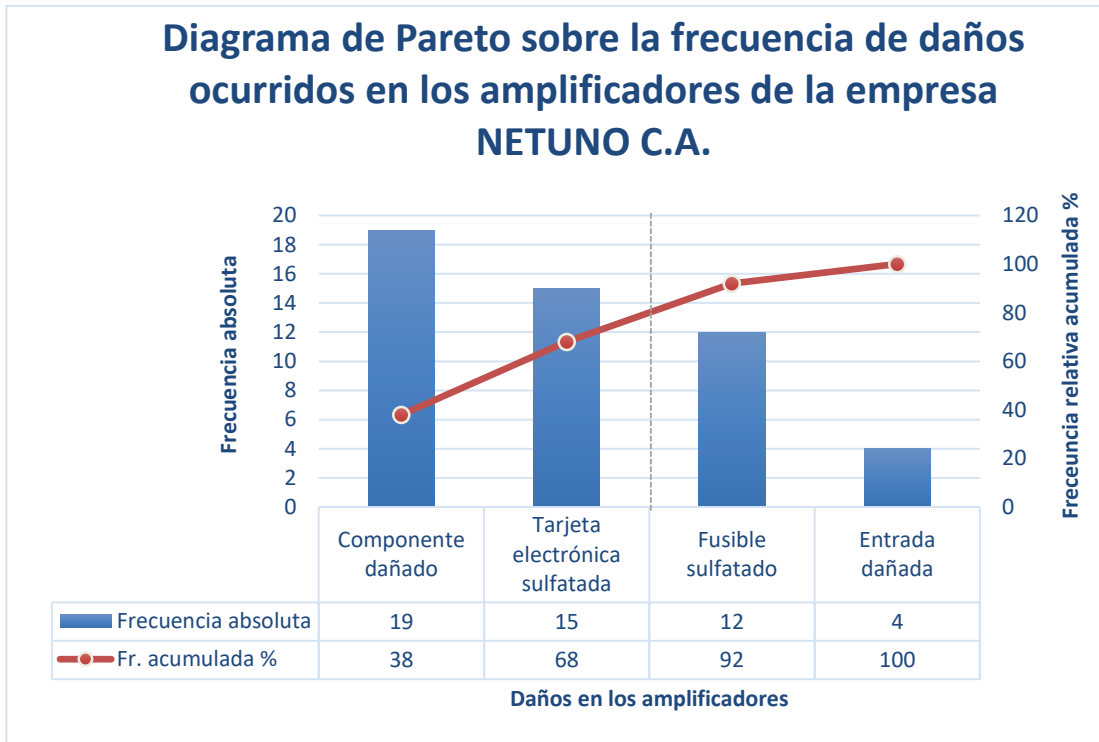
En caso de descartar dicha posible falla, se procedió a verificar los componentes. Según los técnicos en orden de mayor a menor incidencia en cuanto a la frecuencia de daño se encontraban los capacitores, seguido de los diodos, los transistores y por últimos los híbridos e integrados tal como se evidencia en las respuestas de la entrevista estructurada del punto anterior. Por cuestiones de tiempo, finalidad del estudio y complejidad de los circuitos, se decidió colocar el daño en los componentes en un solo renglón, ya que segmentar por componente aparte de ser inviable porque requerirá de reparar las 50 baquelitas y de problemas de clasificación, no aporta nada al diagnóstico de la causa del daño.

Entonces, en base a la información obtenida en la tabla 11, se realizó la respectiva tabla de frecuencia (tabla 12), con la finalidad de realizar un diagrama de Pareto que permita estudiar y determinar cuáles son los principales daños que ocurren en los dispositivos de amplificación el cual se puede visualizar en la gráfica 5 a continuación, para en consiguiente estudiar las posibles causas de dichas fallas y sustentar la solución elegida.

**Tabla 12.** Tabla de frecuencia de los daños en una muestra de 50 amplificadores de la empresa NETUNO C.A.

<b>Daño en el amplificador</b>	<b>Frecuencia absoluta (<math>f_i</math>)</b>	<b>Frecuencia acumulada (<math>F_i</math>)</b>	<b>Frecuencia relativa (<math>F_r</math>)</b>	<b><math>F_r\%</math></b>	<b><math>F_r\%</math> acumulada</b>
Componente dañado	19	19	0.38	38	38
Tarjeta electrónica sulfatada	15	34	0.30	30	68
Fusible sulfatado	12	46	0.24	24	92
Entrada dañada	4	50	0.08	8	100
<b>Total</b>	50		1	100	

Fuente: Lucena, N. (2021)



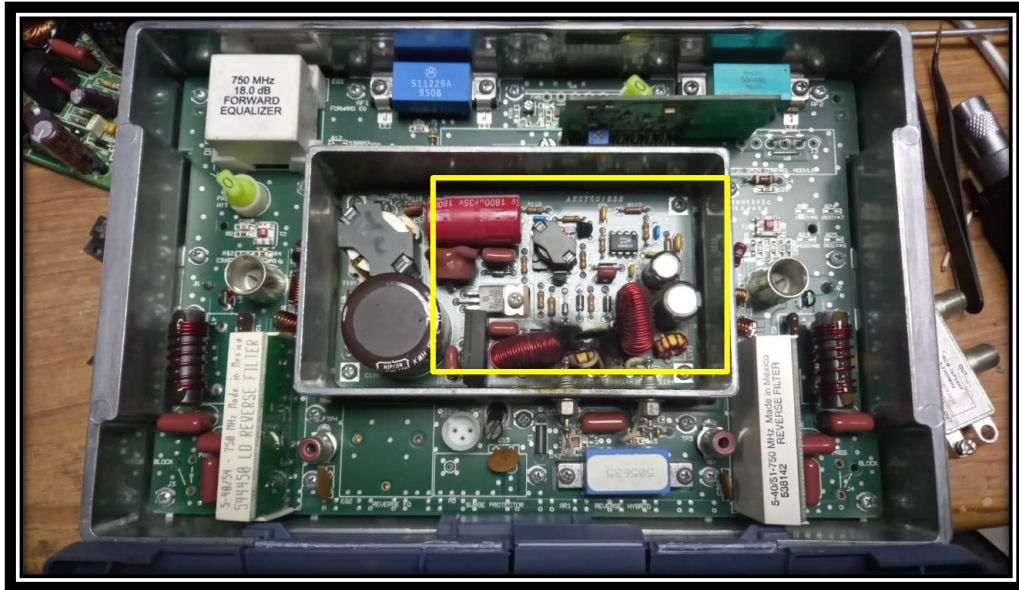
**Grafica 5.** Diagrama de Pareto sobre la frecuencia de daños ocurridos en los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

Como se puede observar la mayoría de los daños se pueden categorizar en 2 tipos de falla principal, que suponen aproximadamente el 68% de los daños en los dispositivos de amplificación, estos comprenden a los componentes dañados y a la tarjeta a electrónica sulfatada. Es por ello que se optó por estudiar 3 casos diferentes de dispositivos averiados, que se caracterizaban por tener alguno de estos daños y con ello diagnosticar las causas de falla en cada uno. Primeramente se les preguntó a los técnicos que atendieron la queja que falla se presentaba, y cuáles eran las condiciones del lugar y tanquilla de donde fueron retirados, luego se procedió al análisis visual de los mismos donde se buscó identificar si la falla era evidente, y por último se realizaron las pruebas con el multímetro, para encontrar fallos de conductividad, elementos abiertos, o en mal estado, entre otros. Los casos se exponen a detalle a continuación.

**Caso 1:** Se analizó el amplificador Line Extender que se observa en la figura 12, el cual fue llevado al área de transmisión para su reparación debido a que no encendía, era

el 5to amplificador de un sistema en cascada, y los clientes reportaban no tener señal operativa en sus hogares. Al desarmar el dispositivo para acceder a la tarjeta electrónica se pudo observar que unos componentes del dispositivo de filtrado se encontraban sulfatados, y disiparon tanto calor que dañaron las pistas de la tarjeta.



**Figura 12.** Amplificador Line Extender Scientific Atlanta con daño visible en los componentes del filtrado interno.

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

Se procedió a utilizar el multímetro para determinar la conductividad de las pistas y ver si el daño era reparable, y hasta qué punto había llegado. Para reconstruir y devolverlo al funcionamiento, se tuvo que realizar una serie de puentes desde las pistas que marcaban continuidad, hasta los componentes soldando unos elementos. Primeramente se verificó con el multímetro que elementos se encontraban funcionando y cuales habían sido destruidos. Se determinó que 2 cerámicos y 2 toroides se vieron irremediablemente afectados, (los cerámicos habían estallado) por lo cual se procedió a reemplazar dichos componentes con la ayuda de un caudín. Posteriormente se realizaron las debidas pruebas de amplificación conectando el cable de energía de la fuente y el coaxial, que es el medio de transmisión de la señal de los canales de televisión y con ello determinar que efectivamente se visualizaba el programa en un televisor instalado en el departamento. Por último se ecualizó hasta que obtuvimos una señal nítida.

**Caso 2:** En el segundo caso de estudio, un amplificador Mini Bridge, encontraba ubicado en 6ta posición del arreglo en cascada, y se llevó a transmisión debido a que los clientes reportaron no tener señal operativa. Así mismo, al desarmar el dispositivo en la parte superior, no se evidenciaba mayor daño, por lo que se procedió a revisar el circuito de la fuente DC que se ubica en la parte inferior del amplificador. Allí se observó, que la misma, se encontraba sulfatada en la entrada, ya que se evidencia como ocurrió una explosión de uno de los componentes en la tarjeta en la figura 13. En la figura 14 se observa como quedó la tapa que resguarda el circuito debido a la destrucción del componente capacitivo. En la esquina superior izquierda, dentro del recuadro amarillo, se puede visualizar como el toroide esta quemado debido al daño que sufrió el capacitor a su lado (el cual ya había sido removido).

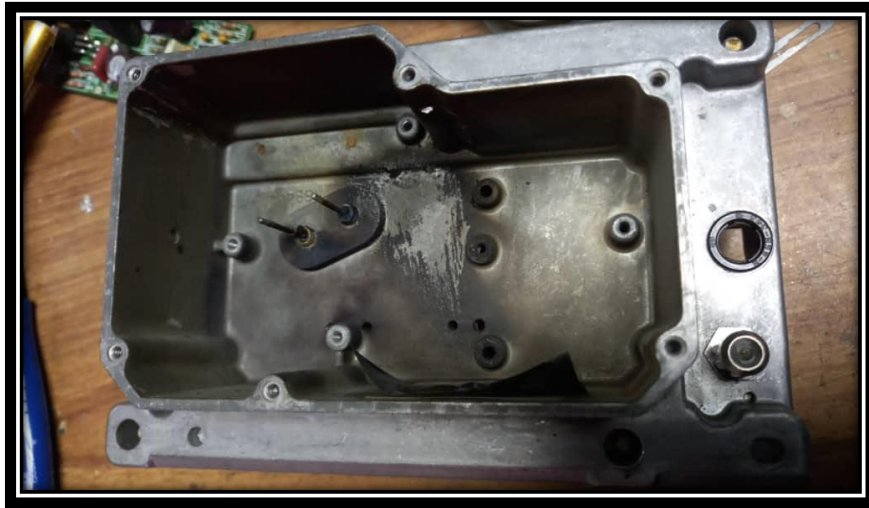


**Figura 13.** Fuente DC de un Mini Bridge sulfatada.

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

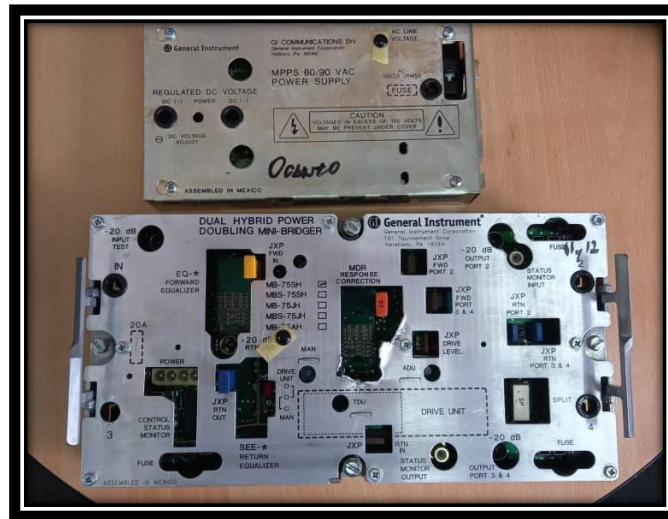
Se procedió a comprobar con el multímetro los capacitores más cercanos a la zona afectada, para verificar que no perdieron sus propiedades, determinando que aún seguían en óptimas condiciones para funcionar, luego se comprobó la conductividad de las pistas en la zona afectada, donde nuevamente se tuvo que reconstruir con puentes y aislando la zona. Por último con ayuda del caudín se recolocó el capacitor faltante y un nuevo toroide. Del mismo modo, con el multímetro se comprobó que un diodo se encontraba abierto, por lo que se procedió a su reemplazo. Al realizar las respectivas pruebas, tanto de transmisión de señal, como de soldadura además de las respectivas ecualizaciones,

aún se evidenciaban fallas en la amplificación, por lo que hubo un daño subyacente imprevisto que retraso la reparación. Debido a ello se procedió a reparar otro amplificador para poder solventar el problema de la señal. Este percance es bastante común por lo que muchas veces los clientes deben esperar días para que su servicio sea reestablecido.



**Figura 14.** Tapa de la fuente DC Mini Bridge.  
**Fuente:** Lucena, N. (2021)

**Caso 3:** En este último caso, se reparó un amplificador Mini Bridge General Instrument mostrado en la figura 15, el cual se encontraba conectado directamente a la fuente. Los usuarios reportaron que luego del restablecimiento del servicio eléctrico, no tenían señal, por lo que los técnicos comenzaron a revisar los dispositivos y notaron que el mismo no encendía, se cambiaron los fusibles y al persistir la falla, fue enviado al área de trasmisión para su reparación. Una vez desarmado en el departamento, se procedió a realizar las respectivas pruebas con el multímetro, notando que, al colocar la alimentación, dentro del circuito no había ningún tipo de tensión.



**Figura 15.** Amplificador Mini Bridge General Instrument con su fuente DC.  
**Fuente:** Lucena, N. (2021)

Al examinar detenidamente los componentes se descubrió que la caja de fusibles donde iba conectada la entrada había sufrido un daño interno imperceptible, pero que no permitía la conducción de la corriente, presuntamente por un pico de sobre tensión que daño los conectores internos. Es por ello que se procedió a cambiar la caja de fusibles y a verificar la fuente DC, la cual también presentaba unas fallas en la conexión con el circuito principal. Entonces se sustituyó el conector y se realizaron las pruebas pertinentes ya descritas anteriormente, dejando la señal operativa y siendo enviado de regreso el punto de extracción a día siguiente.

Analizando la situación con los encargados del área, se llegó a la conclusión que existían 2 posibles causas principales por lo cual se producían dichas fallas: La primera de ellas que, al reestablecerse el servicio eléctrico luego de una interrupción del mismo, el pico de corriente aumenta a tal punto que se producen circuitos abiertos gracias a la interrupción del paso de la corriente debido al sobrecalentamiento de las pistas o daños en diferentes elementos al no poseer fusibles de protección, como los híbridos, capacitores, transformadores, integrados, entre otros.

Sin embargo, esta teoría sería válida en el caso de que el amplificador dañado fuese uno de los primeros de la línea en cascada, ya que gracias a la cercanía de la fuente, es allí donde el pico de corriente más afecta, ya que, a medida que la corriente recorre

más distancia, la resistencia e impedancia de los medios de transmisión como cables y equipos aumenta, disminuyendo este riesgo.

Tomando en cuenta que la fuente no se daña por dicho pico de corriente, no tendría sentido el hecho de que el amplificador que sufrió daños por sobre corrientes sea el 5to o 6to de la línea en cascada, ya que en todo caso, todos los anteriores a este se afectan negativamente. Además, de que se mencionó el hecho de colocar en ocasiones anteriores sistemas de puesta a tierra y supresores de pico, cosa que no solventó el problema, aunque mejoró, no fue sustancial y pudo ser bastante causal. Es por ello que, luego de hablar con los técnicos de calle, surgió la segunda hipótesis, donde la calidad de la energía eléctrica que es suministrada a los dispositivos es bastante fluctuante, ya que se les informó desde Caracas (por medio de las lecturas de un CMTS al cual no se tiene acceso sino personal autorizado) que existe una distorsión armónica importante en el suministro de energía.

Al estudiar el caso, se determinó que dicha variación es insignificante para las variaciones del primer, segundo o tercer amplificador, sin embargo, claro está, a esta ser la alimentación, ese ruido se encuentra presente de igual forma dentro del circuito, y por lo tanto está presente en la amplificación, por lo que a medida que la señal pasa por más amplificadores, dicho voltaje que en un inicio es de 1 V o 2 V pico, pasa a aumentar a unos 20 V o 40 V pico, gracias a la amplificación cosa que se suma a la onda fundamental generando el mal funcionamiento, sobrecalentamiento, daño en componentes, cortocircuitos, entre otros.

Esa es la razón por la cual en ocasiones los fusibles no eran capaces de proteger la tarjeta, ya que el problema en cierto sentido no viene de la entrada de alimentación, viene de la propia amplificación de la distorsión armónica en la señal. Motivo por el cual se consideró pertinente el hecho de construir algún dispositivo capaz de filtrar armónicos de a diferentes frecuencias a la entrada de los amplificadores, y como no se tiene mediciones de las señales, se optó por diseñar un filtrado robusto de varias etapas de tipo pasa-banda que permita tener varias etapas de filtrado y con ello mitigar los daños en los dispositivos de amplificación.

### 5.2.3 Evaluar las condiciones de los equipos.

Con la finalidad de evaluar la condición actual de los dispositivos de amplificación utilizados por la empresa, se decidió realizar un segundo apartado de preguntas en la encuesta, para obtener la opinión de los técnicos de calle, quienes son los que frecuentemente más en contacto están con estos. A continuación se muestran las preguntas y la contabilización de las respuestas interpretadas por medio de un gráfico:

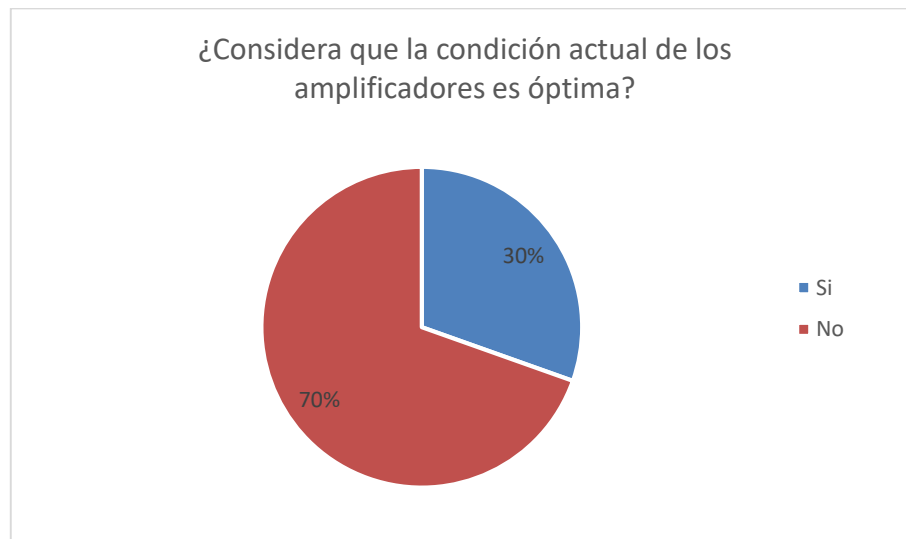
5) ¿Considera que la condición actual de los amplificadores es óptima?

Al realizar esta pregunta, se les dijo a los encuestados, que tomaran en cuenta tanto como se encontraban físicamente los amplificadores, como del año en que son. Como se visualiza en la tabla 13, 16 de los 23 participantes indicaron que no se encontraban en buenas condiciones lo que representa un 70% según la gráfica 6, ya que muchos de ellos son reparados o son de una tecnología vieja que aunque sigue siendo competente no iguala a las actuales del mercado.

**Tabla 13.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 5 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
Si	7
No	16
<b>Total:</b>	<b>23</b>

Fuente: Lucena, N. (2021)



**Gráfico 6.** Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 5 de la

encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

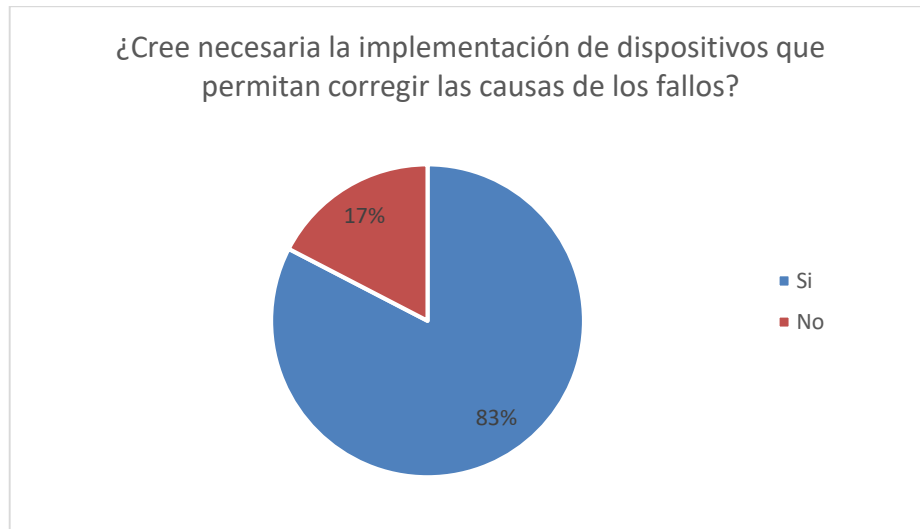
6) ¿Cree necesaria la implementación de dispositivos que permitan corregir las causas de los fallos?

Debido a la recurrencia de las fallas y la condición en la cual se encuentran los dispositivos el 83% de los participantes consideran que es oportuno la implementación de dispositivos tanto protectores de sobre tensión y corrientes como mitigadores de señales que puedan perjudicar la vida útil de los dispositivos tal como se evidencia en la gráfica 7, (datos obtenidos de la tabla 14).

**Tabla 14.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 6 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
Si	19
No	4
<b>Total:</b>	<b>23</b>

**Fuente:** Lucena, N. (2021)



**Grafica 7.** Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 6 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

**Fuente:** Lucena, N. (2021)

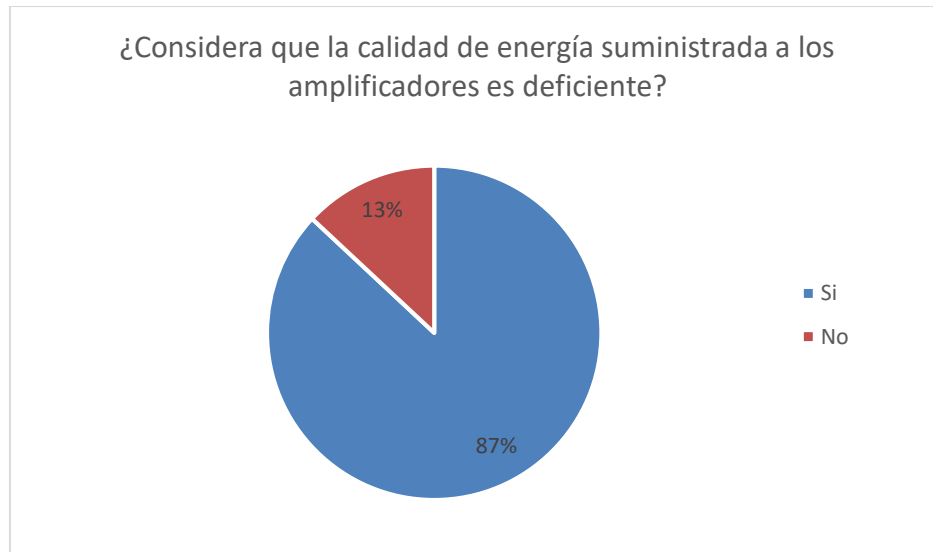
7) ¿Considera que la calidad de energía suministrada a los amplificadores es deficiente?

Tal como se evidencia en la Grafica 8, el 87% de los participantes de la encuesta consideran en su experiencia trabajando en el ámbito de la instalación de equipos, que la calidad de energía que está siendo suministrada a los amplificadores y otros dispositivos de la red HFC no es suficiente para el correcto funcionamiento de la misma, produciendo fallas en el servicio, y recurrente necesidad de reparar o sustituir equipos dañados gracias a esta problemática. Muchos de los técnicos son ingenieros en electrónica o en telecomunicaciones con suficiente base para declarar lo solicitado en la encuesta. (En la tabla 15 se evidencia la contabilización de los resultados)

**Tabla 15.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 7 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
Si	20
No	3
<b>Total:</b>	<b>23</b>

Fuente: Lucena, N. (2021)



**Gráfica 8.** Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 7 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Fuente: Lucena, N. (2021)

8) ¿Considera que el servicio se ve afectado por las fallas en los amplificadores?

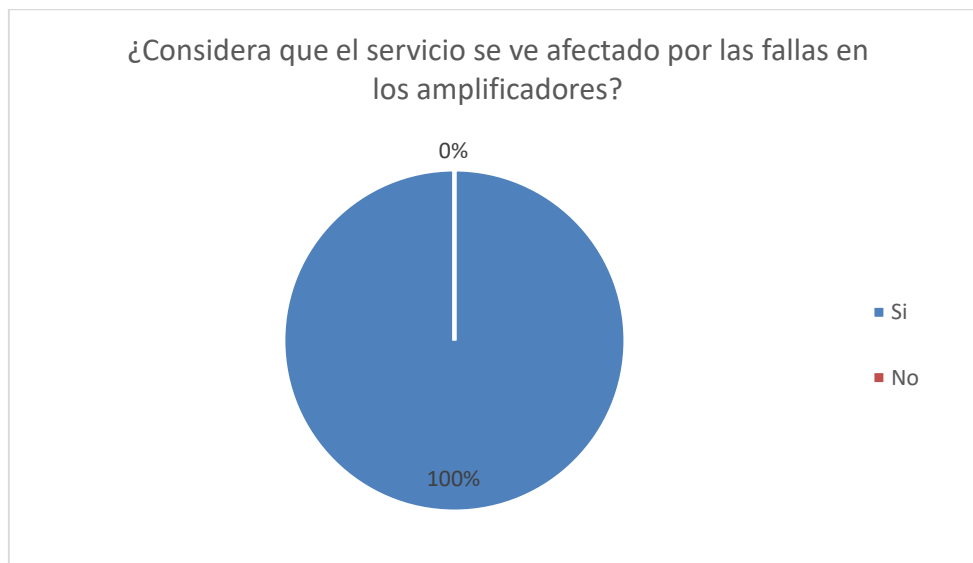
Como se puede apreciar, tanto en la tabla 16 como en la gráfica 9 el 100% de los encuestados afirmo que el servicio de comunicaciones ofrecido por la empresa se ve

altamente afectado por las recurrentes fallas ocurridas en los dispositivos de amplificación, ya que deja sin servicio a los clientes por lapsos de tiempo que en ocasiones se puede prolongar más de lo esperado, traduciéndose en cancelación del servicio y pérdidas financieras importantes.

**Tabla 16.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 8 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
Si	23
No	0
<b>Total:</b>	<b>23</b>

Fuente: Lucena, N. (2021)



**Gráfica 9.** Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 8 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Fuente: Lucena, N. (2021)

9) ¿Considera que las fallas en los amplificadores deberían ser más esporádicas?

Como se observa en la gráfica 10 el 96% de los encuestados están de acuerdo en que las fallas suscitadas en los dispositivos de amplificación deberían de ser más esporádicas, ya que aunque las mismas son inevitables, pueden ser reducidas a un punto en el cual los técnicos puedan encargarse de otras actividades necesarias y brindarle a los clientes de una mucho mejor calidad de servicio, aumentando las ventas de paquetes y la reputación de la empresa.

**Tabla 17.** Contabilización de las respuestas para la pregunta 9 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Respuestas	Contabilización
Si	22
No	1
<b>Total:</b>	<b>23</b>

Fuente: Lucena, N. (2021)



**Grafica 10.** Gráfico de la contabilización de las respuestas para la pregunta 9 de la encuesta hecha a los técnicos de la empresa NETUNO C.A

Fuente: Lucena, N. (2021)

Así mismo, para concluir, a través de una matriz FODA se busca determinar y esquematizar de forma, clara y concisa, cuáles son las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que se presentan en la empresa NETUNO C.A. que se evidenciaron tanto en el transcurso de las pasantías como los resultados obtenidos durante la realización de las encuestas de determinación fallas y evaluación de las condiciones en las que se encuentran los dispositivos y situación de la compañía, para con ello brindar unas estrategias, que permitan solventar las problemáticas encontradas o en su defecto, prevenirlas. Con dichas estrategias, queda en evidencia la necesidad de prevención de fallas que permitan proteger a los dispositivos de amplificación y el resto de la red HFC logrando mejorar la calidad del servicio prestado por la empresa. Es por ello que a continuación se presenta el análisis realizado:

**Tabla 18.** Análisis de estrategias por medio de la matriz FODA tomando como parámetros los obtenidos en las encuestas y datos de las pasantías.

<b>MATRIZ FODA</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
		1) Implementación de dispositivos de prevención de sobre tensión. 2) Implementación de filtrados.
<b>Fortalezas</b>	<b>Estrategias FO</b>	<b>Estrategias FA</b>
1) NETUNO C.A. cuenta con buenos técnicos que conocen los equipos. 2) Los técnicos están capacitados para la solución de problemas.	1) Se puede realizar un apalancamiento del conocimiento de los técnicos para lograr instalar dispositivos de prevención de sobre tensión o filtrados, ya que están capacitados para ello, sin necesidad de recurrir a personas externas.	1) Valerse de la habilidad de los técnicos para diagnosticar, dar con las causas principales de los problemas y ejecutar la reparación de los mismos. 2) Valerse de su conocimiento previo, para solventar las fallas rápidamente y que con ello los clientes no retiren el servicio.
<b>Debilidades</b>	<b>Estrategias DO</b>	<b>Estrategias DA</b>
1) Los equipos no son de última tecnología 2) Hay fallas muy frecuentes en los amplificadores. 3) No se cuenta con la protección adecuada para los equipos de la red HFC. 4) No se tiene un gran presupuesto o se conoce el mismo	1) Implementando dispositivos de protección y filtrado, se reduce la frecuencia de las fallas principales, además de evitar daños severos en los mismos dadas sus condiciones. 2) El dispositivo, puede ser diseñado tomando en cuenta los costos de los componentes, optando por soluciones efectivas que no requieran de un costo muy elevado.	1) Prevenir las fallas dadas las corrientes armónicas inducidas en los dispositivos de amplificación con dispositivos que permitan realizar dicha labor, mediante protección de sobre tensión, baja tensión o variaciones de la energía. Con ello se previenen daños, se mitigan las fallas en el servicio y los clientes no retiran el servicio.

Fuente: Lucena, N. (2022)

### **5.3 Proponer un Diseño de un dispositivo electrónico que permita filtrar señales indeseadas en los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.**

Para lograr solventar la problemática planteada en el punto anterior, basado en la determinación de puntos críticos y problemática comunes según el análisis de fallas y las encuestas, se optó por un diseño de dos etapas, el cual constará de una primera parte que mitigue los sobre voltajes y sobre corrientes producidas por el restablecimiento del servicio eléctrico y con ello disminuir un riesgo de daño en el dispositivo amplificador o en el mismo circuito de filtrado. Luego, la segunda etapa será el filtrado de

frecuencias armónicas, en esta caso un filtro pasa banda Chebnichef de orden 7 que permite un equilibrio entre las impedancias de entrada y salida, además de mantener una buena rampa de filtrado y garantizar mitigar frecuencias indeseadas en torno a la fundamental de 60 Hz.

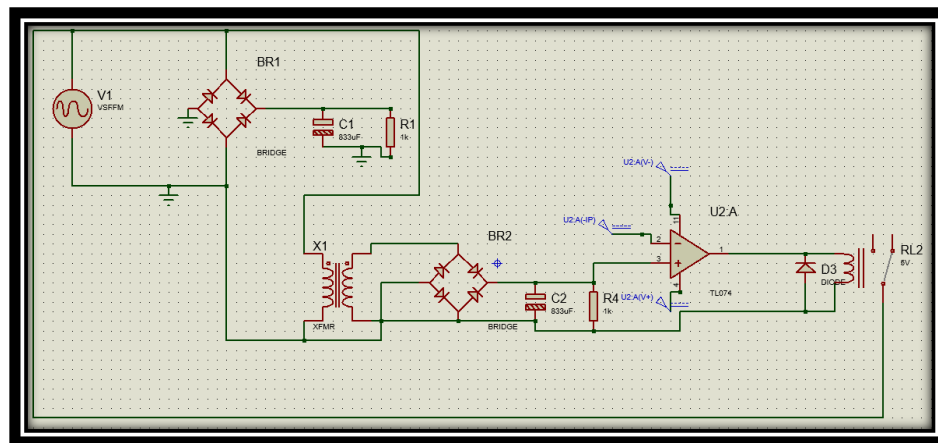
Se procede a elaborar un diseño basado en la determinación de puntos críticos anteriores, atenuando los armónicos necesarios y protegiendo al equipo de sobre corrientes que puedan inhabilitarlo.

### 5.3.1 Etapa de Protección

El circuito de protección propuesta a su vez consta de 3 etapas o estados de funcionamiento, con los cuales se evitan y controlan situaciones comunes que fomentan el mal funcionamiento de los equipos quipos de amplificación, según los datos obtenidos durante la estancia en las pasantías y lo que mencionaban los técnicos durante las entrevistas no estructuradas y conversaciones.

#### 5.3.1.1 Etapa 1 de Protección

La primera de estas etapas se encarga de evitar que lleguen tensiones superiores a 100 V provenientes de la fuente a alimentar los amplificadores y dispositivos de la red y se muestra a continuación en la figura 16.



**Figura 16.** Etapa de supresión de pico.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Primeramente se tiene la fuente sinusoidal de 90 Vrms a 60 Hz y 15 A, la cual se conecta a convertidor AC-DC el cual se utilizara más adelante como referencia de control. Se compone de un puente de diodos, encargado de rectificar la señal, que luego

por medio de un filtro, disminuye el rizado con la finalidad de obtener la salida DC. Por medio de un capacitor de 833 uF en paralelo con una resistencia de 1 K dada la fórmula se obtiene un rizado del 1% teniendo una tensión DC con muy pocas fluctuaciones. Esto se obtuvo mediante el siguiente procedimiento matemático de la ecuación 7:

$$V_m = 90\sqrt{2} = 127.28 V_p$$

Donde el rizado se calcula como el inverso voltaje pico entre la variación del voltaje fundamental y eso es igual al inverso de la multiplicación de la velocidad angular, la resistencia y la capacitancia para el filtrado tal como se evidencia en la ecuación 8:

$$\frac{1}{\omega RC} = \frac{\Delta V_o}{V_m} \quad (8)$$

Como se quiere un rizado de aproximadamente el 1% entonces, siguiendo la ecuación 8:

$$0.01 = \frac{1}{\omega RC} = \frac{1}{(2\pi 60)(1 \times 10^3)C}$$

Despejando el valor de la capacitancia C para lograr la igualdad se tiene que:

$$C = \frac{1}{(2\pi 60)(1 \times 10^3)0.01} = 833 \mu F$$

Así mismo, se requiere reducir el riesgo de daño a los dispositivos colocados en cascada luego de la fuente, para ello se optó por impedir el paso de tensiones superiores a los 100 Vrms, normalmente la fuente solo alcanzará estas tensiones por medio del ruido eléctrico, restablecimiento del sistema eléctrico nacional o momentos esporádicos en algunos ciclos, por lo que su activación no perjudicara el servicio. Es por ello que se optó por utilizar un Relé que permitiera el paso de la tensión siempre y cuando esta fuese menor a 100 Vrms y de lo contrario desviara la sobretensión restante a tierra. Para ello se utilizó la configuración común del Relé (relé de 5 V), que evita su propia realimentación mediante un diodo en paralelo a este. El mismo se controló mediante un circuito que funciona de la siguiente manera:

1. Transformador: este se encarga de reducir la tensión de entrada, de manera que esta sea igual a 5.6 Vpico cuando en la entrada existan 100 Vrms. Entonces se calculó la relación de vueltas según la ecuación 10.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_{primario}}{V_{secundario}} = \frac{145V}{6V} = 24 \quad (10)$$

2. Siendo esta la relación de transformación. Esto para luego pasar al rectificador.
3. Rectificador AC-DC: Funciona tal como se explicó un poco más arriba en este apartado, con lo que se obtiene una tensión DC mayor a 5 Vdc una vez alcanzados los 100 Vrms debido a las pérdidas será de aproximadamente .
4. Amplificador operacional TL074: Este se alimenta con +6 V y -6 Vdc, luego en su terminal negativa se conecta una referencia de +5 V y en la positiva la salida del rectificador AC-DC de esta manera siempre voy a tener a la salida un 0 lógico hasta que la entrada sea mayor a 100 Vrms, tensiones superiores a esta obtendré un 1 lógico a la salida.

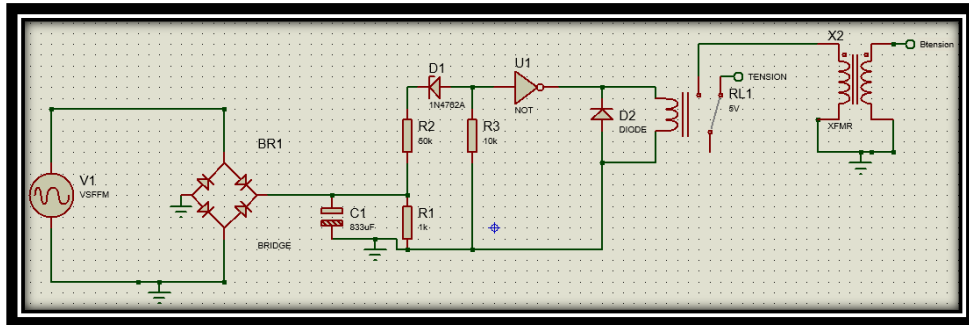
Normalmente abierto, va a dejar pasar la tensión hacia la siguiente etapa del circuito, y cuando se cierra lleva dicho pico de tensión a tierra. Se optó por un relé, en lugar de un TRIAC, debido a que dichos picos de tensión son esporádicos por lo que el tiempo de conmutación no será un problema, y por otro lado debido al costo que implican los componentes.

### **5.3.1.2 Etapa 2 de Protección**

En consiguiente, se diseña la segunda etapa del circuito de protección, la cual busca elevar el voltaje cuando el mismo es inferior a los 60 Vrms. Del el voltaje rectificado en DC, se toma el valor de tensión de referencia, con el que luego se puede establecer la condición necesaria. Dicha condición se consigue a través de un diodo zener conectado por su cátodo a una resistencia de protección de 50 Kohms para obtener una corriente RMS de unos 3 mA y por su ánodo a una resistencia en paralelo de 10 KΩ que lleva las tensiones a tierra una vez el zener conduce, a este se conecta una compuerta NOT.

En este caso se requiere que la tensión se eleve de nuevo a un valor entorno a los 90 Vrms a la salida del filtro, para ello el Relé debe activarse solo cuando la tensión este por debajo de los 60 Vrms. Así mismo, se colocó una resistencia de protección de 10

Kohm, un diodo Zener 1N4762A el cual tiene una caída de potencial en inversa de 82.5 V. Esto entonces dejaría pasar todas las tensiones por encima de 85 Vpico (tomando en cuenta la caída de tensión en la resistencia) activando el relé para tensiones superiores a 90V pico (debido a que el relé empleado es de 5 V) es decir, el funcionamiento opuesto al que se quiere. Por lo que es necesario invertir el control, es por ello que se coloca en serie al zener una compuerta NOT y en paralelo a los dos componentes una resistencia de 1 KΩ que protege a los mismos y regula las tensiones. Con ello se consigue activar el Relé únicamente cuando la tensión sea inferior a los 90 Vpico que son unos 60 Vrms quedando el circuito como se visualiza en el recuadro azul de la figura 17.

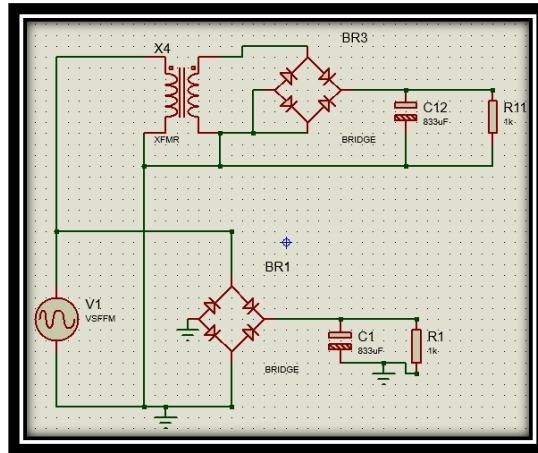


**Figura 17.** Etapa de relevación de tensión.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Ahora bien, la idea, es conectar un transformador en el terminal normalmente abierto del relé con el fin de regular la tensión, para que al momento de la misma estar por debajo de los 60 Vrms a la salida del filtro, obtenga unos 90 Vrms. Para el cálculo del transformador se toma en cuenta la relación expuesta más arriba en este texto, para con ello conseguir relevar la tensión, siendo entonces según la ecuación 10.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_{primario}}{V_{secundario}} = \frac{60VRMS}{90VRMS} = 0.66666$$



**Figura 18.** Circuito 5V dc de salida.  
**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Por último, como se puede visualizar en el recuadro amarillo de la figura 18, se tiene un circuito que permite llevar la tensión de la fuente a unos 5 V pico, y rectificarla a unos 5 V DC mediante un puente de diodos y el mismo filtro que se calculó anteriormente, que proporciona un rizado del 1%. Utilizando la misma fórmula de relación de transformación de la ecuación 10 se tiene que debe de ser  $Np/Ns = 9$  Con este pequeño circuito se busca alimentar las partes del control del dispositivo, como los integrados o el pulso para activar el temporizador cuyo funcionamiento, será explicado a continuación en el texto.

### 5.3.1.3 Etapa 3 de Protección

Esta es la última etapa de protección antes de llegar al filtrado. La finalidad de esta, es evitar que al reestablecerse el servicio eléctrico o contar con una baja de tensión por parte del mismo, por alguna falla, se corte la alimentación a la red por un periodo de tiempo considerable, aproximadamente entre 30seg y 2 min, con la finalidad de esperar a que la red se estabilice. Para construir este, primeramente se utilizara un OPAM TL074 como comparador de tensiones, cuyo funcionamiento y polarización será muy similar al explicado en la etapa 1. Tomamos la tensión de referencia desde el nodo de salida de la tensión DC, luego aplicamos un divisor de tensión que nos permita obtener 5 Vdc cuando la fuente suministre 40 Vrms ya que esta es una clara señal de falla. El cálculo es el que se evidencia en la ecuación 11:

$$V_{out} = 5V_{dc}$$

$$V_{RMS} = 40V \rightarrow V_{pico} = 56.57V$$

$$V_{in} = 56V_{dc}$$

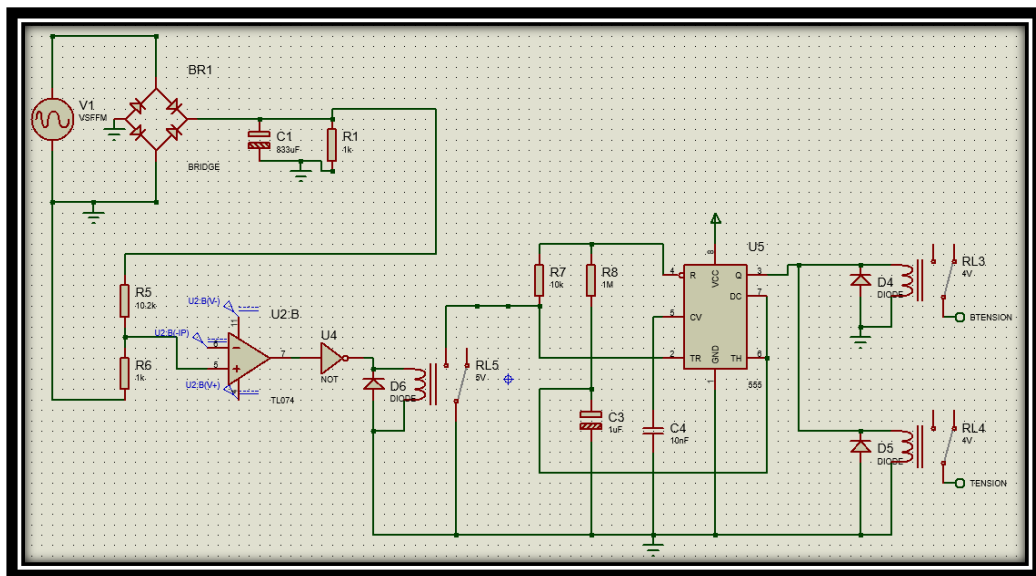
$$R_2 = 1K\Omega$$

$$R_1 = ?$$

$$V_{out} = \frac{R_2 V_{in}}{R_2 + R_1} \rightarrow R_1 = \frac{R_2(V_{in} - V_{out})}{V_{out}} \quad (11)$$

$$R_1 = \frac{1000(56 - 5)}{5} = 10.200 \Omega$$

Luego se conecta tal como se visualiza en la figura 19, colocando voltajes de referencia 5 Vdc en el terminal negativo y alimentando con +5 V y -5 V respectivamente. Con ello se consigue que mientras la tensión sea superior a los 40 Vrms a la salida del OPAM tendremos un 1 lógico que al invertirlo por medio de la NOT el Relé se mantendrá abierto. Por otro lado, si la tensión disminuye por debajo de lo antes mencionado, tendremos -5 V a la salida, cosa que para la NOT es una cero lógico, por lo que ahora la compuerta arroja un pulso de 5V que acciona el Relé cerrando el circuito que activa la compuerta del Trigger del circuito integrado 555, alimentado con los 5 Vdc que se obtiene el circuito explicado anteriormente.

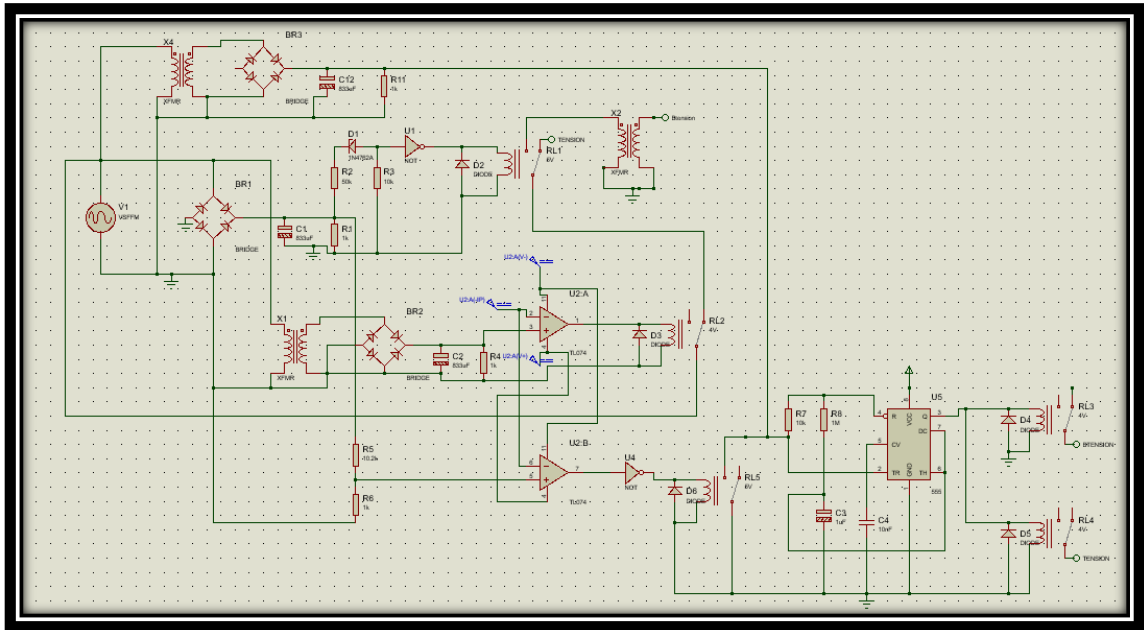


**Figura 19.** Circuito temporizador/retardador.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Por último se conectan los terminales de DC y TH a la terminal positiva del capacitor electrolítico, de esta manera, siempre tendremos un 1 lógico en la salida Q cuando el capacitor se esté descargando una vez recibió el pulso del TRIGGER tal como se visualiza en la figura 19. Entonces, el terminal Q se conecta a 2 Relé de 4 V cada uno. Es de esta forma, como cada relé controla la tensión que viene o de la etapa de baja tensión (BTensión) o de la tensión normal de la fuente (Tensión). Cuando la tensión de entrada es muy baja, quiere decir que existe una deficiencia del servicio eléctrico y que es muy probable una interrupción del mismo, cosa que causa mucho daño a los dispositivos de amplificación, o los hace trabajar en condiciones no ideales, entonces se colocó un retardador de 2 min que busca desconectar a los dispositivos en caso de esto suscitarse para protegerlos y esperar a que la red eléctrica se estabilice.

Cuando el servicio eléctrico se reestablece, la tensión inicial es 0, por lo que el dispositivo de retardo estará activado en este momento, evitando que sobre corrientes lleguen a los dispositivos de amplificación, esperando 2 min logrando evitar que las tarjetas electrónicas se sulfaten o se vean afectadas de cualquier manera. Mientras la tensión este en rangos nominales, se pasara a la etapa de filtrado mitigando gran parte del ruido armónico, sin embargo, una vez supere los 100 Vrms o disminuya por debajo de 40 Vrms la tensión será enviada a tierra desconectando momentáneamente los amplificadores de la red. Quedando entonces el circuito de protección final como el que se visualiza en la figura 20:



**Figura 20.** Circuito de protección.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

### 5.3.2 Etapa de Filtrado

Debido a los problemas ya conocidos de la red eléctrica nacional, aunado a las señales de telecomunicaciones inducidas en las tarjetas de los dispositivos de la red HFC, se evidencia como estos comienzan a fallar e incluso a quemarse, debido a que las distorsiones armónicas implícitas del circuito eléctrico, son amplificadas por estos dispositivos, generando picos de sobre tensión tan elevados, que a la larga resultan en una destrucción parcial o general de los mismos.

Es por ello que, aunado al control de las tensiones de entrada, las mismas deben de filtrarse para lograr así una señal sinusoidal pura, y con ello alimentar la red en cascada. De esta forma, se procedió a discernir entre la elaboración de un filtrado pasivo y activo (tabla 19), además de entre un filtro de tipo Chebyshev, Butterworth, elíptico (Cauer) o Bessel, (tabla 20) y con ellos determinar, si el mismo debe ser de tipo, pasa banda, pasa baja, pasa alta o rechaza banda (tabla 21), mediante tablas comparativas mostradas a continuación:

**Tabla 19.** Tabla comparativa filtro activo y pasivo

<b>Filtro activo</b>	<b>Filtro pasivo</b>
Se componen por amplificadores operaciones.	Utilizan resistencias, inductores y capacitores.
Son utilizados para trabajar con señales de poco voltaje.	Se utilizan para señales con alto voltaje.
Son utilizados para amplificar señales de corrientes continuas y para señales de corrientes alternar pueden alcanzar hasta MHz.	Pueden ser utilizados para distintas frecuencias, peros sobre todo las bajas.
Puede presentar ganancia en toda o parte de la señal de salida respecto a la señal de entrada.	No presentan ganancia, sino atenuaciones es, debido a las características pasivas.
Ancho de banda limitado.	Mejor ancho de banda.
Alimentación exterior. Depende de otros dispositivos para poder funcionar.	Solo necesita la alimentación de la entrada.
Menor costo.	Mayor costo.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Siguiendo con lo mencionado anteriormente, basado en la tabla 19, se puede discriminar fácilmente el uso de un circuito del tipo activo, porque aunque ayuda en cuanto a la ganancia de entrada y salida, su implementaciones tiene mejores resultados en cuanto a lo que circuito digital se refiere, ya que, la salida del mismo no es respecto al señal de entrada, sino respecto a la tensión suministrada que se le proporcionen en sus pines de alimentación y no los de comparación, por lo que la salida no es la tensión de fuente, sino el voltaje interno, cosa que lo descarta de inmediato. Por el contrario el circuito pasivo, es capaz de realizar el correo filtrado de potencia, solo hay que tomar en cuenta los efectos de la resonancia y la atenuación de la señal que será inevitable debido a la ley de Joule. Es por ello que se opta por la implementación de este tipo de circuito.

Así mismo, basado en lo estudiado en las bases teóricas, más específicamente en el apartado 3.2.6.1 Tipos de filtro, se puede analizar cuál es la mejor opción de filtrado según los requerimientos de los dispositivos de la empresa. Para este caso, al no contar con las mediciones pertinentes por falta de dispositivos, se debe optar por suprimir todas aquellas bandas por debajo y por encima de los 60 Hz, es por ello que, se decide el uso de un filtro de tipo banda pasante, el cual permite que únicamente las frecuencias

en torno a los 60 Hz puedan ser suministradas al circuito adyacente conectado. A continuación, con la finalidad de poder obtener las características necesarias para este filtrado en concreto, se muestra la tabla 20, donde se seleccionara la configuración de filtro a implementar:

**Tabla 20.** Tabla comparativa: configuración Chebyshev, Butterworth, elíptico (Cauer) o Bessel.

<b>Chebyshev</b>	<b>Butterworth</b>	<b>Cauer</b>	<b>Bessel</b>
La amplitud de la ondulación es directamente proporcional a la inclinación de la caída.	Caída más pronunciada sin inducir una ondulación de banda de paso.	La ondulación de banda de paso del filtro elíptico es similar a la del filtro Chebyshev	Tiene la respuesta más suave del grupo.
Estos filtros ofrecen un rendimiento entre el de los filtros de función Elliptic y el de los filtros Butterworth	Corte un poco agudo	No cuenta con un buen rendimiento.	No tiene un corte agudo
La banda de transición del filtro Chebyshev es estrecha en comparación con el filtro Butterworth.	Buena fase de retraso.	Son los que presentan una fase menos lineal.	Fase (retraso) superior en comparación con los otros filtros del grupo.
Su respuesta se realiza fácilmente con pocos componentes.	Suelen perdonar las tolerancias y los valores de las piezas de elementos discretos	Selectividad mejorada es una red de filtros más compleja que requiere más componentes.	Baja sensibilidad a la tolerancia de los componentes.
Ofrece muy buena selectividad con una de las respuestas de caída más pronunciadas del grupo.	Diseñado para producir la respuesta más plana que sea posible hasta la frecuencia de corte.	el filtro elíptico se usa mejor en aplicaciones donde la selectividad es un factor clave en el diseño del filtro	Solo se puede utilizar en aplicaciones en las que haya un espacio adecuado entre la banda de paso y la banda de parada.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Siguiendo con lo antes mencionado, analizando la tabla 20, se sabe que en este caso se requiere un filtro de potencia, que solo deje pasar una frecuencia de 60 Hz mitigando las otras de la mejor manera posible. Al no tener mediciones, lo ideal es tener la banda más estrecha posible, y una rampa lo más cercana a la ideal. Es por ello que, basándose

en la información provista anteriormente, el filtro de Bassel y de Cauer son descartados de inmediato.

Esto es debido a que, el filtro Cauer, si bien es excelente para la selección, y ayudaría inmensamente a la hora de obtener únicamente una frecuencia de 60 Hz, tiene una ondulación tanto en la banda pasante como en la suprimida y mucho más pronunciada que un filtro Chebyshev, lo que puede traer problemas a largo plazo, ya que su rendimiento tampoco es tan bueno. Así mismo, el filtro Bassel, no cuenta con la rampa adecuada, y basado en sus ventajas, es superior un filtro de tipo Butterworth en todos sus aspectos. Por lo que se puede decir que lo mejor es la implementación o bien de un filtro Butterworth o un Chebyshev. Esto se debe a que ambos cuentan con excelentes características.

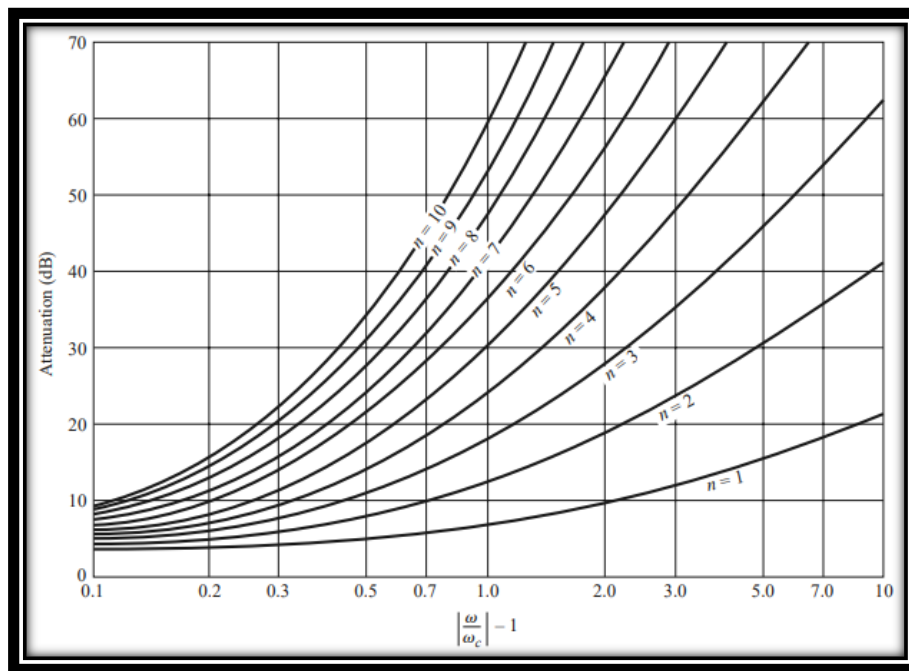
Por un lado el filtro de Butterworth no presenta ondulaciones, es liso, por lo que a la salida tendremos una tensión bastante estable, sin embargo aunque el filtro Chebyshev si presenta las mismas, estas se pueden seleccionar de manera que el rizado sea muy bajo, y por contraparte del Butterworth, se tiene una mejor selección del ancho de banda, con un filtrado estable y es posible compensar el hecho de un rizado bajo, mediante un mayor orden en el filtro.

Del mismo modo, esto permite tener una salida de 60 Hz prácticamente pura. De allí, se optó por seleccionar un filtro tipo Chebyshev. El mismo ha de ser de orden impar, valiéndonos de que las cargas en el sistema en un principio están equilibradas, donde  $Z_0 = Z_i = 50 \Omega$  (donde  $Z_0$  es la impedancia de la fuente y  $Z_i$  es la del Line Extender) tanto para la fuente como para los dispositivos de amplificación, por lo que no se requiere de utilizar un método de para equilibrar impedancias como la carta de Smith.

Para la construcción del mismo, se tomó como referencia que la fuente debe de suministrar a la tensión a 60 Hz, por lo que cualquier armónico de otra frecuencia debe de ser mitigado, es por ello que, el ancho de banda, de la banda pasante, debe de ser de un 10% logrando que la tensión suministrada asegure eliminar frecuencias armónicas que puedan perjudicar el correcto funcionamiento del circuito. Una vez conociendo

esto, se eligió un orden impar alto, el cual permitiese un rizado bajo del 0.5 sin perjudicar la rampa y mitigara las frecuencias de la mejor manera.

Cabe señalar que, se decide proponer el diseño de un filtrado de tipo 1, el cual presenta ondulaciones solo en la banda pasante y no en la suprimida, esto ya que es preferible tener una cierta ondulación, que no se puede correr el riesgo de que algún armónico se cuele en alguna de estas ondulaciones. En consiguiente se seleccionó el orden 7 basado en la siguiente gráfica de la figura 21, ya que las pérdidas pueden ser solventadas y no afectaran el desempeño de resto de dispositivos:



**Figura 21.** Atenuación versus frecuencia normalizada para prototipos de filtro máximamente planos.

**Fuente:** Microwave engineering pozar 4th edition (2012)

Al realizar el cálculo donde  $\omega$  es la frecuencia de trabajo en radianes y  $\omega_c$  es la frecuencia de corte se obtiene el siguiente resultado siguiendo la ecuación 12:

$$\left| \frac{\omega}{\omega_c} \right| - 1 = \left| \frac{60 \times 2 \times \pi}{66 \times 2 \times \pi} \right| - 1 = -0,09 \approx -0.1 \quad (12)$$

$$\left| \frac{\omega}{\omega_c} \right| - 1 = \left| \frac{60 \times 2 \times \pi}{54 \times 2 \times \pi} \right| - 1 = 0.11$$

Es decir, que las pérdidas por atenuación son aproximadamente 9dB para este filtro de orden 7 al compararlo con la gráfica de la figura 21, además de que con un rizado igual a 0.5. Cabe destacar que se toma solo la frecuencia de corte de la banda inferior, ya que la de banda superior tal como se demostró da un número inferior. Esto permitirá, como veremos a continuación con la gráfica obtenida en MATLAB; mantener un rizado casi imperceptible a salida y al mismo tiempo una rampa bastante pronunciada, con frecuencias bien seleccionadas mitigando cualquier riesgo de armónico. Para ello se procedió a realizar el siguiente código en el programa antes mencionado:

```
n = 7; %Orden del filtro
wp = 0.5; %Rizado de la banda pasante pico a pico
wn = [54,66]; % Frecuencias de corte
[z1, p1, k1] = cheby1(n, wp, 2*pi*wn,'s'); %Filtro pasivo Chebyshev
pasa banda
[b1,a1] = zp2tf(z1,p1,k1); %Convierte los parámetros del filtro de
polo cero en forma de función de transferencia
ft = tf (b1,a1); %Se obtiene la función de transferencia
ft %Imprimo la función de transferencia
[h1,w1] = freqs(b1,a1,4096); %Respuesta en frecuencia en 4096 puntos
plot(w1/6.4,mag2db(abs(h1))) %Grafico la respuesta en frecuencia y la
muestra
axis([0 100 -30 5]) %Determino los valores máximos y mínimos de los ejes
X e Y
xlabel('Frequency (Hz)') %Asigno el rotulo al eje X
ylabel('Attenuation (dB)') %Asigno el rotulo al eje Y
title ('Filtro Chebyshev pasa banda orden 7 con 0,5 de rizado')%Asigno
el título de la gráfica
```

Con el mismo se logró obtener la función de transferencia del filtro de orden 7 pasivo, la cual se muestra a continuación en la figura 22. A partir de esta se procedió a graficar la respuesta en frecuencia del filtro, la cual se evidencia en la figura 23. Allí se muestra el funcionamiento del filtro, el cual tiene un ancho de banda del 10% de la frecuencia de operación de 60Hz, es decir, desde los 54Hz hasta los 66 Hz con unas pérdidas de hasta unos -30dB de funcionamiento.

```

ft =

                                6.196e11 s^7

-----

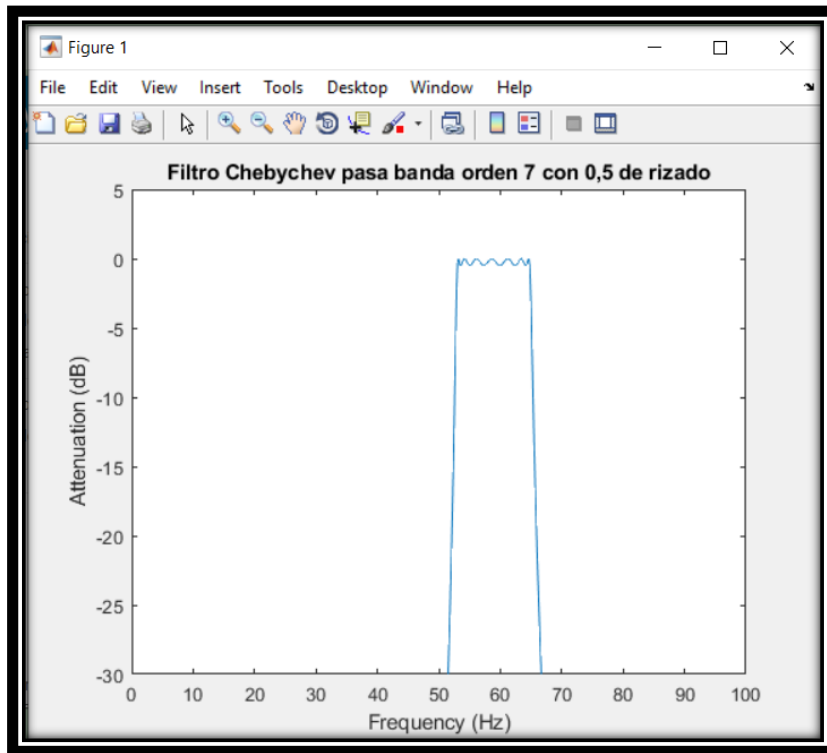
s^14 + 86.8 s^13 + 9.986e05 s^12 + 7.408e07 s^11 + 4.254e11 s^10 + 2.623e13 s^9
      + 1.002e17 s^8 + 4.931e18 s^7 + 1.41e22 s^6 + 5.192e23 s^5 + 1.185e27 s^4
      + 2.903e28 s^3 + 5.507e31 s^2 + 6.734e32 s + 1.092e36

Continuous-time transfer function.

```

**Figura 22.** Función de transferencia de Filtro Chebyshev pasa banda orden 7 con 0,5 de rizado.

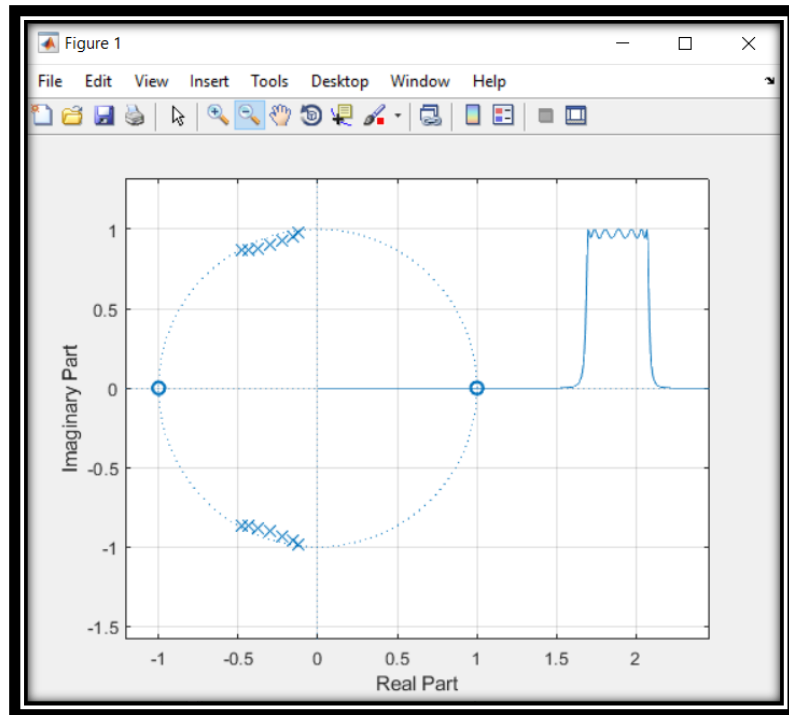
**Fuente:** Lucena, N. (2022)



**Figura 23.** 'Filtro Chebyshev pasa banda orden 7 con 0,5 de rizado

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Del mismo modo se procedió, mediante el comando `zplane (b1, a1)` a graficar los polos y ceros (figura 24) demostrando la estabilidad del filtro, ya que todos se encuentran dentro del círculo unitario.



**Figura 24.** Polos y ceros del filtro

Fuente: Lucena, N. (2022)

Así mismo, se procede a probar el filtrado en MATLAB, antes de realizar la correspondiente simulación en el software de Proteus. Para ello se generó una suma de senos que se muestra a continuación; con frecuencias por encima y por debajo de la fundamental y diferentes amplitudes a la que llamamos “s”, luego, se le aplico la transformada de Fourier para graficar el espectro de frecuencias de la misma. En consiguiente, a esta se le aplico el filtrado para visualizar el comportamiento y determinar si los cálculos son correctos. Primeramente, se creó una función para la transformada rápida de Fourier:

```
function [f,P1,Y]=fourier(s,Fs) %Inicialización de la función
L=2^nextpow2(Fs+1); % Muestras, aumentar el rendimiento de fft
cuando la longitud de una señal no es una potencia de 2
Y = fft(s); % Transformada rápida de Fourier
P2 = abs(Y/L); % Se saca la magnitud de la transformada
P1 = P2(1:(length(P2)/2)); % Se obtiene la amplitud real de cada
valor de la transformada de la señal
f = Fs*(0:(length(P2)/2)-1)/L; % vector de frecuencias
end
```

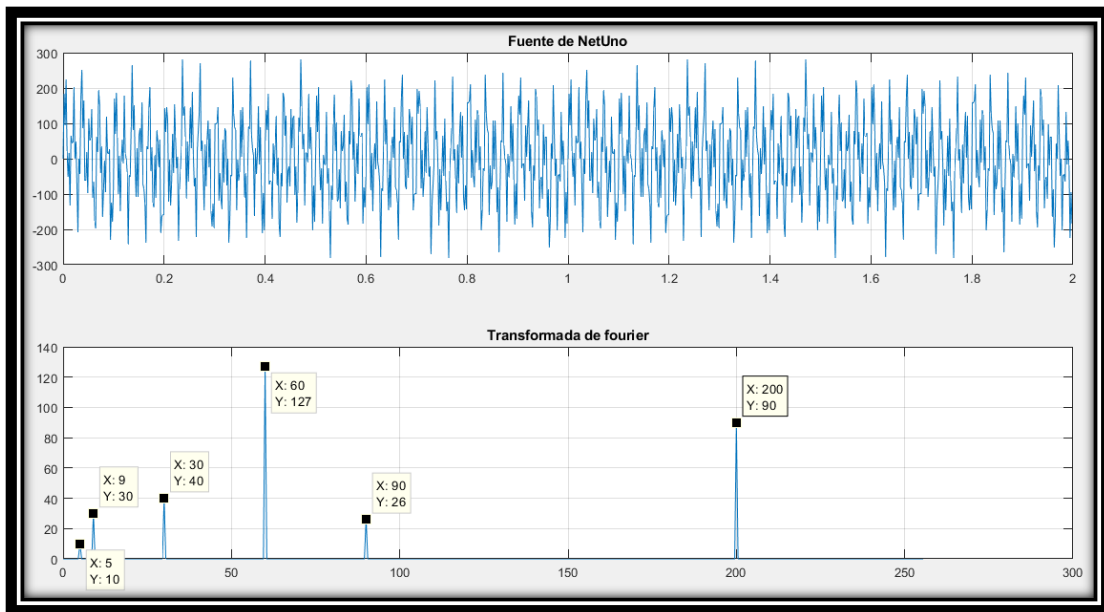
En él se obtiene el vector de frecuencias que luego al aplicarse a la señal puede ser graficada, tal como se muestra en el código a continuación:

```

Fs = 512; %Frecuencia de muestreo 2^9= 512 al menos 2 veces mayor
que la frecuencia más grande a utilizar
T = 1/Fs; %Periodo de muestreo
L = 1024; %Longitud de la señal
t = (0:L-1)*T; %vector de tiempo
s= s=
10*sin(2*pi*5*t)+40*sin(2*pi*30*t)+26*sin(2*pi*90*t)+90*sin(2*pi*200
*t)+30*sin(2*pi*9*t)+127*sin(2*pi*60*t); %señal de la fuente de
NetUno
subplot(2,1,1), plot(t,s), title ('Fuente de NetUno'),grid on;
%formato de salida de la señal de la fuente
[fx,s_f]=fourier (s,Fs); %transformada de fourier
subplot(2,1,2), plot(fx,s_f), title ('Transformada de fourier'),grid
on;% formato de salida de la transformada de la señal

```

Como se puede observar, aquí se invoca la función antes mencionada, y se le aplica a la señal “s” para poder visualizar tanto el espectro de tiempo como de frecuencia en una gráfica, la cual se muestra a continuación en la figura 25:



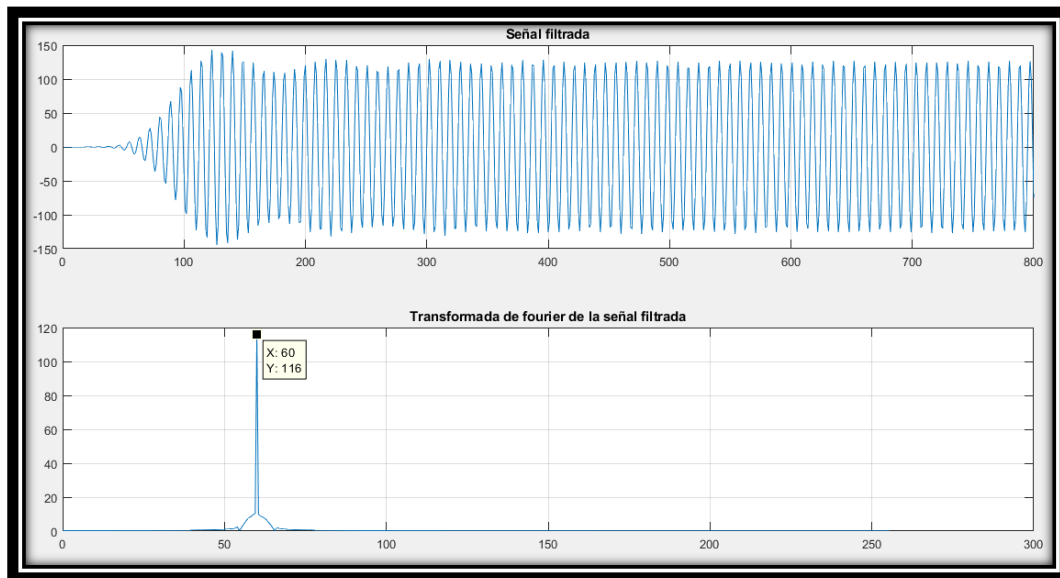
**Figura 25.** Suma de senos y transformada de Fourier.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Siguiendo con lo antes mencionado, por medio de la transformada, se obtiene las amplitudes con sus respectivas frecuencias, las cuales coinciden con la suma de senos antes expuesta. Así mismo, encima de esta, se muestra, la señal en tiempo continuo con la suma de todas estas frecuencias y amplitudes, generando una señal compleja con varios armónicos, demostrando la utilidad y la calidad de filtrado del dispositivo a

diseñar. A continuación se muestra el código empleado para filtrar la señal anterior, y luego el resultado de dicho filtrado en la figura 26:

```
n = 7; %orden del filtro
wp = 0.5; %rizado de la banda pasante pico a pico
wn = [54,66]/(Fs/2); % Frecuencias de corte normalizadas a la
frecuencia de muestreo.
[num den]=cheby1(n,wp,wn,'bandpass'); %Filtro pasa banda
Sfiltrada=filter(num,den,s); %se aplica el filtro
figure(2)
subplot(2,1,1), plot(Sfiltrada), title ('Señal filtrada'),grid on;
%Formato de salida de la señal filtrada
[fsfiltrada s_filtrada] = fourier (Sfiltrada, Fs); %Se aplica la
transformada a la señal filtrada
subplot(2,1,2), plot(fsfiltrada,s_filtrada), title ('Transformada de
fourier de la señal filtrada'),grid on; %Formato de salida de la
transformada de Fourier de la señal filtrada
```



**Figura 26.** Suma de senos y transformada de Fourier.

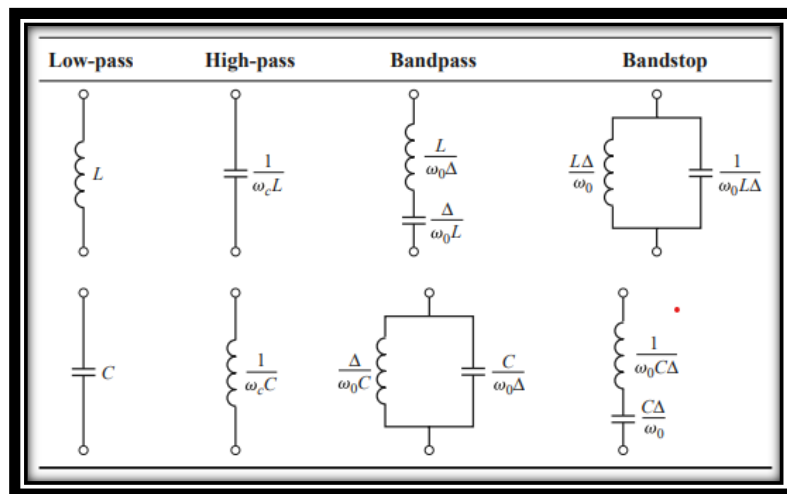
**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Como se puede evidenciar, a la salida del filtro existe una pequeña pérdida, de unos 11 Vpico, el motivo de esto está en que, el filtro no es ideal, por lo que a la salida, teóricamente deben de haber unos 82 Vrms. Claro está, al trabajar con filtros pasivos, los elementos en sí mismos tendrán pérdidas, por lo que la tensión de salida será menor que la que si visualiza aquí de forma teórica. Es por ello que se requerirá de relevar la tensión de salida, para compensar esto. Además, en la transformada se observa, como todos los otros armónicos fueron suprimidos con éxito, dejando solo una onda pura sinusoidal de 60 Hz a la salida.

Así mismo, en la figura 26 se muestra como en los primeros 50 ciclos no hay tensión, luego la misma se eleva por unos 100 ciclos más hasta alcanzar unos 140 V<sub>pico</sub> y luego se mantiene constante, este comportamiento, viene dado por la característica transitoria y la ondulación que presenta el circuito en su banda pasante, pero es fácilmente solucionable mediante un temporizador a la salida, que impida el paso de la tensión por 3 segundos. Sin embargo, los dispositivos de amplificación están diseñados para soportar tensiones incluso de hasta unos 105 V por lo que por ese tiempo transitorio, no se producirá un daño grave.

Para finalizar con el montaje del filtro, ahora se deben obtener los coeficientes respectivos de  $g_k$ , por medio de ellos es posible hallar los valores de los elementos pasivos que van a conformar el circuito, el cual se compone de bobinas y capacitores. Para esto se debe estudiar la transformación para prototipos de filtrado. Cada tipo de filtro tiene una transformación a circuital, tal como se evidencia en la figura 27 a continuación. Así mismo, en el caso de este circuito pasa banda, se requiere ir intercalando los elementos circuitales de serie y paralelo vistas en la figura 27, según sea el orden del filtro elegido comenzando desde  $g_0$  hasta  $g_{n+1}$ . En este caso:

$$g_{n+1} = \begin{cases} 1,0 & \rightarrow n \text{ es impar} \\ \neq 1,0 & \rightarrow n \text{ es par} \end{cases}$$



**Figura 27.** Resumen de transformaciones de filtro de prototipo  
**Fuente:** Microwave engineering pozar 4th edition (2012)

Si siguiendo con lo anterior, se sabe por teoría que el valor de  $g_0 = 1,0$  por lo que  $g_0 = g_{n+1}$  es por ello que se dice que los filtros impares trabajan con cargas equilibradas donde  $Z_0 = Z_1$  que en este caso en particular será igual a  $50 \Omega$  ya que es el valor que tiene físicamente la fuente y los L.E. En consecuencia, para la determinación del resto de los  $g_k$  se tienen 2 fórmulas las cuales se muestran a continuación,  $g_1$  es el primer término de la serie y se muestra por medio de la ecuación 13 y para el resto de valores de  $g_k$  donde  $k = 2, 3, 4, \dots, n$  se utiliza la ecuación 14:

$$g_1 = \frac{2 * a_1}{\gamma} \quad (13)$$

$$g_k = \frac{4a_{k-1}a_k}{b_{k-1}g_{k-1}} \quad k = 2,3,4 \dots n \quad (14)$$

Donde, como se puede notar,  $g_k$  depende del valor pasado ( $k-1$ ), de  $a_k$  y  $b_k$  así como el suyo propio, por lo que previamente ya deben haber sido obtenidos. Así mismo, estos valores se hallan por medio de las ecuaciones 15 y 16 respectivamente:

$$a_k = \sin \left[ \frac{(2 * k - 1) * \pi}{2n} \right] \quad (15)$$

$$b_k = \gamma^2 + \sin^2 \left( \frac{k * \pi}{n} \right) \quad (16)$$

Así mismo se necesitan las fórmulas de los factores iterativos:  $\gamma$ ,  $\beta$  y  $An$  expuestos en las ecuaciones: 17, 18 y 19 respectivamente:

$$\gamma = \sinh \left( \frac{\beta}{2n} \right) \quad (17)$$

$$\beta = \ln \left[ \coth \left( \frac{An}{17,32} \right) \right] \quad (18)$$

$$An = 10 \log_{10}(\epsilon^2 + 1) \quad (19)$$

De igual forma, el factor de rizado “ $\epsilon$ ” se calcula según la ecuación 20:

$$\epsilon = \left( (10^{\Delta * r}) - 1 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (20)$$

Dónde:

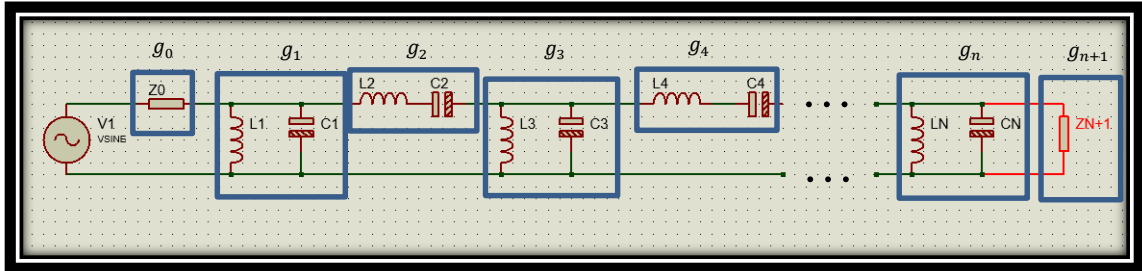
$\Delta$ : Ancho de banda a utilizar, el cual en el presente trabajo de investigación será del 10% de la frecuencia fundamental.

$r$ : Rizado de 0,5 seleccionado

$k$ : Valor que cambia según la iteraron de orden del filtro

$n$ : Orden del filtro

Un circuito pasa banda de orden impar debe seguir el patrón que se muestra en la figura 28 según la transformación evidenciada en la figura 27.



**Figura 28.** Diagrama esquemático general en base a  $g_k$  de un filtro Chebyshev pasa banda impar.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Ahora bien, el cálculo de los elementos en serie, es el siguiente, las inductancias en serie se calculan mediante la ecuación 21 y las capacitancias por medio de la 22.

$$L_{k\_serie} = \frac{g_k * Z_0}{w_0 * \Delta} \quad (21)$$

$$C_{k\_serie} = \frac{\Delta}{g_k * w_0 * Z_0} \quad (22)$$

Así mismo, el cálculo de los elementos en paralelo es el siguiente, las inductancias en paralelo se calculan mediante la ecuación 23 y las capacitancias por medio de la 24:

$$L_{k\_paralelo} = \frac{Z_0 * \Delta}{g_k * w_0} \quad (23)$$

$$C_{k\_paralelo} = \frac{g_k}{Z_0 * \Delta * w_0} \quad (24)$$

Dónde:

$Z_0$ : es el valor de la impedancia de entrada

$w_0$ : La frecuencia fundamental

Luego se procedió a realizar el código en MATLAB, que permitiese el caculo de cada uno de los elementos pasivos y los  $g_k$ . Como los coeficientes  $g_k$ ,  $a_k$  y  $b_k$  dependen de sus valores pasados, e opto por guardar sus distintos valores en unos

Arrays en forma de vectores, de esta manera si se crea el vector de  $a$  y se quiere calcular el término de  $a_2$  que depende de  $a_1$ , solo basta con invocar su posición en mismo el cual llamaremos  $akv[ ]$ . De igual forma, se hará con los coeficientes de  $b_k$  y  $g_k$ . Por último, se realizan los cálculos respectivos utilizando las formulas antes evidenciadas y aplicando las simetrías implícitas de los componentes pasivo obteniendo los resultados expuestos en la figura 29 y 30.

```

n = 7; %Orden del filtro
k = 1; %Valor inicial de iteración
a1 = sin((pi)/(14)); %Primer valor de la serie de ak
akv = (a1); %Vector donde se guardaran los valores de ak

for i=2:(n)
    ak = sin(((2*i)-1)*pi)/(2*n)); %Calculo de los ak a partir de
a2
    akv = [akv,ak]; %Array donde se guardan los valores
end

akv %Imprimimos el array de ak

E = ((10^(0.1*0.5))-1)^(1/2); %Calculo del factor de rizado
An = 10*log10((E^2) + 1);
B = log(coth(An/17.32)); %Calculo del factor beta
sigma = sinh (B/(2*n));
g1=(2*a1)/sigma; %Calculo del primer término de la serie gk para
calcular los componentes

b1 = sigma^2 + (sin((1*pi)/n))^2; %Calculo del primer término de la
serie bk
bkv = [b1]; %se almacena el termino b1 en el array bk

for i=2:(n)
    bk = sigma^2 + (sin((i*pi)/n))^2; %Se calculan los bk a partir
de b2
    bkv = [bkv,bk]; %Se almacena y crea el vector
end

bkv %Se imprime el Array de bk

gkv = [g1]; % Se guarda el primer término de la serie gk
for i=2:(n)
    gk = (4*akv(i-1)* akv(i))/(bkv(i-1)*gkv(i-1)); % Se calculan los
términos de gk, empezando por g2
    gkv = [gkv,gk]; %Se almacena y crea el vector con los valores
finales de gk
end
dimension = length(gkv) %Imprimo la dimensión del array
gkv %Se imprime el vector con los valores de gk para un filtro de
orden 7

```

```

%Cálculo de los elementos pasivos del filtro

Z0 = 50; %Impedancia de entrada y salida (g0 y g8 respectivamente)
AB = 0.1; % Ancho de banda pasante del 10% alrededor de los 60Hz
w0 = 120*pi; % Velocidad angular a 60Hz

%Cálculos de elementos en Paralelo

%Cálculo de las inductancias
L1 = (Z0*AB)/(gkv(1)*w0);
L7 = L1;
L3 = (Z0*AB)/(gkv(3)*w0);
L5 = L3;

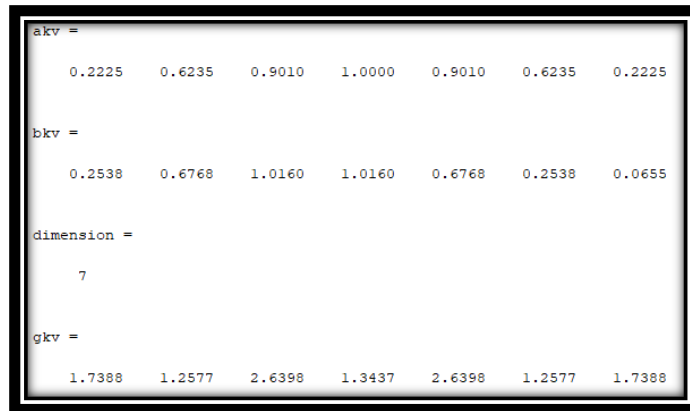
%Cálculo de las capacitancias
C1 = gkv(1)/(Z0*AB*w0);
C7 = C1;
C3 = gkv(3)/(Z0*AB*w0);
C5 = C3;

%Calculos de elementos en serie

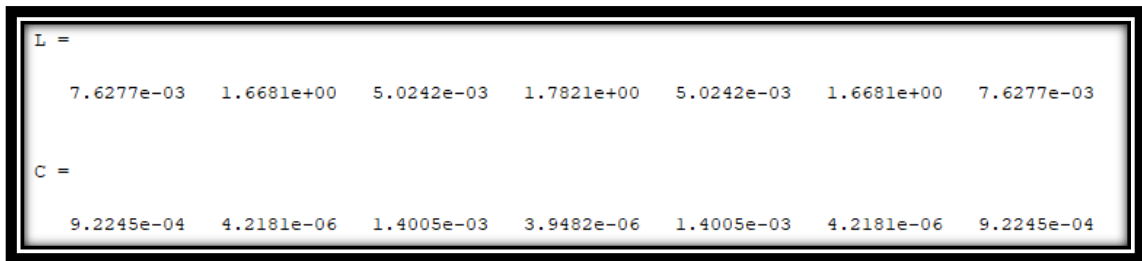
%Cálculo de las inductancias
L2 = (gkv(2)*Z0)/(w0*AB);
L6 = L2;
L4 = (gkv(4)*Z0)/(w0*AB);
%Cálculo de las capacitancias
C2 = (AB/(gkv(2)*w0*Z0));
C6 = C2;
C4 = (AB/(gkv(4)*w0*Z0));

%Se guardan los valores de inductancia y capacitancia en 2 vectores
para
%imprimir mejor los resultados
L = [L1,L2,L3,L4,L5,L6,L7]; %inductancias del circuito
C = [C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7]; %Capacitancias del circuito
format short e %Formato de salida
L %Se imprime el vector que contiene las inductancias
C %Se imprime el vector que contiene las capacitancias

```



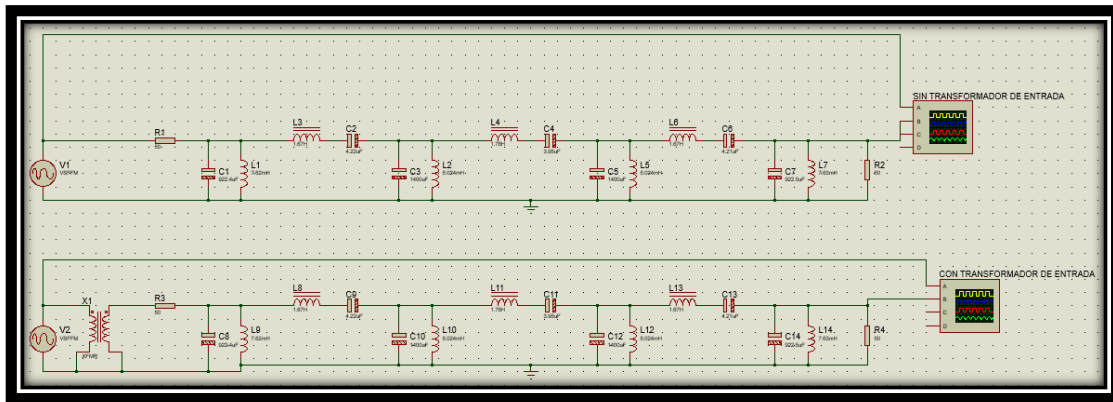
**Figura 29.** Valores de  $a_k$ ,  $b_k$  y  $g_k$  desde  $k = 1$  hasta  $k = 7$   
**Fuente:** Lucena, N. (2022)



**Figura 30.** Valores de las inductancias y capacitancias del filtro Chebyshev pasa banda de orden 7 desde  $k = 1$  hasta  $k = 7$   
**Fuente:** Lucena, N. (2022)

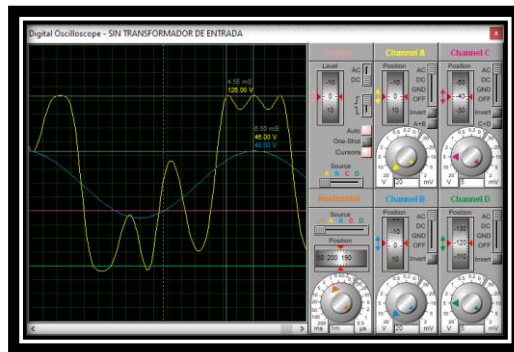
Con ello se procedió a realizar el debido montaje en Proteus tal como se visualiza en la figura 31. Como se predijo, existen unas pérdidas considerables a la salida del filtro las mismas se evidencian en la gráfica azul de la figura 32.1, por lo que se aplicó un transformador elevador a la entrada, que permite elevar la tensión de nuevo al rango de operación, sin alterar la potencia máxima de entrada. En consiguiente, aplicando la ecuación 10 se obtiene que la relación de transformación ha de ser 0,4.

De esta forma se consigue que la salida se encuentre en el rango de operación (Figura 32.2). En caso de que la implementación se vea afectada por esto, cabe destacar que se puede disminuir el orden del filtro. Así mismo, se le aplico a la entrada una señal sinusoidal con una suma de frecuencias tal como se visualiza en el canal A del osciloscopio de la figura 31, función amarilla de la figura 32 y se evidencia, como a la salida esta frecuencia fue mitigada, obteniendo una pura sinusoidal.

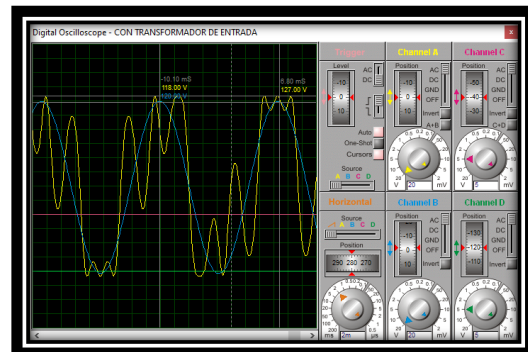


**Figura 31.** Circuito de filtrado Chebyshev de orden 7 y 0,5 de rizado con y sin transformador de entrada.

Fuente: Lucena, N. (2022)



32.1



32.2

**Figura 32.** (32.1) Mediciones en el osciloscopio de la señal de entrada (canal A función amarilla) señal de salida del filtro (Canal B función azul) (32.2) Mediciones en el osciloscopio de la señal de entrada (canal A función amarilla) señal de salida del filtro con transformador de 0,4 en la entrada (Canal B función azul)

Fuente: Lucena, N. (2022)

Así mismo, es imperativo destacar, que en este caso, la banda pasante funciona a la frecuencia resonante, esto se puede comprobar con la ecuación 2, tomando los valores de cualquier rama en serie o paralelo del filtro obtenido, por ejemplo,  $g_2$ , donde entonces:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{1,6681 \times 4,2181 \times 10^{-6}}} = 376,99 \text{ rad/seg}$$

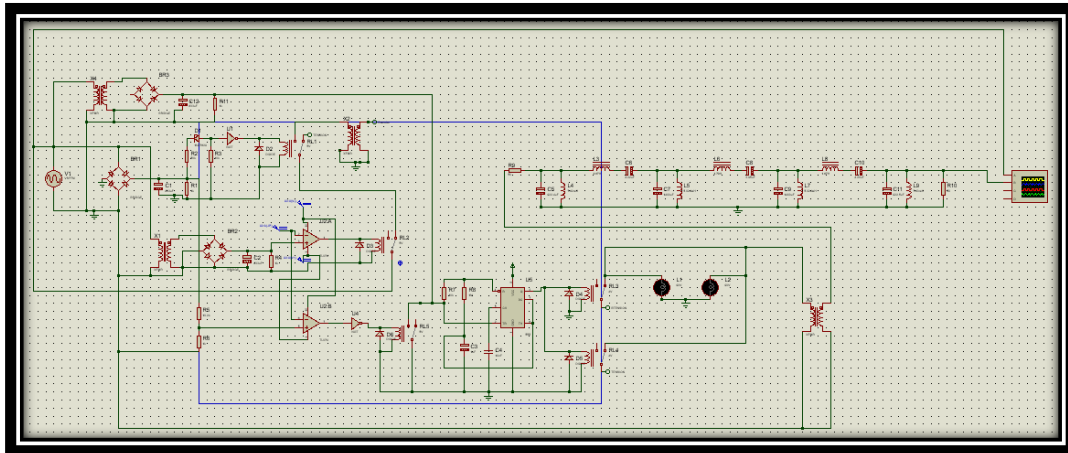
Donde, despejando la frecuencia se obtiene:

$$f = \frac{376,99}{2\pi} = 59,99 \text{ Hz} \approx 60 \text{ Hz}$$

Así mismo, se invita al lector a comprobar cualquier otra rama; obtendrá siempre el mismo resultado. Esta conclusión se puede obtener también gráficamente de la figura 23, donde se muestra como la banda pasante, tiene su pico máximo, en la frecuencia de  $60 \pm 10\%$  Hz, teniendo un ancho de banda relativamente angosto, y un factor de calidad por consiguiente, alto, el cual se puede comprobar por medio de la ecuación 3.

Del mismo modo, para que ocurra este fenómeno, es imperativo que todo el circuito resuene al unísono, en frecuencias específicas, he allí la razón por la cual la potencia reactiva se cancela, y siempre estará en resonancia a los 60 Hz. Así mismo, esto resulta interesante, ya que, quiere decir que la potencia reactiva del circuito es totalmente despreciable, prácticamente nula, dejando que, solo se consumirá la potencia de la resistencia interna de los componentes del circuito y la carga, por lo que no se tendrán problemas inherentes a las potencias reactivas comúnmente presentes en circuitos pasivos.

### 5.3.3 Funcionamiento del dispositivo

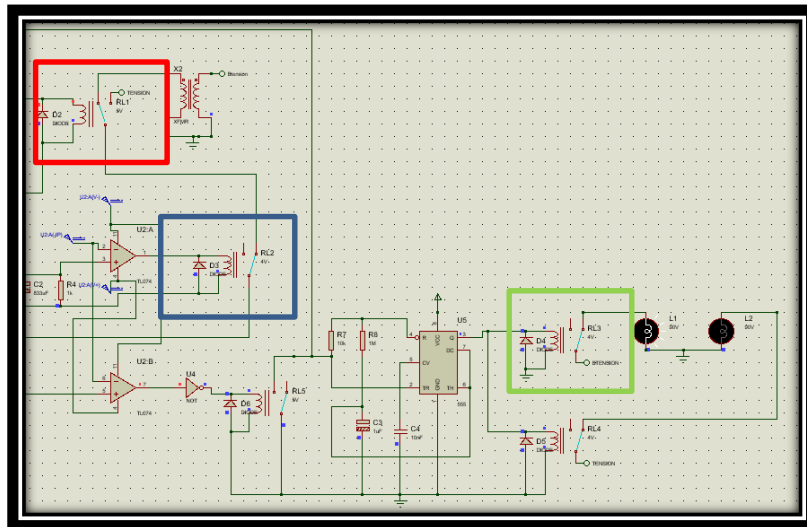


**Figura 33.** Dispositivo electrónico para la filtración de señales en los sistemas de amplificación de la empresa NETUNO C.A.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

En la figura 33, se muestra el dispositivo que en un futuro luego de varias pruebas, será el encargado de proteger los dispositivos de la red HFC de la empresa NETUNO C.A. además de filtrar las señales y ruido armónico, para evitar las sobre tensiones y corrientes inducidas, que atentan contra el servicio para los clientes y resguardo del

personal técnico de la empresa. Así mismo, se proceda mostrar el funcionamiento del dispositivo:

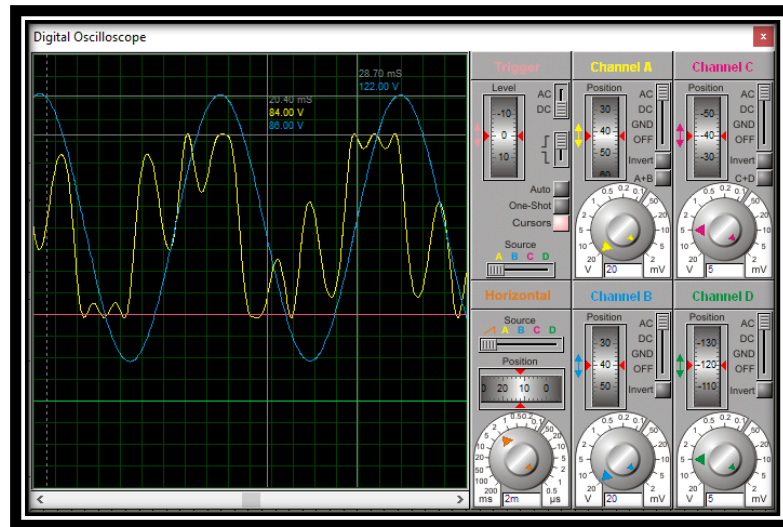


**Figura 34.** Funcionamiento de baja tensión

Fuente: Lucena, N. (2022)

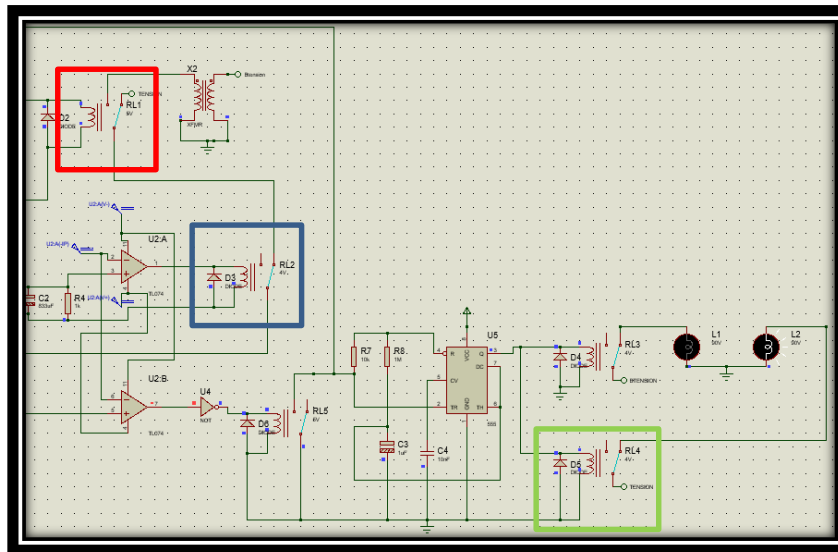
Siguiendo con lo antes mencionado, una vez la tensión pico en la entrada, desciende por debajo de los 60 Vrms o los 85 Vpico, el relé del recuadro rojo se conmuta, desviando el flujo de la tensión hacia el transformador encargado de relevar la misma tal como se explicó en el apartado 5.3.1.1, esto hace que la tensión de salida del transformador vaya en la entrada del relé controlado por 555 del recuadro verde, consiguiendo encender la lámpara la cual representa la carga, demostrando un correcto funcionamiento.

Posteriormente, se conecta la entrada del circuito de filtrado, para obtener una función pura de salida, tal como se muestra en la figura 35. Por un lado se obtiene la señal de entrada medido en el canal A, Amarillo; el cual presenta una amplitud de 85 Vpico y varios armónicos, del mismo modo, en el canal B, Azul; se mide la señal de salida, con un voltaje pico de 122 Vpico aproximadamente los 90 Vrms de salida solicitada.



**Figura 35.** Graficas de filtrado de señal a baja tensión Canal A, Amarillo; señal de entrada. Canal B, azul; señal de salida.

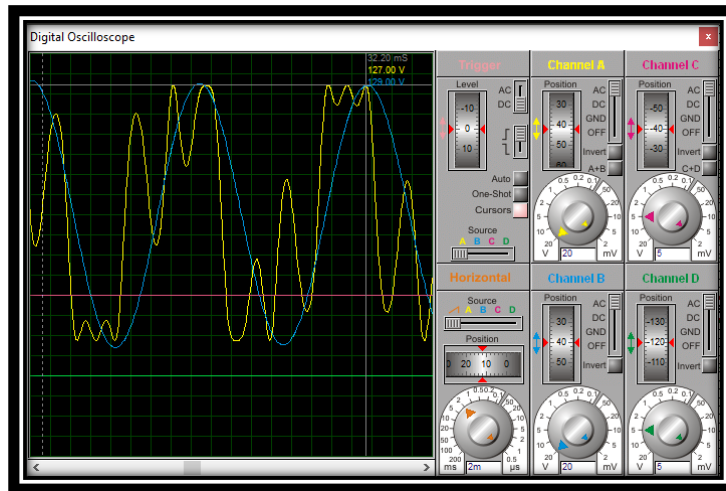
Fuente: Lucena, N. (2022)



**Figura 36.** Funcionamiento a tensión nominal.

Fuente: Lucena, N. (2022)

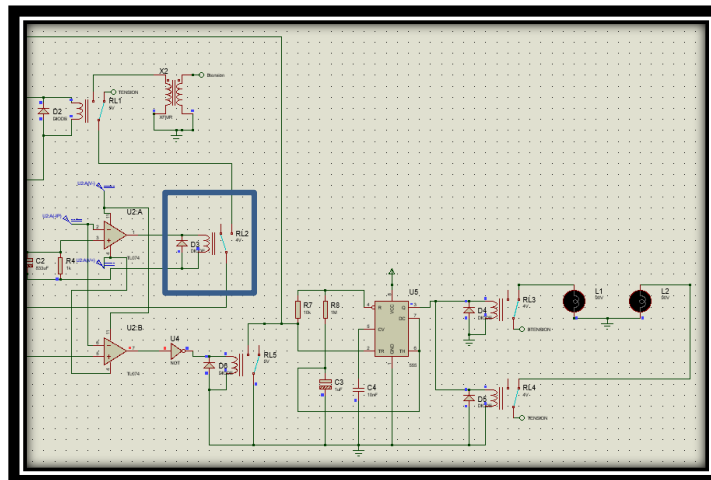
Así mismo, mientras la tensión este en el rango nominal, el relé del recuadro rojo no conmuta, por lo que la tensión pasa directamente al relé del recuadro amarillo, donde luego este deja pasar la tensión hacia el resto del circuito. Tal como se evidencia en la figura 37, se obtiene la señal filtrada en el canal B representado por el color azul y de la amplitud deseada de 127 Vpico, es decir 90 Vrms, demostrando que esta etapa también funciona adecuadamente.



**Figura 37.** Graficas de filtrado de señal a tensión nominal Canal A, Amarillo; señal de entrada. Canal B, azul; señal de salida.

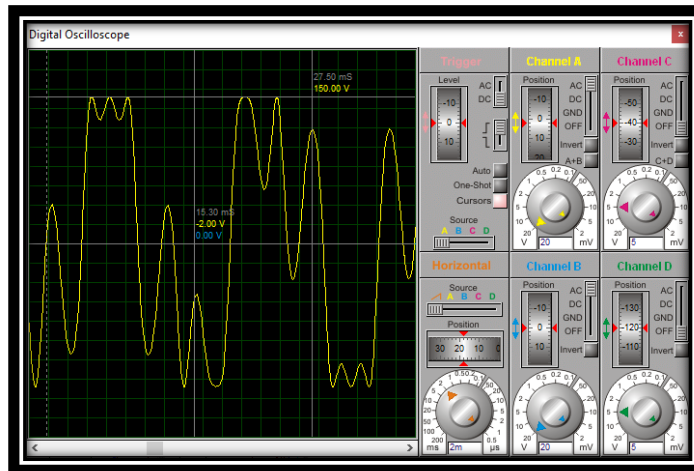
Fuente: Lucena, N. (2022)

En consiguiente, se evidencia la etapa de protección, quizás la más importante del circuito, es la encargada de evitar que tensiones superiores a los 100 Vrms sean suministradas la red HFC, esto se hace por medio del relé central (recuadro azul de la figura 38) el cual conmuta solamente cuando esta condición se cumple, gracias al comparador de señales. Entonces la gráfica es la que se muestra en la figura 39. Donde la tensión de entrada se censa en el canal A del osciloscopio y la de salida son 0V censado por el canal B de este instrumento de medición.



**Figura 38.** Funcionamiento de sobretensión

Fuente: Lucena, N. (2022)



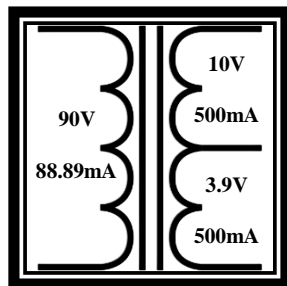
**Figura 39.** Graficas de filtrado de señal a sobretensión Canal A, Amarillo; señal de entrada. Canal B, azul; señal de salida.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

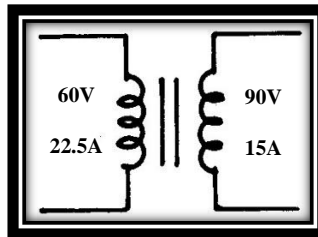
La siguiente fase, busca establecer la factibilidad económica del proyecto en cuestión, esto implica presupuestar cada uno de los componentes. Por lo que, previo a esto, se debe realizar el cálculo para la elaboración de transformadores e inductancias elevadas del circuito, debido a que los mismos al tener relaciones de transformación e inductancias específicas, deben de contar con características específicas de construcción, por lo que a continuación se evidencian los cálculos de cada uno de estos componentes:

### 5.3.4 Calculo de transformadores

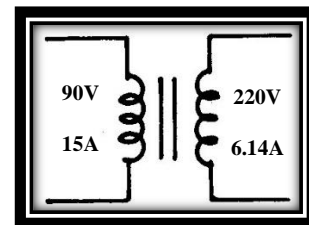
En el presente proyecto se evidencian 4 transformadores los cuales se van a configurar de la siguiente forma para disminuir costos:



**Figura 40.**  
Transformador reductor de dos salidas (T1).  
**Fuente:** Lucena, N. (2022)



**Figura 41.**  
Transformador elevador (T2).  
**Fuente:** Lucena, N. (2022)



**Figura 42.**  
Transformador elevador (T3).  
**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Primeramente, es inherente la realización del cálculo de las potencias que van a suministrar cada uno de los transformadores, para así saber las dimensiones del núcleo. Se sabe entonces que en sistemas de potencia, por ley de la conservación de la energía, la potencia de entrada en un circuito debe ser igual la potencia de salida tal como se evidencia en la ecuación 25, por lo que entonces inferimos lo que se muestra a continuación:

**Tabla 21.** Núcleo de transformadores comerciales.

NÚCLEO	POTENCIA MÁXIMA	VUELTAS POR VOLTIO	ÁREA Cm <sup>2</sup>
1.6 x 1.9	9W	14	3.04
2.2 x 2.8	37W	7	6.16
2.5 x 1.8	20W	9.3	4.5
2.5 x 2.8	49W	6	7
2.8 x 1.5	17W	10	4.2
2.8 x 2.5	49W	6	7
2.8 x 3.5	96W	4.3	9.8
2.8 x 5	196W	3	14
3.2 x 3.5	125W	3.75	11.2
3.2 x 4	163W	3.3	12.8
3.2 x 5	256W	2.625	16
3.8 x 4	231W	2.76	15.2
3.8 x 5	361W	2.21	19
3.8 x 6	519W	1.85	22.8
3.8 x 7	707W	1.58	26.6
3.8 x 8	924W	1.38	30.4
3.8 x 9	1170W	1.22	34.2
3.8 x 10	1444W	1.1	38
3.8 x 11	1747W	1.004	41.8
3.8 x 12	2079W	0.921	45.6
4.4 x 9	1568W	1.06	39.6
4.4 x 10	1940W	0.95	44
4.4 x 11	2342W	0.867	48.4
4.4 x 12	2787W	0.795	52.8

Fuente: Espinosa, I. (2015)

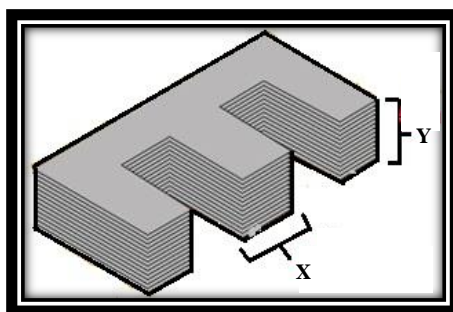
Para T1:

$$P_e = P_s \quad (25)$$

$$P_{S_{T1.1}} = 10 \times (500 \times 10^{-3}) = 5W \quad ; \quad P_{S_{T1.2}} = 3,9 \times (500 \times 10^{-3}) = 1.95W$$

$$P_{e_{T1}} \times 1.2 = P_{S_{T1}} \times 1.2 = (P_{S_{T1.1}} + P_{S_{T1.2}}) \times 1.2 = (6.95) \times 1.2 = 8.34 W \approx 8W$$

En consiguiente, el resultado de la potencia se le ha de aumentar en un 20% debido al error humano que existe al momento de devanar, y los puntos donde no existe área efectiva o esta es muy baja. Del mismo modo, se procede a calcular las potencias de T2 y T3 obteniendo que  $P_{S_{T2}} = P_{S_{T3}} \approx 1,6kW$  Basados en estos resultados, es posible determinar el núcleo mediante la tabla 21 y la Figura 43.



**Figura 43.** Núcleo tipo E para Transformador

**Fuente:** Espinosa, I. (2015)

Así mismo, para T1, es necesario un núcleo de 9 W (ver figura 21) es imperativo tomar una potencia superior a la calculada, nunca inferior, ya que es posible dañar el transformador. Por lo cual el núcleo necesita tener las siguientes dimensiones (ver figura 43)  $X=1,6$  cm y  $Y=1,9$  cm. Del mismo modo, para T2 y T3, el núcleo debe ser de  $X=3,8$  cm y  $Y = 11$  cm. Es decir, se deben apilar chapas de E e I de esos X específicos hasta alcanzar la altura Y. Luego, al ya conocer las corrientes, se selecciona el calibre de los conductores, para que soporten la corriente nominal necesaria según la tabla 22.

**Tabla 22.** Calibre de del conductor según amperaje:

Calibre	Mils circulares	Diámetro mm	Amperaje
7	20,818	3.67	44.2
8	16,509	3.26	33.3
9	13,090	2.91	26.5
10	10,383	2.59	21.2
11	8,234	2.30	16.6
12	6,530	2.05	13.5
13	5,178	1.83	10.5
14	4,107	1.63	8.3
15	3,257	1.45	6.6
16	2,583	1.29	5.2
17	2,048	1.15	4.1
18	1,624	1.02	3.2
19	1,288	0.91	2.6
20	1,022	0.81	2.0
21	810.1	0.72	1.6
22	642.4	0.65	1.2
23	0.509	0.57	1.0
24	0.404	0.51	0.8
25	0.320	0.45	0.6
26	0.254	0.40	0.5
27	0.202	0.36	0.4
28	0.160	0.32	0.3
29	0.126	0.28	0.26
30	0.100	0.25	0.20

**Fuente:** Espinosa, I. (2015)

Es por ello que, los calibres seleccionados son:

**Tabla 23.** Calibre de los conductores seleccionados

Transformador	Calibre de cable del Primario	Calibre de cable del Secundario
T1	#31	#23
T2	#7	#10
T3	#11	#15

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Luego el cálculo del número de vueltas por voltio viene dado por la ecuación 26 aplicada a cada uno de los devanados según la tabla 24. Donde 42, es una constante y A es el área en  $cm^2$  que se visualiza en la tabla 21:

**Tabla 24.** Cálculo del número de vueltas por voltio necesario

$Vueltas\ por\ voltio = V_{pv} = \frac{42}{A} z$ (26)			
Transformador	Vuelta por voltio	Primario	Secundario
T1	$V_{pv} = \frac{42}{3.04} = 13.8$	$90 \times 13,8 = 1242$	$10 \times 13,8 = 138$
			$3,9 \times 13,8 = 54$
T2	$V_{pv} = \frac{42}{41.8} = 1$	$60 \times 1 = 60$	$90 \times 1 = 90$
T3	$V_{pv} = \frac{42}{41.8} = 1$	$90 \times 1 = 90$	$220 \times 1 = 220$

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

Inmediatamente, con esta información, es posible calcular los metros de hilo conductor, y con ello, los kilos de material necesarios para la elaboración del transformador por medio de la tabla presente en Anexos D. Es posible calcular el perímetro de una vuelta como: para T1  $\rightarrow Perímetro = (1,6 + 1,9) \times 2 = 7$  cm por lo tanto al multiplicar por número de vueltas se obtiene lo siguiente: Primario: 86,94metros y en el secundario: 9,66 metros y 3,78 metros. Se concluye entonces que, es requerido comprar 200g de cada uno de los alambres (El cálculo fue realizado tomando en cuenta BackUp en caso de ser necesario, evitando error humano). Repitiendo el mismo proceso para T2 y T3 se tiene que se requieren: de conductor #7  $\rightarrow 1,7$  Kg de #11  $\rightarrow 1,2$  Kg de #10  $\rightarrow 1.2$  Kg y de #15  $\rightarrow 1,2$  Kg.

### 5.3.5 Cálculo de inductancias

Las inductancias requeridas en el circuito no son comerciales, por lo que también han de ser calculadas, esto se hace por medio de la ecuación 27.

$$L = \frac{N^2 \times S \times \mu_0}{l} \quad (27)$$

Dónde:

L: Inductancia.

S: Sección transversal o área transversal.

$\mu_0$ : Permeabilidad magnética.

l: Longitud del bobinado.

N: número de vueltas.

Con ello se procede a realizar el cálculo, basado en las inductancias de la figura 30 enumerándolas de izquierda a derecha como L1, L2, L3...L7. Se sabe que existe cierta simetría el circuito donde L1 = L7, L2 = L6 y L3 = L5 tal como se visualizó en el código del cálculo de componentes y en los resultados de la figura 29. Es por ello que, solo se deben calcular los inductores de L1 a L4. Así mismo, para las inductancias L1 y L3 se seleccionó un núcleo toroidal de ferrita, cuya permeabilidad magnética es de  $5000 \mu_r$ , su área efectiva es de  $208 \text{ mm}^2$  (se emplearán 2 por inductancia, uno frente al otro; por lo que se le agrega un 70% más de área) y la longitud efectiva es de  $165 \text{ mm}$ .

Continuando con lo anterior, es imperativo tomar en cuenta que los conductores deben soportar una corriente de al menos unos 12 A se optó por emplear un hilo conductor calibre #12 que como se visualiza en la tabla 21 soporta hasta 13,5 A. Se debe tomar en cuenta el diámetro en milímetros por vuelta, ya que cada una aumentara un espesor de alambre, y esta suma consecutiva no puede ser mayor a la longitud efectiva. Realizando estos cálculos en Excel, se obtuvieron los siguientes resultados para L1 y L3.

**Tabla 25.** Calculo de L1 y L7

Induntancia	
Numero de vueltas	8,6
Area	0,0003536
Uo	0,005
longitud	0,0172
Induntancia	0,0076024

Cable a emplear	
Diametro del cable	0,002
Longitud del bobinado	0,0172

Fuente: Lucena, N. (2022)

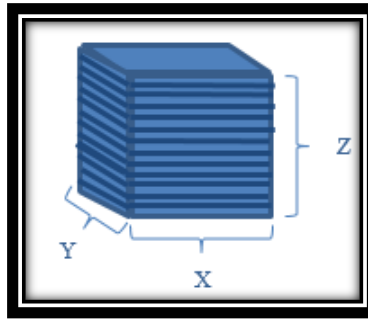
**Tabla 26.** Calculo de L3 y L5

Induntancia	
Numero de vueltas	6
Area	0,0003536
Uo	0,005
longitud	0,012
Induntancia	0,005304

Cable a emplear	
Diametro del cable	0,002
Longitud del bobinado	0,012

Fuente: Lucena, N. (2022)

De igual manera, como se observa para L1 y L7, son necesarias 8.6 vueltas comprimidas en el toroide para obtener el inductor necesario. Por otro lado para L3 y L5 son necesarias 6 vueltas de bobinado, para obtener la inductancia necesaria. En consiguiente, se debe calcular L2=L6 y L4 se requiere un núcleo de ferrita muy grande, debido a la gran inductancia que se desea emplear. Es por ello que, es necesaria un área efectiva mucho mayor además de una gran permeabilidad magnética, motivo por el cual se opta por la construcción de un núcleo de ferrita de 12 cm en X, 12 cm en Z y 18 cm en Y según como se muestra en la figura 44. Esto se consigue, apilando chapas de ferrita con una permeabilidad magnética de  $2700 \mu_r$ , obteniendo un área efectiva de  $0.0144 m^2$ . Entonces, a partir de estos datos es posible calcular las inductancias necesarias mediante el método mostrado anteriormente, luego estas se muestran en las tablas 27 y 28.



**Figura 44.** Núcleo para el inductor.

Fuente: Lucena, N. (2022)

**Tabla 27.** Calculo de L2 y L6

Inductancia	
Numero de vueltas	86
Area	0,0144
Uo	0,0027
longitud	0,172
Inductancia	1,67184

Cable a emplear	
Ancho	0,12
Alto	0,12
Largo	0,172
Diametro del cable	0,002

Fuente: Lucena, N. (2022)

**Tabla 28.** Calculo de L4

Inductancia	
Numero de vueltas	91
Area	0,0144
Uo	0,0027
longitud	0,182
Inductancia	1,76904

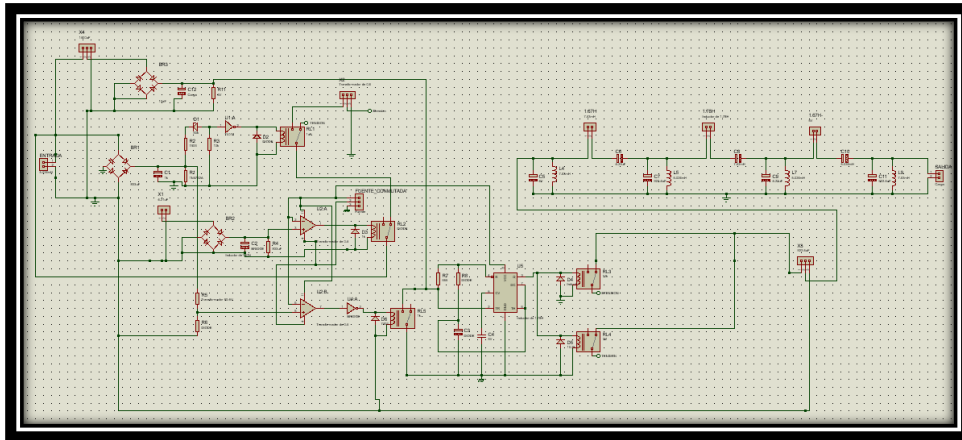
Cable a emplear	
Ancho	0,12
Alto	0,12
Largo	0,182
Diametro del cable	0,002

Fuente: Lucena, N. (2022)

Sin embargo, tomando en cuenta, que estas inductancias se comportaran como grandes magnetos, es imprescindible e imperativo mitigar dicho campo magnético de alguna forma, además de que no deben estar expuestas al circuito, tal que el mismo induciría corriente parásitas que inhabilitarían el adecuado funcionamiento de los componentes de potencia. Es por ello que, se decidió minimizar el campo por medio de la construcción de cajas de acero que a su vez cumplan la función de aislar el inductor del circuito. Luego, para evitar la inducción de corriente en la chapas de la caja de acero, debido al campo magnético variable que se va a producir por Ley de Faraday, se conectaran las mismas a su debida puesta a tierra, evitando de esta manera un posible riesgo eléctrico al operario.

### 5.3.6 Modelado de la placa del circuito

A continuación, en la Figura 45, se muestra, el esquema circuital del dispositivo de protección y filtración de señales para la empresa, reemplazando por conectores, los transformadores e inductores con alta inductancia, Ya que los mismos deben ubicarse aislados del circuito, para con ello evitar, inserción o inducción de corrientes parásitas, y/o campos magnéticos variables a la tarjeta, de esta manera se consigue que le mismo funcione de manera óptima. Observando detenidamente el circuito de la Figura 45 y la Baquelita en la figura 46, Es posible determinar que componente se debe de conectar según la nomenclatura indicada, sabiendo que X4 y X1 equivalen a la salida del transformador T1, así como X2 a T2 y X3 a T3. Los inductores están identificados según su valor calculado, y la entrada, salida además de la fuente conmutada, de igual manera, se ubica por su nomenclatura.

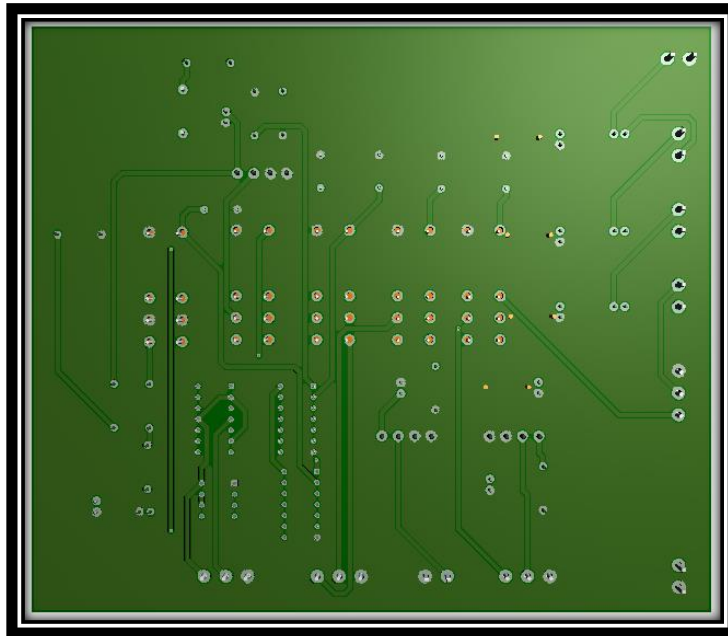


**Figura 45.** Diagrama del circuito para el montaje en baquelita

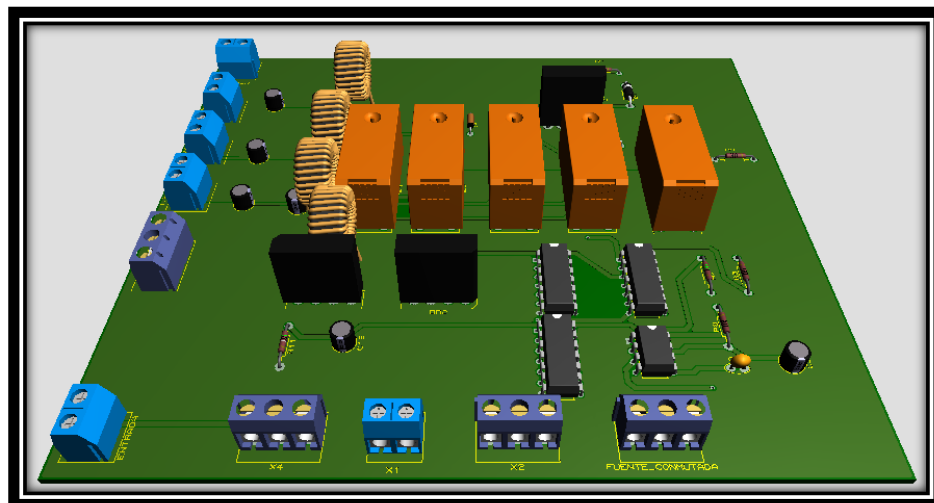
Fuente: Lucena, N. (2022)

Así mismo, en la figura 46 a continuación, se puede observar el diagrama esquemático para ubicar los componentes en la baquelita, la misma debe de ser de 2 caras, para evitar de esta manera, que se solapen las pistas, las líneas de color rojo representan las TOP CUPPER y las de color azul las BOTTOM CUPPER. Además de cada lado de la tarjeta, se configuro el Power Plane a GND=POWER, para con ello evitar ruidos eléctricos que puedan causar desperfectos o fallas de funcionamiento, que es justamente lo que se quiere evitar con la presente investigación.

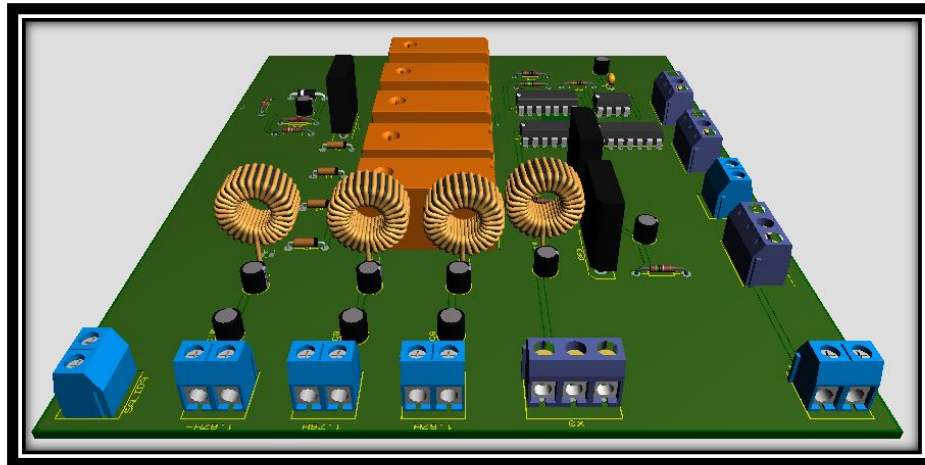




**Figura 48.** Visual inferior del circuito en baquelita en 3D  
**Fuente:** Lucena, N. (2022)



**Figura 49.** Visual frontal del circuito en baquelita en 3D  
**Fuente:** Lucena, N. (2022)



**Figura 50.** Visual lateral del circuito en baquelita en 3D

Fuente: Lucena, N. (2022)

#### **5.4 Realizar un estudio de factibilidad técnica, económica y social de un sistema de filtración de señales eléctricas para los amplificadores de la empresa NETUNO C.A.**

A lo largo de esta fase, se van a desarrollar, tanto entrevistas de carácter no estructurado para la determinación de la factibilidad social y técnica así como cálculos matemáticos financieros, que permitan demostrar la factibilidad global del proyecto, reiterando así, ser una excelente propuesta/solución del problema actual que presenta el servicio de telecomunicaciones de la empresa. Es por ello que, cada uno de estos apartados se estudiara por separado con la finalidad de llegar a una conclusión final de su factibilidad.

##### **5.4.1 Establecimiento y descripción de la factibilidad financiera de la propuesta, contrastando el coste de diseño y elaboración de este dispositivo, además de los gastos que se generan al tener que reemplazar estos constantemente.**

En esta fase se reflejan los costos asociados a la propuesta de diseño de un dispositivo para la filtración de señales y protección de equipos de la empresa NETUNO C.A. que permitiría cesar la cancelación del servicio por parte de los clientes, debido a las contantes falla de la red HFC. Evaluando el proceso bajo criterios o conceptos de tecnología, recursos humanos, y materiales; con la finalidad de conocer los requerimientos para el desarrollo del mismo, y a su vez facilitar la toma de

decisiones económicas y financieras de la empresa adaptándolo a sus necesidades. En términos de factibilidad económica, de acuerdo a lo expuesto por según Burbano y Ortíz (2004) un presupuesto es:

“La estimación programada, de manera sistemática, de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por un organismo en un periodo determinado. También dice que el presupuesto es una expresión cuantitativa formal de los objetivos que se propone alcanzar la administración de la empresa en un periodo, con la adopción de las estrategias necesarias para lograrlos.”

A continuación, se presenta un estudio donde se obtiene como resultado la factibilidad económica que posee la propuesta; se determinaron los recursos a utilizar, observando los costos a incurrir en el mismo, de acuerdo a los materiales que ya se poseen, y los que no, para luego, obtener el beneficio de la propuesta.

**Tabla 29.** Costos de Recursos a utilizar-expresado en USD (\$)

Cant.	Componente	Marca	Modelo	Precio unitario	Precio total
2	2 Puentes de diodos	Bridge	GBJ3510	\$ 2,50	\$ 5,00
1	Integrado 555	STMicroelectronics	NE555N	\$ 2,36	\$ 2,36
1	Módulo DE 8 Relé	TONGLING	JQC-3FF-S-Z	\$ 13,32	\$ 13,32
1	Amplificador operacional	Domains	TL074C	\$ 6,12	\$ 6,12
1	Pack De 50 Und Diodo Rectificador	IR	1n4007	\$ 4,25	\$ 4,25
1	Compuerta NOT	UNIT Electronics	74ls04N	\$ 5,00	\$ 5,00

1	Set X10 Diodo Zener 1n4762a 82v	SGS-THOMSON	1N4762A	\$ 4,00	\$ 4,00
1	Fuente de alimentación conmutada AC-DC	TECNOCONCIENCIA	(85-265V A ±5V CC 1700mA)	\$ 3,61	\$ 3,61
3	Capacitor de 820uF - 160V	Nichicon	LGN2C821MELZ35	\$ 4,71	\$ 14,13
2	Capacitores electrolíticos de aluminio - 220V 1400uF	United Chemi-Con	EKLA2211LIN142KA45M	\$ 12,30	\$ 24,60
2	Capacitores electrolíticos de aluminio - 220volts 1000uF	Nichicon	LGN2P102MELB35	\$ 6,47	\$ 12,94
2	Aluminum Electrolytic Capacitors 82u - 200V	Rubycon	200SXC82MEFCSN20X20	\$ 3,17	\$ 6,34
3	Capacitor Plástico Seco 4uf 450vac	Landsfoss	IEC40252-1	\$ 2,00	\$ 6,00
1	Capacitores electrolíticos de aluminio - 68uF 10V 105c	Nichicon	UPJ1A680MDD1AQ	\$ 0,29	\$ 0,29
1	F103m 103m 10nf 0.01uf Capacitor Cerámico 1kv	WS	F103m1KV	\$ 2,00	\$ 2,00
1	Resistencia 1k Ohm Pack (5 Unidades)	TyoHM	-	\$ 2,00	\$ 2,00

1	Resistencia 10k Ohm (5 Unidades)	TyoHM	-	\$ 2,00	\$ 2,00
1	Kit 200 Resistencia 200ohms	Metaltext	-	\$ 5,00	\$ 5,00
1	Resistencia 50k Ohm Pack (4 Unidades)	Genérico	-	\$ 2,00	\$ 2,00
1	Resistencia 1 Mega Ohm Pack (4 Unidades)	Chian Chia Elec	-	\$ 2,00	\$ 2,00
1	Núcleo de ferrita de 1,6x1,9 (cm)	-	-	\$ 2,40	\$ 2,40
2	Núcleo de Ferrita de 3,8x11 (cm)	-	-	\$ 28,00	\$ 56,00
1	Formental de 1,6x1,9 (cm)	-	-	\$ 0,80	\$ 0,80
6	Formental de 3,8x4 (cm)	-	-	\$ 0,84	\$ 5,04
1	Papel parafinado	Zellwiment	-	\$ 2,67	\$ 2,67
0,2	Alambre de cobre esmaltado #31 (precio por kg)	CMS Magnetics	-	\$ 22,77	\$ 4,55
0,2	Alambre de cobre esmaltado #23 (precio por kg)	CMS Magnetics	-	\$ 22,77	\$ 4,55
1,2	Alambre de cobre esmaltado #15 (precio por kg)	CMS Magnetics	-	\$ 19,64	\$ 23,57

1,2	Alambre de cobre esmaltado #11 (precio por kg)	CMS Magnetics	-	\$ 19,64	\$ 23,57
1,2	Alambre de cobre esmaltado #10 (precio por kg)	Rantepao	-	\$ 19,64	\$ 23,57
1,7	Alambre de cobre esmaltado #7 (precio por kg)	Rantepao	-	\$ 19,37	\$ 32,93
3	Núcleo en I de ferrita de (3*18*12(cm) ) *4	-	-	\$ 30,00	\$ 90,00
4,3	Alambre de cobre esmaltado #12 (13.5A) (precio por kg)	CMS Magnetics	-	\$ 19,64	\$ 84,45
5	Núcleo toroidal ferrita 42*26*13mm	Ferroxcube	BN3AF42	\$ 5,78	\$ 28,90
3	Lámina Galvanizada 2,44 X 1,22 Cal 26.	Brunoswiski	-	\$ 34,00	\$ 102,00
1	Láminas De Cobre 0.10 Mm (precio por metro)	-	-	\$ 15,00	\$ 15,00
0,5	Cloruro Férrico (precio por litro)	Férrico	-	\$ 24,00	\$ 12,00
<b>Total</b>					\$ 634.96

Fuente: Lucena, N. (2022)

Por medio de la tabla 29 mostrada anteriormente es definido el total de inversión en bienes de uso lo cual representa el costo necesario, para la aplicación de la propuesta.

#### **5.4.1.1 Determinación del beneficio esperado resultante de la proyección de incorporación de un dispositivo de filtración de señales y protección de voltajes para la empresa NETUNO C.A.**

Una vez descrito el costo de la solución, el proyectado el beneficio, en el cual se considera el ingreso estimado de la propuesta. En consiguiente, los ingresos que el proyecto espera percibir son representados mediante el siguiente análisis: El Indicador de ventas denominado “lo que se dejó de vender” definido por Serna (2006:45); se toma como punto partida para determinar el beneficio esperado que generaría la propuesta de implementación del dispositivo de filtrado, en función a los daños que se suscitan constantemente en los equipos que los dejan inutilizados y las bajas de clientes del servicio prestado debido a dichas fallas.

En consiguiente, basado en los datos recopilados, mostrados en las tablas de la 9 a la 12 y en conversaciones internas, donde se estimaban cancelaciones de servicio de entre el 20 a 70 personas mensuales, (contemplando las que no cancelaban directamente, sino que dejaban de pagar ya que no les funcionaba el servicio, hasta los que directamente si realizaban esta acción).

Los servicios de la red HFC son de teléfono, televisión por cable e internet, cada uno con costes distintos, primeramente se dispone el plan: Plus analógico digital, el mismo es de televisión y su costo ronda los 5 \$ mensualmente en un punto de conexión sin agregado de canales, es decir el plan básico, luego el plus analógico esta alrededor de los 7 \$ en mismas condiciones y el plan de 12 Mbps de internet alrededor de los 10 \$. Haciendo un promedio tomando en cuenta la variedad de planes y de configuraciones del hogar con más o menos puntos de conexión de dispositivos, o contrataciones de canales extra, se puede decir que: Una familia promedio posee alrededor de 2 televisores en el hogar, además de contar con un plan mensual de internet, con un total de unos 16 \$ de gasto recurrente con el plan más económico. Sin embargo, como en toda organización, existen gastos operativos, si restamos los conocidos en la estancia durante las pasantías, nos da un promedio de ingreso de 12\$.

Luego, los ingresos no percibidos se calculan como todas aquellas entradas de capital que bien dejan de estar presentes por cancelación de servicio o que deben ser

reinvertidos en solución de fallas en lugar de representar ingreso neto.  $NoPercibido = 28 \times 6 + 45 \times 12 = 708 \$$  De allí surge la siguiente tabla 30.

**Tabla 30.** Resultados del ingreso no percibido

Promedio del total de equipos que fueron a reparación en 1 mes	28 equipos
Promedio de costo de reparación por equipo	6\$
Promedio mensual de personas que cancelan o dejan de pagar el servicio hasta que los corten.	45 abonados
Costo promedio de tarifas	12\$
Ingresos no percibidos al mes	708\$
Ingresos no percibidos anuales	5961.59\$

Fuente: Lucena, N. (2022)

Para el cálculo del valor anual, se tomó en cuenta la fórmula de Valor presente, (VP) la cual nos permite basados en el coste de oportunidad, obtener cual sería el beneficio esperado del nuevo flujo de dinero esperado ( $F_n$ ) al cabo de un periodo de tiempo ( $n$ ), tomando en cuenta un coste de oportunidad ( $r$ ) que en este caso se estableció en un 8.3% mensual, ya que es el dinero que la empresa dispondría mensualmente sino tuviese que realizar la inversión es decir  $r = 634.96/52.91 = 0.083$ . Empleado la fórmula 28 se tiene que:

$$VP = F_n + \sum_{n=1}^n \frac{F_n}{(1 + r\%)^n} = 708 + \sum_{n=1}^{12} \frac{708}{(1 + 8.3\%)^n} = 5961.59 \$ \quad (28)$$

Cabe destacar que estos datos antes mostrados son en base la experiencia del autor en el área de soporte técnico, no cifras oficiales dadas por la empresa. Sin embargo, sirven como una referencia. Los valores de las personas que dejan el servicio, fluctúa mucho, debido a que al ser una condición humana, no es muy cuantificable, puede que un mes, 100 retiren el servicio por diversos motivos, como puede que al siguiente, solo 5 o 10. Sin embargo, es evidente la deserción de los mismos.

En consiguiente, mediante la elaboración de las actividades anteriores, se lograron obtener los costos asociados a la aplicación de la solución, así como el beneficio que trae si se aplica la solución propuesta a partir de la necesidad detectada dentro de la empresa en estudio, por lo que se obtiene la siguiente relación costo beneficio = (beneficio esperado/costo) la cual se evidencia en la ecuación 5. Según el ingeniero

Ucañán (2015) la relación costo-beneficio “compara de forma directa los beneficios y los costes. Para calcular la relación (B/C), primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costes también descontados.”

$$\textit{Razón costo beneficio} = \frac{\textit{Beneficio esperado}}{\textit{costo de la propuesta}}$$

$$\textit{Razón costo beneficio} = \frac{708 \$}{634.96\$} = 1.11$$

Según el cálculo anterior se puede evidenciar que la razón coste el beneficio es mayor que 1 (>1), es decir, que es decir que, tras realizar la comparación del beneficio esperado con respecto al costo de la propuesta, se tiene que el resultado del esfuerzo invertido será menor al beneficio. Sin embargo, dicho beneficio esperado puede variar mes a mes, dependiendo de condiciones humanas que como bien se estipulo anteriormente, pueden variar mucho.

Así mismo existen factores que no se tomaron en cuenta para el cálculo, como gasto de la gasolina de los vehículos al ir a resolver problemas de la red, problemas logísticos que retrasan trabajos y que también reflejan perdidas monetarias, pérdida total de dispositivos que deben ser reemplazados, cosa que aumenta en gran medida el ingreso no percibido. Por lo que se puede concluir que la implementación de este dispositivo si representa una mejora significativa.

Entonces, en caso de que se implemente la propuesta en el futuro, con la adición de estos valores de forma interna el resultado continuaría siendo superior a uno, sin embargo para demostrar esto se procedió a calcular los indicadores financieros: flujo del proyecto, la tasa Interna de Retorno y tanto el Valor Actual Neto como el Valor Residual, esto con el fin de demostrar que la solución en sí misma genera una factibilidad en el tiempo, tal como se demostrará a continuación.

Luego, con el fin de realizar el cálculo de los indicadores antes señalados, y teniendo en cuenta la posible implementación de la propuesta que incluye la incorporación de un equipo que al ser parte de la línea de transmisión requerirá de mantenimiento regular, se procedió a establecer la tasa de costo manteamiento que debe incurrir la

empresa para garantizar la eficacia del mismo, este valor se sustenta en lo descrito por Torres (2005), que explica:

“El costo de mantenimiento tiene en las reparaciones un componente (entre otros) del precio del producto, independientemente de la gestión del mantenimiento, por lo tanto, siempre existirán gastos que se deben asumir. Los costos de mantenimiento de un producto se sitúan entre el 5-12 % del total del valor en el producto terminado”

Y en función a lo que señala García Garrido (2009), el cual explica:

“El coste anual de mantenimiento puede estimarse entre el 2% y el 3% del coste de equipos + montaje. Independiente de otros conceptos, como los costes de terrenos, permisos, obras externas, beneficios y márgenes comerciales de los constructores (en contratos tipo EPC) o incluso, del valor de la producción o de los ingresos anuales”.

Con respecto a lo que explico Torres, se definió una tasa promedio del 8,5% promedio de donde el 3% pertenece al costo de mantenimiento y el restante a los costos adicionales a los que puede incurrir la empresa para mantener la solución propuesta, lo cual daría un valor monetario anual de 53.97 \$ monto derivado de la inversión estimada presentada previamente. Habiéndose establecido los ingresos por la propuesta (beneficio esperado) que serán utilizados como base fija anual para el cálculo a realizar, y a su vez los costos de la solución que solo serán incurridos en el año base o también identificado como año 0, se elabora el flujo del proyecto que según Vivallo, A. (2006:285) expresa: “para el perfil temporal del proyecto los ingresos y egresos o costos operacionales reales, presentados cronológicamente, año por año durante la vida o perfil temporal del proyecto”. Dicha información se organiza en las siguientes tablas, de forma anual (tabla 31) y mensual (tabla 32):

**Tabla 31.** Flujo de proyecto al cabo de 5 años

Flujo del proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de ingresos percibidos		\$ 5.961,59	\$ 5.961,59	\$ 5.961,59	\$ 5.961,59	\$ 5.961,59
Egresos Operativos de mantenimiento		\$ -53,97	\$ -53,97	\$ -53,97	\$ -53,97	\$ -53,97
Inversión	\$ -634,96					
Flujo del proyecto	\$ -634,96	\$ 5.907,62	\$ 5.907,62	\$ 5.907,62	\$ 5.907,62	\$ 5.907,62

Fuente: Lucena, N. (2022)

**Tabla 32.** Flujo de proyecto al cabo de 5 meses

Flujo del proyecto	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Flujo de ingresos percibidos		\$ 708,00	\$ 708,00	\$ 708,00	\$ 708,00	\$ 708,00
Egresos Operativos de mantenimiento		\$ -4,50	\$ -4,50	\$ -4,50	\$ -4,50	\$ -4,50
Inversión	\$ -634,96					
Flujo del proyecto	\$ -634,96	\$ 703,50	\$ 703,50	\$ 703,50	\$ 703,50	\$ 703,50

Fuente: Lucena, N. (2022)

En base a los resultados de la Tabla 31 y 32, tabulados a partir de los flujos del proyecto para el instante en que se realiza la inversión inicial y para el final de cada año cumplido desde la implementación de la propuesta durante 5 años o 5 meses dependiendo de la tabla a estudiar, que es el período de evaluación, se denota que el hecho de que el flujo del proyecto sea positivo para el primer año indica que la inversión será recuperada en un lapso de tiempo inferior a este. Igualmente, estas tablas también han permitido determinar el valor residual del proyecto, que es el valor que va a obtener la empresa si llegase a decidir vender el diseño propuesto y no seguirlo produciendo en un momento dado. Esto significa que la propuesta tiene una alta rentabilidad y proporciona a la compañía estabilidad en sus procesos operativos y en la garantía del bienestar de su capital humano.

Determinado el flujo del proyecto y el valor residual, se procede a determinar la Tasa Interna de Retorno, la cual, de acuerdo con Sevilla, A. (2015): “es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.”, lo que significa que se expresará la tasa en la que la propuesta beneficiará a la compañía a partir de su implementación.

**Tabla 33.** Valor de la tasa interna de retorno (TIR) al cabo de 5 meses y/o 5 años

TIR al cabo de 5 meses	108%
TIR al cabo de 5 años	930%

Fuente: Lucena, N. (2022)

En relación al resultado observado en la tabla 33, donde es visualizada una Tasa Interna de Retorno de entre el 108% y el 930% dependiendo del lapso de tiempo, se puede inferir que, aproximado a 3 meses de darse inicio a la puesta en marcha de la solución, la organización podrá recuperar la inversión efectuada, lo cual demuestra el grado de aplicabilidad del proyecto en función al diseño planteado.

Así mismo, la tabla a continuación, refleja el Valor Actual Neto, que consiste en una cantidad aproximada, para reflejar el costo de la adecuación a partir de las unidades producidas o vendidas a partir de la implementación de la propuesta y la inversión de la misma, como lo expresa Velayo, V. (2015): “El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.”

**Tabla 34.** Valor actual neto (VAN) al cabo de 5 meses y/o 5 años

VAN al cabo de 5 meses	\$ 1.847,14
VAN al cabo de 5 años	\$ 19.781,43

Fuente: Lucena, N. (2022)

El VAN resultante demuestra la capacidad que tiene la empresa con respecto al TIR, pues se prevé que durante los 5 años de incorporación de esta solución a línea en estudio genera una ganancia positiva para la organización, lo que indica la rentabilidad del proyecto generado en esta investigación, el cual producirá un crecimiento para la organización al nivel de ingresos y de satisfacción del mercado tal como se evidencia en la tabla 34. Además si lo analizamos, estos valores son obtenidos tomando en cuenta

que tan solo 45 abonado vuelvan a contratar el servicio o simplemente no cancelen el mismo, y que se reduzcan, los daños en los dispositivos de la re HFC disminuyendo los costes de reparación por equipo, sin tomar en cuenta otros factores expuestos anteriormente al inicio del estudio de la factibilidad. Es decir, si se logra que un mayor número de personas opten por este servicio ya que el número de fallas es menor, o que simplemente no cancelen el mismo, se consiguen altas rentabilidades por mínima inversión.

Para complementar esto, en las tablas siguientes (ha sido organizado para cada año de la evaluación del proyecto la razón beneficio-costo nuevamente, que según Foncrei (2000:39) “se calcula dividiendo, el valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos”, donde se puede señalar que cuando el resultado de esta relación es mayor a 1 la inversión es factible porque los beneficios superan los costos del proyecto como queda demostrado a continuación en la tabla 35 (mensual) y 36 (anual)-

**Tabla 35.** Relación costo beneficio mensual luego de la implementación.

Mes	Beneficio (USD)	Costo (Bs)	Relación beneficio-costo
0	\$ 708,00	\$ 634,96	1,12
1	\$ 708,00	\$ 4,50	157,33
2	\$ 708,00	\$ 4,50	157,33
3	\$ 708,00	\$ 4,50	157,33
4	\$ 708,00	\$ 4,50	157,33
5	\$ 708,00	\$ 4,50	157,33
Total 5 meses	\$ 3.540,00	\$ 22,50	157,33

Fuente: Lucena, N. (2022)

**Tabla 36.** Relación costo beneficio anual luego de la implementación.

Año	Beneficio (USD)	Costo (Bs)	Relación beneficio-costo
0	\$ 5.961,59	\$ 634,96	9,39
1	\$ 5.961,59	\$ 53,97	110,46
2	\$ 5.961,59	\$ 53,97	110,46
3	\$ 5.961,59	\$ 53,97	110,46
4	\$ 5.961,59	\$ 53,97	110,46
5	\$ 5.961,59	\$ 53,97	110,46
Total 5 años	\$ 29.807,95	\$ 269,85	110,46

Fuente: Lucena, N. (2022)

Estos resultados combinados con las cifras del VAN y el TIR obtenidas previamente en las tablas 35 y 36 demuestran la viabilidad del proyecto es mayor a uno ( $>1$ ) en los tres indicadores para los 5 años, por lo que si la empresa decidiese implementar la propuesta en los actuales momentos obtendría la recuperación del dólar invertido y a su vez obtendría beneficios cuantitativos más por el incremento en la eficiencia de la línea, se concluye entonces que esta es una propuesta factible.

#### **5.4.2 Establecer si los técnicos cuentan con la habilidad y conocimientos para las instalaciones dispositivo y si la tecnología disponible en Venezuela permite una futura elaboración e implementación.**

##### **5.4.2.1. Factibilidad Operativa**

Se refiere al recurso humano requerido para la puesta en marcha de la propuesta. En tal sentido, actualmente la empresa cuenta con personal profesional conformado por ingenieros electrónicos y en telecomunicaciones, dispuesto a comprometerse con la implementación de un dispositivo que permita la mitigación o supresión de armónicos dañinos para con el fin de mejorar la calidad del servicio brindado por la empresa NETUNO C.A. El departamento de Redes, y de construcción, se consideran el personal especialista en la realización de las actividades inherentes al entrenamiento del personal para realizar la instalación y el mantenimiento de la propuesta.

##### **5.4.2.2. Factibilidad Material**

Hace referencia a los insumos que permiten un mejor desempeño en el trabajo, es decir, tanto a bienes tangibles como los suministros de instalación, mantenimiento y de oficina referidos a aquellos insumos, implementos, artículos y útiles que los empleados necesitan para realizar sus actividades diarias correctamente y que están disponibles en el inventario de la organización, del cual los técnicos e ingenieros tiene disposición para su utilización, facilitándoles el trabajo de instalación de dispositivos varios de la red HFC.

##### **5.4.2.3. Factibilidad Tecnológica**

Se refiere a los recursos necesarios para efectuar las actividades o procesos requeridos en el proyecto, como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, componentes en existencia, construcción de los mismos, etc.

Generalmente está referido a elementos tangibles (medibles). La empresa cuenta con presupuesto y con diversos componentes a disposición que serán requeridos en la implementación futura del dispositivo. En el diseño se tomó en cuenta que los componentes a usar tuviesen existencia en el país, para su compra, por lo que se puede concluir contar con una factibilidad tecnológica.

### **5.4.3 Determinar si verdaderamente el personal de la empresa y los clientes reflejan un beneficio al implementar esta tecnología en la instalación de los amplificadores Line Extender y Mini Bridge.**

#### **5.4.3.1. Factibilidad social desde el punto de vista del personal**

Durante la estancia en las pasantías, se llevaron a cabo diversas encuestas tanto estructuradas como no estructuradas al personal técnico de la empresa y a los clientes de la misma. Como bien se evidencia en el apartado 6.2 más específicamente en los gráficos 1, 3, 4 y 5 es más que pertinente la implementación de un dispositivo que permita la mitigación de señales armónicas, ya que se reducirían drásticamente las fallas en los dispositivos en la red HFC con lo cual los técnicos pueden ocuparse de otro tipo de problemas, además de conseguir una mayor rentabilidad económica, al disminuir el presupuesto empleado en la compra de repuestos y reparación de dispositivos.

#### **5.4.3.2. Factibilidad social de los clientes**

Ahora bien, en entrevistas no estructuradas con los clientes de la empresa, estos manifestaron su gran preocupación con las fallas del servicio HFC les parecía algo intermitente. Con lo cual se demuestra que si al implementar algún dispositivo capaz de mitigar la frecuencia de las fallas en la empresa, los clientes gozan de un mejor servicio con lo cual se renueva la confianza en la compañía y llegan muchos nuevos contratos que se traducen en mejores rentabilidades. Con lo cual se puede decir que la implementación de este dispositivo representaría una mejora substancial en todos los ámbitos de la empresa.

## CONCLUSIONES

En este apartado se procede a concluir los resultados obtenidos en la simulación de la posible solución, en función de los objetivos específicos trazados en la investigación. La Universidad Tecnológica del Centro. (2014), en el manual para la elaboración, presentación y evaluación del Trabajo de Grado. Valencia: UNITEC indica que “Las conclusiones deben circunscribirse a los resultados obtenidos en el estudio, por lo tanto, debe expresarse su relación de una manera secuencial, lógica y ordenada y debe reflejar la respuesta principal a la temática planteada.” (p.120)

Los amplificadores, son dispositivos indispensable es en cualquier empresa de telecomunicaciones, ya que son los encargados de aumentar la amplitud de la señal para que la misma pueda ser transmitida por una mayor distancia, evitando los problemas de atenuación de la misma, de esa manera es posible ofrecer el servicio de forma óptima. Sin embargo, la empresa está presentando fallos en dichos dispositivos, de forma periódica estos son llevados al departamento de trasmisión, encargado de la reparación de los mismos, dejando a los clientes por periodos de tiempo sin servicios, los cuales pueden ser de horas hasta días o semanas dependiendo de la gravedad de la falla. Los mismo son conectados en cascada, es decir, en serie, lo que se traduce en que, una vez que uno de ellos queda inoperativo, corta la tensión hacia los siguientes, y en ocasiones, si falla el fusible, debido a que la corriente aumento muy por encima del umbral deseado, al suscitarse un restablecimiento eléctrico, puede dejar inoperativos a algunos otros dispositivos de la red en cascada.

La problemática evidente, generada por la distorsión armónica y la sobretensión en las líneas de alimentación de los dispositivos de la red HFC, ocasiona fallos que se traducen en altos costes mensuales que la empresa debía acarrear, ya que los dispositivos sufren daños, en algunas ocasiones irreparables, con lo que deben solicitar un nuevo equipo que dependiendo de ciertos factores, puede llegar a tardar varias semanas en llegar. Es una situación bastante compleja, que incluso atentaba contra la seguridad de los técnicos, ya que los armónicos eran inducidos en la carcasa y los tensores, con lo que llegaban a sufrir pequeñas descargas eléctricas.

La mayor limitante presente en la investigación, es el hecho de no contar con el equipo adecuado de medición, además de que por seguridad, a los pasantes se les tiene prohibido el trabajo de campo, es decir, ir al lugar de los amplificadores, realizar cambios, ir en las camionetas de la empresa, etc. Por lo que no se obtuvo una lectura de las distorsiones, con lo cual, el proyecto se vio en la obligación de pensarse y elaborarse de forma general y para que pudiese ser adaptado a los diversos escenarios que pueden suscitarse como número de cargas de la red, ruidos en bandas no rechazadas, problemas de atenuación, pérdida de potencia, entre otros. Todos los aspectos fueron tomados en consideración para la elaboración de la propuesta/solución.

Con la finalidad de determinar el valor intrínseco de la problemática, se realizaron encuestas al personal técnico de la empresa, el cual se mostró sumamente preocupado por la frecuencia de los fallos en la red HFC, ya que ven de primera mano la molestia de los clientes al no poder contar con un servicio estable de internet o televisión por el cual están pagando. Una vez analizadas las causalidades que afectan al servicio de la empresa, se demostró la urgencia de resolución de la problemática por lo que fue necesario proponer un diseño que ayude a mitigar la distorsión armónica además de prevenir daños por sobre tensión. Es por ello que, se procedió al estudio de dispositivos de filtración y elementos de un sistema de protección que permitiesen llevar a cabo una solución factible, tanto en el aspecto técnico, como en el económica y social.

Un sistema de filtración y protección contra sobretensiones, disminuiría los costos asociados a la reparación constate de equipos, además de problemas ecualización de amplificadores, y aunque en un principio el costo parezca elevado, el análisis financiero mostrado anteriormente evidencia como el gasto puede ser amortizado, hasta el punto de volverse rentable incluso un mes después de su implementación, donde luego de 5 meses el TIR es de 108% solo logrando que 45 abonados mantengan su plan o que los mismos se incorporen a la red por buenas referencias. Además, esto también se traduciría en un mejor servicio, con lo que se aumenta la confianza en la empresa, así como las ventas, por lo tanto, no solo se disminuyen los costos sino que aumentan los ingresos a la larga, además de proteger al personal de posibles eventualidades y disminuir las incidencias.

## RECOMENDACIONES

En primera instancia, se recomienda al lector, tomar medidas apropiadas de las componentes armónicas que son verdaderamente perjudiciales para los equipos, ya que debido a las limitaciones de la investigación que impuso la empresa, se imposibilitó el poder realizar la medición de los mismos. Sin embargo, el realizar este estudio, permitiría realizar una serie de filtros rechaza banda específicos, de menor orden que disminuyen los costos y cumplen con el objetivo necesario.

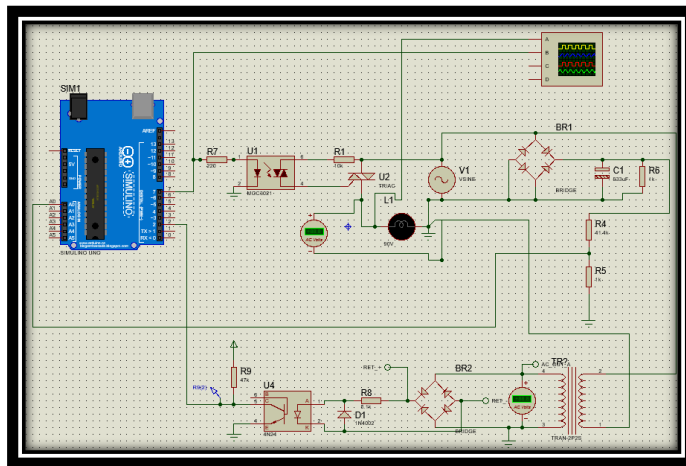
Por otro lado, se debe tomar en cuenta que para el correcto funcionamiento del filtrado, los componentes deben de ser calculados en cuanto a la carga asociada, para el fin de esta tesis, se tomaron cargas de un nodo específico N-21, el cual iguala la impedancia de entrada (de la fuente) con la de salida del circuito. Logrando de esta forma no tener que emplear diagrama de Smith o métodos similares para el equilibrio de las mismas. Sin embargo, es necesario recalcular el filtro según sean las condiciones, es por ello que se colocó el código en MATLAB en el desarrollo, para facilitar este proceso, y solo necesitar cambiar los valores de las variables.

En cuanto al estudio de la factibilidad económica del proyecto, se considera pertinente realizar un cálculo, tomando en cuenta factores como la gasolina, el costo de oportunidad de los empleados que deben ir a solventar fallas que en un principio deberían ser menos, un estudio más preciso por un tiempo más prolongado y por zonas de los abonados que retiran el servicio, entre otros. De esta manera la factibilidad económica puede ser mucho más precisa en cuanto a las ganancias que se obtendrán.

Del mismo modo, y como un agregado al proyecto, se recomienda la incorporación del dispositivo de la figura 45, el cual es un circuito controlador de tensión de salida el cual por medio de una programación de Arduino, un pulsador y un TRIAC. Con la finalidad de mejorar el proceso de protección de los equipos se diseñó un dispositivo capaz de mantener una tensión prácticamente constante a la salida, se obtienen tensiones de entre 80Vrms y 90Vrms de salida, a partir de tensiones que van desde los 150Vrms hasta los 93Vrms de entrada. Con ello, es posible obtener tensiones de salida en el rango de operación, siempre que las condiciones así lo requieran, con lo que, se protegen los dispositivos, además de mantener operativo el sistema en todo momento,

a menos de que valor de tensión supere el establecido, y en ese caso la tensión de salida directamente será 0, desconectando la línea evitando daños en los dispositivos en cascada.

Primeramente, se realizó un cálculo de divisor de tensión para obtener 5Vdc a la salida, a partir de 150Vrms, por medio de la ecuación 11 obteniendo  $R1=41.4K\Omega$  y  $R2=1K\Omega$  empleando además un rectificador AC-DC. Luego, para obtener la sincronización de la onda, partiendo de la señal de la fuente, se empleó un transformador que disminuye la amplitud de la señal, así mismo se conectó un rectificador de onda completa que luego se conecta un optocoplador 4N25, el cual emplea un diodo que rectifica la señal a media onda, trabajando solo con un semiciclo rectificado de la señal, y por medio de un transistor interno, envía pulsos de onda cuadrada que luego el Arduino lee como flancos de subida y bajada en su PIN 2 para determinar cada semiciclo, un flanco de subida, activa el SCR en el semiciclo positivo, y el de bajada en el negativo, pudiendo así controlar la onda. Luego, al Arduino se conecta un optocoplador y a este un TRIAC, para controlar los pulsos de disparo por medio del PIN 7 según los grados eléctricos, los cuales son contabilizados en el Arduino, tal como se visualiza en la figura 45 y el código a continuación.



**Figura 51.** Controlador de tensión de salida con Arduino y TRIAC.

Fuente: Lucena, N. (2022)

Para la contabilización de grados eléctricos, primeramente se debe determinar cuantos segundos transcurren en 1° eléctrico. Para ello, se sabe que, un periodo de señal transcurre en 1/60 seg y esos son 360° eléctricos, por lo tanto por medio de una regla

de tres se tiene que 1° eléctrico transcurre cada  $46.3\mu\text{seg}$ . Luego, se debe calcular para un rango de valores, el ángulo de disparo de la señal. Dichos rangos seleccionados son  $[5 ; 4,5 )_1Vdc$ ,  $[4,5; 4)_2Vdc$ ,  $[4 ; 3,5 )_3Vdc$  y de  $[3,5 ; 3 )_4Vdc$  al utilizar variables de tipo entero, se multiplicaron los intervalos por 100 siendo entonces, en lugar de 5V unos 500cV esto debido a es una forma sencilla de obtener decimales trabajando con enteros. Por medio de regla de 3 estos corresponden a:  $\{[150 ; 134,92 )_1, [134,92; 119,95)_2, [119,95 ; 104,93 )_3$  y  $[104,93 ; 89,94 )_4\} Vrms$  Se toma el límite superior y se iguala a 90Vrms en la ecuación 30:

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} = 90 V$$

Dónde:

$Vrms$ : Voltaje RMS que se desea a la salida

$Vm$ : Voltaje pico de entrada

$\alpha$ : Ángulo de disparo

Con ello, por medio de un método iterativo se tienen los ángulos de disparo para cada uno de los intervalos antes mencionados mostrados en la tabla 37:

**Tabla 37.** Angulo de disparo según intervalo de tensión RMS

Angulo de disparo	Intervalo en Vrms
$\alpha_1 = 102^\circ$	$[150 ; 134,92 )_1$
$\alpha_2 = 95^\circ$	$[134,92; 119,95)_2$
$\alpha_3 = 84^\circ$	$[119,95 ; 104,93 )_3$
$\alpha_4 = 68^\circ$	$[104,93 ; 89,94 )_4$

Fuente: Lucena, N. (2022)

Luego se procede a programar el Arduino mediante el siguiente código:

```
#include <TimerOne.h> //imputación de la librería TimerOne, para
operar con el clock interno del Arduino UNO

int ge = 0, analog; // inicialización de variables "ge" grado eléctrico
y analog para la lectura de la entrada analógica

int disparo = 7; // determinar el pin de salida al SCR

void setup() {
  attachInterrupt(0, cruce_cero, CHANGE); // Interrupción externa
0, encontrada en el PIN 2, subrutina de interrupción cruce cero, se
ejecuta esta subrutina cada vez que detecte un flanco de subida o uno
de bajada
```

```

    Timer1.initialize(46); // Se inicializa la interrupción del Timer,
    cada 46u seg

    Timer1.attachInterrupt(grado_electrico); //Se ejecuta la subrutina
    grado eléctrico cada 46u seg

    pinMode(disparo,OUTPUT); // se declara el PIN 7 como salida

    digitalWrite(disparo,LOW); // Siempre será un disparo bajo, para
    evitar que el ruido eléctrico dispare el TRIAC

}
void loop() {
    analog=analogRead(0); //Lee la entrada analógica en el Pin 0
    analog=map(analog,0,1023,0,500); //convertimos los valores de la
    entrada analógica de 0 a 1023 a 0V a 500cV

}
void cruce_cero(){ //subrutina de cruce por 0

    ge=0; // inicializa la variable de conteo de los grados eléctricos
    en cada semiciclo de señal
}
void grado_electrico() //subrutina de conteo de grados eléctricos y
    accionamiento de SCR según el rango de voltaje de entrada.
{
    ge++; // contabilización de grados eléctricos
    if (analog<=350 && analog > 300 && ge == 68){ //si el rango de
    operación está entre 3.01V y 3.5V se obtiene un pulso de 2mSeg a un
    ángulo de 68°

        digitalWrite(disparo,HIGH);
        delay(2);
        digitalWrite(disparo,LOW);
    }
    else if (analog<=400 && analog > 350 && ge == 84){ //si el rango
    de operación está entre 3.51V y 4V se obtiene un pulso de 2mSeg a un
    ángulo de 84°

        digitalWrite(disparo,HIGH);
        delay(2);
        digitalWrite(disparo,LOW);
    }
    else if (analog<=450 && analog > 400 && ge == 95){ //si el rango
    de operación está entre 4.01V y 4.5V se obtiene un pulso de 2mSeg a
    un ángulo de 95°

        digitalWrite(disparo,HIGH);
        delay(2);
        digitalWrite(disparo,LOW);
    }
    else if (analog<=500 && analog > 450 && ge == 102){ //si el rango
    de operación está entre 4.51V y 5V se obtiene un pulso de 2mSeg a un
    ángulo de 102°

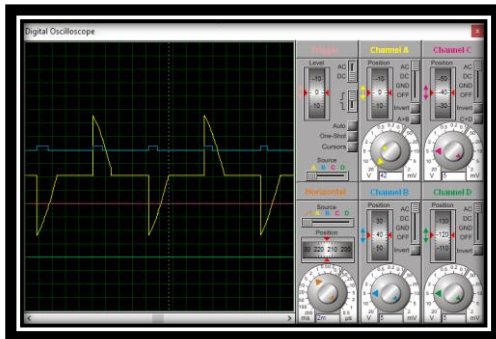
```

```

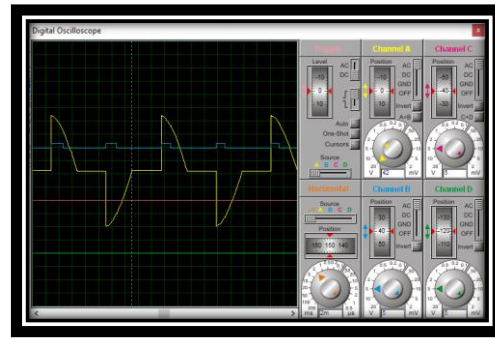
digitalWrite(disparo, HIGH);
delay(2);
digitalWrite(disparo, LOW);
}
}

```

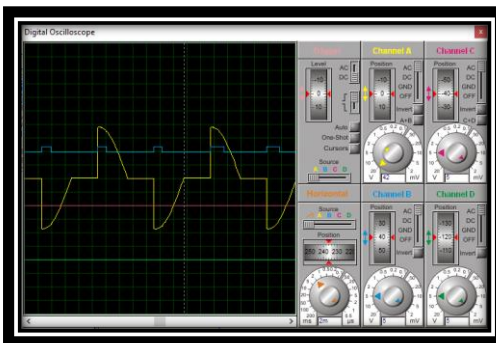
De esta manera se consigue obtener disparos a la salida, según el voltaje medido en la entrada, ya que se contabilizan los ángulos eléctricos según el tiempo transcurrido con mucha precisión, logrando el control que se ve a continuación (Intervalo 1: Figura 46, Intervalo 2: Figura 47, Intervalo 3: Figura 48 e Intervalo 4: Figura 49):



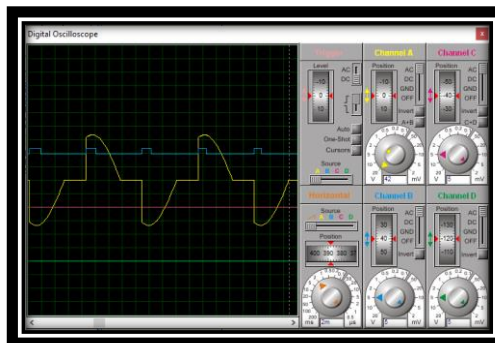
**Figura 52.** Entrada 146Vrms Salida 88Vrms.  
Fuente: Lucena, N. (2022)



**Figura 53.** Entrada 125Vrms Salida 84Vrms.  
Fuente: Lucena, N. (2022)



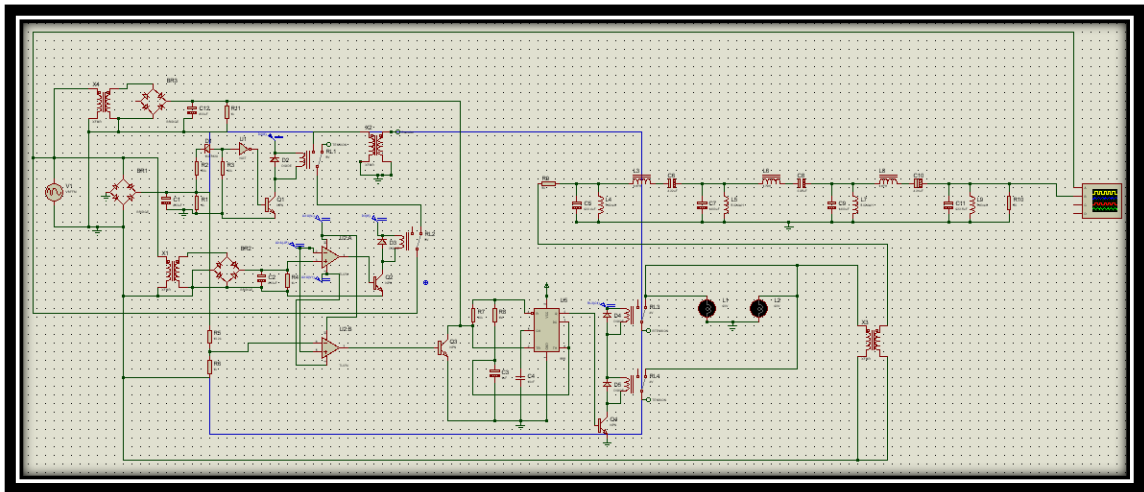
**Figura 54.** Entrada 112Vrms Salida 83Vrms.  
Fuente: Lucena, N. (2022)



**Figura 55.** Entrada 100Vrms Salida 83Vrms.  
Fuente: Lucena, N. (2022)

Así mismo, se recomienda controlar los relé, por medio de transistores tipo BJT tal como se visualiza en la figura 56, ya que los primeros mencionados, cuentan con una característica inductiva importante, que al conectarse directamente a integrados como las compuertas lógicas, o los operacionales, es capaz de quemarlos en el tiempo, ya que los hará trabajar al límite de sus características. Es por ello que, al colocar transistores,

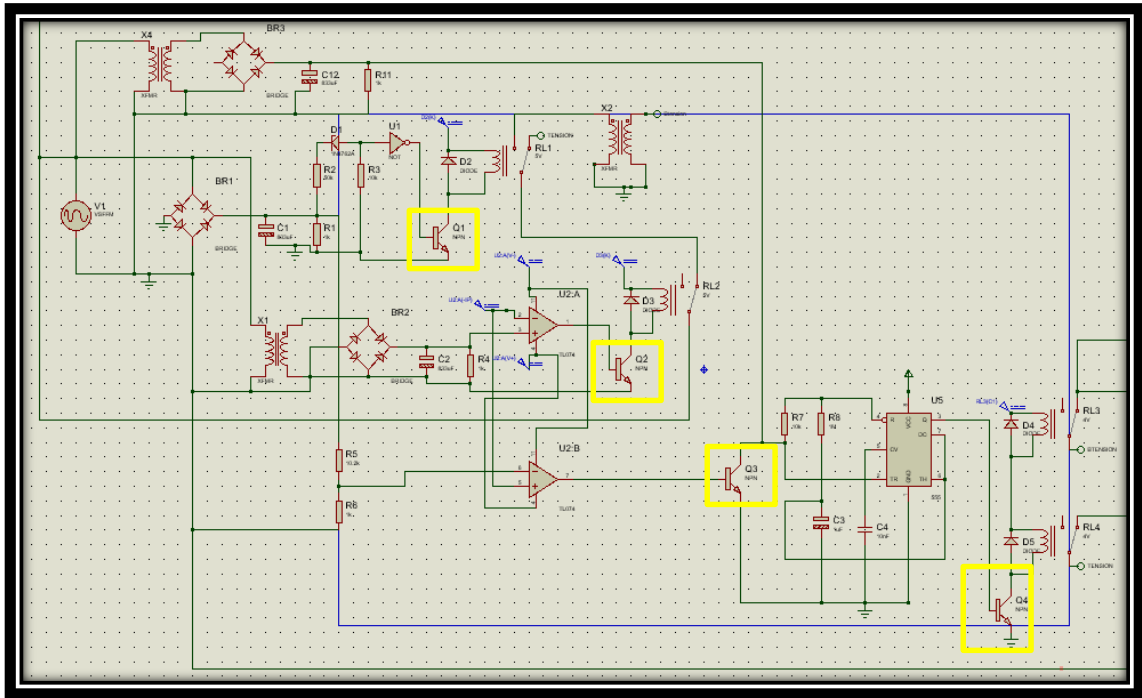
podemos accionar los dispositivos de forma segura, ya que aislamos las compuertas de las componentes inductivas antes mencionadas.



**Figura 56.** Implementación de transistores al circuito.

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

En la figura 57, se evidencia de mejor manera como conectar los componentes, Q1, Q2, Q3 y Q4, para realizar el control. En el terminal positivo del relé se conecta la salida de +5 V de la fuente conmutada, luego el emisor del transistor PNP se conecta a tierra y el colector al terminal GND del relé. El transistor funciona como un switch, que solo se cierra la tener corriente en su base, cuando se activa, permite el paso de la corriente hacia tierra cerrando el circuito, permitiendo así, que el relé conmute y se obtenga el funcionamiento deseado tal como se evidencio en apartados anteriores.



**Figura 57.** Ubicación de transistores al circuito.

Fuente: Lucena, N. (2022)

Para finalizar, se recomienda un pequeño cambio en el código de MATLAB para el cálculo de los elementos del filtrado, con ello ahora se pueden obtener filtros de diferentes órdenes, con lo cual es posible disminuir el coste en caso de que la empresa así lo requiera.

```
n = 7; %Orden del filtro
k = 1; %Valor inicial de iteración
a1 = sin((pi)/(2*n)); %Primer valor de la serie de ak
akv = (a1); %Vector donde se guardaran los valores de ak

for i=2:(n)
    ak = sin(((2*i)-1)*pi)/(2*n); %Cálculo de los ak a partir de a2
    akv = [akv,ak]; %Array donde se guardan los valores
end

akv %Imprimimos el array de ak

E = ((10^(0.1*0.5))-1)^(1/2); %Cálculo del factor de rizado
An = 10*log10((E^2) + 1);
B = log(coth(An/17.32)); %Cálculo del factor beta
sigma = sinh(B/(2*n));
g1=(2*a1)/sigma; %Cálculo del primer término de la serie gk para calcular
los componentes

b1 = sigma^2 + (sin((1*pi)/n))^2; %Cálculo del primer término de la serie bk
bkv = [b1]; %se almacena el termino b1 en el array bk
```

```

for i=2:(n)
    bk = sigma^2 + (sin((i*pi)/n))^2; %Se calculan los bk a partir de b2
    bkv = [bkv,bk]; %Se almacena y crea el vector
end

bkv %Se imprime el Array de bk

gkv = [g1]; % Se guarda el primer término de la serie gk
for i=2:(n)
    gk = (4*akv(i-1)* akv(i))/(bkv(i-1)*gkv(i-1)); % Se calculan los
    términos de gk, empezando por g2
    gkv = [gkv,gk]; %Se almacena y crea el vector con los valores finales de
    gk
end
dimension = length(gkv) %Imprimo la dimensión del array
gkv %Se imprime el vector con los valores de gk para un filtro de orden 7

%Cálculo de los elementos pasivos del filtro

Z0 = 50; %Impedancia de entrada y salida (g0 y g8 respectivamente)
AB = 0.1; % Ancho de banda pasante del 10% alrededor de los 60Hz
w0 = 120*pi; % Velocidad angular a 60Hz

%Cálculos de elementos en Paralelo
if (n == 7)
    %Cálculos de elementos en Paralelo
    %Cálculo de las inductancias
    L1 = (Z0*AB)/(gkv(1)*w0);
    L7 = L1;
    L3 = (Z0*AB)/(gkv(3)*w0);
    L5 = L3;

    %Cálculo de las capacitancias
    C1 = gkv(1)/(Z0*AB*w0);
    C7 = C1;
    C3 = gkv(3)/(Z0*AB*w0);
    C5 = C3;

    %Cálculos de elementos en serie

    %Cálculo de las inductancias
    L2 = (gkv(2)*Z0)/(w0*AB);
    L6 = L2;
    L4 = (gkv(4)*Z0)/(w0*AB);
    %Cálculo de las capacitancias
    C2 = (AB/(gkv(2)*w0*Z0));
    C6 = C2;
    C4 = (AB/(gkv(4)*w0*Z0));

    %Se guardan los valores de inductancia y capacitancia en 2 vectores para
    %imprimir mejor los resultados
    L = [L1,L2,L3,L4,L5,L6,L7]; %inductancias del circuito
    C = [C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7]; %Capacitancias del circuito
    format short e %Formato de salida
    L %Se imprime el vector que contiene las inductancias
    C %Se imprime el vector que contiene las capacitancias
end

if (n == 5)

```

```

    %Cálculos de elementos en Paralelo
    %Cálculo de las inductancias
    L1 = (Z0*AB)/(gkv(1)*w0);
    L5 = L1;
    L3 = (Z0*AB)/(gkv(3)*w0);

    %Cálculo de las capacitancias
    C1 = gkv(1)/(Z0*AB*w0);
    C5 = C1;
    C3 = gkv(3)/(Z0*AB*w0);

    %Cálculos de elementos en serie

    %Cálculo de las inductancias
    L2 = (gkv(2)*Z0)/(w0*AB);
    L4 = L2;

    %Cálculo de las capacitancias
    C2 = (AB/(gkv(2)*w0*Z0));
    C4 = C2;

    %Se guardan los valores de inductancia y capacitancia en 2 vectores para
    %imprimir mejor los resultados
    L = [L1,L2,L3,L4,L5]; %inductancias del circuito
    C = [C1,C2,C3,C4,C5]; %Capacitancias del circuito
    format short e %Formato de salida
    L %Se imprime el vector que contiene las inductancias
    C %Se imprime el vector que contiene las capacitancias

end

if (n == 3)
    %Cálculos de elementos en Paralelo
    %Cálculo de las inductancias
    L1 = (Z0*AB)/(gkv(1)*w0);
    L3 = L1;

    %Cálculo de las capacitancias
    C1 = gkv(1)/(Z0*AB*w0);
    C3 = C1;
    %Cálculos de elementos en serie

    %Cálculo de las inductancias
    L2 = (gkv(2)*Z0)/(w0*AB);

    %Cálculo de las capacitancias
    C2 = (AB/(gkv(2)*w0*Z0));

    %Se guardan los valores de inductancia y capacitancia en 2 vectores para
    %imprimir mejor los resultados
    L = [L1,L2,L3]; %inductancias del circuito
    C = [C1,C2,C3]; %Capacitancias del circuito
    format short e %Formato de salida
    L %Se imprime el vector que contiene las inductancias
    C %Se imprime el vector que contiene las capacitancias

end

```

## REFERENCIAS

- Arias, F (2006). **Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica.** 5ta Edición. Editorial Episteme.
- Anexo 1 de la ASA (2005) **Números ASA** Recuperado de:  
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/4473/Anexo.pdf>
- Bastarriga A. (2013) **Calidad de las estimaciones** Recuperado de:  
[https://cincodias.elpais.com/cincodias/2013/07/31/mercados/1375288254\\_394376.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2013/07/31/mercados/1375288254_394376.html)
- Caceres Eddy. (2019) **“Estudio y análisis de armónicos en rectificadores estáticos de potencia eléctrica utilizando series de Fourier, para la región de Puno”** Puno. Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de:  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11502>
- Chávez R. (1999). **Importancia de las protecciones contra sobre corrientes en los sistemas eléctricos de potencia.** Monterrey México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/6098/1/1080087883.PDF>
- Chiavenato (2004) **Tipos de estructuras organizacionales** Recuperado de:  
<http://talentohumanouteindustrial.blogspot.com/2016/04/tipos-de-estructuras-organizacionales.html>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela** (1999) Recuperado de:  
[https://www.oas.org/dil/esp/constitucion\\_venezuela.pdf](https://www.oas.org/dil/esp/constitucion_venezuela.pdf)
- COVENIN 159:1997 IEC 1000 3-2 y 1000 3-4** (2018) Recuperado de:  
<https://es.scribd.com/document/207045335/FONDONORMA-ARMONICOS-3842-2004>
- Figuroa, L.E. Guerrero, (1964) **Laboratorio de física 3 de Berkeley** 1era edición editorial: Mc Graw Hill Recuperado de: <https://acortar.link/fSOq5u>
- Giugni L. Etedgui C. Gonzales I. y Guerra V. (2003) **Evaluación de Proyectos de Inversión.** Primera edición. Editorial: Clemente editores.
- Hernández, Sampieri (2018) **Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta** Primera edición. Editorial: MCGRAW HILL

- Hernández, Sampieri (2018) **Marco teórico**, Recuperado de: <https://xdocs.pl/doc/ques-el-marco-teoricodocx-vo9m6g0zgk8j>
- ICONTEC (2004) y la Comisión de regulación de Energía y Gas en su Resolución CREG 024-2005 (2005) **Aspectos técnicos y normativos para el monitoreo y medición de armónicos** Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-750X2014000200008#f8](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-750X2014000200008#f8)
- Kazan Oğuz. (2018) **“GAN-BASED ROBUST LOW-NOISE AMPLIFIER”** o en español **“AMPLIFICADOR ROBUSTO DE BAJO RUIDO BASADO EN GAN”**. Ankara, Turquía, Middle East Technical University. Recuperado de: <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12622356/index.pdf>
- Krari Moncef (2018) **“Optimal Design and Retrofit of Energy Efficient Buildings, Communities, and Urban Centers”** Recuperado de: <https://acortar.link/sU3p60>
- Kenna (1997) **Análisis de fallas**. Recuperado de: <https://predictiva21.com/analisis-falla-optimizacion-mantenimiento/>
- Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación** (2020) Recuperado de: <https://vdocumento.com/reforma-de-la-ley-organica-de-ciencia-reforma-de-la-ley-organica-de-ciencia.html>
- LEY ORGÁNICA DEL SISTEMA Y SERVICIO ELÉCTRICO** (2000) Recuperado de: <https://acortar.link/oMA7Lx>
- Madonia A. (2019) **Factibilidad social de un proyecto** Recuperado de: <https://matchandbiz.mx/factibilidad-social-proyectos-de-inversion/>
- Mario, T. Tamayo. (2012) **Instrumento de recolección de datos**. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/sarathrusta/el-proceso-de-investigacion-cientifica-mario-tamayo-y-tamayo1>
- Mongay Diego y Valles Rafael (2015) **“Diseño e implementación de un entrenador de modulaciones analógicas y digitales para la materia de análisis de señales en la Universidad de Nueva Esparta”** Caracas, Venezuela: Universidad de Nueva Esparta, Recuperado de:

<http://www.miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/2882/1/TG5602.pdf>

**Norma Venezolana de control de armónicos en sistemas eléctricos** (2001)

<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/117001-04.pdf>

Ogata, K. (2010) **Ingeniería de Control Moderna**. 5ta edición. Editorial: Person education.

Olivares C. (2011) **Estudio de factibilidad** Recuperado de: <https://docplayer.es/50984482-Unidad-iii-estudio-de-factibilidad-m-c-juan-carlos-olivares-rojas.html>

Peláez (2013) **La entrevista** Recuperado de: [https://www.academia.edu/28830090/LA\\_ENTREVISTA\\_pdf](https://www.academia.edu/28830090/LA_ENTREVISTA_pdf)

Sedra y Smith (1999) **Circuitos Microelectrónicos** 4ta edición, Editorial: Oxford University Press.

S. Franco (2018) **Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits, Ed. McGraw Hill**. Recuperado de: <https://acortar.link/kHIoVi>

Tomasi W. (2003) **Sistemas de comunicaciones electrónicas** Cuarta edición. Editorial: Person education.

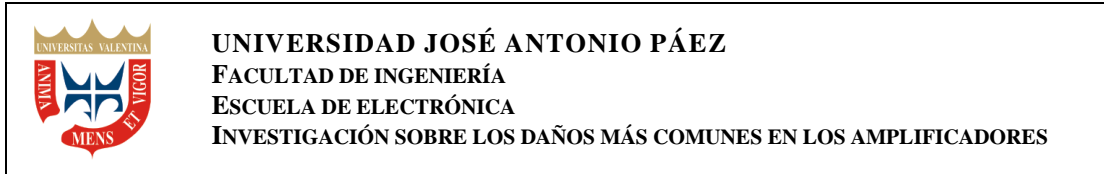
Vera Yolimar (2008) **“CANCELACIÓN ACTIVA DE RUIDO”** Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes Recuperado de: <https://acortar.link/a6Xxy9>

Velazquez R. (2019) **el análisis costo beneficio** Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/analisis-costebeneficio.html>

Walker R. (2002) **for Engineers (Ninth Edition) Harmonic distortion**. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/harmonic-distortion>

## **ANEXOS**

**Anexo A:** Encuesta realizada a los empleados técnicos de la empresa NETUNO C.A.



**Encuestador:** Nelson Lucena.

**Introducción:** La empresa de telecomunicaciones NETUNO C.A. líder en el mercado, actualmente presenta una problemática en sus dispositivos de amplificación, cosa que genera intermitencias y periodos de desconexión en sus servicios, lo cual está afectando negativamente a sus clientes su por lo que muchas veces deciden desistir del contrato y migrar de compañía. Es por ello que se presenta el siguiente cuestionario con la finalidad de encontrar las fallas más comunes en dichos dispositivos según la experiencia de los técnicos en el área.

**Determinar los daños más frecuentes según los técnicos de calle**

**Instructivo:** Para responder a las siguientes preguntas, debe basarse en su conocimiento y experiencia en la empresa, como técnico de la misma, luego lea todas las preguntas detenidamente, y conteste de forma breve la numero 1 y el restante de carácter cerrado, es decir con “si” o “no” según sea el caso.

- 1) ¿En su opinión y experiencia cuál es la falla más común que inhabilita los amplificadores para su funcionamiento? \_\_\_\_\_
- 2) ¿Ha evidenciado que la entrada de alimentación del amplificador se encuentren sulfatadas a simple vista, al realizar algún mantenimiento? \_\_\_\_\_
- 3) ¿Durante los 7 días de la semana debe ir más de 3 veces a ecualizar amplificadores? \_\_\_\_\_
- 4) ¿Durante la semana ha llevado más de 3 amplificadores a transmisión para su reparación? \_\_\_\_\_

**Evaluar la condición actual de los amplificadores**

- 5) ¿Considera que la condición actual de los amplificadores es óptima? \_\_\_\_\_
- 6) ¿Cree necesaria la implementación de dispositivos que permitan corregir las causas de los fallos? \_\_\_\_\_
- 7) ¿Considera que la calidad de energía suministrada a los amplificadores es deficiente? \_\_\_\_\_
- 8) ¿Considera que el servicio se ve afectado por las fallas en los amplificadores? \_\_\_\_\_
- 9) ¿Considera que las fallas en los amplificadores deberían ser más esporádicas? \_\_\_\_\_

**Anexo B.** Cuadro Técnico Metodológico. Tabla de operacionalización de variables

<b>Objetivo de la Investigación</b>	<b>Proponer un diseño de un dispositivo electrónico para la filtración de señales en los sistemas de amplificación de la empresa NETUNO C.A. ubicada en Valencia estado Carabobo.</b>				
<b>Variab</b> les	<b>Dimensiones</b>	<b>Subdimensiones</b>	<b>Indicadores/ Criterios</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ítem</b>
Determinar los daños más frecuentes en los amplificadores	Componentes Tarjeta. Amplificadores	Origen de la falla  Frecuencia de la falla.	Experiencia laboral.  Funcionamiento óptimo de equipos.  Niveles de eualización.  Cantidad de reparaciones.	Encuesta Estructurada	1,2,3 y 4
Evaluar la condición actual de los amplificadores	Calidad de energía. Corrección de fallas. Condición de los amplificadores.	Nivel de funcionamiento. Duración de las fallas. Nivel de afectación del servicio y amplificadores.	Experiencia laboral Prueba de campo. Niveles óptimos de funcionamiento.		

**Fuente:** Lucena, N. (2022)

**Anexo C:** Validación del instrumento de investigación el cual es una encuesta realizada a los empleados técnicos de la empresa NETUNO C.A.

### Validación del instrumento

**I. Datos generales:**

- a. **Apellidos y nombres:** Suescun Rondón July
- b. **Cargos en la institución donde labora:** Asesor y Tutor de Trabajos de Grado, Docente
- c. **Nombre del instrumento a evaluar:** Encuesta

**II. Aspectos de validación:**

Criterio	Indicadores	Inaceptable		Medianamente aceptable		Aceptable	
		0	1	2	3	4	5
Coherencia	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación y los objetivos planteados						x
Relación con objetivos	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.						x
Claridad	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.						x
Compresión	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.						x
Organización	Existe una organización lógica.						x
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos suficientes						x
Cumplimiento	Las preguntas permiten cumplir con los objetivos planteados, obteniendo la información requerida						x

**III. Opinión de aplicabilidad**

- a. **El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación**
- b. **El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación**

 Si

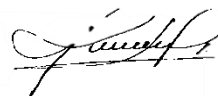
**IV. Promedio de valoración:**

 100 %

**Correo:** jully.unitec1964@gmail.com

**Teléfono:** 0414-9402620

**Fecha:** 16-02-2022



**Anexo D:** Cable AWG, peso del cobre según el número que utilizemos para fabricar el transformador.

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (O/Km.)	Capacidad (A)
0000	11.86	107.2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	56,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23
29	0,2859	0,064	32,4	0,57	265,6	0,18
30	0,2546	0,051	35,6	0,45	333,3	0,15
31	0,2268	0,040	39,8	0,36	425,0	0,11
32	0,2019	0,032	44,5	0,28	531,2	0,09
33	0,1798	0,0254	56,0	0,23	669,3	0,072
34	0,1601	0,0201	56,0	0,18	845,8	0,057
35	0,1426	0,0159	62,3	0,14	1069,0	0,045
36	0,1270	0,0127	69,0	0,10	1338,0	0,036
37	0,1131	0,0100	78,0	0,089	1700,0	0,028
38	0,1007	0,0079	82,3	0,070	2152,0	0,022
39	0,0897	0,0063	97,5	0,056	2696,0	0,017
40	0,0799	0,0050	111,0	0,044	3400,0	0,014
41	0,0711	0,0040	126,8	0,035	4250,0	0,011
42	0,0633	0,0032	138,9	0,028	5312,0	0,009
43	0,0564	0,0025	156,4	0,022	6800,0	0,007
44	0,0503	0,0020	169,7	0,018	8500,0	0,005

Fuente: Solectrochop.com