

**Módulos de laboratorio virtual para las temáticas de transformada de Fourier
y filtros digitales aplicados al curso de señales y sistemas**

**Luis Fernando Marín Alfonso
Proyecto de grado**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Telecomunicaciones
Bogotá
2021**

**Módulos de laboratorio virtual para las temáticas de transformada de Fourier
y filtros digitales aplicados al curso de señales y sistemas**

**Director
Ing. Leonardo Andrés Pérez Cortes**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Telecomunicaciones
Bogotá
2021**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, 17 de noviembre de 2021

CONTENIDO

| | | |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Introducción..... | 1 |
| 2. | La idea para la investigación aplicada..... | 2 |
| 3. | Concebir el problema..... | 3 |
| 3.1 | Descripción del problema..... | 3 |
| 3.2 | Definición del problema..... | 3 |
| 4. | Justificación..... | 5 |
| 5. | Marco Teórico..... | 6 |
| 5.1 | Que es un laboratorio virtual y remoto..... | 6 |
| 5.2 | Que es análisis de señales..... | 7 |
| 5.2.1 | Series y transformadas de Fourier..... | 8 |
| 5.2.2 | Muestreo de señales..... | 8 |
| 6. | Estado del Arte..... | 11 |
| 7. | Objetivo General..... | 16 |
| 8. | Objetivos específicos..... | 16 |
| 9. | Posibles Soluciones..... | 17 |
| 10. | Solución Seleccionada..... | 17 |
| 11. | Diseño Estructural para el desarrollo de la aplicación de acceso de usuario..... | 18 |
| 12. | Diseño Estructural para el desarrollo de la aplicación de acceso de Administrador..... | 19 |
| 13. | Herramientas Virtuales (Vi) para el análisis Espectral basado el FFT Labview..... | 20 |
| 14. | Implementación de filtros FFT (Fast Fourier Transform)..... | 20 |
| 14.1 | Contexto..... | 20 |
| 14.2 | Pregunta problemática..... | 20 |
| 14.3 | Fundamentos: Filtros Digitales y FFT..... | 21 |
| 14.3.1 | Definición de filtro Digital..... | 21 |
| 14.3.2 | Tipos de Filtros:..... | 21 |
| 15. | Definición filtro FFT (Fast Fourier Transforms) en Labview..... | 23 |
| 15.1 | Propiedades de FFT..... | 23 |
| 16. | Responder: ¿Qué tipo de filtro FFT debe usted utilizar para mejorar la calidad de la señal de voz?..... | 25 |
| 17. | Explicación Detallada..... | 25 |
| 17.1 | FFT (transformada Rápida de Fourier) en LabView..... | 25 |
| 18. | Implementación transformada de Fourier utilizada para el análisis de señales..... | 30 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Panel Frontal..... | 30 |
| 18.1 Modulo desarrollo MULTITONE para la toma de muestras de datos..... | 31 |
| 19. Implementación estructura transformada Fourier | 32 |
| 19.1 Contexto..... | 32 |
| 19.2 Pregunta problemática..... | 32 |
| 19.3 Fundamentos: Transformada de Fourier | 32 |
| 19.4 Definición | 32 |
| 19.5 Series y transformadas de Fourier | 33 |
| 19.6 Muestreo de señales..... | 33 |
| 20. Responder: ¿Existe realmente radio estaciones que interfieran en la antena receptora y cuáles serían sus frecuencias de funcionamiento?..... | 35 |
| 21. Explicación Detallada | 35 |
| 22. Transformada de Fourier implementación en LabView | 35 |
| 23. Modulo para el desarrollo de dispositivos: analizador de Espectro | 40 |
| 24. Estudio Cualitativo..... | 41 |
| 24.1 Introducción..... | 41 |
| 24.2 Ámbito de aplicación..... | 41 |
| 24.3 Planificación y proceso..... | 42 |
| 24.3.1 Etapa 1: Definición del problema y Objetivo | 42 |
| 24.3.1.1 Objetivo | 43 |
| 24.3.2 Etapa 2: Diseño de investigación | 43 |
| 24.3.3 Etapa 3: Recopilación de Datos..... | 44 |
| 24.3.3.1 Estadística resultados a la Encuesta para desarrollar lab virtual y remoto en la UNAD” | 45 |
| 24.3.3.2 Formato de viabilidad Módulos Remotos Virtuales Labview..... | 46 |
| 24.3.4 Etapa 4: Análisis de datos | 47 |
| 24.3.4.1 Estadística resultados Encuesta para desarrollar lab virtual y remoto en la UNAD” 47 | |
| 24.3.4.1.1 Pregunta 1 47 | |
| 24.3.4.1.1. Síntesis de resultado | 48 |
| 24.3.4.1.2 Pregunta 2 | 48 |
| 24.3.4.1.2.1 Síntesis de resultados | 49 |
| 24.3.4.1.3 Pregunta 3 | 49 |
| 24.3.4.1.3.1 Síntesis de resultados | 50 |
| 24.3.4.1.4 Pregunta 4 | 50 |
| 24.3.4.1.4.1 Síntesis de Resultados..... | 50 |
| 24.3.4.1.5 Pregunta 5 | 51 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 24.3.4.1.5.1 Síntesis de Resultados..... | 51 |
| 24.3.4.2 Estadística resultados Formato de viabilidad Módulos Remotos Virtuales Labview DAQ | 52 |
| 24.3.4.2.1 Pregunta 1 | 52 |
| 24.3.4.2.1.1 Síntesis de resultados | 52 |
| 24.3.4.2.2 Pregunta 2 | 53 |
| 24.3.4.2.2.1 Síntesis de resultados | 53 |
| 24.3.4.2.3 Pregunta 3 | 54 |
| 24.3.4.2.3.1 Síntesis de resultados | 54 |
| 25. Informe final Estudio cualitativo | 55 |
| 26. Conclusiones..... | 56 |
| 27. Referencias | 57 |

LISTAS ESPECIALES

| No | TITULO | PÁGINA |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 | Figura 1: Comparación laboratorio físico y virtual..... | 7 |
| 2 | Figura 2: Relación existente entre longitudes del rectángulo y ceros de TF..... | 10 |
| 3 | Figura 3: Diseño estructural para el desarrollo de la aplicación..... | 23 |
| 4 | Figura 4: Diseño Estructural acceso de administrador..... | 24 |
| 5 | Figura 5: Filtro pasa bajo ideal..... | 26 |
| 6 | Figura 6: Panel frontal Implementación FFT..... | 30 |
| 6.1 | Figura 7: Diagrama de bloques filtro implementado..... | 31 |
| 6.2 | Figura 8: Símbolo y configuración filtro FFT..... | 32 |
| 6.3 | Figura 9: Panel Frontal Ajuste y resultados de señal..... | 33 |
| 7 | Figura 10: Panel Frontal modulo Transformada Fourier..... | 35 |
| 7.1 | Figura 11: Diagrama de bloques..... | 35 |
| 7.2 | Figura 12: Panel Frontal Multitone..... | 36 |
| 8 | Figura 13: Panel Frontal implementación Transformada Fourier..... | 40 |
| 8.1 | Figura 14: Diagrama de Bloques..... | 41 |
| 8.2 | Figura 15: Símbolo y configuración de filtro..... | 42 |
| 8.3 | Figura 16: Panel Frontal resultados Procesamiento..... | 43 |
| 8.4 | Figura 17: Símbolo y configuración de filtro..... | 44 |
| 9. | Figura 18: Panel frontal y Diagrama de bloques Analizador..... | 45 |
| 9.1 | Figura 19: Diagrama de Bloques. Símbolo y configuración de filtro..... | 45 |
| 10 | Figura 20: Resultados Encuesta..... | 58 |
| 11 | Figura 21: Resultados Encuesta..... | 59 |
| 12 | Figura 22: Representación resultados..... | 60 |
| 13 | Figura 23: Representación resultados..... | 61 |
| 14 | Figura 24: Representación resultados..... | 62 |
| 15 | Figura 25: Representación resultados..... | 63 |
| 16 | Figura 26: Representación resultados..... | 64 |
| 17 | Figura 27: Representación resultados..... | 65 |
| 18 | Figura 28: Representación resultados..... | 66 |

INDICE DE ECUACIONES

| | |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Ecuación 1: Ecuacion General Transformada de Fourier..... | 9 |
| Ecuación 2: Transformada Inversa..... | 9 |
| Ecuación 3: Transformada en funciones complejas y reales..... | 9 |
| Ecuación 4: Transformada en modulo y Angulo..... | 9 |
| Ecuación 5: Expresión trigonométrica de TF. | 10 |
| Ecuación 6: Derivada de la transformada de Fourier..... | 23 |
| Ecuación 7: Transformada Discreta de Fourier DFT..... | 23 |
| Ecuación 8: Secuencia de Resultado complejo..... | 24 |
| Ecuación 9: Propiedad inherente de DFT..... | 24 |
| Ecuación 10: Complejos conjugados..... | 24 |
| Ecuación 11: Consecuencia real..... | 24 |
| Ecuación 12: Consecuencia Imaginaria..... | 24 |

GLOSARIO

DFT: Transformada Discreta de Fourier

FFT: Transformada Rápida de Fourier

FILTRO BANDA PASO: actuador de una rango de frecuencias

FILTRO DIGITAL: actuador netamente digital

FILTRO PASA ALTOS: atenuador de bajas frecuencia.

FILTRO PASA BAJOS: atenuador de altas frecuencias

FILTRO RECHAZA BANDA: atenuador de frecuencias de corte superior e inferior

MUESTREO: Selección de conjunto o intervalos de señal

MULTIBANDA: actuador de varios rangos con frecuencias analógicas y digitales.

SERIE Y TRANSFORMADA DE FOURIER: Es una serie de ondas senoidales adecuadamente elegidas, sumadas representa una señal continua y periódica.

TRANSFORMADAD DE FOURIER: Permite cambiar cualquier función matemática a otro dominio, llamado dominio de frecuencia.

RESUMEN

Se implementan módulos de laboratorios virtuales y remotos, donde se realizarán análisis de señales procesadas en la herramienta LabVIEW con FFT para el filtrado, mejoramiento y desarrollo de dispositivos. Como alternativa de desarrollo minimizador de procesos de análisis y comprensión de los laboratorios prácticos que lo requieran. Estos módulos se construyen con estudios de caso que involucran técnicas de análisis de señales a fin de que los estudiantes comprendan la aplicación de las transformadas rápidas de Fourier. Tomando como base un estudio cualitativo para determinar aspectos positivos y negativos de los módulos desarrollados propuestos.

1. Introducción

La educación virtual plantea múltiples retos, uno de ellos es el desarrollo del componente práctico a distancia. Para ello se tienen diversas soluciones, una de ellas es el desarrollo de laboratorios virtuales y remotos, donde los estudiantes se conectan a través de plataformas online para manipular un hardware remoto o simular un proceso. Como actualmente las instituciones a distancia no cuentan con tecnologías robustas para llevar a cabo estos procesos, los estudiantes deben asistir a prácticas presenciales (in-situ) ocasionando molestias por sus largos desplazamientos.

En la investigación realizada, logrando un alto impacto y entendimientos de temas complejos en la aplicación de sistemas de análisis de señales encaminadas en las carreras de ingenierías electrónica y telecomunicaciones, se presentan desarrollos de módulos virtuales y remotos como componentes prácticos en la enseñanza de la educación virtual y a distancia explorando métodos alternativos para promover herramientas tecnológicas a los estudiantes y mejoramientos en procesos tradicionales en los laboratorios prácticos. En este caso los estudiantes podrán tener acceso simultáneo a cada uno de los módulos desarrollados combinando los componentes teóricos matemáticos con procesamiento computacional, todo esto desde la virtualidad.

Este desarrollo presenta una alternativa de laboratorio virtual y remoto para fortalecer el análisis y entendimiento en los cursos de procesamiento de señales cuyo contenido asocia conceptos matemáticos con procesamiento digital utilizando la herramienta Labview.

2. La idea para la investigación aplicada

La educación convencional está en una constante transformación digital para brindar mayor cobertura y sobreponer barreras como el actual confinamiento a causa de la pandemia. Hoy en día, aún existen estudiantes rurales sin acceso a la educación superior y el confinamiento ha mostrado lo débil que son muchas universidades para ofrecer programas académicos virtuales de alta calidad. Uno de los retos de la educación remota es ofrecer un componente práctico virtual sólido, el cual reproduzca las actividades llevadas a cabo en laboratorios in-situ. En respuesta a este reto, esta propuesta de grado busca desarrollar módulos de laboratorio virtual y remoto para el curso de análisis de señales utilizando la herramienta LabVIEW. Como este curso es complejo por su matemática avanzada, estos módulos apoyaran el proceso formativo del estudiante con actividades que resuelven problemas de la vida real en ingeniería electrónica o telecomunicaciones. El laboratorio centrará sus actividades en cuatro temas fundamentales: 1) operaciones con señales, 2) convolución y correlación, 3) series y transformada de Fourier, y 4) transformada de Laplace. La propuesta desarrollará módulos (o programas) que resuelven estudios de casos a través de los módulos en LabVIEW y su tarjeta de adquisición DAQ. La tarjeta DAQ permitirá conectar en tiempo real señales eléctricas externas para que sean procesadas a través de los módulos. Con este trabajo se busca dar un aporte a nivel de ingeniería y pedagógico a los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Mi objetivo como estudiante es realizar un gran análisis y sus comportamientos de señales a través de los módulos de trabajo desarrollados por un equipo de investigación de la UNAD.

3. Concebir el problema

3.1 Descripción del problema

En la última década, la educación convencional ha buscado integrar nuevas tecnologías para brindar más cobertura y ofrecer educación de calidad en momentos de coyuntura, tal como la actual pandemia. En pleno siglo XXI aún se puede encontrar jóvenes en zonas rurales con anhelos y potenciales que no pueden ser explotados por no brindar educación universitaria de calidad en esas zonas. Algunos estudiantes con interés de superación hacen el esfuerzo de movilizarse grandes distancias para llegar a un centro educativo in-situ, ocasionando molestias y dificultades en su desplazamiento. Por otro lado, la pandemia ha mostrado que muchas universidades están atrasadas en su transformación digital y no tienen una infraestructura sólida para ofrecer clases virtuales. De hecho, algunas instituciones no integran plataformas virtuales para el manejo del componente práctico, ocasionando que los estudiantes pierdan interés en matricularse por considerar que los costos de la matrícula son superiores a la calidad de educación que se ofrece.

3.2 Definición del problema

Dada la investigación realizada y la descripción del problema, Un elemento clave en la educación virtual es ofrecer laboratorios virtuales y/o remotos. Hoy en día se tienen algunos desarrollos en esta materia, pero con múltiples diferencias de conectividad y manejo de plataforma:

Se describen las múltiples limitaciones que se tienen al utilizar diferentes herramientas virtuales aplicadas a los laboratorios. En ese laboratorio virtual sugiere la utilización de Matlab que proporciona una potente interfaz gráfica de usuario para aplicaciones y sus elevadas prestaciones matemáticas que facilitan el tratamiento de diferentes señales. Haciendo el análisis detallado del laboratorio expuesto por M. Santos, en su primera etapa se trabajara de forma local, pero se pueden presentar algunos problemas de conectividad al intentar acceder a las herramientas virtuales GUI-TAIS (Tratamiento Avanzado de inteligencia de señales. (Santos Peñas M- Castro Farias G. (2010).

En su documento de proyecto final, argumenta que durante los procesos de laboratorios presenciales el acceso a las aulas es limitado, así como el tiempo para su ejecución poco suficiente para el desarrollo y comprobación de resultados. Dado que se presenta una propuesta similar a la anterior, donde se utilizaran

diferentes herramientas como applet de Java uno de los puntos más vulnerables es la sensibilidad y estabilidad de las conexiones, así como los registros y componentes de seguridad tanto en la PC local como sobre la RED de conexión. (Callejo Fernandez M- Sabría Prim M. (2007)).

Existen cursos que necesitan de este componente práctico para comprender con mayor facilidad sus temáticas complejas. Tal es el caso del curso de análisis y procesamiento de señales, tradicional en programas de ingeniería electrónica y telecomunicaciones, el cual involucra matemática avanzada que es difícil de asimilar y que un buen componente práctico ayudaría a facilitar su comprensión.

De acuerdo con a las problemáticas previamente descritas, se resalta la necesidad de crear potentes laboratorios virtuales y/o remotos para cursos complejos de ingeniería. Se ha notado que existen la plataforma LabVIEW-DAQ, que en principio está orientada a automatizar procesos industriales, pero pueden ser transformada como herramienta para laboratorios virtuales y remotos. En particular, nuestro proyecto pretende explotar esta herramienta para construir el componente práctico virtual del curso análisis de señales de los programas de ingeniería electrónica y telecomunicaciones de la UNAD. En ese sentido se plantea la siguiente pregunta problemática:

¿Cómo se puede construir una herramienta sólida de laboratorio virtual para el curso de análisis de señales a través de la plataforma LabVIEW?

4. Justificación

A partir de siguiente documento, será importante ya que se fortalecerán competencias de los estudiantes de cursos de análisis de señales en los programas tanto de ingeniería electrónica como de telecomunicaciones. Estas competencias pueden ser aplicadas en formaciones virtuales no solamente para instituciones como la UNAD si no a las demás instituciones educativas que brindan esta modalidad en los diferentes programas académicos profesionales, dando de esta forma, un alcance y aporte significativo e importante al avance en la educación en modalidad virtual, siendo esencial en tiempos de pandemia.

De acuerdo con la investigación sobre el análisis de señales, se observa un creciente interés en el mejoramiento del aprendizaje de estos cursos ya que, no solamente se dificulta y sino también se torna difícil el entendimiento por parte de los estudiantes. Es por eso que se facilitara su comprensión a través de la aplicación de estos laboratorios virtuales y remotos por parte de todos los estudiantes. En los que se contemplan elementos metodológicos y pedagógicos, a partir de los resultados arrojados por el análisis sobre las señales procesadas, diferentes a los utilizados hasta el momento. Esto ha supuesto un proceso de cambio profundo y acelerado que afecta tanto a la estructura de la enseñanza universitaria como a su posición y sentido social. A diferencia del modelo tradicional donde, para participar y desarrollar dichos laboratorios, los estudiantes como docentes debían asistir presencialmente al laboratorio actuando como agentes en el proceso de aprendizaje práctico virtual, en el nuevo modelo se propondrá mecanismos tecnológicos más abiertos y centrados con los estudiantes para fomentar un aprendizaje autónomo, participativo, activo, grupal y comprometido con el proceso. Esto supone una transformación radical en el desarrollo de los laboratorios prácticos virtuales y remotos.

5. Marco Teórico

5.1 Que es un laboratorio virtual y remoto.

Dado que la educación en las ciencias y las ingenierías debe contar con experiencias en componentes prácticos, desde su implementación en estos programas se realizan, cada vez en un porcentaje menor presencialmente.

En la actualidad, el uso de computadoras y el avance tecnológico posibilitan nuevos acercamientos basados en laboratorios virtuales y laboratorios remotos. Dispositivos de acceso remoto han sido utilizados, por mucho tiempo, para experimentar en situaciones de peligro, en lugares de difícil acceso y para la exploración espacial (satélites, sondas espaciales o robots como el Mars Pathfinder son ejemplos de esto).

El uso de dispositivos de acceso remoto en laboratorios permite la implementación de los mismos a menor costo y con posibilidades de ser utilizados por diferentes instituciones de todo el mundo simultáneamente. A veces los términos laboratorio remoto, laboratorio virtual y laboratorio online son confundidos, debido que no se ha establecido oportunamente una diferenciación clara sobre lo que es cada uno. Para poder diferenciarlos, es necesario establecer criterios de acuerdo a su forma de acceso y como están implementados: Naturaleza del equipo de laboratorio (físico o virtual), Forma de acceso (local o distante), El laboratorio tradicional es el llamado laboratorio presencial o laboratorio de acceso local. Se utilizan equipos físicos de laboratorio y los ensayos son realizados in situ.

El laboratorio virtual es un laboratorio donde se utilizan simulaciones, generalmente tomando modelos físicos adecuados a la situación de ensayo. Estos laboratorios, son los que presentan menor costo de implementación, ya que su funcionamiento depende de modelos matemáticos y son desarrollados mediante aplicaciones de software. De acuerdo al tipo de software que se utilice, puede ser implementado en forma local o remota (aplicaciones distribuidas).

La definición de laboratorio remoto es utilizada para identificar laboratorios con equipos físicos que realizan los ensayos localmente, pero el usuario accede en forma remota a través de una interface implementada mediante un software.

Figura 1

Comparación laboratorio físico y virtual.

| Tipo de equipo utilizado | Acceso Local | Acceso Remoto |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| Físico (real) | Laboratorio tradicional | Laboratorio Remoto |
| Virtual (modelado) | Simulación local | Laboratorio Virtual |

Los laboratorios remotos son una herramienta muy importante para la enseñanza, como así también para la industria y centros de investigación. El control de dispositivos mediante la Internet, presenta una oportunidad única para resolver las necesidades de los ingenieros y científicos de acceder a equipos físicos a distancia.

Cabe destacar que, en la enseñanza, los laboratorios remotos no reemplazan a los laboratorios tradicionales, sino que se complementan con éstos. El estudiante de ingeniería tiene la necesidad de estar presente en el lugar y poder realizar sus propios ensayos de acuerdo a sus inquietudes, pero para la realización de los ensayos más tradicionales, el uso de laboratorios remotos permite abaratar costos y permitir mayor accesibilidad, ya que un solo equipo de ensayo puede ser compartido por cientos de estudiantes.

5.2 Que es análisis de señales

El análisis de señales es un conjunto de técnicas muy amplio cuya finalidad es obtener información a partir de datos que, usualmente, toman la forma de variables físicas (v.g., voltaje, temperatura, presión, etc.) que cambian en el tiempo (señales temporales). En Psicología ha sido tradicionalmente de una gran utilidad en áreas como Psicología de la Percepción (visual, auditiva, etc.) o en Psicofisiología pero se puede aplicar a cualquier tipo de señal que sirva de entrada (input) estimular a un sujeto (v.g., sonidos, imágenes, etc.) o de salida (output) del mismo (v.g., EEG, movimientos manuales, EKG, música, etc.).

Utilizando conceptos fundamentales (sistemas, transformada de Fourier, convolución, etc.) para el análisis de cualquier tipo de señal. Debido a que el área

es de una gran amplitud, se incidirá especialmente en el dominio de los conceptos básicos sin pretender dominar técnicas específicas, para las que necesitará profundizar por su cuenta.

5.2.1 Series y transformadas de Fourier

El análisis de Fourier debe su nombre a Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), un matemático y físico Francés. Si bien muchas personas contribuyeron a su desarrollo, Fourier es reconocido por sus descubrimientos matemáticos y su visión en el uso práctico de las técnicas. Su interés se centraba en la propagación de calor, presentando en 1807 un trabajo en el Instituto Francés sobre el uso de funciones senoidales para representar distribuciones de temperatura.

El trabajo presentaba un resultado controvertido: que cualquier señal continua y periódica podía representarse como la suma una serie de ondas senoidales adecuadamente elegidas. Entre los revisores de su trabajo estaban dos de los matemáticos más reputados de su época y también de la Historia, Joseph Louis Lagrange (1736-1813) y Pierre Simon de Laplace (1736-1827), que habían sido sus maestros en la Escuela Normal Superior de París. Mientras que Laplace y otros revisores votaron a favor de la publicación del trabajo, Lagrange protestó categóricamente. Durante años, Lagrange insistió en que esta aproximación no podía aplicarse a señales con ‘esquinas’, es decir, con cambios bruscos de pendiente como una onda triangular. El Instituto Francés cedió ante el prestigio de Lagrange y el trabajo fue rechazado, y no fue publicado hasta la muerte de éste, 15 años después. Afortunadamente, Fourier tenía muchas otras cosas que le mantenían ocupado: actividades políticas, expediciones con Napoleón a Egipto, y tratar de evitar la guillotina después de la Revolución Francesa (¡literalmente!). (Sanchez Felix- Pache Diaz Tembleque 2010.)

5.2.2 Muestreo de señales

La transformada Fourier de una señal unidimensional o función continua $f(x)$ es una transformación de dicha señal que nos permite calcular la contribución de cada valor de frecuencia a la formación de la señal. La expresión matemática de dicho cálculo es

$$F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \exp[-i2\pi ux] dx \quad (1)$$

Ecuación 1

Donde $i = \sqrt{-1} \exp[-i\pi ux] = \cos(2\pi ux) - i \cdot \sin(2\pi ux)$ y la variable de u que aparece en función de $F(u)$ representa las frecuencia. Puede demostrarse además que esta transformación tiene inversa; es decir que dada la función de $F(u)$ podemos a partir de ella calcular la función $f(x)$

La expresión matemática de dicha transformada inversa es

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(u) \exp[i2\pi ux] du \quad (2)$$

Ecuación 2

Estas dos funciones $f(x)$ y $F(u)$ se denominan un **par de transformadas Fourier**. En general las funciones con las que trataremos en problemas reales verificarán las condiciones que es necesario imponer para que las expresiones anteriores puedan calcularse.

Es importante señalar que aunque las funciones que definen a las imágenes son funciones reales sus transformadas Fourier son funciones complejas con parte real y parte imaginaria. Así pues $F(u)$ se expresará de forma general como

$$F(u) = R(u) + iI(u) \quad (3)$$

Ecuación 3

Donde $R(u)$ denota la parte real y $I(u)$ la parte imaginaria. Como todo número complejo para cada valor de u , $F(u)$ puede expresarse en términos de su módulo y de su ángulo de fase. Es decir, $F(u)$ también puede expresarse como

$$F(u) = |F(u)| \exp[i\phi(u)] \quad (4)$$

Ecuación 4

Donde

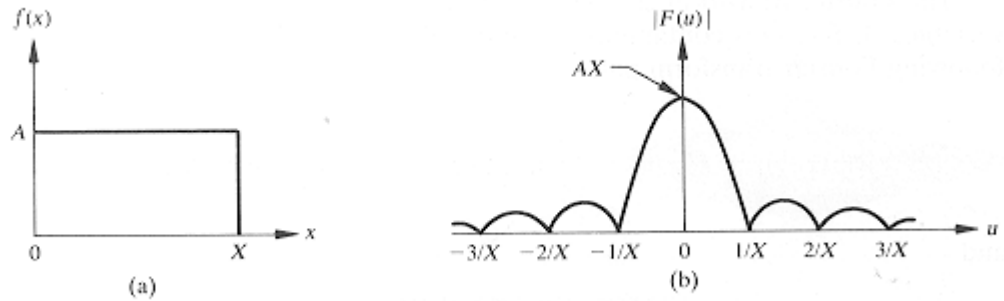
$$|F(u)| = \sqrt{R^2(u) + I^2(u)}, \quad \phi(u) = \tan^{-1} \frac{I(u)}{R(u)} \quad (5)$$

Ecuación 5

Y a la función $|F(u)|$ se le denomina espectro de Fourier de la señal $f(x)$, y al cuadrado de dicha Función. $|F(u)|^2$ Se le denomina espectro de potencias de $f(x)$. En la Figura 2 se muestra una señal simple y su TF

Figura 2

Muestra de señal simple y su TF.



Nota: En la figura 2 debe notar la relación existente entre la altura, anchura del rectángulo, la altura y los ceros de la TF. Tomado de (Ambardar Ashok 2003)

6. Estado del Arte

Para el desarrollo de la investigación, se inicia a partir de la emergencia sanitaria provocada por la pandemia del Covid-19, generando afectación en aspectos sociales, económicos y políticos de la vida cotidiana; es por esto que se expone la problemática planteada sobre la educación virtual y los nuevos modelos de enseñanza. Como se expone en el artículo citado “El avance de las tecnologías de la información y la comunicación se debe a la capacidad evolutiva de los equipos informáticos, así como a la existencia de herramientas y aplicaciones cada vez más sofisticadas.

Un ejemplo son los laboratorios virtuales, herramienta flexible que permite diseñar, simular, modelar y probar a través de procesos de experimentación de la vida real. Los laboratorios virtuales tienen gran impacto en la ingeniería, ya que mejoran la accesibilidad a los experimentos, facilitando el desarrollo de estrategias en el campo de la educación; incluyen formas interactivas para observar, ilustrar, demostrar e investigar, además de apoyar a los usuarios del sistema en la elaboración y el intercambio de resultados. Por este motivo, la experiencia reflejada en este artículo destaca el diseño y la implementación de un ecosistema para el despliegue y la gestión de laboratorios virtuales, basado en el estándar de interoperabilidad de herramientas de aprendizaje IMS. En este proceso, los métodos y tecnologías aplicables al desarrollo de laboratorios virtuales se caracterizan con un modelo de instrucción para entornos experimentales, que identifica el alcance del procedimiento y los criterios técnicos, teniendo en cuenta LabManager, WebLabDeusto y LMS Sakai, y, finalmente, la instalación y configuración de la plataforma en la nube y el prototipo de laboratorio que responde al ecosistema propuesto.” (Santamaría-Buitrago, Frey Alfonso; Ballesteros Ricaurte, Javier Antonio; González-Amarillo, Ángela María, 2019).

De acuerdo a esto, se evidencia que si bien como menciona Santamaría, los procesos de implementación y desarrollo de actividades en laboratorio, son fundamentales para la ejecución integral de herramientas de aprendizaje, la presente investigación en concordancia con este artículo soporta no solo la necesidad del laboratorio, sino las alternativas que surgen a partir de eventualidades como la actual pandemia; en donde se evidencia que con el apoyo de herramientas especializadas se pueden, diseñar, crear, modificar, soportar y ejecutar prácticas de laboratorio virtuales en facultades de ingeniería y carreras

como ingeniería de telecomunicaciones e ingeniería electrónica específicamente, con el ánimo de facilitar espacios de aprendizaje y entendimiento para el procesamiento de señales.

Entre tanto, Parra Valencia (2016) nos expone en su escrito que la virtualidad es un problema desde un punto de vista diferente: “el problema de la virtualidad desde una perspectiva filosófica, dialogante con las formas contemporáneas de aprehensión del término, en consonancia con los desarrollos tecnológicos y discursivos de la historia reciente. Se analizarán términos afines a la virtualidad, tales como "posibilidad", "potencialidad", "ficción", "irrealidad", "realidad" y "actualidad", con el fin de caracterizar aquello que hoy se denomina "realidad virtual" y "ciberespacio". La virtualidad no es un problema (solo) tecnológico. Los desarrollos veloces de la digitalización desde hace poco más de treinta años han logrado cubrir casi por completo el escenario de fabricación de lo imaginario, a través de dispositivos e interfaces que deslocalizan los cuerpos y sincronizan la atención consciente de los sujetos, pero paradójicamente aún hay pocas precisiones acerca del sentido complejo de lo virtual. En las escuelas aún un curso de virtualidad parece atado al desarrollo de habilidades informáticas, impartidos en "ambientes virtuales" donde puedan practicarse usos de softwares. Por otro lado, se juzga el análisis de "lo virtual" desde evaluaciones de novedad e innovación frente a la aparición de nuevos programas digitales, tanto en ámbitos gráficos como sonoros. Pero lo virtual es un problema más profundo que las evaluaciones frenéticas de nuevos softwares al uso. La virtualidad está inserta en la constitución misma de lo ontológico humano. Desde ella se pueden describir los procesos de hominización y humanización. Sin ella aquello que entendemos por "hombre" nunca se habría constituido. Tanto el lenguaje como la técnica, la religión, la política, la economía y el arte presentan escenarios virtuales complejos no reductibles a los discursos positivistas de las creaciones teletecnológicas” (Parra Valencia, Juan Diego. 2016).

En contraste de este análisis, el curso de esta investigación busca plasmar el desarrollo de módulos especialmente LabView-QAD fuera de todo traumatismo tecnológico, en donde los entornos de ejecución de laboratorios sean más que amigables, agradables y generadores de espacios de entendimiento y aprendizaje, dado que los procesamientos de señal tengan un abordaje más sencillo, amigable y confiable. Dadas las diferentes plataformas para el buen desarrollo de las prácticas virtuales en carreras de ingeniería, la elección de la plataforma a trabajar juega un papel importante en el aprendizaje de los estudiantes: “Para potenciar

este tipo de aprendizajes el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TICs) ha sido fundamental puesto que a través de multimedia, video juegos, programas de simulación y los micro mundos han potenciado el desarrollo de laboratorios virtuales, De estas tecnologías, el laboratorio virtual es un simulador que mediante el uso de lenguajes de programación interactiva, los estudiantes reciben información y realizan actividades de manera autónoma. Laboratorios y prácticas que tienen como propósito potenciar el desarrollo de habilidades y nuevas formas de conocimiento. Sin embargo, su selección debe ser cuidadosa y hacerse con criterios objetivos de calidad, puesto que se debe determinar si se adecuan al entorno de aprendizaje. Si los estudiantes mejoran sus aprendizajes mediante su aplicación específica (y si su aplicación corresponde con los objetivos específicos del componente práctico del curso o del programa)”. (Riaño Luna- Campo Elías- Palomino-Leiva, Martha Liliana. 2015).

Así mismo la utilización de la aplicación y herramientas se debe tener en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de ellas: “Un curso masivo online abierto (MOOC, por sus siglas en inglés) es un curso online dirigido a ilimitados participantes con acceso abierto vía web. Además de tener los materiales típicos de todo curso, como diapositivas, libros, entre otros, muchos MOOCs proveen foros de usuario interactivos para dar soporte entre estudiantes, profesores, y personas involucradas. Los MOOCs son un desarrollo reciente y ampliamente investigado en lo que se refiere a educación a distancia. Surgieron en 2006, pero tomaron fama a partir de 2012. Este software, utilizado para dar instrucciones y construir nuevos espacios educativos, nos permite recurrir a diversas herramientas que nos facilitan la comunicación, los intercambios y la colaboración. No obstante, la comunicación se fortalece entre estudiantes y tutores de manera sincrónica o asincrónica. Un Sistema de Gestión del Aprendizaje, o LMS por sus siglas en inglés, es un software instalado generalmente en un servidor web, que se emplea para crear, aprobar, administrar, almacenar, distribuir y gestionar las actividades de formación virtual (puede utilizarse como complemento de clases presenciales o para el aprendizaje a distancia). Para el proyecto presentado lo llamaremos “Plataforma Virtual”. Los LMS responden a las características que desde hace tiempo se venían señalando para las llamadas aulas virtuales en actividades de enseñanza y aprendizaje. Por ello, también son llamados plataformas de aprendizaje, ya que se convierten en un repositorio tanto de los contenidos, instrucciones, materiales diversos y productos, como de las interacciones entre los actores educativos. Entre las principales funciones que debe cumplir un LMS se encuentran las de administrar los usuarios, los recursos, los contenidos y las actividades para la enseñanza de un tema en particular; calendarizar, organizar y

ordenar eventos; administrar el acceso; controlar y hacer seguimiento del proceso de aprendizaje; contar con herramientas para evaluar; generar los informes de avances; gestionar servicios de comunicación (como foros de discusión y videoconferencias, entre otros); permitir colaboración entre usuarios y posibilitar la conversación en línea. En resumen, se podría decir que un LMS sirve para poner a disposición de los estudiantes la metodología plasmada en la organización didáctica, materiales, tareas, foros, chat, etc., creada por un grupo de docentes para fomentar el aprendizaje en un área determinada. A continuación, se describen las distintas alternativas que fueron consideradas, mencionando las principales características de cada una y explicando qué se eligió y por qué. En particular, la decisión final fue desarrollar el software desde cero, ya que las alternativas analizadas tienen desventajas que las hacen no viables. Edu2.0 encabezó la lista de LMS a seleccionar. La misma nos ofrece las mismas alternativas que otras plataformas, con la ventaja de no tener que implementar un servidor propio, ya que el acceso es en línea. Principalmente, Edu2.0 está ideado para ser usado por los profesores que trabajan habitualmente de forma presencial y que desean incluir elementos digitales online, sin excluir su uso exclusivo en elearning. Edu2.0 es gratuito para aquellas instituciones dedicadas a la educación, con menos de 2000 alumnos registrados. Es una sencilla, potente, y moderna plataforma e-learning, fácil de usar en el sistema de gestión de aprendizaje (LMS) que simplifica la educación en línea. Esta herramienta resultó ser la plataforma virtual más conveniente a implementar en el proyecto, debido a varias de las ventajas que presentaba, entre ellas, bajo costo y fácil mantenimiento. Lamentablemente, la persona que se contactó por esta herramienta nos confirmó que la misma no era aplicable para el desarrollo presentado, por lo cual no será utilizada. LabVIEW también fue una herramienta entre las preseleccionadas para implementar. Se trata de una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad. Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos. También es muy rápido hacer programas con LabVIEW. El problema fue que, debido a su alto costo de implementación, debió ser descartado” (Grisolio Magalí- Zanetti Paula - Bellotti Marcelo A- Castiñeiras José. 2018.).

“Una de las desventajas de los laboratorios remotos, es que para cada laboratorio físico solamente puede acceder un usuario, lo que limita el número de estudiantes que pueden acceder a diario. Sin embargo, hay

proyectos como el de World Pendulum, que no tendrá este inconveniente. El éxito de este proyecto en cuanto al aprendizaje dependerá de su implementación dentro de los cursos de enseñanza de educación superior y de la didáctica que propongan los docentes para garantizar su uso” (Triana Ortiz Karla Nathalia, Montes Dias Nely Johanna. 2020)

7. Objetivo General

Implementar módulos de laboratorios virtuales y remotos, donde se realizaran análisis de señales procesadas en la herramienta LabVIEW-DAQ con FFT para el filtrado, mejoramiento y desarrollo de dispositivos. Como alternativa de desarrollo minimizador de procesos de análisis y comprensión de los laboratorios prácticos que lo requieran.

8. Objetivos específicos

1. Construir estudios de caso que involucren técnicas de análisis de señales a fin de que los estudiantes comprendan la aplicación de las transformadas rápidas de Fourier.
2. Desarrollar módulos para que los temas de operaciones con señales, convolución, series, transformada de Fourier de LabVIEW se comprendan con mayor facilidad.
3. Realizar un estudio cualitativo para determinar aspectos positivos y negativos de los módulos desarrollados propuestos.

9. Posibles Soluciones

Se tendrá al final una serie de programas denominados módulos desarrollados bajo la herramienta de software Labview QAD los cuales serán sometidos para que sean registrados como software. Se realizará el respectivo análisis teórico práctico de las señales procesadas por estos módulos desarrollados.

10. Solución Seleccionada

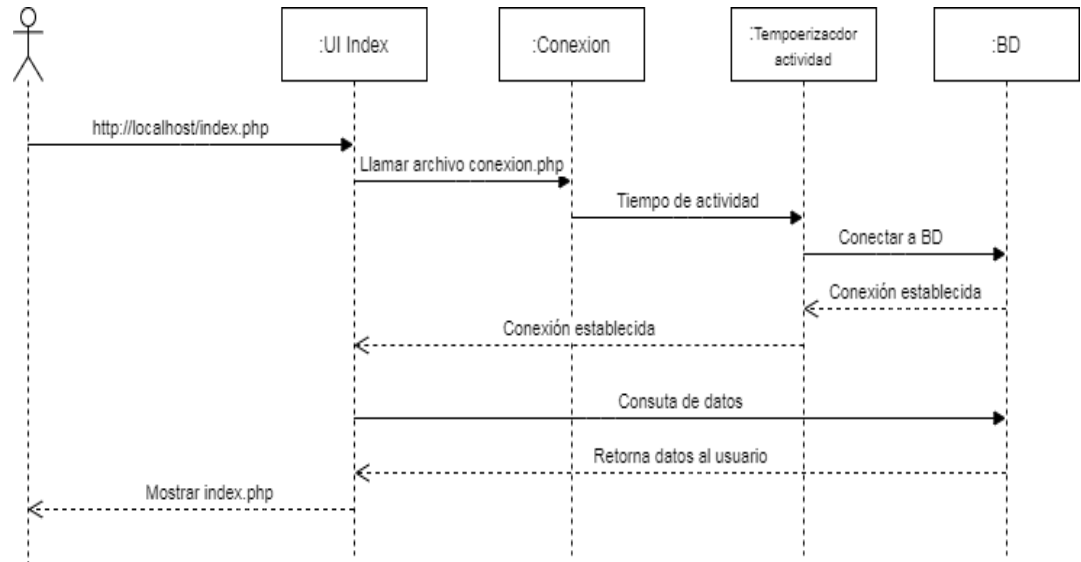
El presente documento exponen diversas comparaciones de los resultados arrojados por el análisis de los módulos desarrollados. Contribuciones que se han ido implementando en el contexto de la enseñanza universitaria para carreras técnicas e ingeniería que facilitan la comprensión de los principales conceptos del procesamiento digital de señales y reconocimiento de patrones. Las prácticas se realizan bien en laboratorios virtuales mediante herramientas de simulación de Labview QAD, bien de forma distribuida a través de internet y, en algunos casos, se han implementado en sistemas reales mediante DSP. La comprobación visual y en algunos casos auditiva del procesamiento aplicado permite la autoevaluación y motivación del alumno. Se presentan también algunas experiencias de su implantación en programas como ingeniería de Telecomunicaciones y Electrónica.

Una vez desarrollados los módulos, estos serán cargados a una “nube” en internet o almacenados en un pc donde se pueda acceder remotamente por medio de una aplicación de conexión remota (VPN, TeamViewer, AnyDesk entre otros), si lo prefiere, utilizar una herramienta personalizada o si están en la nube en internet, estos puedan ser descargados para ser trabajados localmente en el pc de cada estudiante.

11. Diseño Estructural para el desarrollo de la aplicación de acceso de usuario

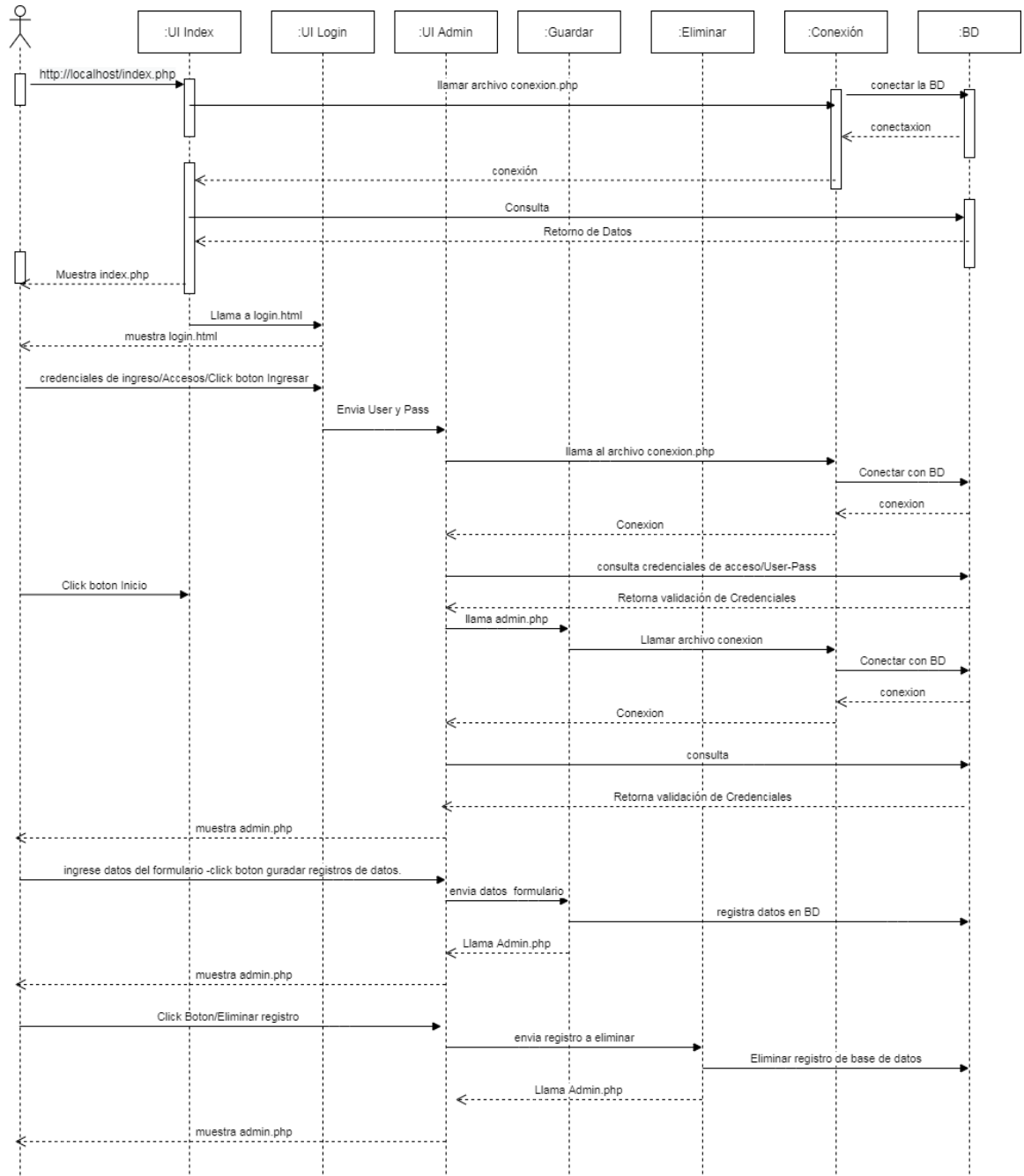
Figura 3

Diseño estructural para el desarrollo de la aplicación.



12. Diseño Estructural para el desarrollo de la aplicación de acceso de Administrador

Figura 4
Diseño Estructural acceso de administrador



13. Herramientas Virtuales (Vi) para el análisis Espectral basado el FFT Labview

Utilización de FFT (Transformada Rápida de Fourier)

Este procedimiento se utiliza para identificar las fallas de máquinas por medio de las vibraciones. Por medio del análisis espectral de cada frecuencia de acuerdo a cada vibración podemos aplicar filtros y determinar la causa de la falla y su ubicación. Se debe tener unas pruebas comparativas de acuerdo a funcionamiento correcto de fábrica. Este análisis también aplican en telecomunicaciones para identificar interferencia y lograr tener una señal “limpia”, sin errores y sin pérdida de paquetes.

14. Implementación de filtros FFT (Fast Fourier Transform)

14.1 Contexto

Bajo la necesidad de intercomunicar dos puntos lejanos, Se implementa un enlace de telecomunicación vía microonda donde se transportara una señal de voz. Durante los periodos de planeación, la ejecución, pruebas y puesta en marcha, se identifican varias interferencias inducidas en la señal por diferentes factores que dificultan y degradan la calidad de la señal de voz. Para evitar esto, es necesario tener un diagnóstico claro de cada uno de los componentes y etapas hacen parte del enlace de telecomunicaciones. Para ello, los ingenieros realizaran un análisis detallado sobre la etapa de programación y procesamiento, tanto en la transmisión como de recepción de la señal. Bajo los datos recopilados por los ingenieros se podrán aplicar procesos de filtrado en la frecuencia transmitida utilizando todos los componente que conforman la FFT y de esta manera, mantener la señal de voz transmitida y recibida dentro de los mejores estándares de calidad de señal.

14.2 Pregunta problemática

Dado que existe un riesgo en la disponibilidad del servicio de voz, y que esto puede acarrear graves consecuencias, tanto legales, técnicas y económicas, para la empresa prestadora del servicio, usted como ingeniero, debe hacer uso de las herramientas de simulación para poder realizar un diagnóstico técnico de las posibles fallas y poder responder con claridad la siguiente pregunta: ¿Cuál es el mejor diseño de filtro digital o FFT que nos va permitir mejorar la calidad de la

señal del voz?. Para poder responder esta pregunta, se recomienda utilizar los procesadores de filtro FFT de la Librería signal processing/Filters del programa de simulación NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW QAD.

14.3 Fundamentos: Filtros Digitales y FFT

14.3.1 Definición de filtro Digital

Un filtro digital es una herramienta virtual funcional bajo un software que permite, al igual de los filtros análogos, dejar pasar una frecuencia previamente definida y limitando información no deseada por el diseñador dentro de un contexto o sistema de procesamiento y análisis de señales.

14.3.2 Tipos de Filtros:

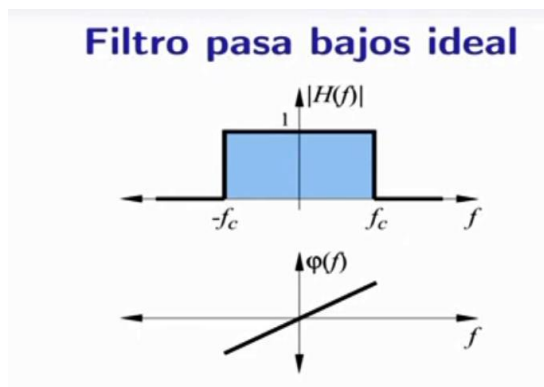
La clasificación de filtros es aplicable a procesos o sistemas variantes e invariantes, con fase lineal en el tiempo, y con compensación de fase.

El grupo en que se enfoca este módulo están clasificados en:

- Respuesta al impulso
- IIR (recursivos, AR/ARMA)
- FIR (no-recursivos, Ma)

Para diseñar un caso idealizado en composición de filtros, es importante identificar sus componentes de señal: Magnitud, Fase y una frecuencia de corte aproximada. En la siguiente gráfica, se visualiza un ejemplo claro de la implementación de un filtro pasa bajo ideal:

Figura 5
Filtro pasa bajo ideal



En este ejemplo se observa que el filtro implementado, deja pasar todos los componentes frecuenciales que tenga la señal, hasta su frecuencia de corte (f_c), a partir de esta frecuencia, matemáticamente todas sus componentes frecuenciales serán multiplicadas por "0" lo que ocasiona su anulación por completo, no dejando pasar absolutamente nada de información. Por el contrario, todas las componente de frecuencia que se dejan pasar no son afectadas en absoluto, matemáticamente, todas son multiplicadas por 1 conservando totalmente su magnitud. En cuanto a su fase, esta permanece lineal y el corrimiento de sus componentes es directamente proporcional a la frecuencia, esto quiere decir; que entre más alta sea la frecuencia, mas va a ser el corrimiento de su componente frecuencial.

En este caso utilizaremos los filtros según su clasificación por frecuencia de señal y sus componentes frecuencia les que los conforman.

- Banda de paso:
- Pasa bajos.
- Pasa altos
- Pasa banda
- Rechaza banda
- Multibanda.

15. Definition filtro FFT (Fast Fourier Transforms) en Labview

FTT es una herramienta de análisis de señales, aplicable a una amplia variedad de campos que incluyen análisis espectral, filtrado digital, mecánica aplicada, acústica, imágenes médicas, análisis modal, análisis numérico, sismografía, instrumentación y comunicaciones. Maximizando el rendimiento del análisis en aplicaciones relacionadas con FFT. En este documento se realiza una síntesis de cada una de las las propiedades de FFT, cómo interpretar y mostrar los resultados de FFT y cómo manipular los resultados de FFT y del espectro de potencia para extraer información de frecuencia útil.

15.1 Propiedades de FFT

La transformada rápida de Fourier mapea funciones en el dominio del tiempo en representaciones en el dominio de la frecuencia. FFT se deriva de la ecuación de la transformada de Fourier, que es:

$$X(f) = F\{x(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (6)$$

Ecuación 6

donde $x(t)$ es la señal en el dominio del tiempo, $X(f)$ es la FFT y ft es la frecuencia a analizar.

De manera similar, la transformada discreta de Fourier (DFT) mapea secuencias de tiempo discreto en representaciones de frecuencia discreta. La DFT viene dada por la siguiente ecuación:

$$X_k = \sum_{i=0}^{n-1} x_i e^{-j2\pi ik/n} \quad (7)$$

Ecuación 7

donde x es la secuencia de entrada, X es la DFT y n es el número de muestras en los dominios de tiempo discreto y de frecuencia discreta.

La implementación directa de la DFT, como se muestra en la ecuación 2, requiere aproximadamente n^2 operaciones complejas. Sin embargo, computacionalmente algoritmos eficientes pueden requerir tan poco como $n (\log_2 n)$ operaciones. Estos algoritmos son FFT, como se muestra en las ecuaciones 4, 5 y

6.

Usando la DFT, la transformada de Fourier de cualquier secuencia x , ya sea real o compleja, siempre da como resultado una secuencia de salida compleja X de la siguiente forma:

$$F_{\{x\}} = X = X_{Re} + j X_{Im} = Re\{X\} + j Im\{X\} \quad (8)$$

Ecuación 8

Una propiedad inherente de DFT es la siguiente:

$$X_{n-i} = X_{-i} \quad (9)$$

Ecuación 9

donde el (ni) ésimo elemento de X contiene el resultado del $-i$ ésimo armónico. Por otra parte, si x es real, el i° armónico y el $-i^{\circ}$ armónico son complejos conjugados:

$$X_{n-i} = X_{-i} = X_{i}^* \quad (10)$$

Ecuación 10

Como consecuencia,

$$Re\{X\} = Re\{X_{n-i}\} \quad (11)$$

Ecuación 11

Y

$$Im\{X_i\} = Im\{X_{n-i}\} \quad (12)$$

Ecuación 12

Estas propiedades simétricas de Fourier de las secuencias reales se denominan simétricas conjugadas (ecuación 5), simétricas o simétricas par (ecuación 6) y asimétricas o simétricas impares (ecuación 7).

16. Responder: ¿Qué tipo de filtro FFT debe usted utilizar para mejorar la calidad de la señal de voz?

17. Explicación Detallada

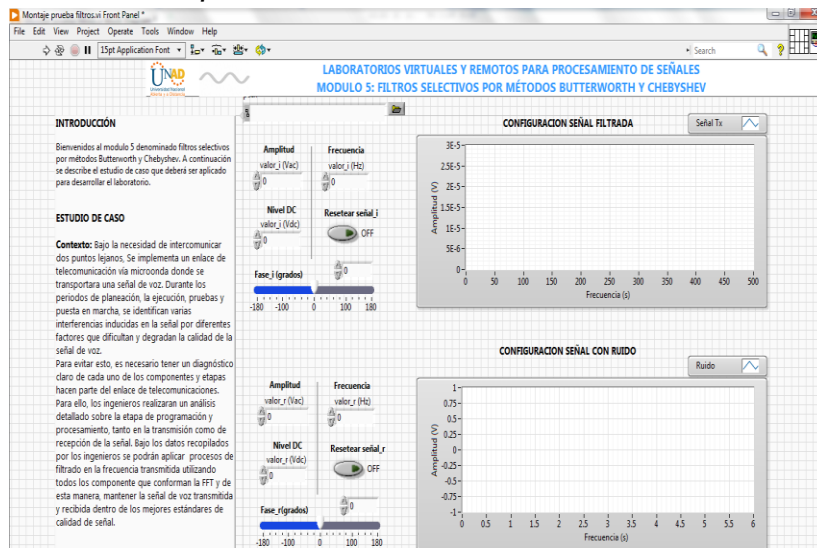
De acuerdo al análisis espectral a partir de la transformada de Fourier y aplicativo LabView, se utilizara una herramienta sencilla que sirve para eliminar ruidos en la señales, se podrá ubicar y utilizar una opción llama FFT, transformada Rápida de Fourier. Esto nos ayuda a entender un poco y a diagnosticar posibles problemas en algunas maquinas industriales en el tema de la electrónica o en el tema de las telecomunicaciones nos sirve para aplicar y limpiar posibles interferencias en las líneas de transmisión o en las señales de transmisión. Se expondrá un audio que se grabó y se le indujo un ruido (suena), como parte de las pruebas de funcionalidad del filtro. Lo que se debe hacer es que a través de esta herramienta es diseñar el mejor filtro, un pasa bajos, con su frecuencia y correspondiente espectrograma para poder visualizar la frecuencia de corte. Una vez se corre el programa, se identifica el ruido, y se procede, a través del ajuste de la frecuencia poder lograr limpiar la señal.

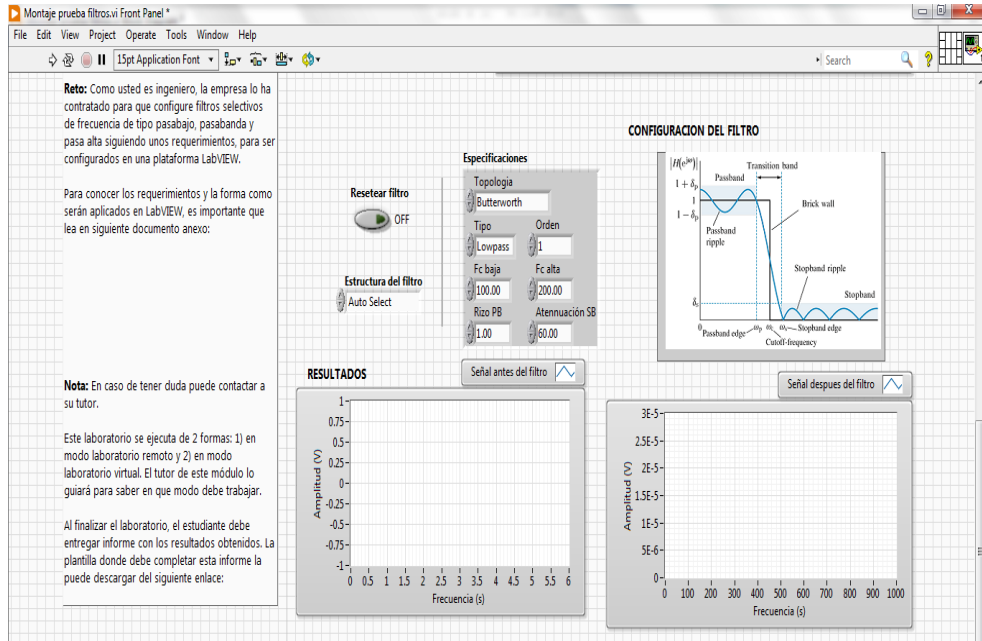
17.1 FFT (transformada Rápida de Fourier) en LabView

Este procedimiento se utiliza para identificar las fallas dentro de un proceso de comunicación, en este caso, se tiene una señal con ruido tipo (rosa y blanco) inducido desde una aplicación de grabación. Este audio es cargado al módulo desarrollado, a través de la una herramienta llamada (Path). Una vez se “corra” el programa, usted podrá oír la interferencia.

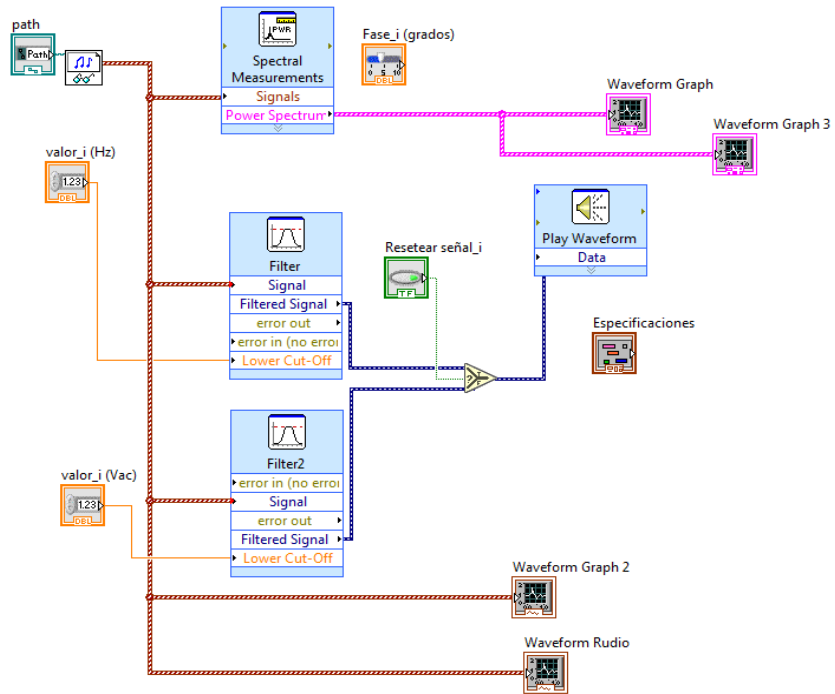
A continuación se ilustra el panel frontal del módulo:

Figura 6
Panel frontal Implementación FFT



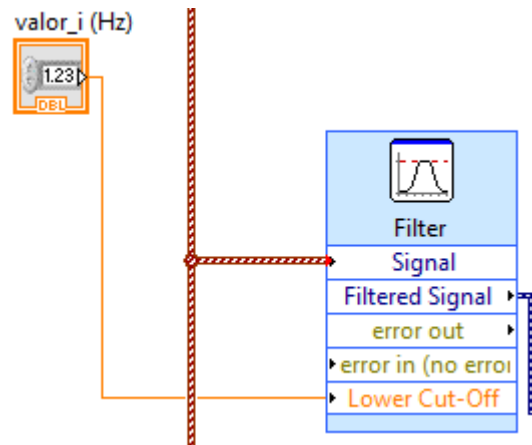


A continuación se ilustra el diagrama de bloques del filtro diseñado.
Figura 7
 Diagrama de bloques filtro implementado

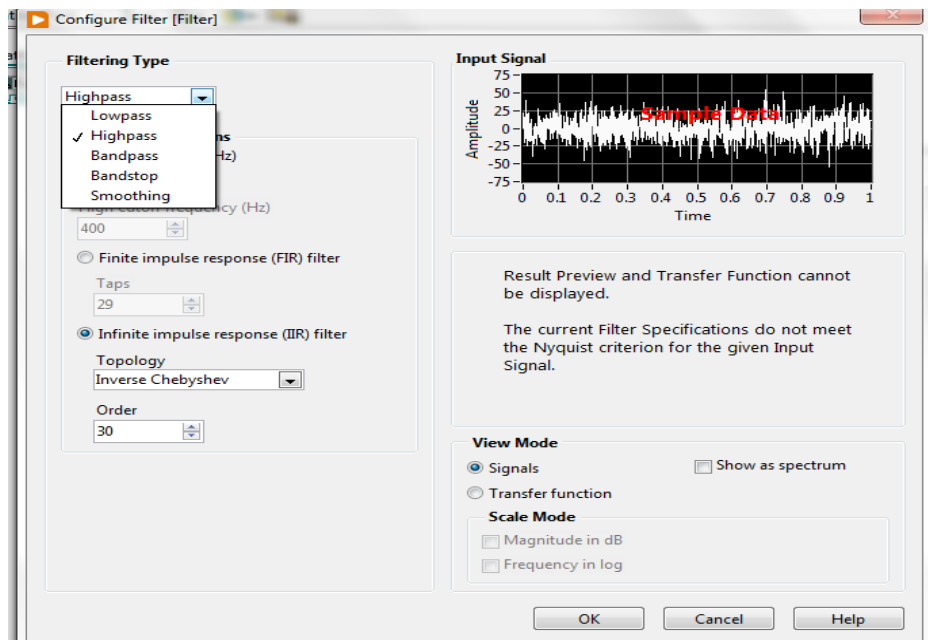


Cada uno de los Filtros FFT utilizados en este diseño, será controlado por un captador numérico donde se podrá poner el valor de la frecuencia de corte:

Figura 8
Símbolo y configuración filtro FFT



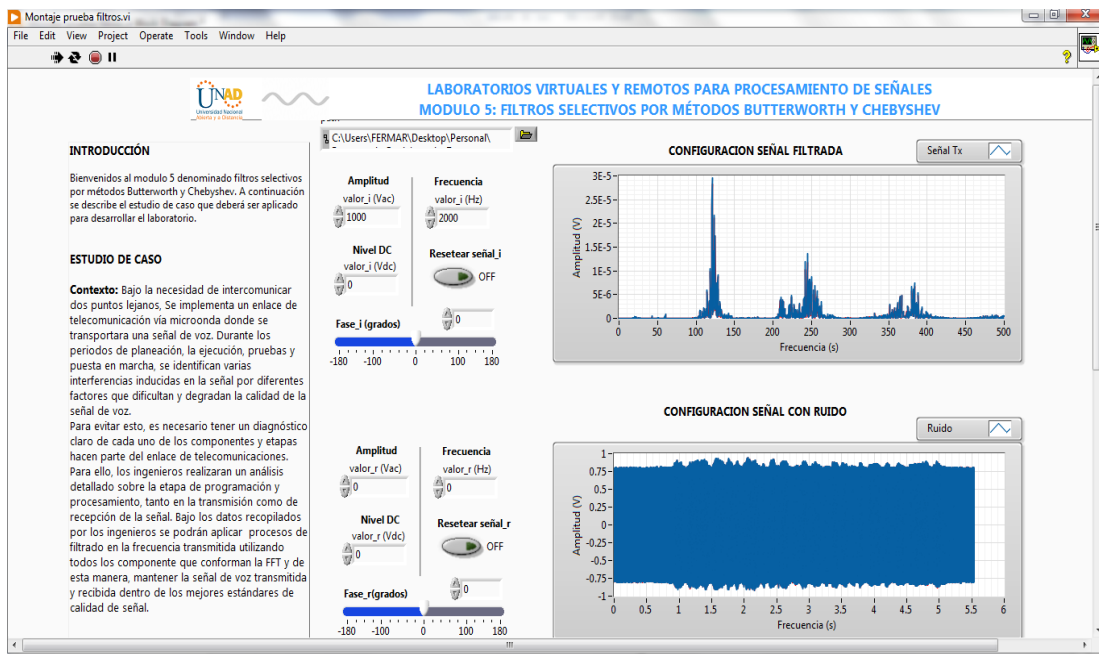
En las propiedades del filtro, se debe establecer el tipo de filtro de a utilizar:



Debe ajustar la frecuencia para lograr filtrado de la señal y que esta se escuche totalmente “limpia”.

Una vez ejecutado el programa se podrán visualizar en los espectogramas la información de las frecuencias detectadas: tanto la que contiene el ruido, como la señal filtrada.

Figura 9
Panel frontal Ajuste y resultados de señal



Con estas dos casillas se ajusta el intervalo de frecuencia para poder limpiar la señal:



Frq inferior

Frq (Hz)

1000

Frq superior

Frq (Hz)

2000

Montaje prueba filtros.vi Front Panel *

File Edit View Project Operate Tools Window Help

15pt Application Font

Frrecuencia (s)

Refo: Como usted es ingeniero, la empresa lo ha contratado para que configure filtros selectivos de frecuencia de tipo pasabajo, pasabanda y pasa alta siguiendo unos requerimientos, para ser configurados en una plataforma LabVIEW.

Para conocer los requerimientos y la forma como serán aplicados en LabVIEW, es importante que lea en siguiente documento anexo:

Nota: En caso de tener duda puede contactar a su tutor.

Este laboratorio se ejecuta de 2 formas: 1) en modo laboratorio remoto y 2) en modo laboratorio virtual. El tutor de este módulo lo guiará para saber en que modo debe trabajar.

Al finalizar el laboratorio, el estudiante debe entregar informe con los resultados obtenidos. La plantilla donde debe completar esta informe la puede descargar del siguiente enlace:

Reseteo filtro

OFF

Estructura del filtro

Auto Select

Especificaciones

Topología: Butterworth

Tipo: Lowpass Orden: 1

Fc baja: 100.00 Fc alta: 200.00

Rizo PB: 1.00 Atenuación SB: 60.00

CONFIGURACION DEL FILTRO

RESULTADOS

Señal antes del filtro

Señal despues del filtro

18. Implementación transformada de Fourier utilizada para el análisis de señales

Panel Frontal

Figura 10

Panel Frontal modulo Transformada Fourier.

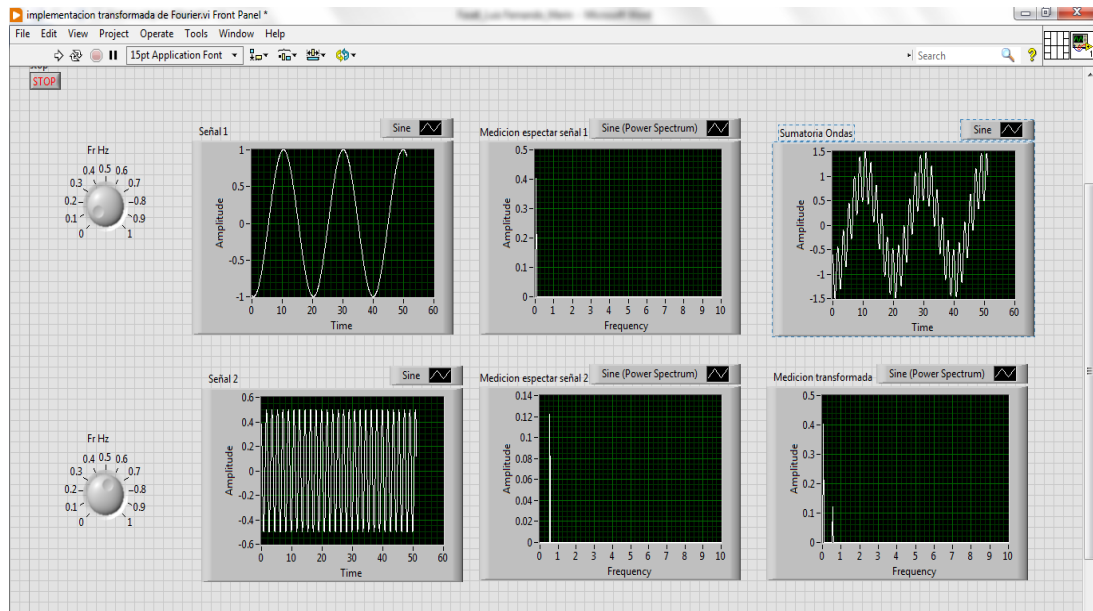
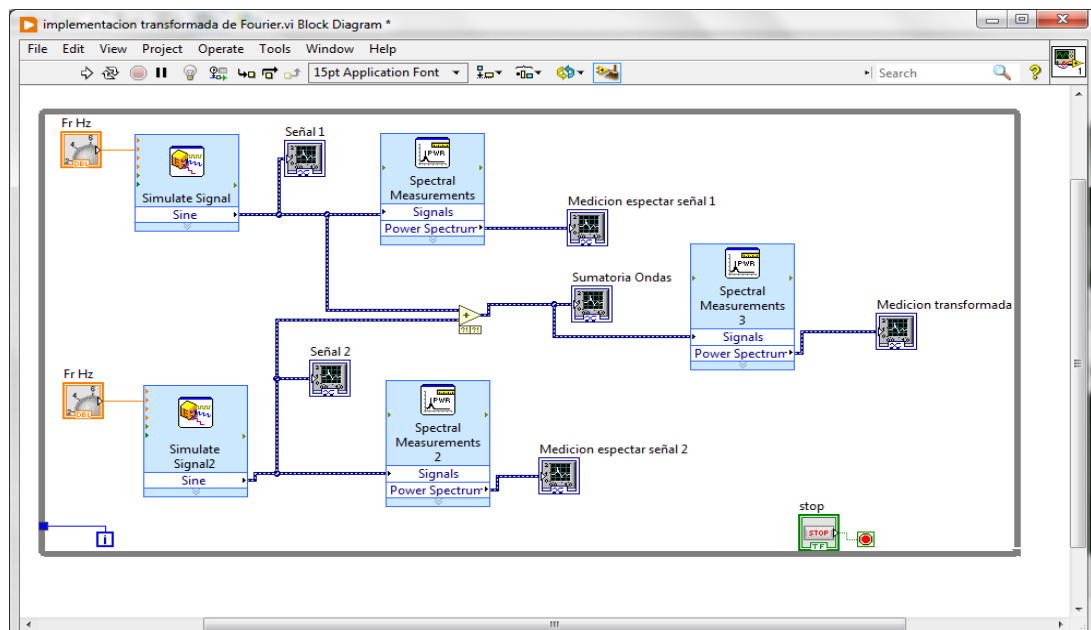


Diagrama de Bloques

Figura 11:

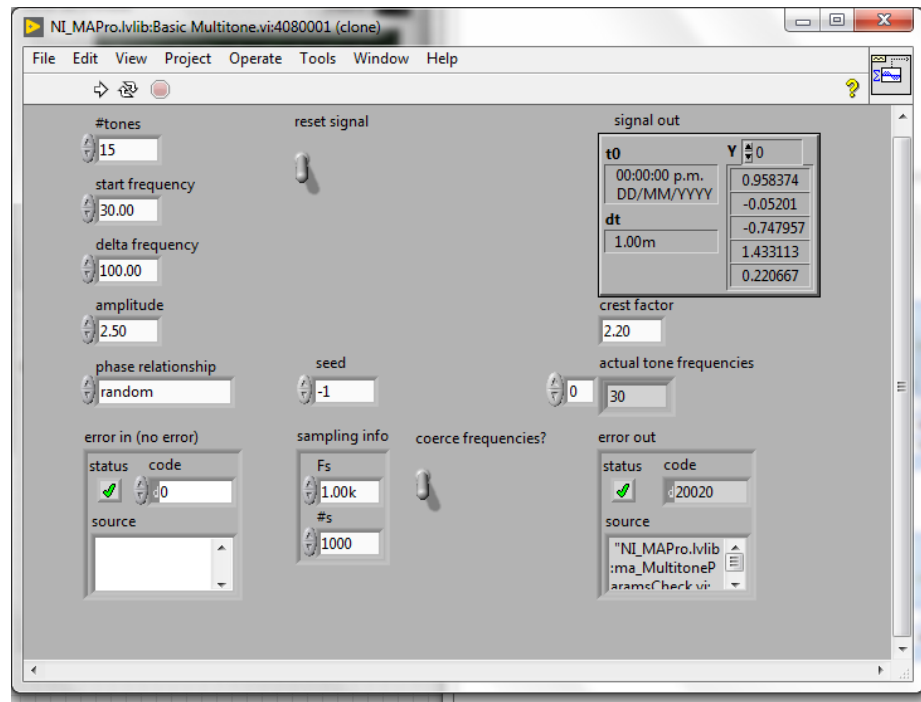
Diagrama de bloques



18.1 Modulo desarrollo MULTITONE para la toma de muestras de datos

Figura 12:

Panel Frontal Multitone



19. Implementación estructura transformada Fourier

19.1 Contexto

En un estación de recepción de telecomunicaciones, tenemos una antena de radio frecuencia a la cual le está llegando una señal desconocida y aleatoria, se tiene indicios que esa señal proviene de radio estaciones ubicadas en pueblos rurales a la ciudad. Para corroborar el fenómeno, es necesario pasar esta señal de dominio en el tiempo al dominio de frecuencia. En este sentido es importante aplicar la transformada de Fourier para poder visualizar el espectro de esta señal. Si encontramos que esta señal tiene una forma de onda seonidal en el dominio del tiempo, y en el dominio de la frecuencia se representaría un delta de dirac o un pulso (pico), aseguraríamos que esta señal proviene de radio estaciones. Para ello, los ingenieros realizaran un análisis espectral detallado de cada señal, la cual debe pasar por la estructura de Fourier y verificar los picos y datos de amplitud para identificar la frecuencia de interferencia y de esta forma se dará solución la problema.

19.2 Pregunta problemática

Dado que existe un riesgo en la disponibilidad del servicio de comunicaciones, y que esto puede acarrear graves consecuencias, tanto legales, técnicas y económicas, para la empresa prestadora del servicio, usted como ingeniero, debe hacer uso de las herramientas de simulación para poder realizar un diagnóstico técnico de las posibles interferencia frecuenciales que afectan comunicación y poder responder con claridad la siguiente pregunta: ¿Existe realmente radio estaciones que interfieran en la antena receptora y cuáles serían sus frecuencias de funcionamiento? Para poder responder esta pregunta, se recomienda utilizar el modulo implementación de la estructura de las transformada de Fourier diseñado bajo el programa de simulación NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW.

19.3 Fundamentos: Transformada de Fourier

19.4 Definición

La transformada de Fourier permite convertir cualquier función matemática a otro dominio, denominado el dominio de la frecuencia. Esto facilita tratar y analizar las funciones de una forma alternativa. Las funciones (que pueden ser

magnitudes físicas como ondas de sonido) se pueden descomponer en sumas de funciones trigonométricas (senos y cosenos).

19.5 Series y transformadas de Fourier

El análisis de Fourier debe su nombre a Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), un matemático y físico Francés. Si bien muchas personas contribuyeron a su desarrollo, Fourier es reconocido por sus descubrimientos matemáticos y su visión en el uso práctico de las técnicas. Su interés se centraba en la propagación de calor, presentando en 1807 un trabajo en el Instituto Francés sobre el uso de funciones senoidales para representar distribuciones de temperatura. El trabajo presentaba un resultado controvertido: que cualquier señal continua y periódica podía representarse como la suma una serie de ondas senoidales adecuadamente elegidas. Entre los revisores de su trabajo estaban dos de los matemáticos más reputados de su época y también de la Historia, Joseph Louis Lagrange (1736-1813) y Pierre Simon de Laplace (1736-1827), que habían sido sus maestros en la Escuela Normal Superior de París.

Mientras que Laplace y otros revisores votaron a favor de la publicación del trabajo, Lagrange protestó categóricamente. Durante años, Lagrange insistió en que esta aproximación no podía aplicarse a señales con 'esquinas', es decir, con cambios bruscos de pendiente como una onda triangular. El Instituto Francés cedió ante el prestigio de Lagrange y el trabajo fue rechazado, y no fue publicado hasta la muerte de éste, 15 años después. Afortunadamente, Fourier tenía muchas otras cosas que le mantenían ocupado: actividades políticas, expediciones con Napoleón a Egipto, y tratar de evitar la guillotina después de la Revolución Francesa (¡literalmente!). (Sanchez Felix- Pache Diaz Tembleque 2010.)

19.6 Muestreo de señales

La transformada Fourier de una señal unidimensional o función continua $f(x)$ es una transformación de dicha señal que nos permite calcular la contribución de cada valor de frecuencia a la formación de la señal. La expresión matemática de dicho cálculo es

$$F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \exp[-i2\pi ux] dx \quad (13)$$

Donde $i = \sqrt{-1}$ $\exp[-i\pi ux] = \cos(2\pi ux) - i \cdot \sin(2\pi ux)$ y la variable de u que aparece en función de $F(u)$ representa las frecuencias. Puede demostrarse

además que esta transformación tiene inversa; es decir que dada la función de $F(u)$ podemos a partir de ella calcular la función $f(x)$

La expresión matemática de dicha transformada inversa es

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(u) \exp[i2\pi ux] du \quad (14)$$

Estas dos funciones $f(x)$ y $F(u)$ se denominan un **par de transformadas Fourier**. En general las funciones con las que trataremos en problemas reales verificarán las condiciones que es necesario imponer para que las expresiones anteriores puedan calcularse.

Es importante señalar que aunque las funciones que definen a las imágenes son funciones reales sus transformadas Fourier son funciones complejas con parte real y parte imaginaria. Así pues $F(u)$ se expresará de forma general como

$$F(u) = R(u) + iI(u) \quad (15)$$

Donde $R(u)$ denota la parte real y $I(u)$ la parte imaginaria. Como todo número complejo para cada valor de u , $F(u)$ puede expresarse en términos de su módulo y de su ángulo de fase. Es decir, $F(u)$ también puede expresarse como

$$F(u) = |F(u)| \exp[i\phi(u)], \quad (16)$$

Donde

$$|F(u)| = \sqrt{R^2(u) + I^2(u)}, \quad \phi(u) = \tan^{-1} \frac{I(u)}{R(u)} \quad (17)$$

Y a la función $|F(u)|$ se le denomina espectro de Fourier de la señal $f(x)$, y al cuadrado de dicha Función. $|F(u)|^2$ Se le denomina espectro de potencias de $f(x)$. En la Figura 2 se muestra una señal simple y su TF.

20. Responder: ¿Existe realmente radio estaciones que interfieran en la antena receptora y cuáles serían sus frecuencias de funcionamiento?

21. Explicación Detallada

De acuerdo al análisis espectral a partir de la transformada de Fourier y aplicativo LabView, se utilizara la estructura de transformada de Fourier implementada. Esto ayuda a entender un poco y a diagnosticar posibles problemas de interferencia dentro de los enlaces de comunicación. Se debe ajustar los generadores de señal a la frecuencia de trabajo, así como determinar la cantidad de muestras por segundo y numero de muestras por analizar.

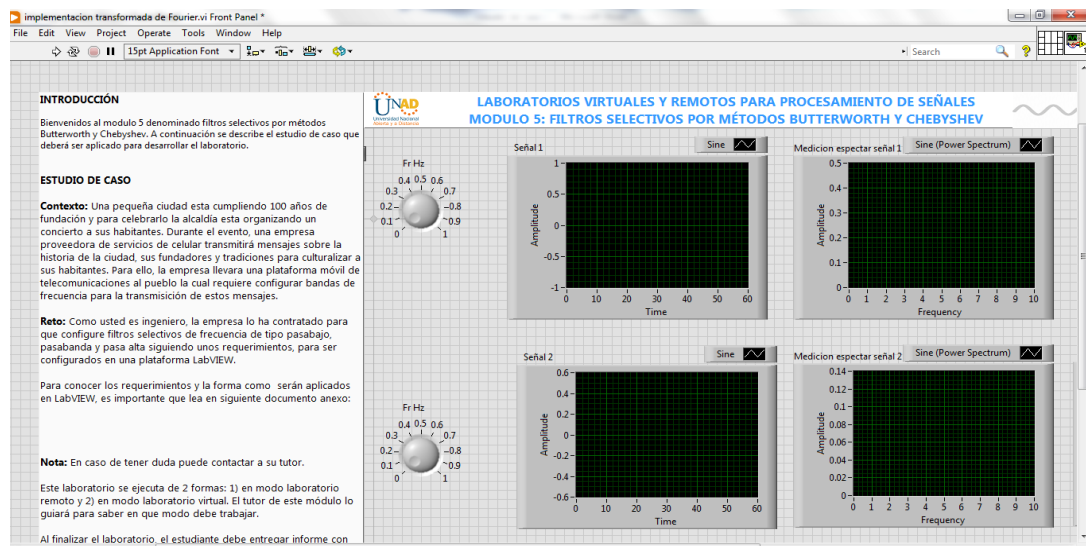
Se deben verificar las amplitudes para garantizar el análisis espectral, es necesario pasar esta señal de dominio en el tiempo al dominio de frecuencia. En este sentido es importante aplicar la transformada de Fourier para poder visualizar el espectro de esta señal. Si encontramos que esta señal tiene una forma de onda senoidal, y en el dominio de la frecuencia se representaría un delta de dirac o un pulso (pico), aseguraríamos que esta señal proviene de la radio estación.

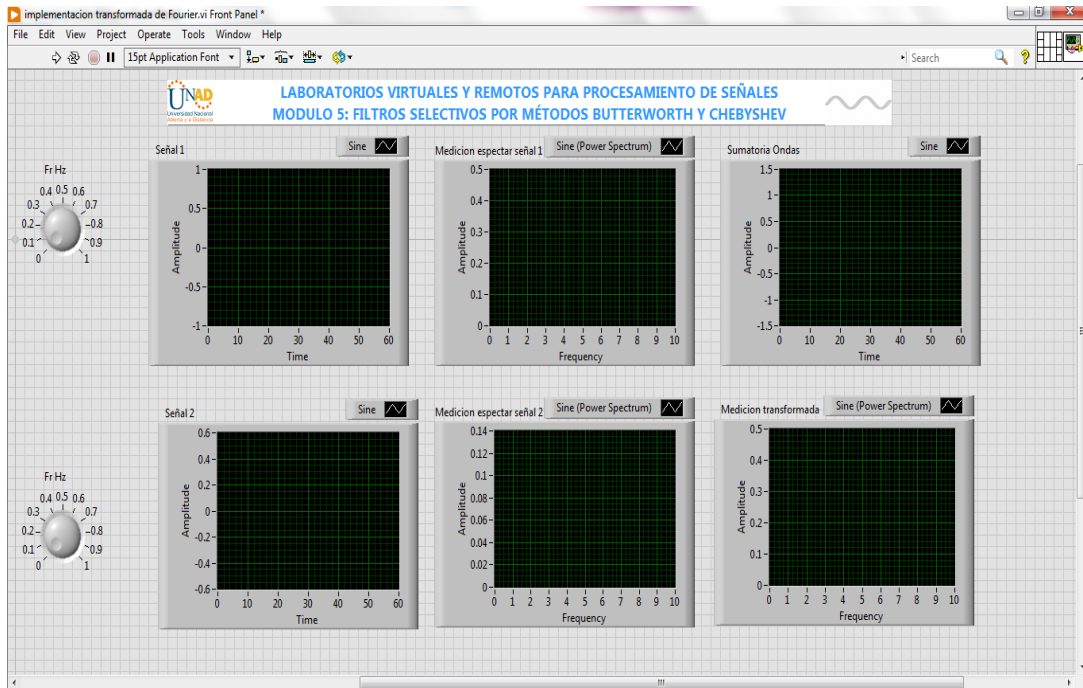
22. Transformada de Fourier implementación en LabView

Este procedimiento se utiliza para identificar las frecuencias de interferencia dentro de un sistema de recepción de señal en un enlace de telecomunicaciones, en este caso, se realiza un análisis espectral convirtiendo la señal recibida al dominio del tiempo para lograr identificar la frecuencia que interfiere el sistema.

A continuación se ilustra el panel frontal del módulo:

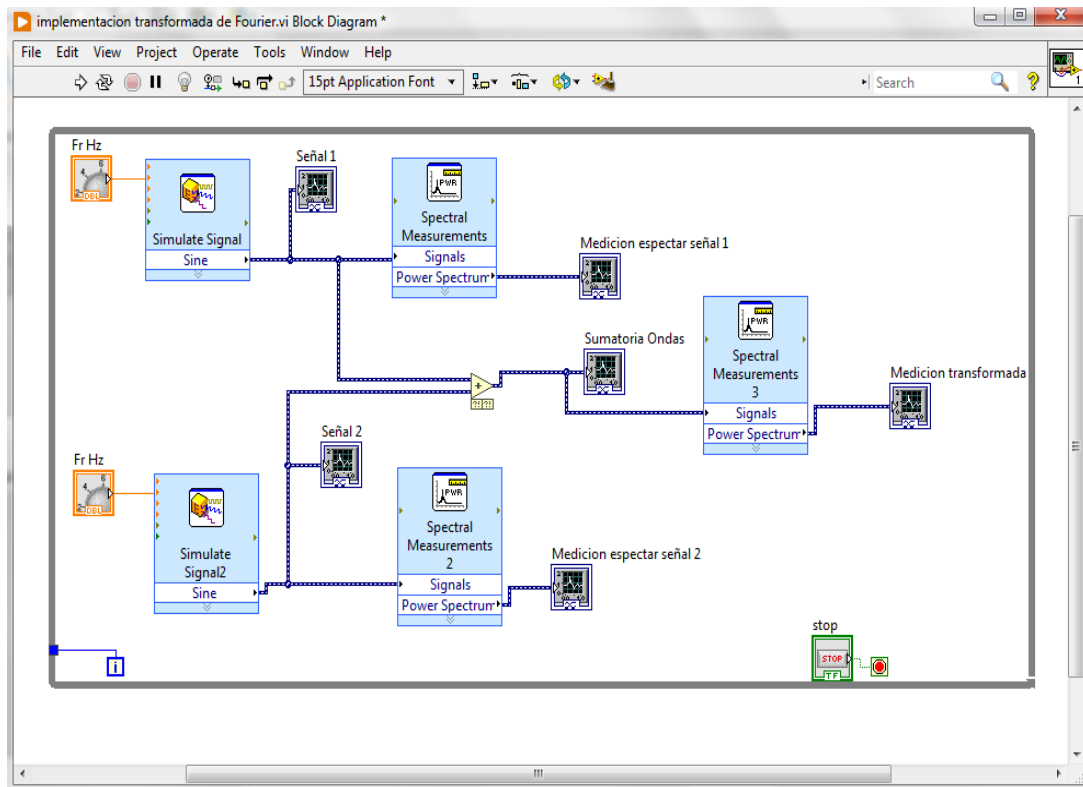
Figura 13
Panel Frontal implementación Transformada Fourier.





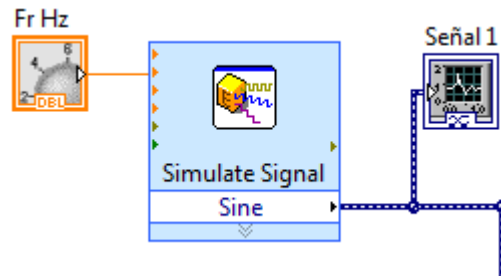
A continuación se ilustra el diagrama de bloques de la estructura diseñada.

Figura 14
Diagrama de Bloques.

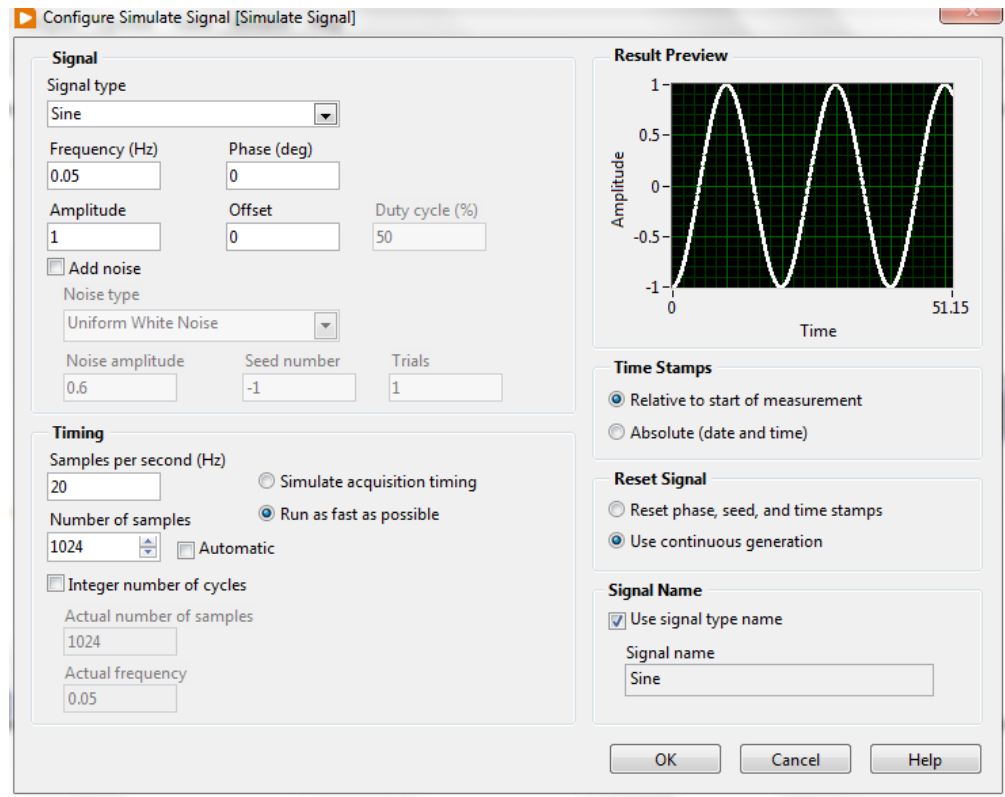


Cada uno de los generadores de señal utilizados es ajustado a una frecuencia de trabajo y amplitud determinada:

Figura 15
Símbolo y configuración de filtro.



En las propiedades del generador de señal, se debe establecer las características:

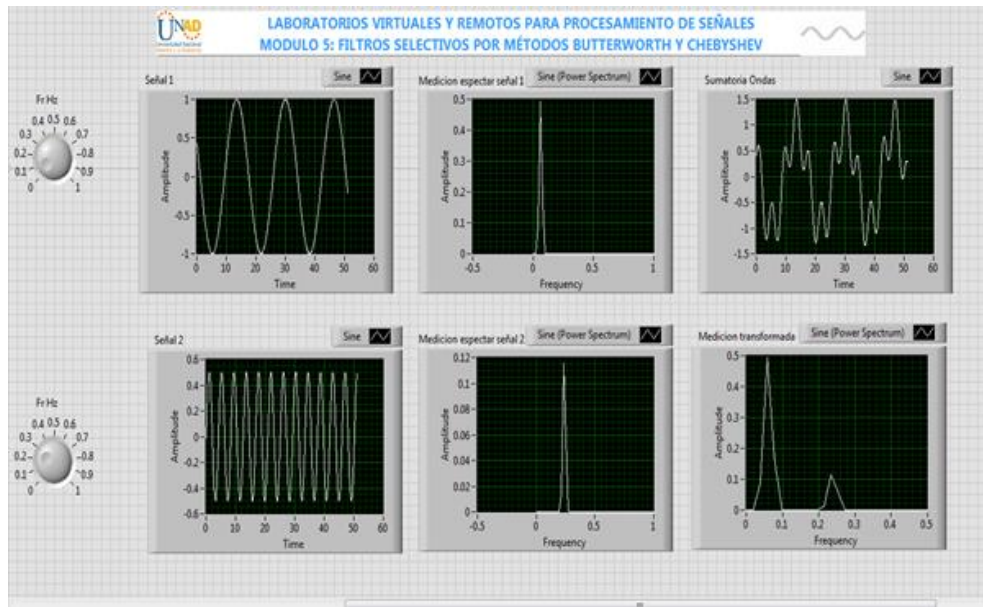


Debe ajustar la frecuencia, amplitud, muestras por segundo y numero de muestras para analizar el resultado en el forma de onda.

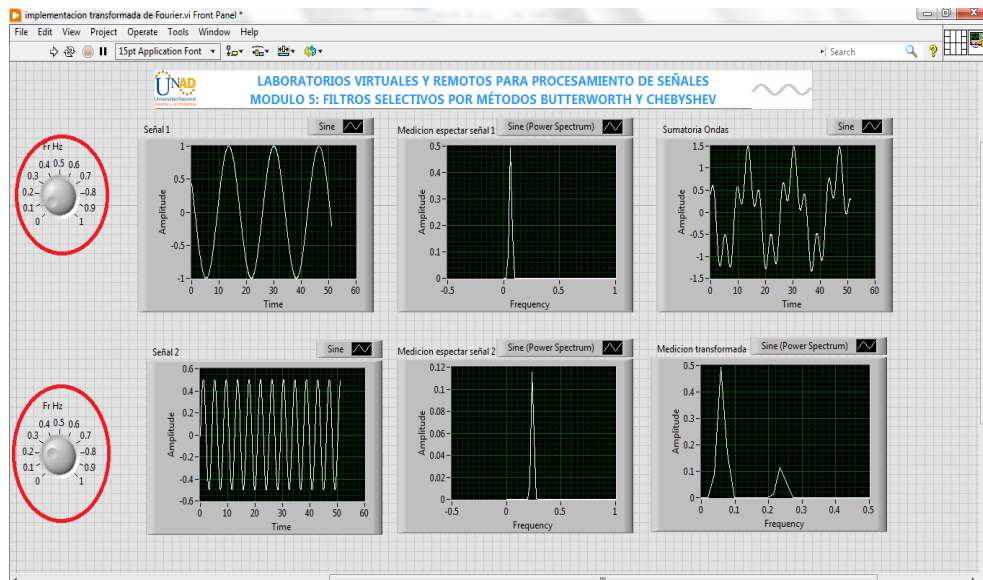
Una vez ejecutado el programa se podrán visualizar en los forma de onda la información de las frecuencias que está interfiriendo el sistema:

Figura 16

Panel Frontal resultados Procesamiento.



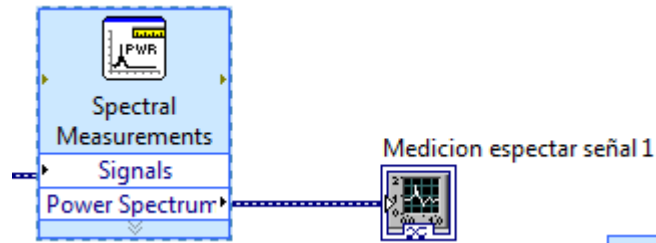
En la siguiente figura se observan dos perillas encerradas en círculos rojos. Con estos dos controles numéricos se ajusta el frecuencia de trabajo para poder realizar el análisis:



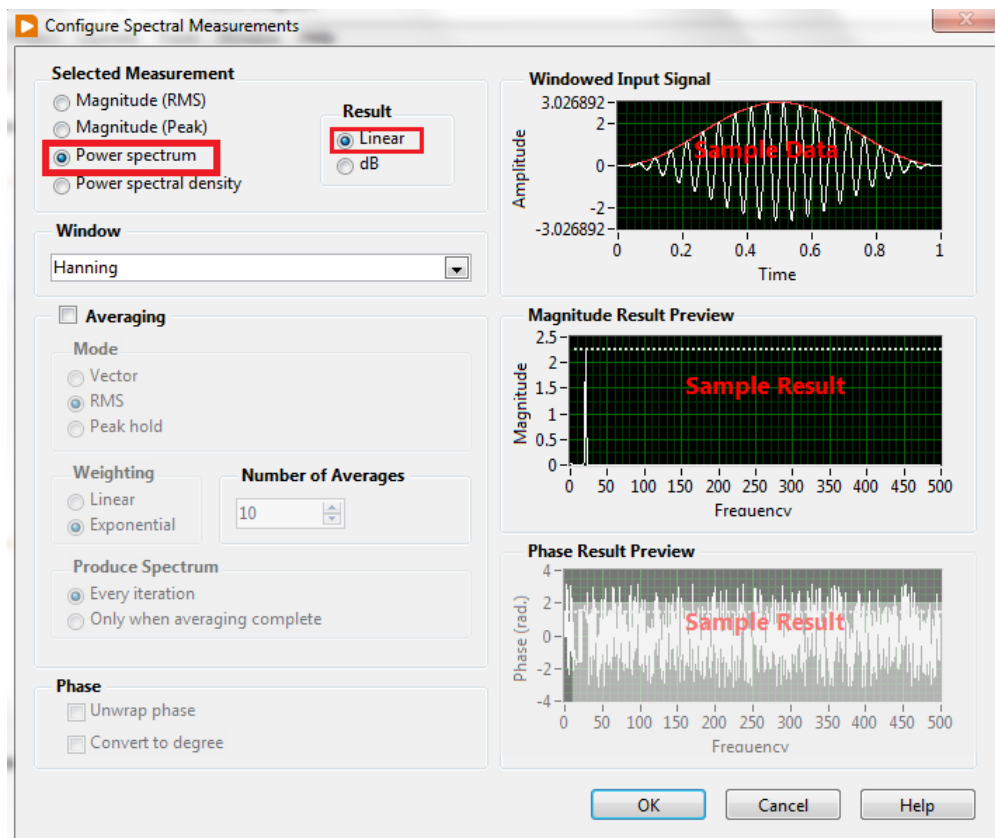
Importante realizar los ajustes de unidades de medición de la señal con el “Spectral Measurement”

Figura 17

Símbolo y configuración de filtro.



Y determinar la unidad de potencia y el resultado:



23. Modulo para el desarrollo de dispositivos: analizador de Espectro
Figura 18
Panel frontal y Diagrama de bloques Analizador de espectro.

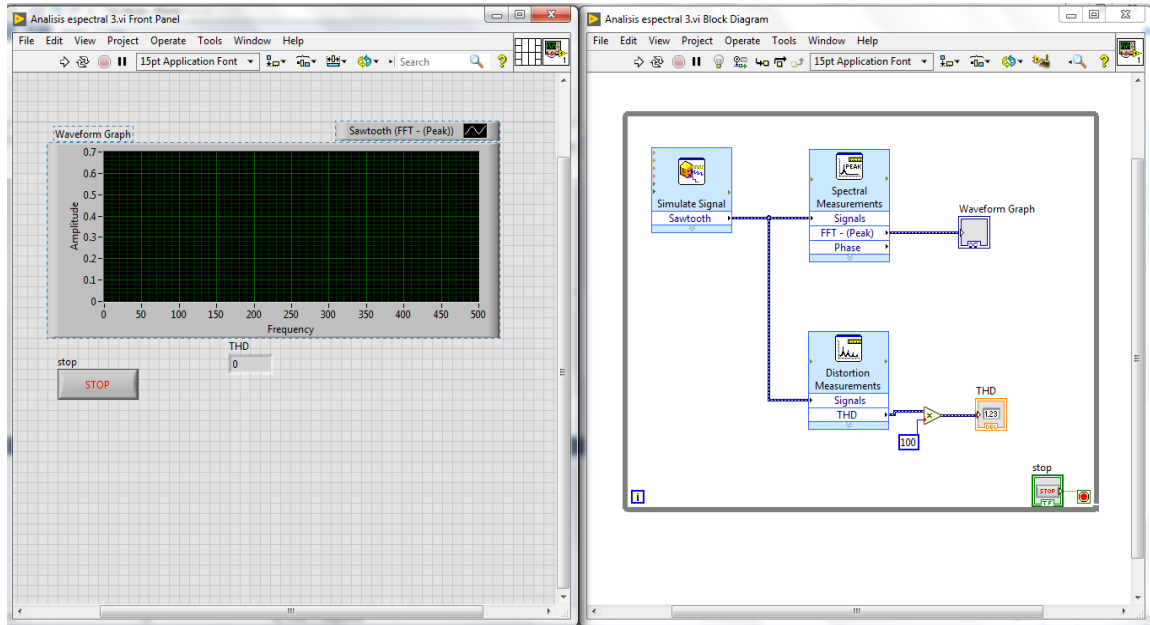
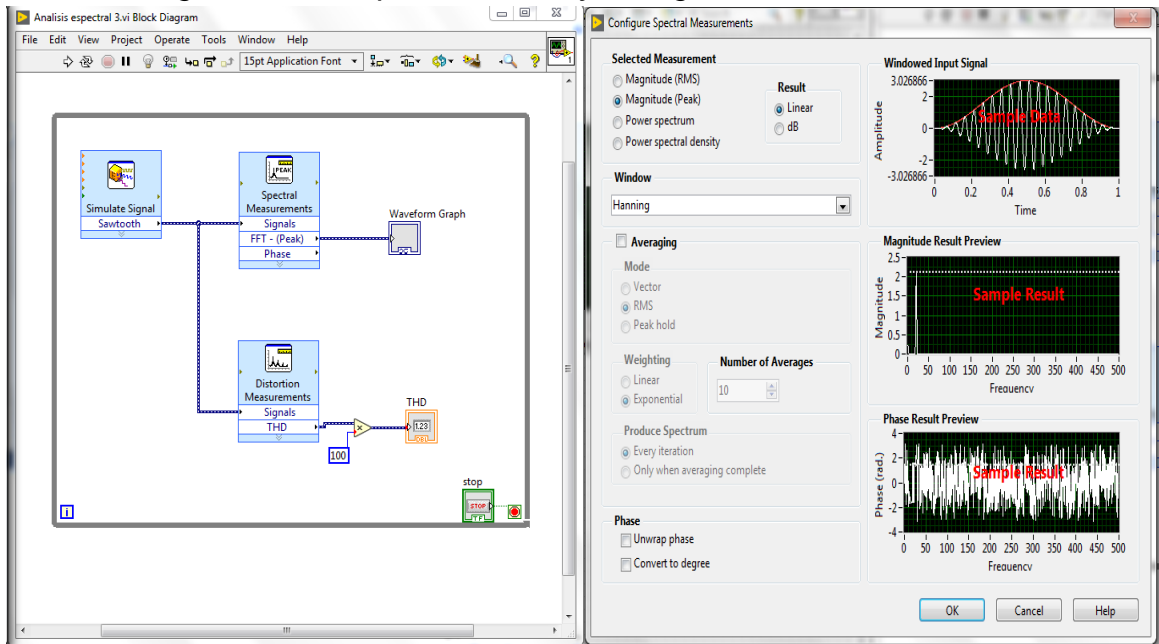


Figura 19
Diagrama de Bloques. Símbolo y configuración de filtro.



24. Estudio Cualitativo

24.1 Introducción

Se presenta un estudio cualitativo para conocer el impacto que tendrá el desarrollo de los módulos virtuales para las temáticas de transformada de Fourier y filtros digitales aplicados al curso de señales y sistemas de procesamiento de señales para estudiantes en formación y docentes de carreras de ingeniería electrónica y telecomunicaciones en modalidad virtual de la universidad Abierta y A Distancia UNAD. De tal forma se conocerán datos no estandarizados que ayudaran a fortalecimiento y entendimiento en cursos de procesamiento y análisis de señales. Se tendrá en cuenta una muestra pequeña y no representativa con el fin de obtener una comprensión más profunda de los criterios de decisión frente al desarrollo de cada módulo y su motivación. En esta ocasión, como parte de la investigación, se realizan encuestas virtuales a través de la herramienta digital FORMULARIO de Google. Los datos resultantes y respuestas se interpretaran en función del contexto y no se representaran de forma cuantitativa.

24.2 Ámbito de aplicación

Las encuestas virtuales se realizan a través de la herramienta virtual FORMULARIO de Google. Para el levantamiento de la información se realizan 2 formularios virtuales llamados:

- ENCUESTA PARA EL DESARROLLO DE LABORATORIOS VIRTUALES Y REMOTOS DE LA UNAD, el cual se puede visualizar en el siguientes link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdQydHkAMVhkjrjPAfgDLIrapZ3RcHPDEZGC_XdNtVo2q2v1w/viewform?usp=sf_link
- FORMATO DE VIABILIDAD MODULOS REMOTOS Y VIRTUALES LABVIEW DAQ, el cual se puede visualizar en el siguientes link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdynifWMA5qLMbediseWIk7luA8KwPRfHzhpunjOlzSPLRww/viewform?usp=sf_link

Los datos arrojados por estas encuestas no son cuantificados y exactos, por el contrario, se busca conocer conceptos, puntos de vista, opiniones, motivos, comportamientos y expectativas. Utilizando preguntas abiertas y obteniendo respuestas NO predeterminadas, aportando resultados valiosos al desarrollo de los módulos.

24.3 Planificación y proceso.

Al iniciar la recopilación de información a través de nuestros formularios y entrevistas virtuales, se presenta el plan de desarrollo donde se plantea en 5 etapas.

24.3.1 Etapa 1: Definición del problema y Objetivo

Dada la investigación realizada y la descripción del problema, Un elemento clave en la educación virtual es ofrecer laboratorios virtuales y/o remotos. Hoy en día se tienen algunos desarrollos en esta materia, pero con múltiples diferencias de conectividad y manejo de plataforma:

Se describen las múltiples limitaciones que se tienen al utilizar diferentes herramientas virtuales aplicadas a los laboratorios. En ese laboratorio virtual sugiere la utilización de Matlab que proporciona una potente interfaz gráfica de usuario para aplicaciones y sus elevadas prestaciones matemáticas que facilitan el tratamiento de diferentes señales. Haciendo el análisis detallado del laboratorio expuesto por M. Santos, en su primera etapa se trabajara de forma local, pero se pueden presentar algunos problemas de conectividad al intentar acceder a las herramientas virtuales GUI-TAIS (Tratamiento Avanzado de inteligencia de señales. (Santos Peñas M- Castro Farias G. (2010).

En su documento de proyecto final, argumenta que durante los procesos de laboratorios presenciales el acceso a las aulas es limitado, así como el tiempo para su ejecución poco suficiente para el desarrollo y comprobación de resultados. Dado que se presenta una propuesta similar a la anterior, donde se utilizaran diferentes herramientas como applet de Java uno de los puntos más vulnerables es la sensibilidad y estabilidad de las conexiones, así como los registros y componentes de seguridad tanto en la PC local como sobre la RED de conexión. (Callejo Fernandez M- Sabría Prim M. (2007)).

Existen cursos que necesitan de este componente práctico para comprender con mayor facilidad sus temáticas complejas. Tal es el caso del curso de análisis y procesamiento de señales, tradicional en programas de ingeniería electrónica y telecomunicaciones, el cual involucra matemática avanzada que es difícil de asimilar y que un buen componente práctico ayudaría a facilitar su comprensión.

De acuerdo con a las problemáticas previamente descritas, se resalta la necesidad de crear potentes laboratorios virtuales y/o remotos para cursos complejos de ingeniería. Se ha notado que existen la plataforma LabVIEW-DAQ, que en principio está orientada a automatizar procesos industriales, pero pueden ser transformada como herramienta para laboratorios virtuales y remotos. En particular, nuestro proyecto pretende explotar esta herramienta para construir el componente práctico virtual del curso análisis de señales de los programas de ingeniería electrónica y telecomunicaciones de la UNAD. En ese sentido se plantea la siguiente pregunta problemática:

¿Cómo se puede construir una herramienta sólida de laboratorio virtual para el curso de análisis de señales a través de la plataforma LabVIEW-DAQ?

24.3.1.1 Objetivo

Realizar un estudio cualitativo para determinar aspectos positivos y negativos de los módulos desarrollados propuestos.

24.3.2 Etapa 2: Diseño de investigación

Inicialmente se realiza un formulario llamado “Encuesta para desarrollar lab virtual y remoto en la UNAD” donde se pretende conocer y darle un enfoque sobre los temas teóricos y matemáticos más relevantes dentro de análisis de señales y procesamiento, teniendo en cuenta su complejidad en la interpretación y práctica. Para esto, se recopila nombres y correo de las personas encuestadas para garantizar que tengan una mínima relación con las temáticas y plantearon las siguientes 6 preguntas:

- 1- Cuales (escoja mínimo 3) de los siguientes temas le gustaría que abordara el laboratorio virtual y remoto: 1) Operaciones con señales análogas y discretas, 2) Convolución de señales análogas y discretas, 3) Series de Fourier, 4) Transformada de Fourier de señales análogas, 5) Transformada de Laplace y ubicación polos-ceros de sistemas análogos, 6) Filtros digitales.
- 2- Cual estrategia de aprendizaje le gustaría que se abordara en el laboratorio: 1) Estrategia basada en casos, 2) Estrategia basada en proyectos, 3) Estrategia basada en tareas, 4) Estrategia basada en problemas. otro (¿cuál?).
- 3- ¿Le gustaría que se explicara las temáticas del laboratorio incluyendo la matemática básica (o sin matemática)? ¿Prefiere que se incluya gráficos resultantes en vez de cálculos matemáticos?
- 4- ¿Le gustaría que la actividad del laboratorio se explicará por un video, en vez de un documento guía? ¿Tiene otra sugerencia para esta explicación?

- 5- ¿Está de acuerdo que la entrega final del laboratorio sea un informe tradicional (con introducción, objetivos, marco teórico,... entre otros)?
¿Le gustaría otro tipo de entrega? ¿Cuál?
- 6- ¿Qué sugerencia tiene para este laboratorio? Podría compartir alguna idea de cómo quisiera ver la interfaz de laboratorio en su computador.

Posterior a esto y una vez finalizada el desarrollo de cada módulo, se procede a compartir los resultados por medio de un video explicativo y de acuerdo a exposición presentada se genera el siguiente formulario llamado “Formato de viabilidad Módulos Remotos Virtuales Labview DAQ” donde se recopila información de: puntos de vista, conceptos y criterios sobre la propuesta presentada. Una vez analizado el diseño del formulario, se plantean las siguientes 3 preguntas:

- 1- ¿Le parece bien el modulo que se ha creado?
- 2- ¿Le gustaría modificar o agregar algo al módulo?
- 3- ¿Considera usted que el modulo aporta o impacta a un curso en particular?

De esta manera se realiza el diseño del plan de investigación.

24.3.3 Etapa 3: Recopilación de Datos.

Los datos recopilados en estas encuestas son escritas a través de internet y son incluidos como métodos cualitativos de la siguiente forma:

- Entrevistas en profundidad: Entrevistas individuales.
- Investigación etnográfica: Integrar algún entorno de la investigación de acuerdo a su ROLL
- UX: Pruebas de viabilidad que muestran la facilidad de comprensión de la propuesta.

Para la recopilación de información se toma una muestra cualitativa de 76 personas distribuidas en las 2 encuestas donde 68 personas respondieron la primera encuestas y 8 personas respondieron la segunda encienta.

24.3.3.1 Estadística resultados a la Encuesta para desarrollar lab virtual y remoto en la UNAD”

Figura 20

Resultados encuesta

| | Opcion 1 (Cant Per.) | Opcion 2 (Cant Per.) | Opcion 3 (Cant Per.) | Opcion 4 (Cant Per.) | Opcion 5 (Cant Per.) | Opcion 6 (Cant Per.) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1. Cuales (escoja mínimo 3) de los siguientes temas le gustaría que abordara el laboratorio virtual y remoto: 1) Operaciones con señales análogas y discretas, 2) Convolución de señales análogas y discretas, 3) Series de Fourier, 4) Transformada de Fourier de señales análogas, 5) Transformada de Laplace y ubicación polos-ceros de sistemas análogos, 6) Filtros digitales. | 44 | 20 | 25 | 17 | 32 | 39 |
| | 6567% | 2985% | 3731% | 2537% | 4776% | 5821% |
| | | | | | | |
| | Opcion 1 (Cant Per.) | Opcion 2 (Cant Per.) | Opcion 3 (Cant Per.) | Opcion 4 (Cant Per.) | | |
| 2. Cual estrategia de aprendizaje le gustaría que se abordara en el laboratorio: 1) Estrategia basada en casos, 2) Estrategia basada en proyectos, 3) Estrategia basada en tareas, 4) Estrategia basada en problemas. otro (¿cuál?). | 19 | 23 | 16 | 15 | | |
| | 2836% | 3433% | 2388% | 2239% | | |
| | Opcion 1 (Cant Per.) | Opcion 2 (Cant Per.) | | | | |
| 5. ¿Está de acuerdo que la entrega final del laboratorio sea un: 1) informe tradicional (con introducción, objetivos, marco teórico,... entre otros)? ¿Le gustaría otro tipo de entrega? ¿Cuál? | 42 | 24 | | | | |
| | 6269% | 3582% | | | | |
| | Opcion 1 (Cant Per.) | Opcion 2 (Cant Per.) | | | | |
| 6. ¿Qué sugerencia tiene para este laboratorio? Podría compartir alguna idea de cómo quisiera ver la interfaz de laboratorio en su computador. | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| vez de un documento guía ¿ tiene otra sugerencia para esta explicación? | | | | | | |
| | 5522% | 4179% | 149% | | | |

24.3.3.2 Formato de viabilidad Módulos Remotos Virtuales Labview

Figura 21

Resultados Encuesta

| | | Respuestas Pregunta 1 (por persona) | | |
|---------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|-----|------------------------|
| | | si | No | |
| ¿LE PARECE BIEN EL MODULO QUE SE HA CREADO? | | 8 | | |
| | | 100% | | |
| | | Respuestas Pregunta 2 (por persona) | | |
| | | Si | No | Opinion |
| ¿LE GUSTARÍA MODIFICAR O AGREGAR ALGO DE CADA MODULO? | | 4 | 4 | Variedad en Respuestas |
| | | 50% | 50% | |
| | | Respuestas Pregunta 3 (por persona) | | |
| | | si | No | |
| ¿CONSIDERA USTED QUE EL MODULO APORTA O IMPACTA A UN CURSO EN PARTICULAR? | | 8 | | |
| | | 100% | | |
| Total personas Encuestadas | | 8 | | |

24.3.4 Etapa 4: Análisis de datos

En el presente análisis se presentan los resultados de cada una de las preguntas realizadas en las dos encuestas. Se realiza una evaluación interpretativa de los conceptos compartidos por los encuestados así como la respectiva síntesis de cada una.

24.3.4.1 Estadística resultados Encuesta para desarrollar lab virtual y remoto en la UNAD”

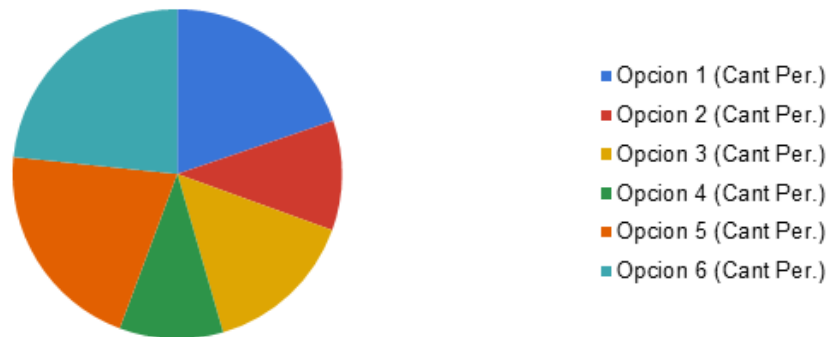
24.3.4.1.1 Pregunta 1

Cuales (escoja mínimo 3) de los siguientes temas le gustaría que abordara el laboratorio virtual y remoto, opciones: 1) Operaciones con señales análogas y discretas, 2) Convolución de señales análogas y discretas, 3) Series de Fourier, 4) Transformada de Fourier de señales análogas, 5) Transformada de Laplace y ubicación polos-ceros de sistemas análogos, 6) Filtros digitales.

Figura 22

Representación de resultados

1. Cuales (escoja mínimo 3) de los siguientes temas le gustaría que abordara el laboratorio virtual y remoto: 1) Operaciones con señales análogas y discretas, 2) Convolución de señales análogas y discretas, 3) Series de Fourier, 4) Transformada de Fourier



24.3.4.1.1 Síntesis de resultado

De las 68 personas encuestadas; 33 personas eligieron la opción 1 (Operaciones con señales análogas y discretas) esto representa el 48.53% del total de personas encuestadas, 18 personas eligieron la opción 2 (Convolución de señales análogas y discretas) representando el 26.47%, 25 personas eligieron la opción 3 (Series de Fourier) representando el 36.76%, 17 personas eligieron la opción 4 (Transformada de Fourier de señales análogas), representado el 25%, 35 personas eligieron la opción 5 (Transformada de Laplace y ubicación polos-ceros de sistemas análogos) representado el 51.47% como última opción, 39 personas eligieron la opción 6 (Filtros digitales.) representado el 57.35%

Para mejorar la interpretación de los resultados de esta pregunta es importante tener en cuenta que son 3 las opciones a elegir por personas.

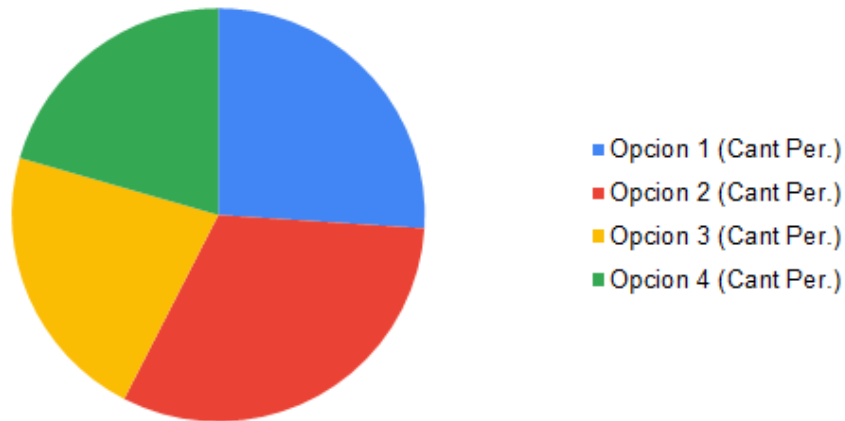
24.3.4.1.2 Pregunta 2

Cual estrategia de aprendizaje le gustaría que se abordara en el laboratorio: 1) Estrategia basada en casos, 2) Estrategia basada en proyectos, 3) Estrategia basada en tareas, 4) Estrategia basada en problemas. Otro (¿cuál?).

Figura 22

Representación resultados

2. Cual estrategia de aprendizaje le gustaría que se abordara en el laboratorio: 1) Estrategia basada en casos, 2) Estrategia basada en proyectos, 3) Estrategia basada en tareas, 4) Estrategia basada en problemas. otro (¿cuál?).



24.3.4.1.2.1 Síntesis de resultados

De las 68 personas encuestadas; 19 personas eligieron la opción 1 (Estrategia basada en casos) representando el 27.94%, 23 personas eligieron la opción 2 (Estrategia basada en proyectos) representando el 34.33 % de las persona encuestadas, 16 personas eligieron la opción 3 (Estrategia basada en tareas) representando el 23.88%, 15 personas eligieron la opción 4 (Estrategia basada en problemas) con el 22.39%.

Para mejorar la interpretación de los resultados la representación de la gráfica se realiza con la cantidad de personas encuestadas.

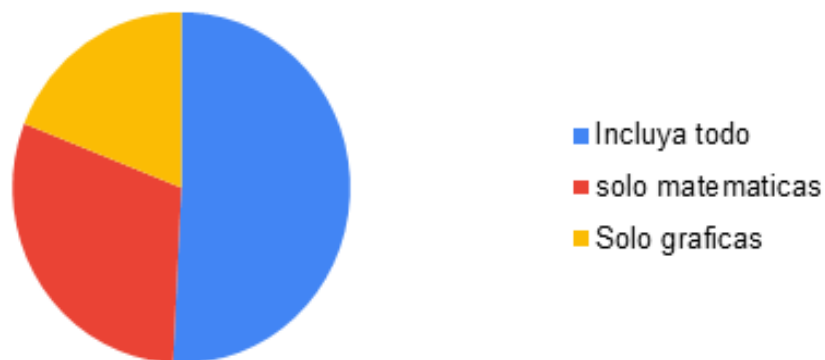
24.3.4.1.3 Pregunta 3

¿Le gustaría que se explicara las temáticas del laboratorio incluyendo la matemática básica (o sin matemática)? ¿Prefiere que se incluya gráficos resultantes en vez de cálculos matemáticos?

Figura 23

Representación de resultados

3. ¿Le gustaría que se explicara las temáticas del laboratorio incluyendo la matemática básica (o sin matemática)? ¿Prefiere que se incluya gráficos resultantes en vez de cálculos matemáticos?



24.3.4.1.3.1 Síntesis de resultados

De las 68 personas encuestadas, 32 personas eligieron la opción 1 (Incluir todo) representando el 47.06%, 19 personas opinaron que solo se debía incluir la matemática representando 27.94% y 12 personas opinaron que debían incluir solo graficas representando el 17.65% de las personas encuestadas.

Para mejorar la interpretación de los resultados la representación de la gráfica se realiza con la cantidad de personas encuestadas.

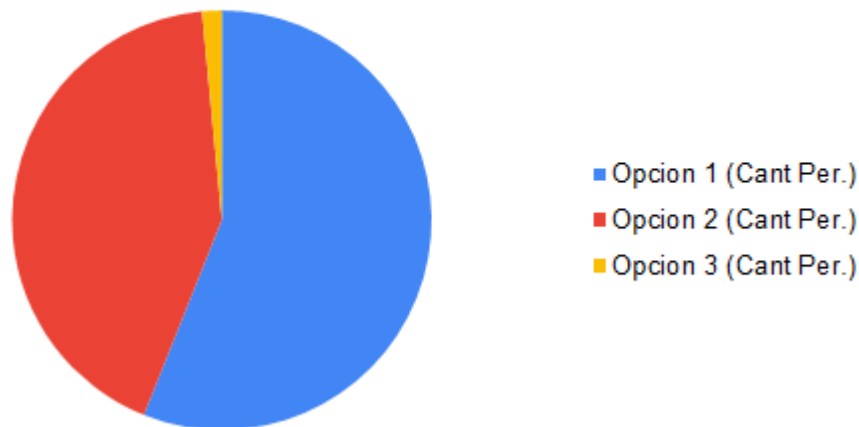
24.3.4.1.4 Pregunta 4

¿Le gustaría que la actividad del laboratorio se explique por un video, en vez de un documento guía? ¿Tiene otra sugerencia para esta explicación?

Figura 24

Representación de resultados

4. ¿Le gustaría que la actividad del laboratorio se explicará por un video, en vez de un documento guía? ¿Tiene otra sugerencia para esta explicación?



24.3.4.1.4.1 Síntesis de Resultados

De las 68 personas encuestadas, 37 personas opinaron que la explicación del laboratorio se realizara por medio de un video, esto representa el 54.44%, 28 personas opinan que debe tener un documento guía, esto representa el 41.18%.

Para mejorar la interpretación de los resultados la representación de la gráfica se realiza con la cantidad de personas encuestadas.

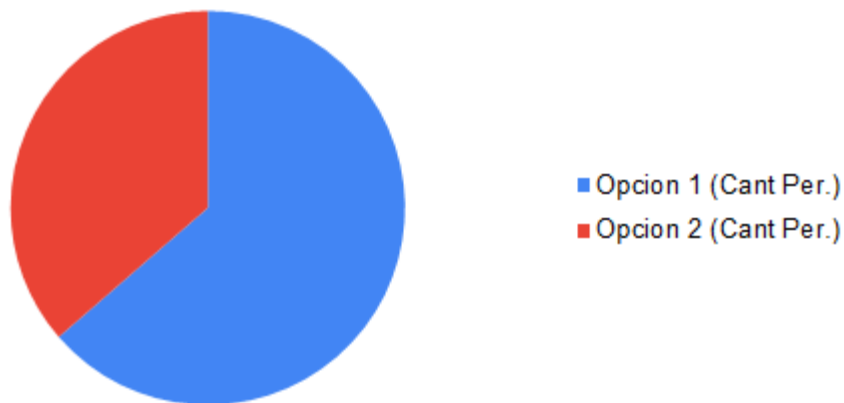
24.3.4.1.5 Pregunta 5

¿Está de acuerdo que la entrega final del laboratorio sea un: 1) informe tradicional (con introducción, objetivos, marco teórico,... entre otros)? ¿Le gustaría otro tipo de entrega? ¿Cuál?

Figura 25

Representación de resultados.

5. ¿Está de acuerdo que la entrega final del laboratorio sea un: 1) informe tradicional (con introducción, objetivos, marco teórico,... entre otros)? ¿Le gustaría otro tipo de entrega? ¿Cuál?



24.3.4.1.5.1 Síntesis de Resultados

De las 68 personas encuestadas, 42 personas opinaron que la entrega final del laboratorio se realizara de forma tradicional, esto representa el 61.76% y 24 personas opinaron que podría ser otro tipo de entregas, esto representa el 35.29%.

24.3.4.2 Estadística resultados Formato de viabilidad Módulos Remotos Virtuales Labview

24.3.4.2.1 Pregunta 1

¿Le parece bien el modulo que se ha creado?

Figura 26

Representación de resultados

¿LE PARECE BIEN EL MODULO QUE SE HA CREADO?



24.3.4.2.1.1 Síntesis de resultados

El total (100%) de las personas encuestadas (8) opinan que les parece bien el modulo creado.

Para mejorar la interpretación de los resultados la representación de la gráfica se realiza con la cantidad de personas encuestadas.

24.3.4.2.2 Pregunta 2

¿Le gustaría modificar o agregar algo al módulo?

Figura 27

Representación de resultados

¿LE GUSTARÍA MODIFICAR O AGREGAR ALGO DE CADA
MODULO?



24.3.4.2.2.1 Síntesis de resultados

De las 8 personas encuestadas, 4 de ellas opinan que modificarían algo del módulo desarrollado, esto representa 50% de los encuestados y 4 personas opinan que NO modificarían algo del módulo desarrollado. Para mejorar la interpretación de los resultados la representación de la gráfica se realiza con la cantidad de personas encuestadas.

24.3.4.2.3 Pregunta 3

¿Considera usted que el modulo aporta o impacta a un curso en particular?

Figura 28

Representación de Resultados

**¿CONSIDERA USTED QUE EL MODULO APORTA
O IMPACTA A UN CURSO EN PARTICULAR?**



24.3.4.2.3.1 Síntesis de resultados

El total (100%) de las personas encuestadas (8) opinan que los módulos desarrollados aportan o impactan a un curso en particular.

25. Informe final Estudio cualitativo

De acuerdo a los resultados arrojados por la investigación del estudio cualitativo donde se busca establecer los temas más relevantes dentro de las temáticas que involucran los cursos transformada de Fourier y filtros, para lograr el alcance e impacto esperado, se consolida con un alto porcentaje, el desarrollo de los módulos hacia la transformada de Fourier y sus aplicaciones en filtros sobre estudios de caso reales que facilitan el entendimiento de teorías. Mostrando que tienen una gran acogida en el estudiantado, logrando el objetivo planteado documentando los resultados de manera completa y comprensible, de manera que se ha planteado una solución sólida hacia una problemática real.

26. Conclusiones

Se implementan módulos de laboratorios virtuales y remotos, donde se realizan análisis de señales procesadas en la herramienta LabVIEW-DAQ con FFT para el filtrado, mejoramiento y desarrollo de dispositivos. Como alternativa, para el desarrollo minimizando procesos de análisis y comprensión de los laboratorios prácticos que lo requieran.

Se construyen estudios de caso que involucren técnicas de análisis de señales a fin de que los estudiantes comprendan la aplicación de las transformadas rápidas de Fourier.

Se desarrollaron módulos para que los temas de operaciones con señales, convolución, series, transformada de Fourier de LabVIEW se comprendan con mayor facilidad.

Se realizó un estudio cualitativo para determinar aspectos positivos y negativos de los módulos desarrollados propuestos.

27. Referencias

GUEVARA PATIÑO, Ragnhild. El estado del arte en la investigación: ¿Análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? Colombia. (Julio-Diciembre 2016). Páginas 165 a 179.

SANTOS PEÑAS, Maria- CASTRO FARIAS G. Laboratorios virtuales y remotos se señales. Valencia España (2010). Volumen 7, Pagina 2.

CALLEJO FERNANDEZ M- SABRÍA PRIM M. Laboratorio virtual de Sistemas digitales. Barcelona (2007). Páginas 1 a 5.

NIMHAS, Mohamed. {Árbol de Raíces} {En línea} {2019} disponible en:
<https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/527023-arbol-con-raices>

SANCHEZ Felix- PACHE DIAZ Tembleque
Tratamiento de datos en las técnicas instrumentales {En línea} {2010},
disponible en
http://www.culturacientifica.org/textosudc/unidad_didactica_fft.pdf

AMBARDAR ASHOK, Procesamiento de señales análogas y Digitales, Mexico (2003), 2da Edición, EDICIONES PARANINFO.

SANTAMARÍA-BUITRAGO, Frey Alfonso; BALLESTEROS RICAURTE, Javier Antonio; González-Amarillo, Ángela María, {Ecosistema para el despliegue y gestión de laboratorios virtuales basado en el estándar IMS LTI} {en línea} {2019}. Disponible en <https://www.redalyc.org>.

PARRA VALENCIA, Juan Diego. {Virtualidad: persistencias e insistencias de un nuevo viejo problema, Instituto Tecnológico Metropolitano} {2016} {En línea}. Disponible en <https://www.redalyc.org>.

Riaño Luna- Campo Elías- Palomino-Leiva, Martha Liliana. {Proceso analítico jerárquico para evaluar tres laboratorios virtuales en la educación superior}. {En línea} {2015}. Disponible en <https://www.redalyc.org>.

GRISOLIO MAGALÍ- Zanetti Paula - BELLOTTI Marcelo A- CASTIÑEIRAS José. {Laboratorios Remotos para Prácticas de Ingeniería en Carreras de Grado. Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa. La Plata, Argentina}. {En Línea} {2018}. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71675>

TRIANA ORTIZ, Karla Nathalia, MONTES DIAS Nely Johanna. {Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la Informática y educación superior. Escuela de Ciencias básicas, Tecnología e Ingeniería} {En línea} {2020}. Disponible en <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/wpecbti/article/view/3976>