Implementación de una interfaz gráfica con el software LabVIEW aplicable a un DETECTOR DE FALLAS ULTRASÓNICO para adquirir datos por puerto serial.

Modalidad: Desarrollo tecnológico

Luz Daniela Betancourt Madariaga
CC 1005040576

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias naturales e ingenierías
Ingeniería electromecánica
Bucaramanga, 28/07/2025

Implementación de una interfaz gráfica con el software LabVIEW aplicable a un DETECTOR DE FALLAS ULTRASÓNICO para adquirir datos por puerto serial. Modalidad: Práctica Empresarial

Luz Daniela Betancourt Madariaga
CC 1005040576

Informe de práctica para optar al título de
Ingeniería electromecánica

DIRECTOR
Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez

Camilo Leonardo Sandoval Rodríguez

GISEAC

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias naturales e ingenierías
Ingeniería electromecánica
Bucaramanga, 28/07/2025

Nota de Aceptación

Aprobado según acta del comité de trabajos de grado de ingeniería electromecánica # 19 del 12 de agosto de 2025



Firmado digitalmente porCamilo Leonardo Sandoval Rodriguez
DN: cn=Camilo Leonardo Sandoval Rodriguez gn=Camilo Leonardo Sandoval Rodriguez c=CO Colombia l=CO Colombia o=Unidades Tecnologicas de Santander ou=Ingenier²a Electromec§nica e=csandoval@correo.uts.edu.co
Motivo:Soy el autor de este documento
Ubicaci· n:
Fecha:2025-11-08 15:16-05:00

Firma del Evaluador



Firmado digitalmente porCamilo Leonardo Sandoval Rodriguez
DN: cn=Camilo Leonardo Sandoval Rodriguez gn=Camilo Leonardo Sandoval Rodriguez c=CO Colombia l=CO Colombia o=Unidades Tecnologicas de Santander ou=Ingenier²a Electromec§nica e=csandoval@correo.uts.edu.co
Motivo:Soy el autor de este documento
Ubicaci· n:
Fecha:2025-11-08 15:16-05:00

Firma del director

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y darme la fortaleza para superar cada obstáculo en este camino. A mi madre por todo lo que ha sacrificado ayudándome a llegar hasta aquí. Este logro es tanto suyo como mío. A mi familia, por su respaldo y sus palabras de aliento. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar esta meta. A todos aquellos, que han estado presentes y han aportado cosas positivas en este proceso tan importante en mi vida y que ha llegado a su fin, amor y gratitud, les dedico este trabajo, como un reflejo de su apoyo y confianza en mí.

AGRADECIMIENTOS

Inicialmente agradezco a Dios, por ser mi guía, mi refugio en los momentos difíciles y la fuente de mi fortaleza, sin él este camino habría sido aún más desafiante. A mi madre, quien no solo me dio la vida, sino que también fue madre y padre para mí. Su amor, sacrificio y lucha incansable han sido el pilar sobre el cual he construido mis sueños. A mi familia, por sus aportes, por cada palabra de aliento y por estar en cada etapa de este camino. A las Unidades Tecnológicas de Santander, institución que me brindó el conocimiento expreso mi más sincero agradecimiento, pues me ayudaron a crecer tanto académica como profesionalmente. A cada uno de mis profesores, quienes, con su dedicación, paciencia y compromiso, no solo compartieron su saber, sino que también me guiaron y motivaron a superar cada desafío. Gracias por inspirarme a dar siempre lo mejor de mí y por contribuir a la construcción de mi futuro. A todos ellos, dedico con amor y gratitud este trabajo, como un pequeño reflejo del esfuerzo y la fe que han depositado en mí.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 13

INTRODUCCIÓN 14

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 15

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
1.2. JUSTIFICACIÓN 16
1.3. OBJETIVOS 17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 17
1.4. ESTADO DEL ARTE 18

2. MARCO REFERENCIAL 23

2.1. MARCO TEORICO 23
2.1.1. SOFTWARE LABVIEW 23
2.1.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y APLICACIÓN 25
2.1.3. INFORMACIÓN SOBRE SONIC-137 26
2.2. MARCO CONCEPTUAL 27
2.2.1. AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES 27
2.2.2. COMUNICACIÓN POR PUERTO SERIAL 28
2.2.3. PROCESAMIENTO DE SEÑALES 28

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 29

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO 32

4.1. INSPECCIÓN TÉCNICA Y FUNCIONAL DEL EQUIPO DE FALLAS ULTRASONICO 32
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PANEL FRONTAL Y LOS CONTROLES DEL EQUIPO 33
4.1.2. USO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA SIMULACIÓN DEL PANEL FRONTAL DEL EQUIPO ULTRASÓNICO 41
4.2. DISEÑO DEL PANEL FRONTAL Y DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GENERADOR Y RECEPTOR DE SEÑALES EN LABVIEW 42
4.2.1. DISEÑO DEL PANEL FRONTAL PARA EL GENERADOR DE SEÑALES EN LABVIEW . 43

4.2.2. DISEÑO DEL PANEL FRONTAL PARA EL RECEPTOR DE SEÑALES EN LABVIEW ... 63
4.3. INTERACCIÓN CON EL PANEL FRONTAL DEL GENERADOR Y EL RECEPTOR DE LAS SEÑALES (INTERCONEXIÓN ENTRE LAS INTERFACES) ... 66
4.3.1. PUERTOS DE ENTRADA Y SALIDA DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS NATIONAL INSTRUMENTS PARA LA CONEXIÓN ... 67
4.3.2. CONFIGURACION DEL DAQ CON LAS TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS NATIONAL INSTRUMENTS ... 71
4.3.3. CONEXIÓN FÍSICA ENTRE LAS DOS TARJETAS DE NATIONAL INSTRUMENTS Y CON LAS INTERFACES ... 72
4.4. GUÍA DE USUARIO PARA EL MANEJO DEL PANEL FRONTAL GENERADOR Y RECEPTOR ... 78

5. RESULTADOS ... 79

5.1. VALIDACIÓN FUNCIONAL DE LA CONEXIÓN ENTRE LAS DOS INTERFACES ... 79
5.2. RESULTADOS DE LA INTERFAZ GENERADORA DE SEÑALES ... 84
5.2.1. GENERACIÓN DE SEÑALES SENOIDALES ... 84
5.2.2. GENERACIÓN DE SEÑALES CUADRADAS ... 86
5.2.3. GENERACIÓN DE SEÑALES TRIANGULARES ... 87
5.3. COMPARACIÓN ENTRE LAS SEÑALES GENERADAS Y LAS SEÑALES RECIBIDAS ... 89
5.4. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA ... 91
5.5. EVIDENCIA GRAFICA DEL FUNCIONAMIENTO ... 92
5.5.1. ONDA SENOIDAL, ONDA CUADRADA Y ONDA TRIANGULAR CONFIGURACIÓN 1.0 V DE AMPLITUD, 60 HZ DE FRECUENCIA Y 0° DE FASE. ... 92
5.5.2. ONDA SENOIDAL, ONDA CUADRADA Y ONDA TRIANGULAR CONFIGURACIÓN OFFSET DE 1.0 V, AMPLITUD 4V, FRECUENCIA 60 V ... 94
5.5.3. ONDA SENOIDAL, ONDA CUADRADA Y ONDA TRIANGULAR CONFIGURACIÓN AMPLITUD DE 2.0 V, FRECUENCIA DE 30 HZ Y FASE 3 ... 95

6. CONCLUSIONES ... 97

7. RECOMENDACIONES ... 98

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ... 99

9. ANEXOS ANEXO A ... 102

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Distribución y comandos del panel frontal del equipo SONIC-137. 33
Imagen 2. Conexión de diagrama de bloques para onda senoidal. 43
Imagen 3. Diseño del panel frontal de la onda senoidal. 45
Imagen 4. Conexión de diagrama de bloques onda cuadrada. 46
Imagen 5. Programación interna de la herramienta square wave PtbyPt. 47
Imagen 6. Conexión y símbolos. 48
Imagen 7. Diseño del panel frontal para la onda cuadrada. 49
Imagen 8. Diagrama de bloques para la onda triangular 50
Imagen 9. Programación interna de la herramienta Triangle wave PtbyPt. 51
Imagen 10. Conexión y símbolos. 52
Imagen 11. Diseño del panel frontal para la onda triangular. 53
Imagen 12. Símbolo del tab control. 54
Imagen 13. Asignación de pestañas en el Tab control 54
Imagen 14. Símbolo de DAQ. Fuente Autor 55
Imagen 15. Parámetros del DAQ. Fuente Autor 55
Imagen 16. Biblioteca para encontrar el DAQ Output. 56
Imagen 17. Diagrama de conexión de bloques para la selección de onda a emitir. 56
Imagen 18. Cases de control para emisión. 57
Imagen 19. Biblioteca para encontrar el While Loop. 58
Imagen 20. Conexión de los parámetros del While Loop. 59
Imagen 21. Panel frontal final para onda senoidal. 60
Imagen 22. Panel frontal final para onda cuadrada 61
Imagen 23. Panel frontal final para onda triangular. 62
Imagen 24. Diagrama de bloques final del panel frontal del generador de ondas. 63
Imagen 25. Diseño final del panel frontal del receptor de señales. 64

Imagen 26. Biblioteca para seleccionar el DAQ “Input”. 65

Imagen 27. Conexión final del diagrama de bloques del receptor. 66

Imagen 28. Configuración de la salida del DAQ 71

Imagen 29. Diagrama de conexión del DAQ con respecto a la tarjeta. 72

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia. 1. Detector de fallas ultrasónico SONIC-137 (Propiedad del laboratorio de automatización y sistemas de control) 32
Fotografia. 2. CRT del equipo SONIC-137. 34
Fotografia. 3. Indicadores de estatus del equipo SONIC-137. 35
Fotografia. 4 Teclas de ejecución inmediata. 36
Fotografia. 5. Menú de llaves 37
Fotografia. 6. Menú de llaves 38
Fotografia. 7. Puertos para canales. 39
Fotografia. 8. Teclas de cursor. 39
Fotografia. 9. SmartKnob. 40
Fotografia. 10. Pantalla de espesor. 40
Fotografia. 11. Pantalla de indicadores. 41
Fotografia. 12 Tarjeta de adquisición de datos National Instruments. 68
Fotografia. 13 Puertos de salida de la tarjeta de adquisición de datos de National Instruments. 68
Fotografia. 14. Salidas a conectar para la interfaz generadora. 69
Fotografia. 15 Tarjeta de adquisición de datos de National Instruments usada en la interfaz receptora. 70
Fotografia. 16. Puertos de entrada de la tarjeta de adquisición de datos de National instruments. 70
Fotografia. 17. Conexión física entre las dos tarjetas de adquisición de datos. 73
Fotografia. 18. Cable USB V8 para conectar la tarjeta de adquisición de datos a PC. 74
Fotografia. 19. Conexión exitosa del generador y receptor de señales. 75
Fotografia. 20. Conexión de los dos paneles visualizando su diagrama de bloques. 76
Fotografia. 21. Generacion y recepción de onda cuadrada. 77
Fotografía. 22. Generación y recepción de onda triangular. 77
Fotografía. 23. Conexión de ambas interfaces en onda senoidal 81
Fotografia. 24. Conexión de ambas interfaces en onda cuadrada 82
Fotografia. 25. Conexión de ambas interfaces en onda cuadrada 83
Fotografia. 26. Funcionamiento onda senoidal en la interfaz, Prueba N°1 85
Fotografia. 27. Funcionamiento onda cuadrada en la interfaz, Prueba N°6. 87
Fotografia. 28. Funcionamiento onda triangular en la interfaz, Prueba N°6. 89
Fotografia. 29. Panel generador y receptor mostrando una señal senoidal de 1.0 V de amplitud, 60 Hz de frecuencia y 0° de fase. 92
Fotografia. 30. Panel generador y receptor mostrando una señal cuadrada de 1.0 V de amplitud, 60 Hz de frecuencia y 0° de fase. 93
Fotografía. 31. Panel generador y receptor mostrando una señal triangular de 5.0V de amplitud, 35 Hz de frecuencia y 0° de fase. 93
Fotografia. 32. Onda senoidal con offset de 1.0 V, amplitud 4v, frecuencia 60 Hz, evidenciando desplazamiento vertical. 94
Fotografia. 33 Onda cuadrada con offset de 1.0 V, amplitud 4v, frecuencia 60 Hz, evidenciando desplazamiento vertical. 94

Fotografia. 34 Onda triangular con offset de 0 V, amplitud 5.0v, frecuencia 60 Hz. 95
Fotografia. 35. Onda senoidal con Amplitud de 2.0 V, Frecuencia de 30 Hz y fase 3..... 95
Fotografia. 36 Onda cuadrada con Amplitud de 5.0 V, Frecuencia de 30 HZ, mostrando una caída de señal por movimiento del cable de conexión 96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación de datos para la generación y recepción de onda senoidal 81

Tabla 2. Recopilación de datos para la generación y recepción de onda cuadrada 82

Tabla 3. Recopilación de datos para la generación y recepción de onda triangular 83

Tabla 4. Datos para la generación y recepción de onda senoidal 84

Tabla 5. Datos para la generación y recepción de onda cuadrada 86

Tabla 6. Datos para la generación y recepción de onda triangular 88

Tabla 7. Comparación de valores generados y recibidos..... 90

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de grado se enfoca en la motivación de actualizar los equipos industriales encontrados en el laboratorio de automatización y sistemas de control de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS). La meta principal es crear una interfaz gráfica en LabVIEW que permita la recolección de datos a través de un puerto serie, buscando mejorar su funcionamiento y ofrecer un recurso práctico de enseñanza para los estudiantes de ingeniería electromecánica.

La metodología utilizada se basa en el desarrollo de un algoritmo funcional para transmitir y recibir datos con LabVIEW. Esto abarca la creación de un panel frontal generador, el cual se encarga de emitir dichas ondas y el panel receptor para mostrar los datos, y la redacción de un guía de usuario detallada que facilita la interacción por parte del personal técnico. Los resultados esperados incluyen una interfaz gráfica funcional, una emisión limpia con la posible selección de tres tipos diferentes de ondas y la recepción en tiempo real por parte del panel receptor, todo esto con el fin de adaptarse a la función principal del equipo detector de fallas ultrasónico. La guía de usuario garantiza el uso y funcionamiento correcto de estas interfaces para el sistema mejorado.

PALABRAS CLAVE. LabVIEW, Interfaz Gráfica, Detector de Fallas Ultrasónico, Adquisición de Datos, Automatización Industrial.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito académico de la ingeniería electromecánica, uno de los retos más importantes es asegurar que los estudiantes adquieran una comprensión profunda y aplicada de los conceptos fundamentales del control y automatización de sistemas. En particular, en las Unidades Tecnológicas de Santander, el laboratorio de control y automatización enfrenta la necesidad de mejorar la interacción de los estudiantes con los bancos de pruebas.

En este contexto, tanto la educación como la industria deben evolucionar para garantizar el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de enseñanza que aseguren la formación de profesionales capacitados y la mejora continua de los procesos productivos. El presente trabajo busca abordar estos desafíos mediante la implementación de una nueva interfaz gráfica, utilizando el software LabVIEW. Esta solución no solo permitirá restaurar la operatividad del dispositivo, sino integrar los sistemas de análisis digital, lo que contribuirá a la modernización.

El desarrollo de esta interfaz gráfica tiene como objetivo central mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los procesos de adquisición de datos que faciliten la automatización. De igual manera, contribuirá a fortalecer la enseñanza práctica, permitiendo una mayor interacción con este equipo y facilitando su uso. Además, el proyecto propone una guía de usuario que facilitará la realizar las pruebas no destructivas, asegurando su correcto funcionamiento.

Este trabajo representa un aporte significativo a la comunidad académica, ya que permite interactuar con dispositivos usados en la industria lo que ayuda en la formación de los futuros ingenieros y en las operaciones de pruebas industriales, mostrando cómo la actualización tecnológica y la innovación en las herramientas educativas son esenciales para el avance de ambos.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ámbito académico de la ingeniería electromecánica, especialmente en el laboratorio de control y automatización de las Unidades Tecnológicas de Santander, se busca mejorar la interacción de los estudiantes con los bancos de pruebas para fortalecer la comprensión y aplicación de conceptos fundamentales como el control de temperatura, presión, nivel, caudal, tratamiento y análisis de datos.

Para superar estas barreras, es necesario desarrollar nuevas tecnicas de laboratorio que aborden de manera más efectiva estos aspectos, mejorando así la calidad de la formación práctica. Esto garantizaría que los futuros ingenieros estén mejor preparados para enfrentar los desafíos de la industria. En este sentido, al igual que la industria debe actualizar sus herramientas, la educación debe evolucionar con los tiempos para asegurar que los estudiantes tengan acceso a métodos de enseñanza modernos y efectivos.

En el sector industrial, particularmente en la industria petrolera, la perforación de pozos de hidrocarburos es una de las actividades clave para la extracción de recursos. Las tuberías son esenciales en este proceso, ya que transportan lodos y materiales resultantes de las perforaciones, a la vez que transmiten la potencia a la broca para continuar con la perforación, es necesario someterlas a rigurosas pruebas de calidad, como las que realiza el detector de fallas ultrasónico. **¿De qué manera la actualización de equipos y recursos puede mejorar la enseñanza en ingeniería y los procesos industriales?**

1.2. JUSTIFICACIÓN

La automatización de sistemas de control es fundamental para el avance tecnológico, ya que reduce la necesidad de intervención humana, haciendo los procesos más eficientes y rentables. Este concepto es claramente entendido por Tubodrilling. Por otro lado, en el ámbito académico, la formación de los estudiantes en ingeniería electromecánica juega un papel clave en el desarrollo tecnológico.

En las Unidades Tecnológicas de Santander, los estudiantes adquieren conocimientos fundamentales sobre automatización de procesos y control de sistemas, destacándose el uso de LabVIEW, un programa de programación gráfica que facilita la automatización industrial y la conectividad con instrumentos para realizar pruebas. Este entorno de desarrollo será fundamental en el proyecto de creación de una interfaz gráfica para el control de los parámetros necesarios.

El laboratorio de control y automatización, donde se realizan las prácticas, es el espacio donde los estudiantes aplican los principios aprendidos en clase, trabajando con módulos y bancos diseñados para diversas actividades. Mediante dichas prácticas se busca mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los principios de control de temperatura, nivel, presión, caudal, manejo y análisis de datos. Al fomentar una mayor interacción con los equipos de prácticas, se espera que los estudiantes logren una aplicación más efectiva de los conocimientos teóricos en situaciones prácticas, desarrollando habilidades valiosas para la industria. Este enfoque no solo mejora la calidad de la formación de los estudiantes, sino que también promueve la investigación, la creatividad y el interés por la automatización y el control de procesos industriales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar una interfaz gráfica con el software LabVIEW aplicable a un DETECTOR DE FALLAS ULTRASÓNICO para adquirir datos por puerto serial.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un panel frontal utilizando LabVIEW para un DETECTOR DE FALLAS ULTRASÓNICO con el fin de visualizar datos generados por un monitor externo.

- Desarrollar un algoritmo para el manejo del panel frontal de un DETECTOR DE FALLAS ULTRASÓNICO.

- Elaborar una guía de usuario para el manejo del panel frontal del DETECTOR DE FALLAS ULTRASÓNICO, asegurando que el personal encargado pueda realizar las pruebas de manera eficiente.

1.4. ESTADO DEL ARTE

En los últimos tiempos, la recolección de datos (DAQ) se ha establecido como una herramienta clave en la automatización, supervisión y control de procesos tanto en industrias como en laboratorios. Las soluciones creadas por National Instruments, especialmente las tarjetas DAQ junto con el entorno de programación gráfica, LabVIEW, han facilitado la creación de los sistemas propuestos para la recopilación, análisis y envío de datos en tiempo real. En este marco, la comunicación entre computadoras, se convierte en un aspecto crucial para el intercambio efectivo de información entre dispositivos. Varios estudios han explorado la implementación de sistemas de adquisición de datos distribuidos mediante conexiones de ordenador a ordenador.

A continuación, se ofrecen antecedentes significativos que respaldan el desarrollo del proyecto actual.

Cada tarjeta UBX proporciona un ancho de banda de 160 MHz para la transmisión, con la opción de ampliarse a 200 MHz, aunque esto puede causar un efecto de roll-off debido a los filtros integrados en la tarjeta en toda su banda operativa. En relación a la cadena de recepción, se cuenta con un ancho de banda de 84 MHz para frecuencias de 10-500 MHz y un ancho de banda de 160 MHz, que puede extenderse a 200 MHz, para frecuencias que van de 500 MHz a 6 GHz. La principal limitación de estas tarjetas es que no permiten la sincronización en fase de los canales a través de la compartición de osciladores locales, por lo que es necesario llevar a cabo dicha sincronización por medio de comandos temporales en la configuración del software de la etapa de adquisición. Adicionalmente, si se requieren aplicaciones por debajo de 1 GHz, es imprescindible disminuir la frecuencia de reloj de las tarjetas a 20 MHz para lograr una sincronización en fase (Riocalo Ruaque, 2023).

Como resultado se obtuvo que el módulo creado tiene la finalidad de aumentar las capacidades de control y monitoreo a través del uso de la plataforma IoT Kaa. Esto posibilita observar, desde la nube, diversos gráficos que corresponden a diferentes sensores, lo que ayuda a los estudiantes a elegir de manera más adecuada los controladores en función de los proyectos que desean llevar a cabo. Por esta razón, se enfatizó en el estudio del estado actual de la tecnología relacionada con el Internet de las Cosas (IoT), enfocándose en el aprendizaje y gestión de variables digitales, así como en señales analógicas que permiten comprender fenómenos físicos en el entorno. Esta combinación es útil para supervisar situaciones inestables en el área laboral. Por último, se muestran las gráficas del desarrollo realizado, que relaciona el sistema de domótica basado en la plataforma Kaa con LabVIEW y un simulador de planta de control EPC (*Arboleda y Orlando - Desarrollo de un sistema de control y monitoreo ut.pdf*, s. f.).

Se enfatiza que el uso de una tarjeta para la adquisición de datos, junto con una metodología experimental apropiada, ofrece una herramienta efectiva para captar cambios en la pendiente vinculados a los procesos de formación y desarrollo de fases durante la solidificación de materiales. Esta estrategia muestra un alto grado de fiabilidad, con un margen de error que es menor al 5 %, lo que sugiere una adecuada relación entre los datos obtenidos y el comportamiento previsto del sistema. Sin embargo, se notó una excepción en el caso de la temperatura de solidificación del estaño puro, donde se registró una variación más significativa. Esta diferencia podría ser causada por factores como la existencia de impurezas en el metal, que modifican su comportamiento térmico, o por posibles interrupciones o interferencias en el sistema de medición, las cuales pueden influir en la exactitud de los datos registrados. Este tipo de situaciones resalta la necesidad de gestionar cuidadosamente las condiciones experimentales y la calidad de los materiales

empleados para asegurar resultados más precisos y reproducibles (*MemoriasCONATEC2023_ArchivoCompleto.pdf*, s. f.).

Durante los ensayos llevados a cabo con diferentes tipos de paredes, se observaron variaciones en las señales detectadas por los sensores ultrasónicos. Estas discrepancias se deben a las trayectorias indirectas que toma el pulso, dado que, en lugar de ser reflejado de forma inmediata, tiende a rebotar en varias superficies antes de llegar al receptor, resultando en distancias medidas cerca de los 100 cm. Este fenómeno es más notable en los sensores colocados en ángulos oblicuos y está relacionado con los efectos de reverberación. En las estructuras que son reflectantes, el comportamiento se vuelve aún más complicado, ya que el pulso puede rebotar varias veces antes de ser detectado nuevamente. Este tipo de comportamiento es importante al recoger datos utilizando tarjetas DAQ, ya que impacta de manera directa en la calidad de la señal, el tiempo de respuesta y la interpretación de los datos que se transmiten entre los dispositivos, sobre todo cuando se utilizan configuraciones de monitoreo y procesamiento distribuidas entre dos computadoras (Romero-Perigault et al., 2020).

El propósito de esta investigación fue llevar a cabo la detección, ubicación y segmentación del cerebelo en imágenes de ultrasonido fetal, específicamente en el plano transcerebelar. Se realizó un análisis de los avances en el aprendizaje profundo relacionado con el ultrasonido médico. Se evaluaron dos estructuras arquitectónicas conocidas y se realizaron pruebas con diversos hiperparámetros, como la cantidad de capas convolucionales y el tamaño de la salida de una capa densa. Además, se exploraron dos aspectos del aprendizaje automático: los métodos de inicialización y optimización. Estas pruebas contribuyeron a mejorar el rendimiento de las tareas llevadas a cabo (*Procesamiento de Señales en 2025*, s. f.).

Los progresos en los Ensayos No Destructivos (END) han fomentado la utilización del ultrasonido como principal técnica volumétrica en el sector industrial. Este análisis realiza una comparación entre tres métodos ultrasónicos: Pulso-Eco Convencional, Arreglo de Fases y TOFD, para identificar discontinuidades en uniones soldadas. Se crearon muestras con defectos intencionales siguiendo la norma API 1104, confeccionadas por soldadores acreditados, y el inspector no conocía la ubicación de estos defectos para replicar un entorno auténtico. Las evaluaciones se llevaron a cabo con un equipo SONATEST VEO, calibrado por un técnico con certificación ASNT de nivel II. Los datos fueron recolectados a través de un sistema DAQ de National Instruments, que sirvió de base para el tratamiento digital de las señales. Los análisis estadísticos revelaron que el Ultrasonido con Arreglo de Fases Semiautomático presentó la mayor efectividad, con un 84 % de probabilidad de detección. Se aconseja un control minucioso del posicionamiento del transductor para evitar confusiones en la interpretación (*Castillo - Transmision de datos por ultrasonico para detectar discontinuidades, con f.pdf*, s. f.).

La recolección de datos comienza con un fenómeno físico o una característica física de un objeto, que es el enfoque de estudio que se quiere evaluar. Esta característica o fenómeno podría incluir el cambio en la temperatura o la temperatura en un cuarto, la intensidad de una fuente de luz o del cambio en dicha fuente, la presión dentro de un contenedor, la fuerza que se aplica a un objeto, entre otras muchas posibilidades. Un sistema de recolección de datos eficiente es capaz de medir todas estas diversas características o fenómenos. El hardware de adquisición de datos actúa como un puente entre una computadora y las señales externas. Su función principal es convertir señales analógicas que entran para que una computadora pueda procesarlas. Los tres elementos fundamentales de un dispositivo de adquisición de datos que se utiliza para medir una señal son el circuito

para acondicionar señales, el convertidor de analógico a digital (ADC) y un autobús de computadora (Romero-Perigault et al., 2020).

Desarrollo de un laboratorio virtual completo (como un osciloscopio, un generador de ondas y un voltímetro) a través de las herramientas de software Labview y el hardware Arduino. En este proyecto, el enfoque se dirigirá a la creación de un generador virtual que produzca funciones tanto predefinidas como arbitrarias usando la técnica de Síntesis Digital Directa (DDS). Se evaluará su rendimiento en comparación con un generador de ondas real. Las señales producidas podrán incluir ondas cuadradas, senoidales, pulsadas u otras configuraciones periódicas y arbitrarias definidas temporalmente. Además, se llevará a cabo una revisión de la literatura disponible sobre los pros y contras de reemplazar equipos de instrumentación físicos por virtuales en el ámbito educativo de materias vinculadas a la electrónica (Generador virtual de funciones de onda predefinida y arbitraria con herramientas hardware y software ARDUINO y LABVIEW*.pdf*, s. f.).

En primer lugar, al considerar que el sistema tiene como objetivo ilustrar cómo funcionan las señales de instrumentación, se observó que los sensores de nivel, sin importar su categoría, ya sean ultrasónicos, de flotación, por radar, entre otros, en el ámbito industrial, las señales más tradicionales para comunicar su medición son las señales analógicas que oscilan entre 4 y 20 mA. Por ello, en esta etapa inicial del software, se crearon señales analógicas simuladas que abarcan de 4 a 20 mA en amplitud, siendo 4 mA el valor correspondiente cuando un sensor de nivel detecta que el tanque está vacío y alcanzando un máximo de 20 mA cuando el nivel del líquido se eleva hasta el límite del tanque (*Acosta - DISEÑO DE SISTEMA SCADA EN LABVIEW PARA SUPERVISIÓN.pdf*, s. f.).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. SOFTWARE LABVIEW

LabVIEW es una plataforma de programación gráfica que ofrece herramientas especiales para mejorar la productividad en el desarrollo de sistemas de pruebas, proporcionando una forma intuitiva de programar, una amplia compatibilidad con instrumentos de cualquier marca y una integración total de interfaces de usuario (*¿Qué es NI LabVIEW?*, s. f.).

Algunas de sus características son:

- Permite la conexión con cualquier instrumento, sin importar el fabricante.
- Incluye una interfaz de usuario integrada para la supervisión y control de las pruebas.
- Ofrece una extensa colección de funciones para análisis de ingeniería.
- Es compatible con lenguajes de programación populares como Python, C y .NET.

Describiendo **su funcionalidad** se tiene que:

Cuando se desarrollan programas o sistemas con LabVIEW, estos reciben el nombre de instrumentos virtuales (Vis), lo que resalta su función principal de control de instrumentos. El objetivo principal de LabVIEW es reducir los tiempos y los estándares para la creación de sistemas de todo tipo (no solo en pruebas, control y diseño) y facilitar el trabajo a programadores no especializados, alineándose con su lema "La potencia está en el software". Este lema enfatiza la intención de simplificar los circuitos a tres módulos esenciales: la interfaz donde se acondicionan las señales (LabVIEW), la tarjeta de adquisición de datos y los módulos de entrada y/o

salida, como sensores o lecturas de patrones gestionados por la tarjeta de adquisición de datos. Además, National Instruments, la empresa detrás de LabVIEW, no solo se dedica a desarrollar este software, sino también hardware compatible, como tarjetas de adquisición de datos, PACs, sistemas de visión y otros dispositivos (*UNIVERSIDAD VERACRUZANA.pdf*, s. f.).

- **Instrumentación electrónica**

La Instrumentación Electrónica es una rama de la electrónica que abarca tanto la electrónica analógica como digital y de potencia. Su enfoque principal es el diseño y operación de dispositivos y sistemas electrónicos, especialmente aquellos destinados a medir el comportamiento de sistemas específicos. Se utiliza para censar y procesar variables eléctricas, físicas y químicas, lo que permite el monitoreo y control de procesos mediante el uso de dispositivos y tecnologías electrónicas.

- **Instrumentación virtual**

La Instrumentación Virtual es una evolución de la Instrumentación Electrónica, cuyo objetivo es reemplazar o complementar el hardware con software. Esto se logra mediante el uso de un procesador (ya sea un PC o un módulo programado) que ejecuta un programa específico, el cual mantiene comunicación con todos los módulos y dispositivos de entrada y salida, asegurando la medición de las variables y la estabilidad de la comunicación. Las ventajas de la Instrumentación Virtual incluyen la automatización de las mediciones de módulos o sistemas, el procesamiento de los datos obtenidos y la capacidad de realizar acciones de forma remota.

2.1.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y APLICACIÓN

Según la ASNT, "Un ensayo no destructivo es cualquier prueba realizada a un material que no altere permanentemente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales". Estos ensayos han evolucionado hasta convertirse en una herramienta fundamental en los diseños de ingeniería modernos, así como en los procesos de producción, mantenimiento y diagnóstico. En este sentido, la capacidad de detectar fallos y la fiabilidad de los procedimientos no destructivos son cruciales para el uso final del componente inspeccionado, respondiendo a las necesidades de la industria manufacturera (Universidad de San Martín de Porres, Perú et al., 2018).

- **Ensayos no destructivos por inducción electromagnética**

El método no destructivo basado en corrientes inducidas, también conocidas como corrientes de Foucault o corrientes de Eddy, se fundamenta en el principio de la inducción electromagnética. Este tipo de ensayo es sumamente versátil, permitiendo resolver problemas como:

1. La medición de parámetros físicos, como conductividad, permeabilidad, tamaño de grano y dureza.
2. La detección de discontinuidades, tales como corrosión, inclusiones, segregaciones y grietas.
3. La separación de metales mezclados, que incluye la determinación de su composición química y la medición de los espesores de recubrimientos.

- **Ensayos no destructivos utilizando Rayos X**

Estas pruebas, conocidas técnicamente como radiografías industriales, se utilizan para identificar discontinuidades internas, como grietas, porosidades, defectos de fusión en soldaduras, y en piezas de fundición o forjadas. Este tipo de ensayo se realiza sin alterar permanentemente las propiedades físicas, químicas o mecánicas del material, es decir, sin causarle daño. Los rayos X son radiaciones electromagnéticas invisibles que poseen la capacidad de atravesar materiales opacos, con una longitud de onda que va de 10^-8 m (10 nm) a 10^-13 m (10^-4 nm) (Serway & Jewett, 2006).

- **Ensayo no destructivo por método de ultrasonido**

Este método se basa en la medición de la propagación del sonido en el medio que constituye la pieza a analizar y tiene aplicación en todo tipo de materiales. Sus distintas técnicas permiten su uso en dos campos de ensayos no destructivos: control de calidad y mantenimiento preventivo, siendo en esta última especialidad muy utilizados en la aeronáutica por su precisión para determinar pequeñas fisuras de fatiga en, por ejemplo, trenes de aterrizaje, largueros principales, bloques de motores, bielas, etc. La manifestación de estas y otro tipo de fallas es la interpretación, generalmente en un osciloscopio, lo cual lo distingue de otros métodos, ya que no nos presenta un cuadro directo de las fallas, como en el caso de las películas radiográficas (Rimoldi & Mundo, s. f.).

2.1.3. Información sobre SONIC-137

El **Stanley Sonic 137** es un dispositivo diseñado para la inspección no destructiva mediante ultrasonidos, ideal para detectar defectos internos en

materiales como metales y plásticos. Funciona emitiendo y recibiendo ondas ultrasónicas para identificar discontinuidades en diversas estructuras (*Stanley Sonic 137 Ultrasonic Flaw Detector 2pcs*, s. f.).

Principales características:

- **Pantalla LCD** que muestra claramente las señales ultrasónicas y los resultados de las pruebas.
- **Controles fáciles de usar**, lo que lo hace accesible incluso para usuarios con poca experiencia.
- **Diseño compacto y liviano**, lo que lo hace adecuado para su uso en campo y en ambientes industriales.
- **Batería recargable**, lo que asegura un largo tiempo de operación sin necesidad de recarga constante.

Usos comunes:

- Inspección de soldaduras y uniones en estructuras metálicas.
- Evaluación de la integridad de componentes en maquinaria.
- Detección de grietas y corrosión en tuberías y otros elementos.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Automatización de procesos industriales

La automatización de procesos industriales es uno de los objetivos clave para las empresas en su constante esfuerzo por mantener la competitividad en un entorno dinámico y desafiante. Automatizar un proceso industrial, ya sea una máquina, un sistema o un equipo, implica integrar una serie de elementos y tecnologías que garanticen su control adecuado y funcionamiento óptimo. Este

sistema automatizado debe ser capaz de responder tanto a situaciones anticipadas como a imprevistos, con el fin de garantizar que el proceso y los recursos humanos involucrados operen de la forma más eficiente posible (Serway, s. f.).

2.2.2. Comunicación por puerto serial

El puerto serie sigue siendo hoy en día una de las principales vías de comunicación entre dispositivos externos y computadoras. Es una interfaz presente en casi todos los periféricos de nuestro escritorio, así como en el interior de nuestros equipos (*Puerto serie – Qué es, para qué sirve y tipos*, s. f.).

2.2.3. Procesamiento de señales

El procesamiento de señales es una rama fundamental de la ingeniería que se centra en el análisis, modificación y síntesis de señales para extraer información relevante o mejorar su calidad. En el contexto de la ingeniería, las señales pueden ser de tipo eléctrico, acústico o visual, y el objetivo principal es transformar estos datos para identificar patrones o características que no son fácilmente detectables. En la ingeniería, el procesamiento de señales se aplica en diversos campos, como las telecomunicaciones, los sistemas de radar y sonar, el procesamiento de audio y video, y los sistemas de control. A través de estas técnicas, es posible optimizar el rendimiento de los sistemas y dispositivos, mejorar la calidad de las señales y facilitar el análisis de datos para resolver problemas específicos (*Procesamiento de Señales en 2025*, s. f.).

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo de grado se clasifica como una investigación centrada en el desarrollo tecnológico, con el propósito de elaborar una solución práctica para una problemática detectada en los entornos académico e industrial. Aunque es esencial entender teóricamente los principios de control y adquisición de datos (un aspecto descriptivo), la meta principal es crear, implementar y evaluar una interfaz gráfica operativa en LabVIEW para generar y recibir datos.

Se utiliza un enfoque metodológico mixto. La etapa de desarrollo y evaluación de la interfaz se basará en un fuerte componente cuantitativo, en el que se medirán indicadores como la eficacia en la recolección de datos, la exactitud de la visualización y la facilidad de uso del sistema mediante pruebas funcionales. Al mismo tiempo, la fase de diseño de la interfaz incluirá elementos cualitativos, con el fin de entender las necesidades y los flujos de trabajo del personal de para garantizar una experiencia de usuario clara y ajustada a sus requerimientos específicos.

El enfoque principal de esta investigación es el diseño y desarrollo tecnológico ya que implica un proceso cíclico que abarca el análisis del problema, la conceptualización de la solución (la interfaz en LabVIEW). Además, se integrará un análisis técnico, se buscará explorar y comprender el contexto de uso mediante la interacción.

Realización de una revisión exhaustiva de la bibliografía sobre control de variables, LabVIEW, comunicación, diseño de interfaces de usuario y equipos de ensayos ultrasónicos no destructivos. Implementación de la interfaz gráfica en

LabVIEW, que abarcará la programación para procesar datos y elementos de visualización.

Se realizaron pruebas sistemáticas para confirmar el correcto funcionamiento de la interfaz en la recolección, procesamiento y visualización de datos. Se evaluará la eficacia, la exactitud y la facilidad de uso tanto por parte de usuarios simulados como reales. Se elaborará un manual técnico detallado que documente la estructura, el funcionamiento y las instrucciones de uso de la interfaz creada.

Fase 1: Revisión teórica y funcional del equipo original para la creación de una alternativa a su uso.

Fase 2: creación de un diseño funcional de la interfaz gráfica siguiendo los parámetros principales y esenciales como lo son el tipo de onda, la frecuencia, la amplitud, el offset y la fase.

Fase 3: Programación de la interfaz gráfica y del algoritmo encargado de la adquisición y procesamiento de datos en LabVIEW y la Ejecución de las funcionalidades definidas durante la fase de diseño.

Fase 4: Simulación mediante la configuración y conexión mediante tarjetas de adquisición de datos de National Instruments (DAQ), poniendo en funcionamiento la interfaz generadora de señales y la interfaz receptora de señales a través de su interconexión.

Fase 5: Pruebas funcionales y validación, variando los parámetros y analizando la comunicación entre el generador y receptor en tiempo real.

Fase 6: Diseño de una guía de usuario clara y breve para facilitar el uso de la interfaz además de la generación de una respectiva documentación técnica detallada del proyecto y las especificaciones de la interfaz.

Fase 7: Revisión de la información recolectada durante las pruebas y la evaluación.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Inspección técnica y funcional del equipo de fallas ultrasónico

En esta sección se realizó una inspección técnica y funcional del panel principal del equipo de detección de fallas ultrasónico SONIC-137, con el fin de recrear su pantalla principal en una interfaz, usando el software LabVIEW, simulando el funcionamiento del equipo, la obtención de señales y la manipulación de los parámetros principales de las ondas generadas, los cuales son, la amplitud, la frecuencia, el offset, la fase y el tipo de onda a recibir. Todo esto con el fin de habilitar, en forma tecnológica, el proceso de generación y recepción de dichas ondas. Para la creación de estas interfaces primero debemos conocer el equipo, su modo de operación y rangos.

Fotografia. 1. Detector de fallas ultrasónico SONIC-137 (Propiedad del laboratorio de automatización y sistemas de control)

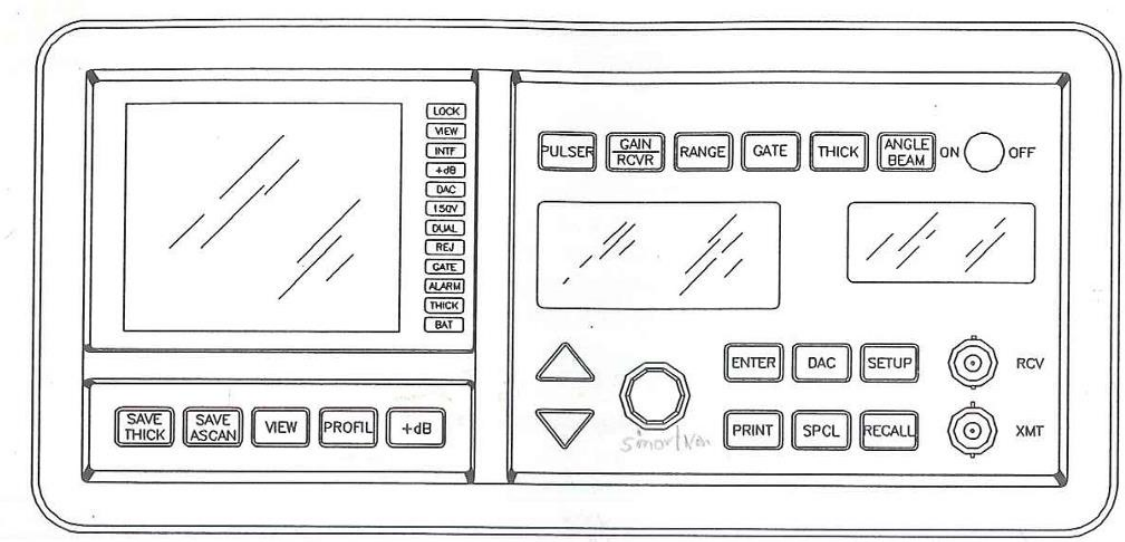


Fuente Autor

4.1.1. Descripción del panel frontal y los controles del equipo

El SONIC-137 es un dispositivo portátil que se utiliza para la inspección no destructiva de materiales y estructuras, ayudando a identificar discontinuidades internas como grietas, porosidades o inclusiones. En este apartado, se explican los componentes principales del SONIC-137, detallando su función en el sistema de captura y análisis de señales ultrasónicas, con el objetivo de entender su funcionamiento y su importancia en la detección temprana de fallas en estructuras, además de, utilizar los parámetros mas importantes de las ondas para realizar el montaje de las interfaces. [i]

Imagen 1. Distribución y comandos del panel frontal del equipo SONIC-137.



Nota. Tomado de Manual Técnico del SONIC-137*, por Staveley NDT Technologies, 2008.

El diseño del panel frontal del equipo Sonic-137 se puede ver en la Nota. Tomado de Manual Técnico del SONIC-137*, por Staveley NDT Technologies, 2008.donde se evidencian los diferentes comandos, perillas y pantallas, estos componentes serán descritos a continuación, teniendo en cuenta el manual del equipo ultrasónico,

con esto se da inicio al uso y replicación de los parámetros mas importantes de este panel, que se usaron en el diseño de las interfaces.

Fotografia. 2. CRT del equipo SONIC-137.



Nota. Fuente Autor

- **CRT**

El CRT se utiliza para mostrar el retorno de la señal ultrasónica del transductor. Contiene una retícula de 10 divisiones por 10 que está grabada en la superficie interior del tubo para las mediciones de amplitud y posición de la señal.

Fotografia. 3. Indicadores de estatus del equipo SONIC-137.



Nota. Fuente Autor

- LOCK Indica el bloqueo de parámetros que afectan la onda
- VIEW Muestra la activación del modo traza expandida
- INTF Instrumento sincronizado don la interfaz
- +dB Indica hay 6, 12, 14 o 20 dB en la ganancia mostrada
- DAC Indica la activación de la corrección de amplitud
- 150v Indica que hay voltaje
- DUAL Indica que el modo de elemento dual está activado
- REJ Indica la aplicación de rechazo lineal a la señal
- GATE Parpadea indicando una alarma de defecto
- ALARM Parpadea con la GATE activa y espesor fuera de rango
- THICK Parpadea indicando un espesor fuera de rango
- BAT Indica descarga de batería

Fotografia. 4 Teclas de ejecución inmediata.



Nota. Fuente Autor

- **SAVE THICK** Guarda automáticamente la lectura de espesor mostrada.
- **SAVE ASCAN** Activa inmediatamente el digitalizador para convertir la forma de onda ultrasónica mostrada a su equivalente digital y la guarda en la siguiente ubicación de almacenamiento A-scan disponible.
- **VIEW** permite al operador ver una visualización expandida en la pantalla CRT con la imagen inicial intensificada.
- **PROFIL** Activa inmediatamente el digitalizador para convertir la forma de onda ultrasónica mostrada a su equivalente digital y la muestra en la CRT.
- **+ dB** Aumentar la ganancia del instrumento en una cantidad fija y preprogramada.

Fotografia. 5. Menú de llaves



Nota. Fuente Autor

- **PULSER** Activa uno de los dos menús principales que se muestran y se utiliza para ajustar las características operativas del generador de pulsos de onda cuadrada.
- **GAIN/RCVR** También activa uno de los dos menús principales. Estos menús pueden alternarse presionando repetidamente la tecla. Los menús se utilizan para ajustar las características del receptor y de la visualización del video.
- **RANGE** Llama uno de los dos menús principales mostrados y se utiliza para ajustar los parámetros de la base de tiempo. Se puede alternar entre los menús presionando repetidamente la tecla.
- **GATE** Llama uno de los cuatro menús. Los dos primeros menús configuran los parámetros de la compuerta de defectos 1.
- **THICK** Activa uno de los tres menús del medidor de espesor
- **ANGLE BEAM** Esta función permite mostrar cálculos trigonométricos de inspección por ondas de corte, como los usados en soldaduras y otras aplicaciones similares.

Fotografia. 6. Menú de llaves



Nota. Fuente Autor

- **ENTER** Permite seleccionar
- **DAC** Permite el cambio de parámetros
- **SETUP** Permite configurar parámetros de almacenamiento
- **PRINT** Permite la impresión de reportes
- **SPCL** Muestra el menú para el bloqueo del panel frontal
- **RECALL** Se usa para recuperar programas almacenados.

Fotografia. 7. Puertos para canales.



Nota. Fuente Autor

- **RCV Y XMT**

  Se conectan los dos cuando se activan los ECOS, son canales, aunque tambien se puede conectar uno.

Fotografia. 8. Teclas de cursor.



Nota. Fuente Autor

- **CURSOR**

  Permite el desplazamiento arriba y abajo en la pantalla.

Fotografia. 9. SmartKnob.



Nota. Fuente Autor

- **SmartKnob** La función principal de esta perilla es cambiar los parámetros seleccionados por el cursor.

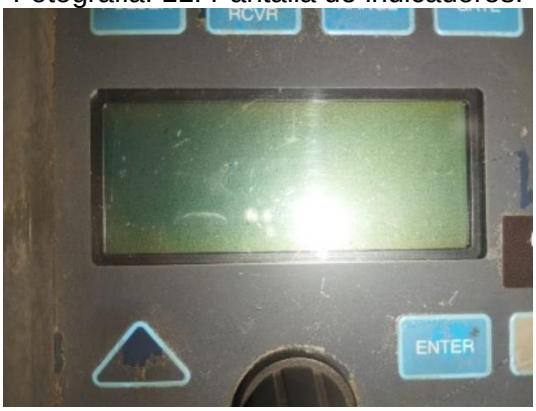
Fotografia. 10. Pantalla de espesor.



Nota. Fuente Autor

- **Pantalla de espesor** Su función principal se basa en mostrar los parámetros del equipo.

Fotografia. 11. Pantalla de indicadores.



Nota. Fuente Autor

- **Pantalla de indicadores** como su nombre lo dice, su función es mostrar los parámetros importantes de la onda, ejemplo la amplitud, la frecuencia, la fase, el voltaje, etc.

4.1.2. Uso de la tecnología para la simulación del panel frontal del equipo ultrasónico

Debido al avanzado deterioro del equipo, “detector de fallas ultrasónico SONIC-137”, del cual aproximadamente el 95% o más, de su funcionalidad física se encuentra inutilizada, se optó por emplear herramientas tecnológicas modernas para simular su panel frontal y recuperar su utilidad operativa en el contexto académico y experimental.

Se utilizó LabVIEW, por ser un entorno de programación gráfica ampliamente utilizado en ingeniería, para diseñar una interfaz que replicara los principales controles del equipo original. Esta simulación incluye un generador de señales configurable en los parámetros de amplitud, frecuencia, fase y offset, y con capacidad para emitir señales de forma senoidal, cuadrada y triangular.

De igual manera, se integró una interfaz receptora con una gráfica de visualización en tiempo real y cuatro indicadores principales, lo que permite un análisis inmediato del comportamiento de las señales recibidas. Para la implementación física y adquisición de datos, se incorporaron tarjetas DAQ, que permiten el envío y recepción de señales analógicas, facilitando la exploración práctica de conceptos como la propagación ultrasónica, la interacción con materiales y el tratamiento digital de señales.

Esta solución responde a la necesidad de mantener la operatividad del equipo que se encuentra en dentro del Laboratorio de Automatización y Sistemas de Control, y al mismo tiempo, se lleva al uso de tecnologías modernas por parte del estudiante en la modalidad de práctica para trabajo de grado de Ingeniería Electromecánica, como fin de buscar solución a dicho problema con recursos que se tengan al alcance.

4.2. Diseño del panel frontal y diagrama de bloques del generador y receptor de señales en LabView

En este ítem se dará a conocer el proceso seguido para la creación y montaje del panel frontal de la interfaz. Se crearon dos paneles frontales en el software LabView, uno que es el generador (panel capaz de generar una señal senoidal, cuadrada o triangular) en el cual se pueden manipular de forma manual los parámetros principales que interfieren en la forma de la onda, como lo son, la amplitud (V), la frecuencia (Hz), el offset (V) y la fase (°), todo con el fin de visualizar el cambio en las ondas según el valor asignado en cada uno de estos parámetros.

Se creó otro panel frontal capaz de ser el receptor de la señal emitida con el panel generador de señal, en este panel (interfaz receptora) se puede visualizar directamente la onda generada por el panel generador, además de tener

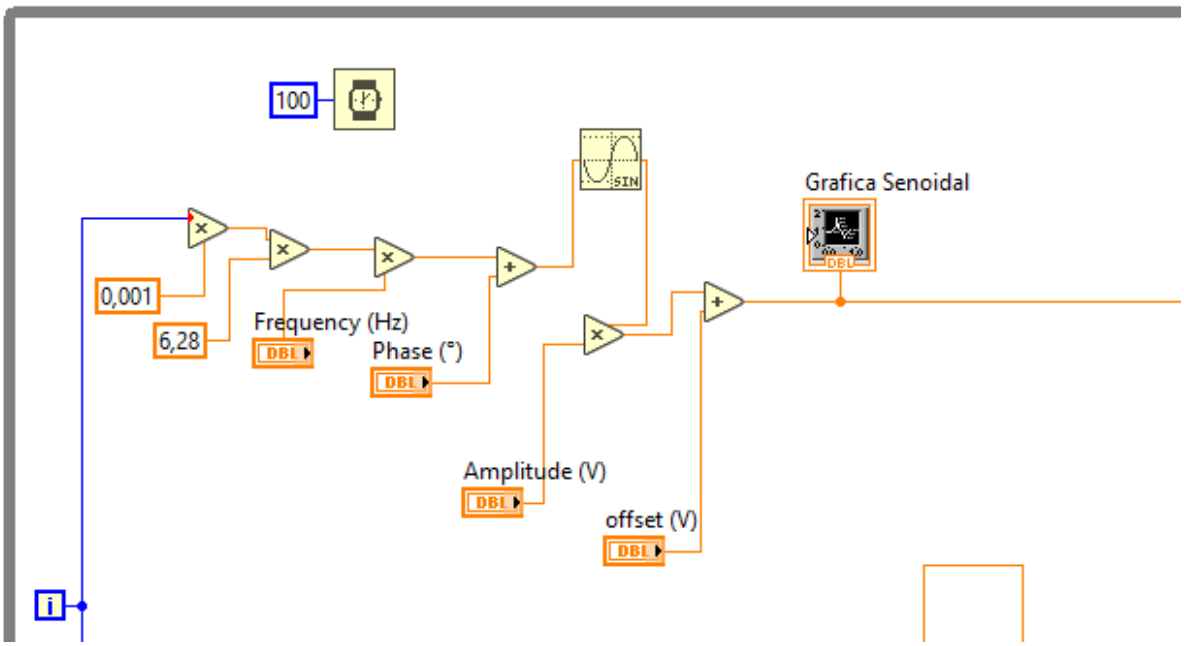
indicadores que me permiten ver el valor que adquiere cada parámetro mencionado anteriormente.

4.2.1. Diseño del panel frontal para el generador de señales en LabView

4.2.1.1 Diseño del panel generador de onda senoidal

Para el diseño del panel generador (interfaz generadora de señal) se tuvieron en cuenta los parámetros de amplitud, frecuencia, fase y offset, además de agregar tres posibles formas de ondas para generar; la onda senoidal, la onda cuadrada y la onda triangular. inicialmente se realizó como fase de prueba la conexión de la onda senoidal, como resultado se obtuvo lo siguiente:

Imagen 2. Conexión de diagrama de bloques para onda senoidal.



Nota. Fuente Autor

Como se puede observar en la Imagen 2, el método usado para realizar la interfaz capaz de generar la onda senoidal fue la conexión a partir de la fórmula:

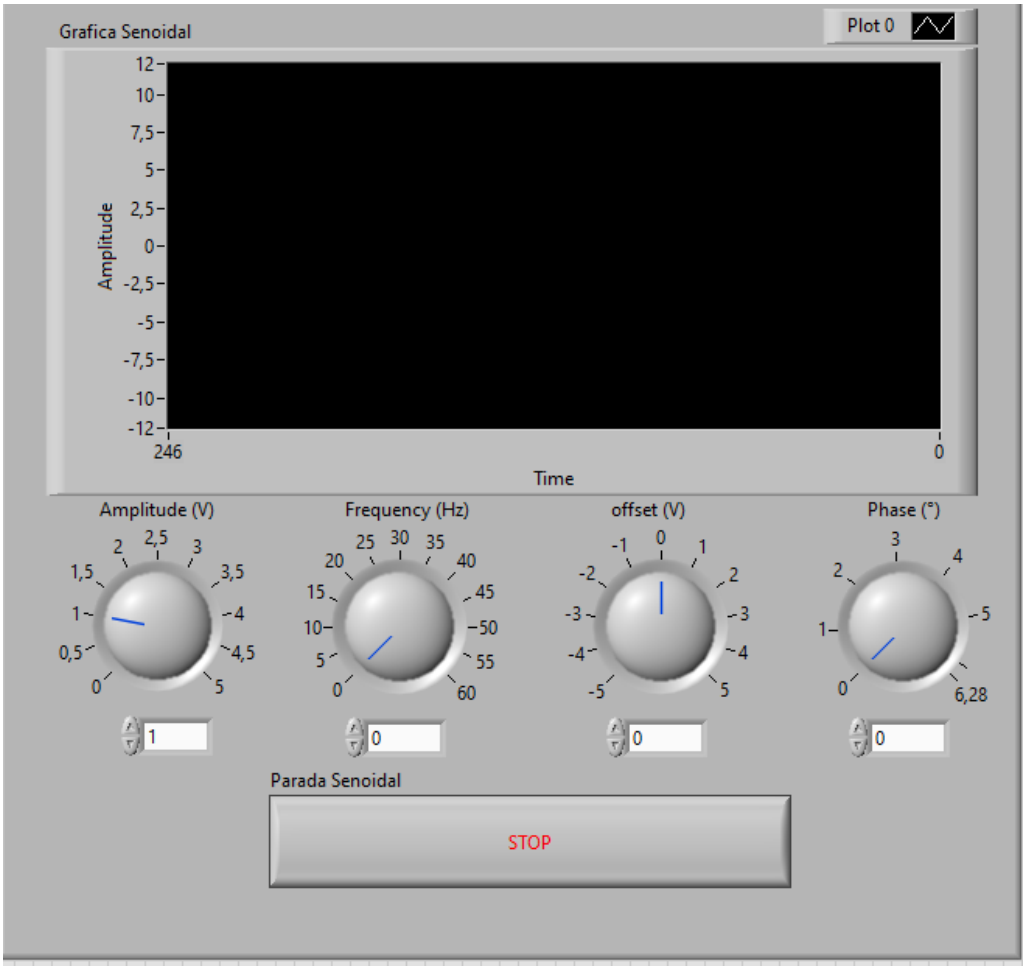
$$y(t) = A * sen\,(\omega t * \emptyset) + C$$

Donde:

- A Amplitud
- W Frecuencia angular
- t Tiempo
- φ Fase (ángulo de fase)
- C Offset

Un dato a tener en cuenta es la implementación de “i” que simboliza las iteraciones, bucles o simplemente es el contador del “while loop”, la intención de multiplicar esta “i” por un 0,01; 0,001, 0,0001; etc, es hacer que este iterador se convierta en un numero entero y recrearlo como un valor de tiempo, uso un “sine function” o función de seno para generar esta onda periódica, además de que esta herramienta que ofrece el LabView es usada para generar ondas ultrasónicas, las cuales son las principales del presente proyecto.

Imagen 3. Diseño del panel frontal de la onda senoidal.



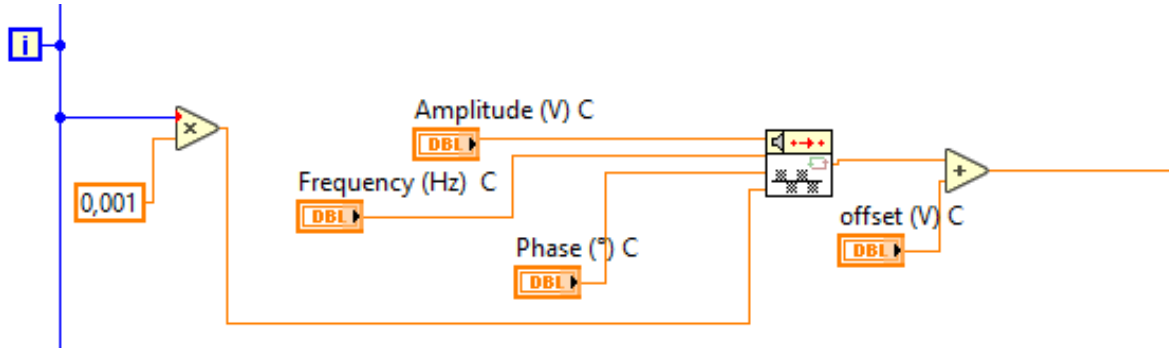
Nota. Fuente Autor

En la Imagen 3 se observa el diseño del panel frontal para la generación de nuestra onda senoidal, se evidencia el uso de “diales” para la manipulación de los parámetros anteriormente mencionados, además de sus respectivos digital displays (pantallas digitales) que nos permiten tener control “exacto” de los valores proporcionados a la onda, es decir, al tener una escala en las perillas o diales, estos no nos permiten tener precisión en los decimales si requerimos de estos, por lo cual estas pantallas nos dicen el valor exacto en la posición que determinamos al mover o manipular los diales.

4.2.1.2 Diseño del panel generador de onda cuadrada

El montaje de diagrama de bloques para la interfaz generadora de onda cuadrada, se realizó con una herramienta llamada “Square Wave PtByPt” o herramienta de onda cuadrada punto por punto, esto nos permitió conectar directamente los parámetros que vamos a modular de forma manual sin necesidad de realizar una conexión de operaciones recreando la fórmula para adquirir dicha onda, como en el caso de la onda senoidal, que se puede ver en la Imagen 2. Conexión de diagrama de bloques para onda senoidal. La conexión de esta onda es la siguiente:

Imagen 4. Conexión de diagrama de bloques onda cuadrada.



Nota. Fuente Autor

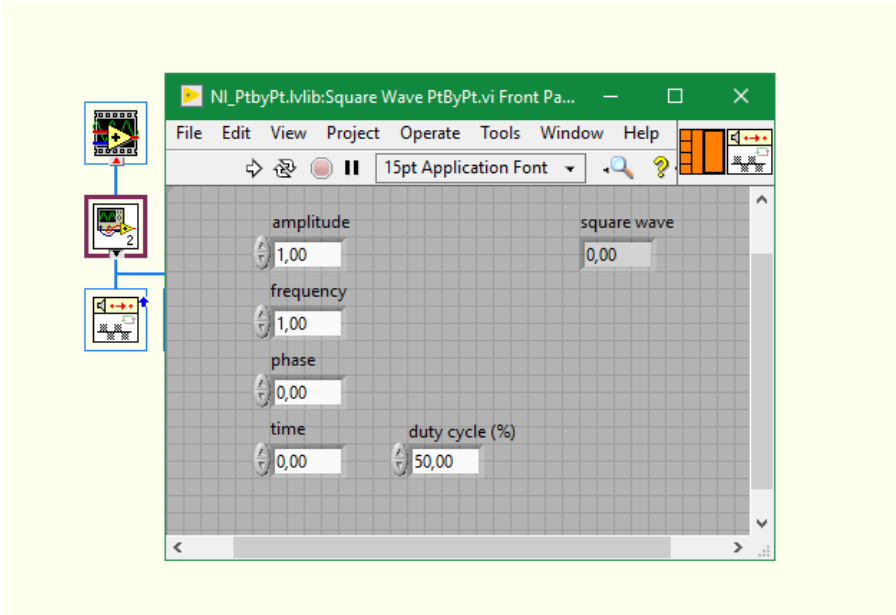
El funcionamiento de dicho diagrama me permite conectar los diales directamente a la herramienta con el fin de variarlos, se multiplica la “i” (iteraciones o ciclos) por un decimal con el fin de volverlo un numero entero, como se puede apreciar se tiene como parámetros la amplitud, la frecuencia, la fase y el offset. El funcionamiento de esta herramienta se basa en la ejecución de la formula designada para crear una onda cuadrada y es la siguiente:

$$y(t) = A \cdot sin(sin(2\pi f t + \emptyset)) + C$$

Donde:

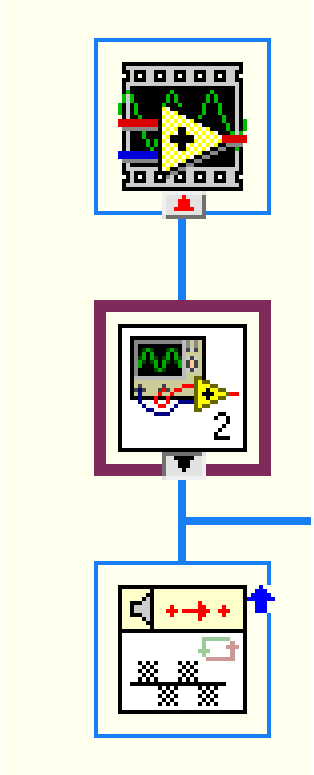
- A Amplitud
- f Frecuencia
- t Tiempo
- φ Fase (ángulo de fase)
- C Offset

Imagen 5. Programación interna de la herramienta square wave PtbyPt.



Nota. Fuente Autor

Imagen 6. Conexión y símbolos.



Nota. Fuente Autor

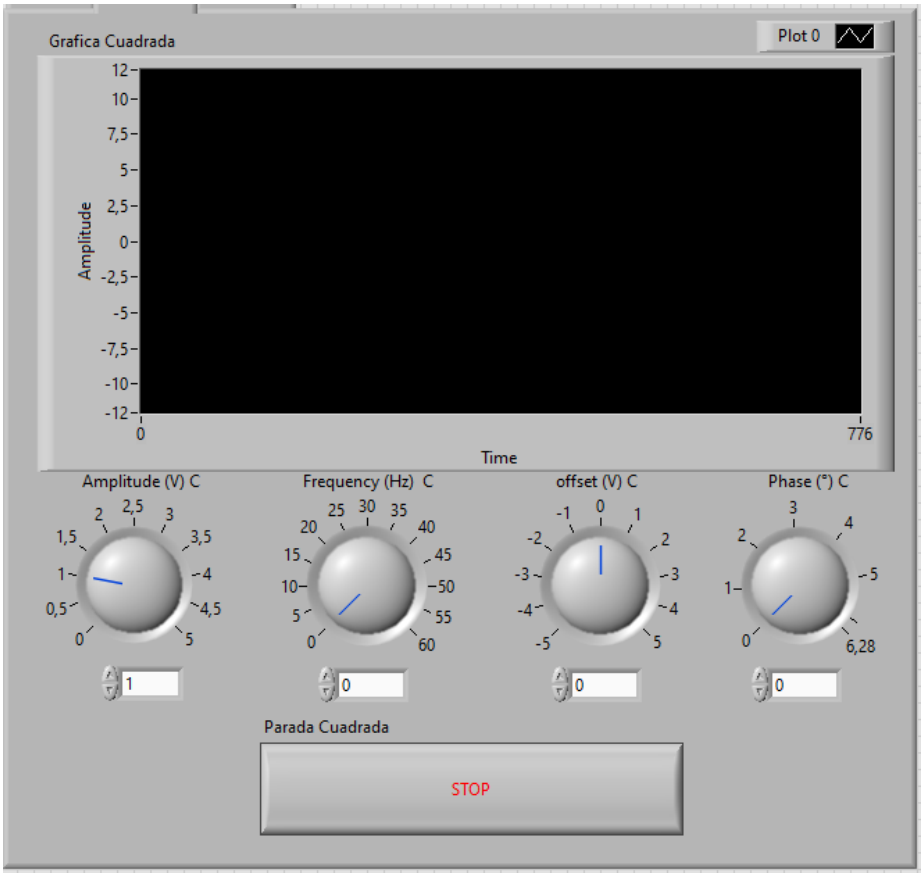
El primer icono representa la adquisición de datos por el DAQ, es decir, la conexión que tiene con las tarjetas de adquisición de datos de National Instrument.

El segundo icono es el programa que estoy conectando, es decir, la conexión con la onda cuadrada.

Y por último la Herramienta Square wave PtbyPt, revisando el funcionamiento interno, como se puede visualizar en Imagen 5, permite ver que parámetros están actuando internamente y que como dicho anteriormente permiten la conexión directa con la herramienta, podemos apreciar que actúa la amplitud, la frecuencia, la fase, el tiempo y los ciclos.

Finalmente se tiene la visualización del panel frontal para la generación de la onda cuadrada (Imagen 7), se conectaron cuatro diales los cuales son las “perillas” que permiten la variación manual de los parámetros mencionados anteriormente y una herramienta “Waveform Chart” que básicamente cumpla la función de un osciloscopio, permitiendo visualizar la forma de onda y la variación con respecto a los valores que se le asignen en los parámetros.

Imagen 7. Diseño del panel frontal para la onda cuadrada.



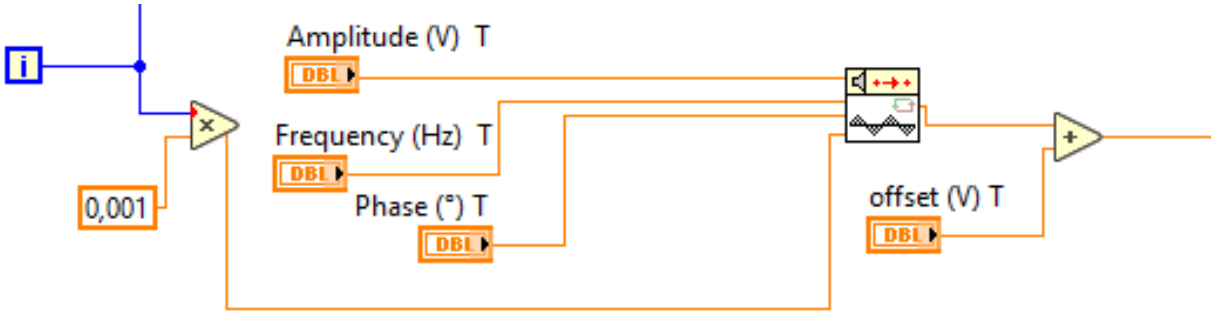
Nota. Fuente Autor

Imagen 2

4.2.1.3 Diseño del panel generador de onda triangular

El montaje del diagrama de bloques para la onda final del panel generador, es decir, la onda cuadrada, se basa en la conexión de la herramienta “Triangle Wave PtByPt” con el fin de conectar directamente los diales o variadores de los parámetros, pues esta internamente realiza la función que haría el montaje de operaciones con respecto a la fórmula de onda triangular, se puede ver la conexión en la Imagen 8.

Imagen 8. Diagrama de bloques para la onda triangular



Nota. Fuente Autor

En la Imagen 8 notamos que el offset no es parte del funcionamiento interno de la herramienta usada para generar la onda, esto se debe a que por formula el offset se suma al resultado de las operaciones realizadas entre los parámetros que intervienen directamente con la creación de la onda (frecuencia, amplitud, fase, tiempo y ciclos) , la fórmula de la onda triangular:

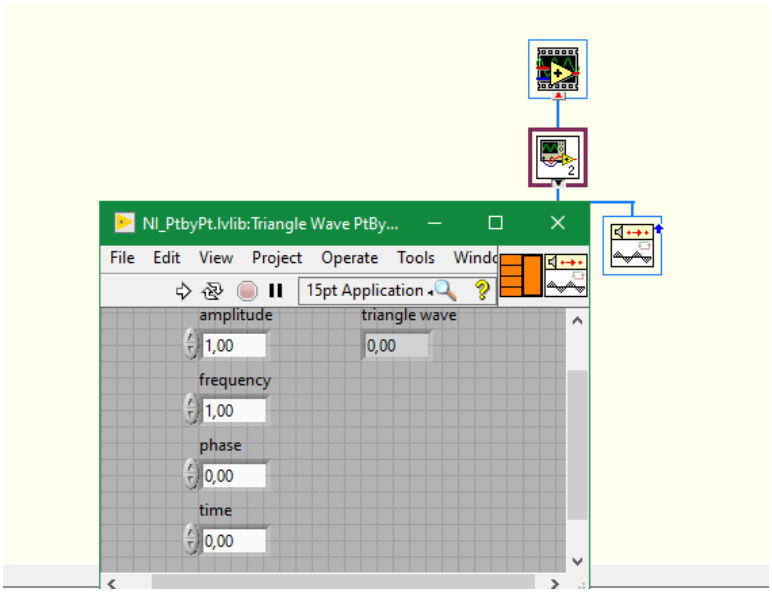
$$y(t) = A * \left(\frac{2}{\pi}\sin^{-1}(\sin(2\pi f t + \emptyset))\right) + C$$

Donde:

- A Amplitud
- f Frecuencia
- t Tiempo
- φ Fase (ángulo de fase)
- C Offset

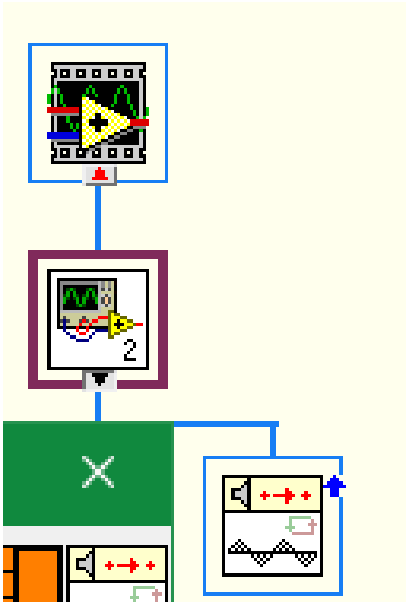
Teniendo en cuenta en la Imagen 9 se evidencian los parámetros que intervienen en la creación de dicha onda, tal como se mencionó anteriormente, donde los importantes en ese caso son la amplitud, la frecuencia, la fase y el tiempo; que este último es controlado con las iteraciones, es decir, las veces que se crea la onda o los ciclos.

Imagen 9. Programación interna de la herramienta Triangle wave PtbyPt.



Nota. Fuente Autor

Imagen 10. Conexión y símbolos.



Nota. Fuente Autor

El primer icono representa la adquisición de datos por el DAQ, es decir, la conexión que tiene con las tarjetas de adquisición de datos de National Instrument.

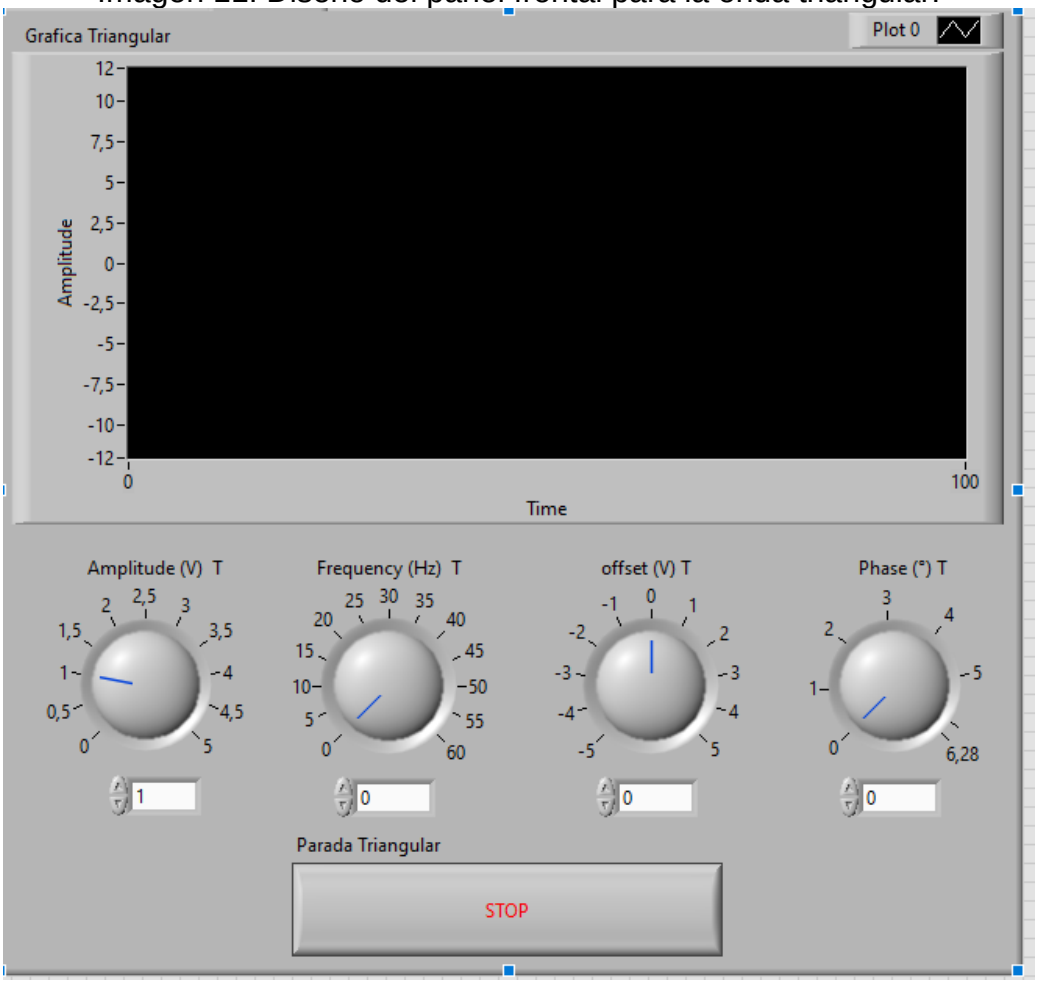
El segundo icono es el programa que estoy conectando, es decir, la conexión con la onda Triangular.

Y el ultimo icono es la herramienta Triangle Wave PtByPt que genera la onda por ciclo, se encarga de ejecutar la fórmula de la onda internamente siguiendo los parámetros de la Imagen 9.

Para finalizar se muestra en la Imagen 11 el panel de control designado para la onda triangular, en él se pueden encontrar los diales de modificación manual de la amplitud, la frecuencia, la fase y el offset, con sus respectivos digital displays que

permiten la visualización del valor exacto de la ubicación del dial, esto con el fin de tener más control en los valores a ingresar y que se requieran.

Imagen 11. Diseño del panel frontal para la onda triangular.



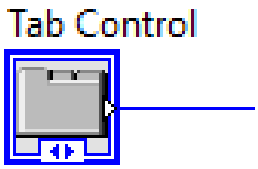
Nota. Fuente Autor

4.2.1.4 Conexiones del “Tab control”

El “Tab Control” es una herramienta de LabVIEW que posibilita la disposición de controles e indicadores, se basa en la creación de pestañas en una sola ventana, logrando una buena organización de la información. Cada pestaña funciona como

una "sección" que permite diferenciar ejecuciones de los montajes diferentes, esto hace que la interfaz sea más dinámica y sencilla de utilizar, el símbolo de esta herramienta se ve en la Imagen 12.

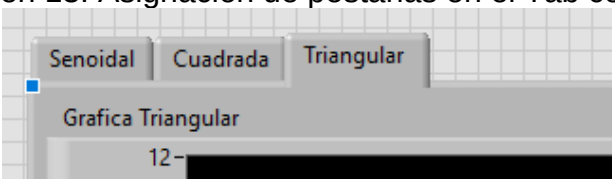
Imagen 12. Símbolo del tab control.



Nota. Fuente Autor

El montaje propuesto en el presente trabajo permitió el uso de esta herramienta, creando así tres pestañas en donde se encuentran las conexiones para la ejecución de cada onda, con el fin de enviarla por el DAQ. El orden de este tab es, pestaña uno, Onda senoidal; pestaña dos, onda cuadrada y pestaña tres, onda triangular como se puede apreciar en Imagen 13.

Imagen 13. Asignación de pestañas en el Tab control



Nota. Fuente Autor

4.2.1.5 Conexión del DAQ

El DAQ en LabView es una herramienta para la adquisición de datos, consiste en relacionar la acción de capturar señales con equipos externos y posteriormente analizarlas y procesarlas dentro de un programa LabVIEW. Para lograr esto, se

emplean dispositivos conocidos como Dispositivos DAQ, tales como las placas NI USB-6009 o tarjetas PCI, que facilitan la comunicación entre LabVIEW y el hardware. En pocas palabras, el DAQ en LabVIEW actúa como el vínculo que une el ambiente virtual con el mundo físico para propósitos de monitoreo y control.

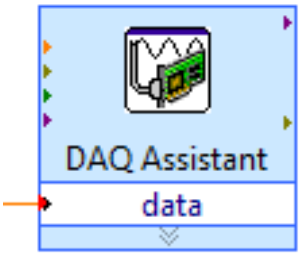


Imagen 14. Símbolo de DAQ. Fuente Autor

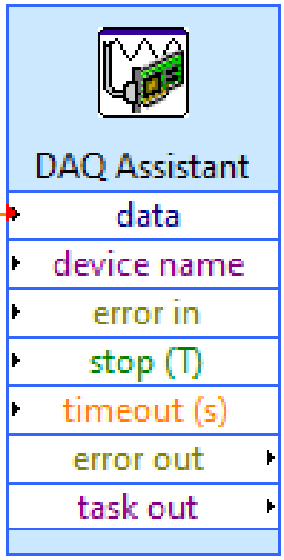
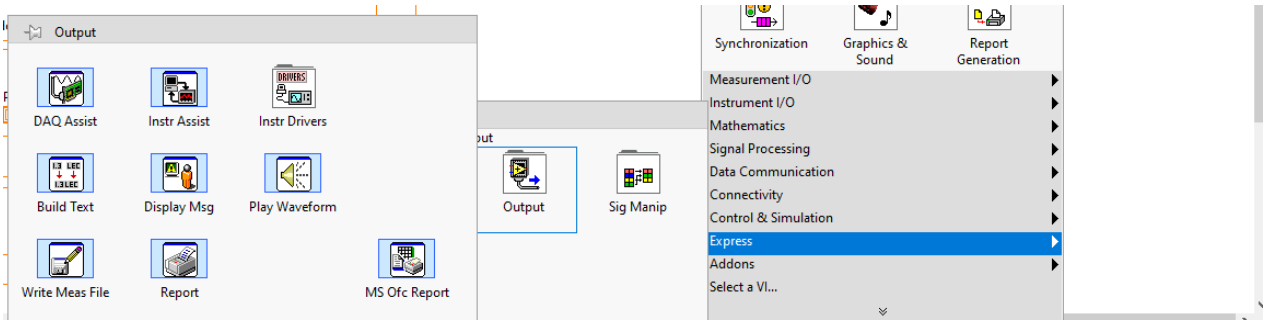


Imagen 15. Parámetros del DAQ. Fuente Autor

Nota. Fuente Autor

En la Imagen 14 se puede evidenciar el símbolo que aparece en el diagrama de bloques al momento de seleccionar la herramienta, en la Imagen 15, se encuentran los parámetros que pueden conectarse con el DAQ, en el caso de este proyecto el único parámetro que será conectado con nuestro programa será “data” (el que está señalado con una flecha naranja en la Imagen 14), esto porque nuestro programa se encargará de generar las señales o graficas, en este caso. Para el panel de generación se selecciona el DAQ output como se muestra en la Imagen 16.

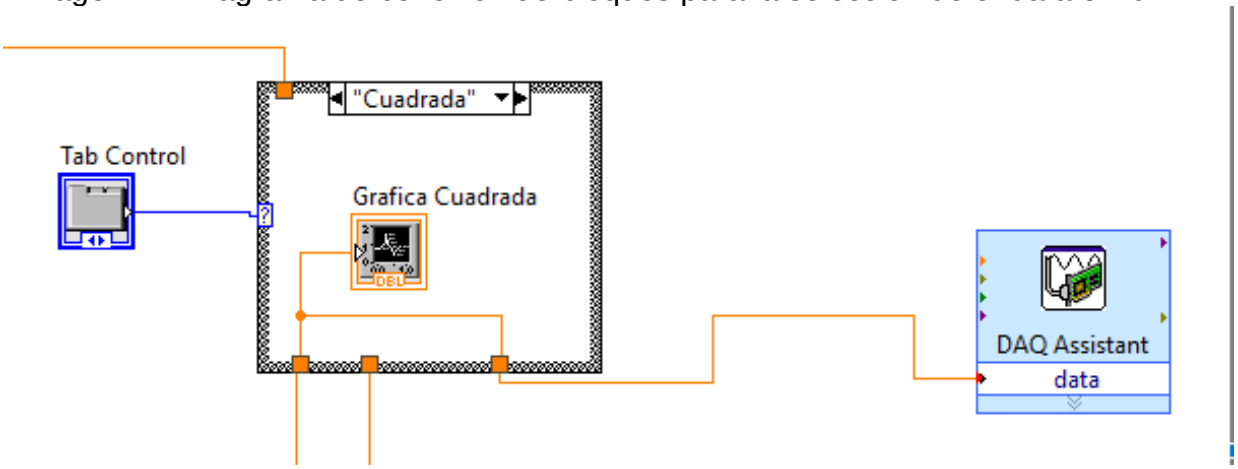
Imagen 16. Biblioteca para encontrar el DAQ Output.



Nota. Fuente Autor

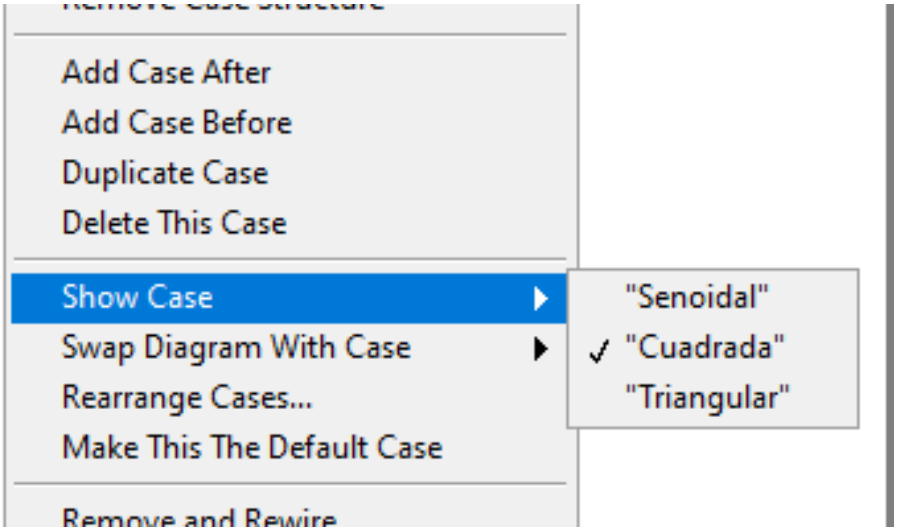
Luego de seleccionar esta herramienta, la forma en que la conexión permite la generación y selección de la onda o grafica que saldrá está representada en Imagen 17, este “case structure” nos permite crear unas “pestañas o cases” para el control de emisión de onda, en la Imagen 18 se aprecia la designación de cada case, en este caso tenemos tres, senoidal, cuadrada y triangular.

Imagen 17. Diagrama de conexión de bloques para la selección de onda a emitir.



Nota. Fuente Autor

Imagen 18. Cases de control para emisión.

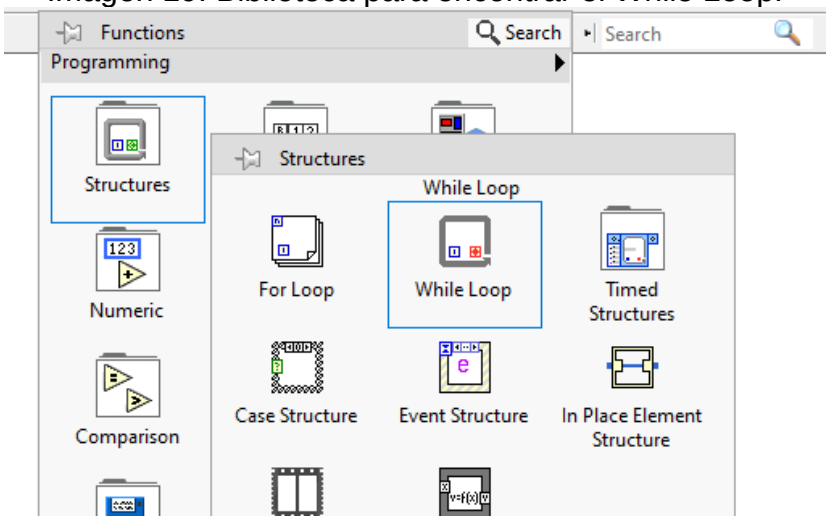


Nota. Fuente Autor

4.2.1.6 Configuración de While Loop

El While Loop se podría definir como una “ventana de proceso”, la cual permite que el código o conexión del diagrama de bloques se ejecute de manera constante, básicamente es como tener un ciclo, por dicha razón dentro de este se ubica “i” (número de iteraciones o cantidad de ciclos) y un “Stop” (para detener el proceso), esta herramienta permite que la conexión se esté ejecutando hasta que el botón de stop se active, podemos encontrarla siguiendo la Imagen 19.

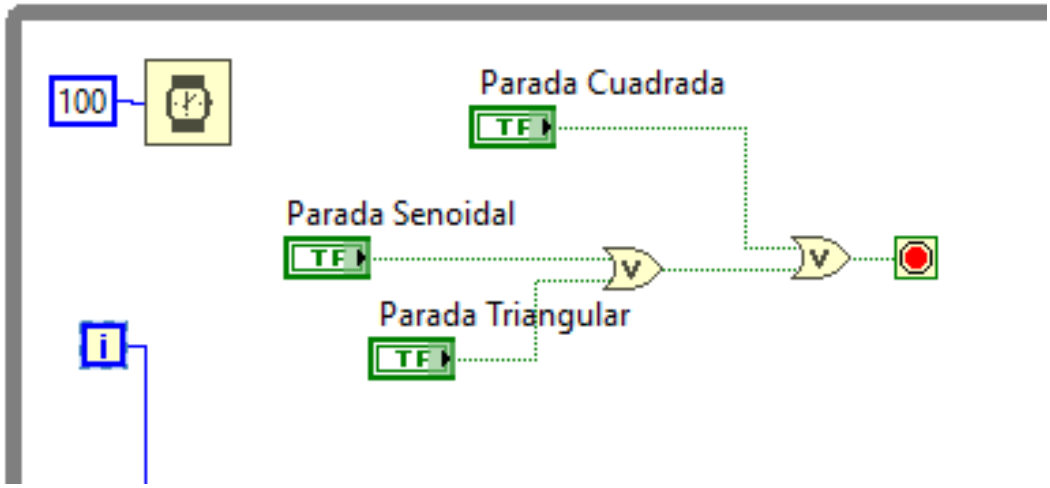
Imagen 19. Biblioteca para encontrar el While Loop.



Nota. Fuente Autor

Para la explicación en la configuración de esta herramienta, observar la Imagen 20, en ella se muestra la iteración o “i” la cual tiene conexiones con las operaciones a ejecutar en cada onda como se puede apreciar en la Imagen 2, la Imagen 4 y la Imagen 8. El “Stop” (cuadro con punto rojo en el centro) se conectó mediante un “or” el cual es una operación booleana que permite realizar el programa LabView, con esto se pretendía acceder a la pausa del programa en cada pestaña del Tab Control, es decir, parar el programa con el botón Parada cuadrada, Parada senoidal O Parada triangular, estos botones se pueden observar en la Imagen 3, la Imagen 7 y la Imagen 11, en conclusión la función “or” básicamente funciona paro con la senoidal O paro con la triangular O paro con la cuadrada. El Wait Function (Icono en forma de reloj) que se aprecia, tiene una constante conectada, con ella se pretende variar el tiempo en que se produce la onda.

Imagen 20. Conexión de los parámetros del While Loop.



Nota. Fuente Autor

4.2.1.7 Diseño final del panel frontal del generador de señales

En este ítem se muestra el panel frontal del generador de ondas, siendo este el producto final de la ejecución de todos los pasos anteriores, luego de hacer algunos cambios estéticos, el panel frontal senoidal se puede ver en la Imagen 21, el panel frontal final para la onda cuadrada se ve en la Imagen 22 y el panel frontal final parala onda triangular se observa en la Imagen 23.

Imagen 21. Panel frontal final para onda senoidal.



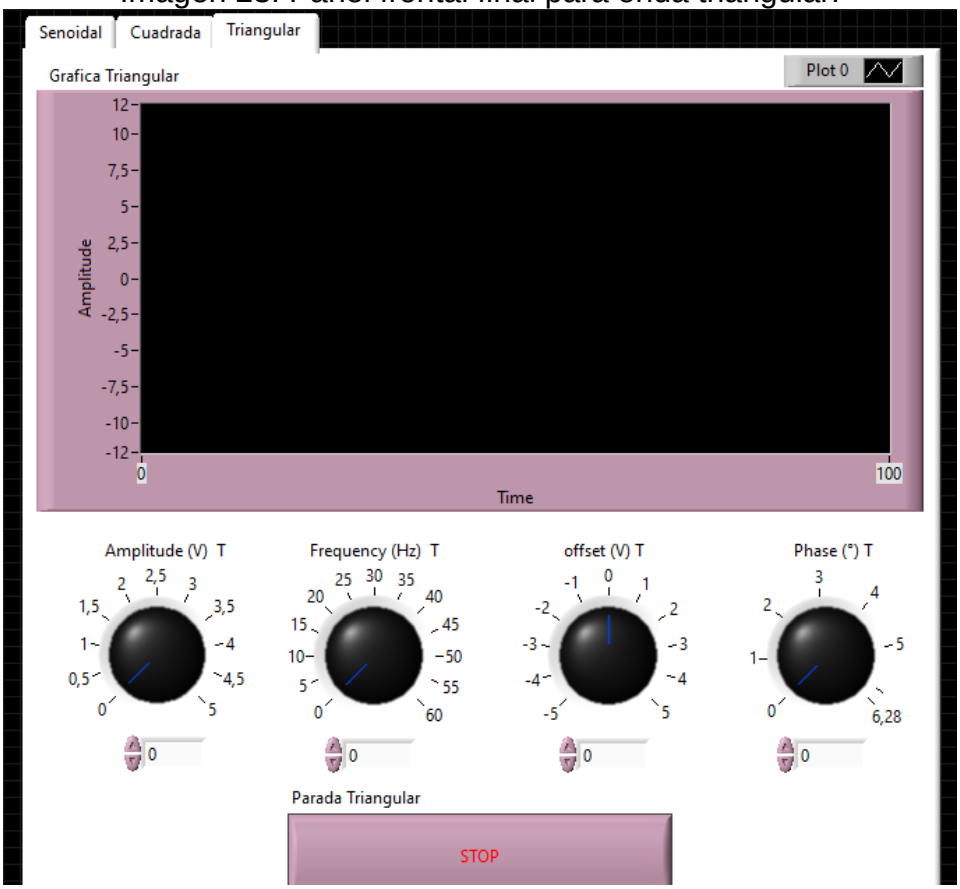
Nota. Fuente Autor

Imagen 22. Panel frontal final para onda cuadrada



Nota. Fuente Autor

Imagen 23. Panel frontal final para onda triangular.



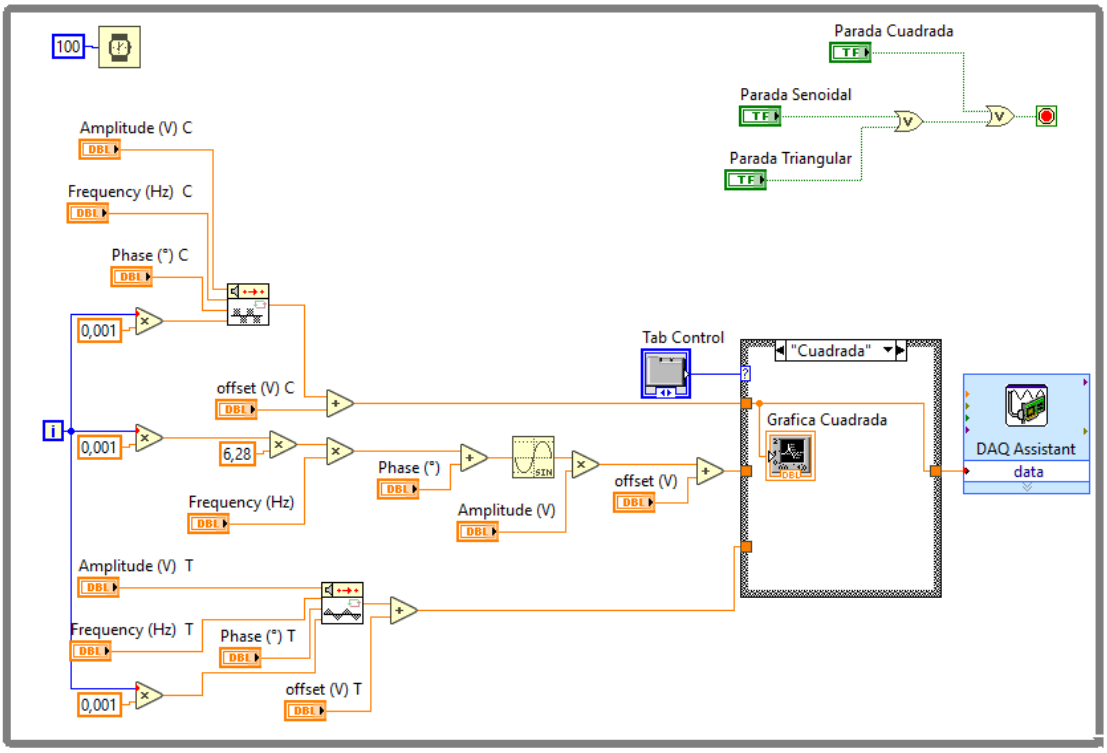
Nota. Fuente Autor

4.2.1.8 Conexión final del diagrama de bloques del generador de señal

Este punto permite evidenciar la conexión completa del generador de señales en la ventana de diagrama de bloques en LabView, el producto final representa el seguimiento en su totalidad de los pasos definidos en los ítems anteriores, dando paso a un diagrama de conexión capaz de generar ondas senoidales, ondas

cuadradas y ondas triangulares con la particularidad de la variación manual en los parámetros que forman cada una de estas (dirigirse a la Imagen 24).

Imagen 24. Diagrama de bloques final del panel frontal del generador de ondas.



Nota. Fuente Autor

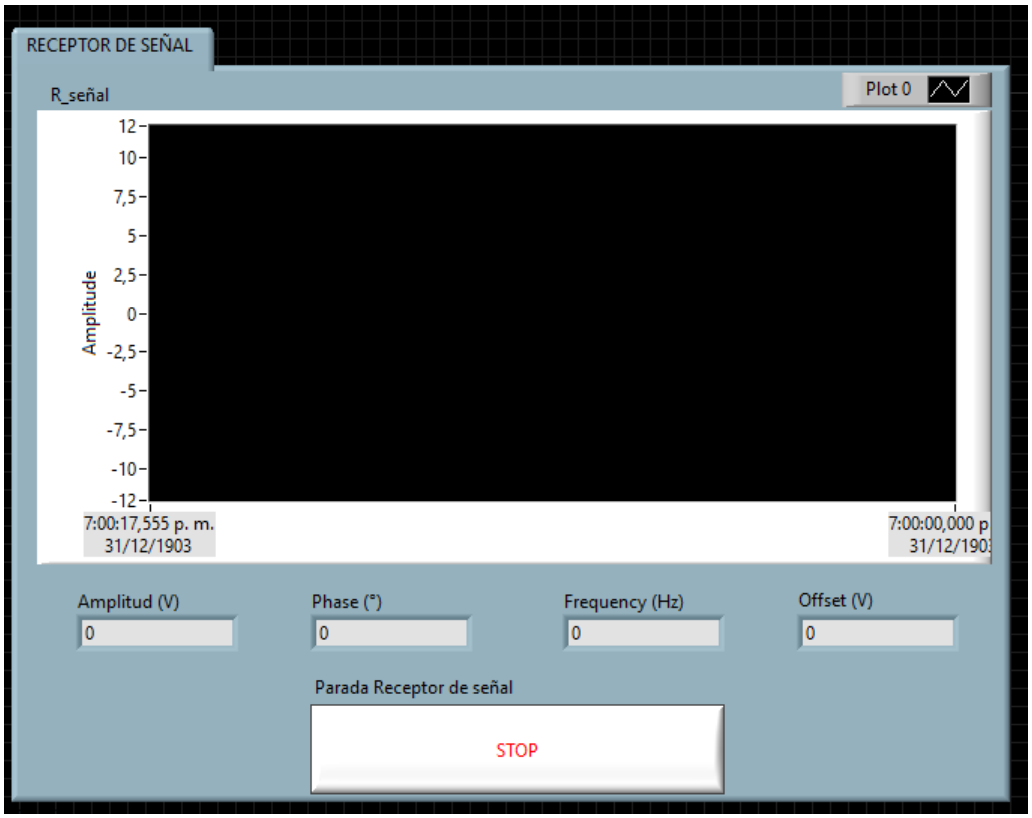
4.2.2. Diseño del panel frontal para el receptor de señales en LabView

4.2.2.1 Diseño final del panel frontal del receptor de señales

El diseño final del panel frontal del receptor de ondas o señales se basó en la conexión de un “Waveform chart” que me permite ver la gráfica captada de por la interconexión del generador de señales a través de un DAQ, se emplearon cuatro

indicadores capaces de mostrar el valor de la amplitud, la fase, la frecuencia y el offset, a medida que se recibe la señal y se manipula y cuenta con su botón de "Stop" para dar pausa al programa, el panel se puede contemplar en la Imagen 25.

Imagen 25. Diseño final del panel frontal del receptor de señales.



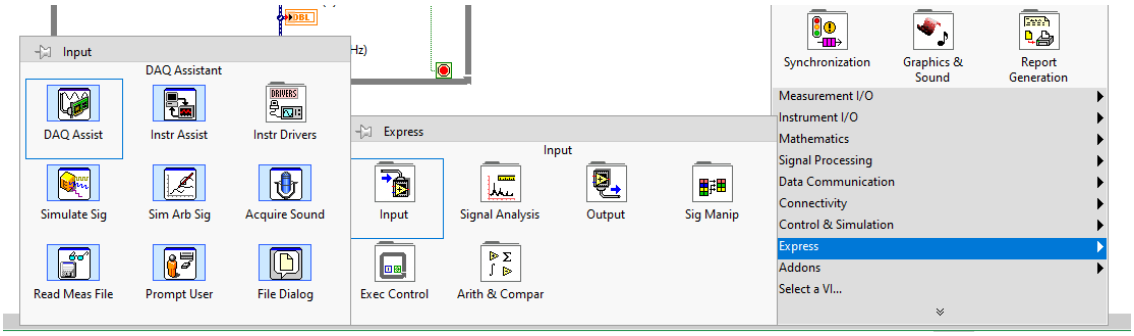
Nota. Fuente Autor

4.2.2.2 Conexión final del diagrama de bloques del receptor de ondas o señales

La herramienta principal y que da paso a las señales es el DAQ, que, en este caso, se usa en forma "Input" (ver Imagen 26) ya que el panel receptor debe captar la señal de la onda, procesarla y transmitirla en el "Waveform Chart" de dicho panel

con el fin de visualizarla en tiempo casi real, además de, ver los cambios al momento de manipular los parámetros de cada una y obtener los datos en cada indicador.

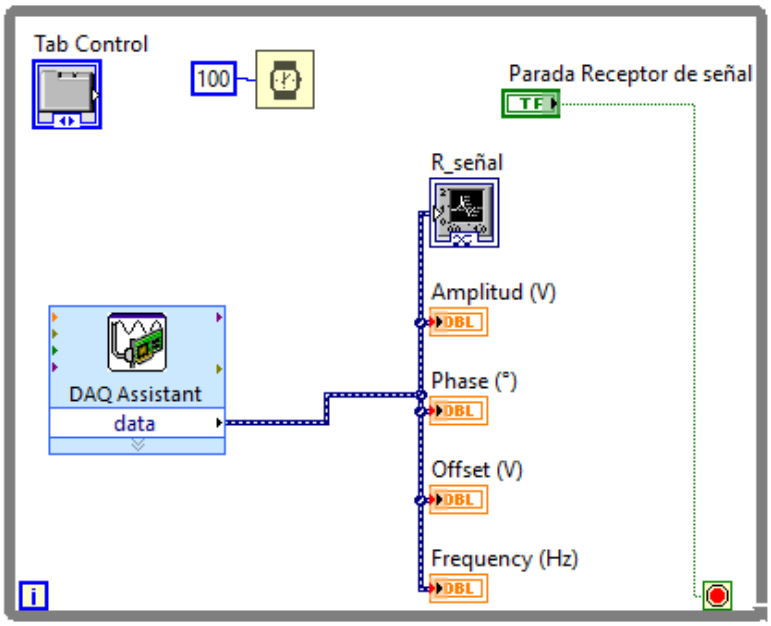
Imagen 26. Biblioteca para seleccionar el DAQ “Input”.



Nota. Fuente Autor

La unión de todos los elementos anteriormente mencionados se puede ver en la Imagen 27, allí se evidencia el uso de un “Tab control” para tener orden en el panel frontal, se observa un “wait function” con su respectiva constante, que como se mencionó anteriormente es la que permite modular la duración de la onda, un botón para dar pausa (parada receptor señal) y el DAQ conectado a los indicadores de amplitud, fase, frecuencia y offset, además de su conexión con el “Waveform chart” que permitirá ver la gráfica obtenida; en este caso el uso de las iteraciones no es necesario puesto que solo se requiere la recepción de las señales.

Imagen 27. Conexión final del diagrama de bloques del receptor.



Nota. Fuente Autor

4.3. Interacción con el panel frontal del generador y el receptor de las señales (interconexión entre las interfaces)

Con el fin de comprobar la comunicación entre las interfaces creadas en LabVIEW, se diseñaron dos paneles frontales: uno para la creación de señales y otro para recibir dicha señal. La conexión entre estas interfaces se llevó a cabo utilizando dos tarjetas de adquisición de datos de National Instruments y esta relación se logró hacer mediante una herramienta de LabView (DAQ), que posibilitó el envío y la recepción de datos en tiempo real.

El panel del generador de señales fue elaborado para que el usuario pueda ajustar aspectos clave de la onda, como el tipo de señal (senoidal, cuadrada, triangular), la frecuencia, la amplitud, la fase y el offset. Estos ajustes son procesados y transmitidos a través del DAQ al sistema receptor. Una de estas tarjetas está conectada al PC encargado de ejecutar esta interfaz.

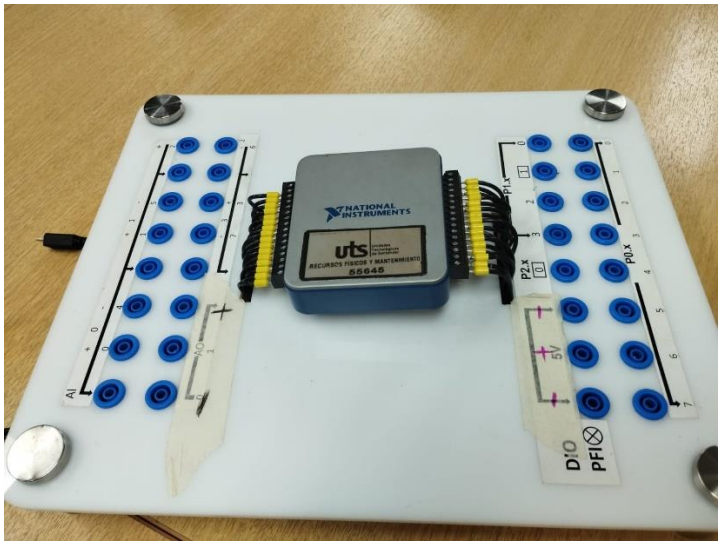
En cuanto al panel frontal del receptor de señales, fue configurado para mostrar la señal recibida en tiempo real mediante una gráfica, además de unos indicadores capaces de mostrar el valor de los parámetros descritos, con el fin de visualizar, registrar y analizar onda.

La conexión a través del DAQ garantiza una comunicación efectiva entre las dos interfaces, replicando un entorno de prueba que se asemeja a un sistema físico real (Generador de ondas ultrasónico). Esta metodología facilita la verificación de variables, el control de procesos y la integración de señales tanto analógicas como digitales dentro del entorno de pruebas.

4.3.1. Puertos de entrada y salida de la tarjeta de adquisición de datos National Instruments para la conexión

La tarjeta usada para la interfaz generadora se puede visualizar en la Fotografia. 12 Tarjeta de adquisición de datos National Instruments los puertos que se tendrán en cuenta para su uso se ven en la Fotografia. 13 Puertos de salida de la tarjeta de adquisición de datos de National Instruments las salidas que se conectaran son AO “+” y “-“ (positivo y negativo), las cuales se demarcan en la Fotografia. 14, se encuentran demarcadas y se corroboró su correcta continuidad (continuidad entre borne del tablero y de la tarjeta).

Fotografia. 12 Tarjeta de adquisición de datos National Instruments.



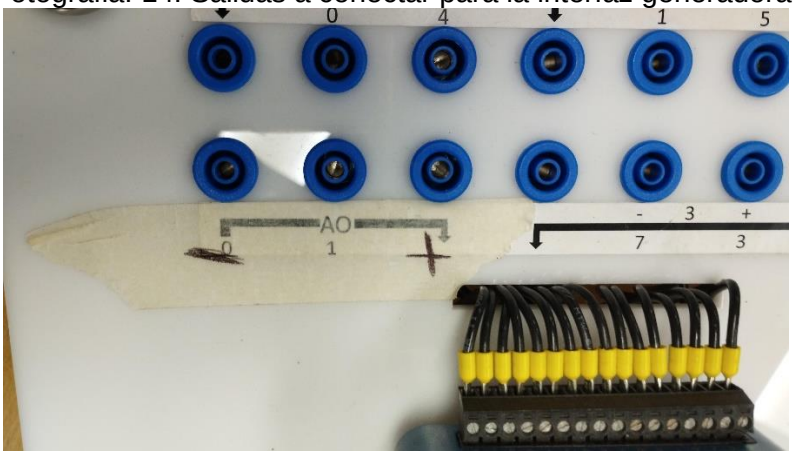
Nota. Fuente Autor

Fotografia. 13 Puertos de salida de la tarjeta de adquisición de datos de National Instruments.



Nota. Fuente Autor

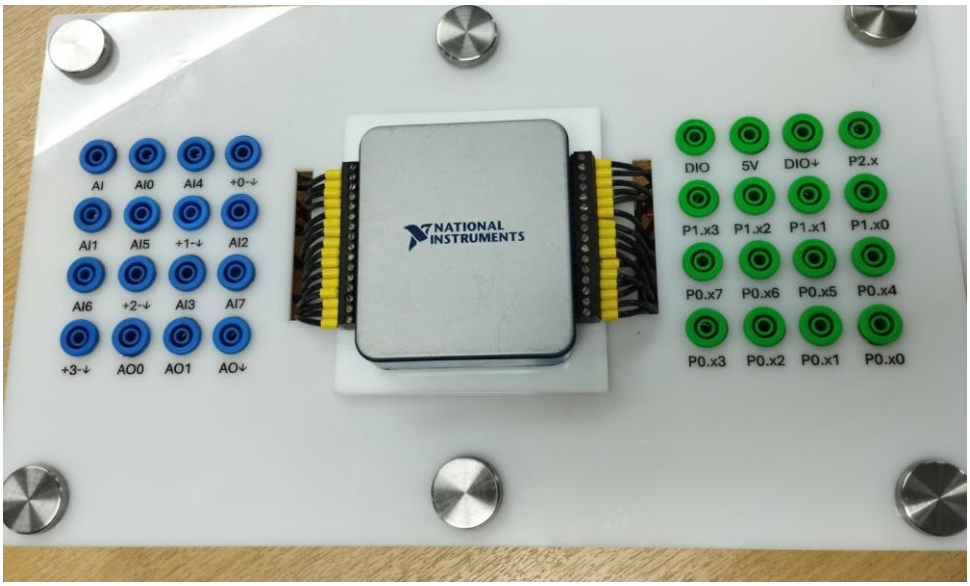
Fotografia. 14. Salidas a conectar para la interfaz generadora.



Nota. Fuente Autor

La tarjeta usada para la interfaz generadora se puede visualizar Fotografia. 15, los puertos que serán usados en esta tarjeta están en la Fotografia. 16, y las entradas designadas por la interfaz y la configuración del DAQ en el software LabView, con esto se da paso a la conexión física de estas dos interfaces con el fin de obtener una correcta comunicación y el paso y recepción de estas ondas o señales.

Fotografia. 15 Tarjeta de adquisición de datos de National Instruments usada en la interfaz receptora.



Nota. Fuente Autor

Fotografia. 16. Puertos de entrada de la tarjeta de adquisición de datos de National instruments.

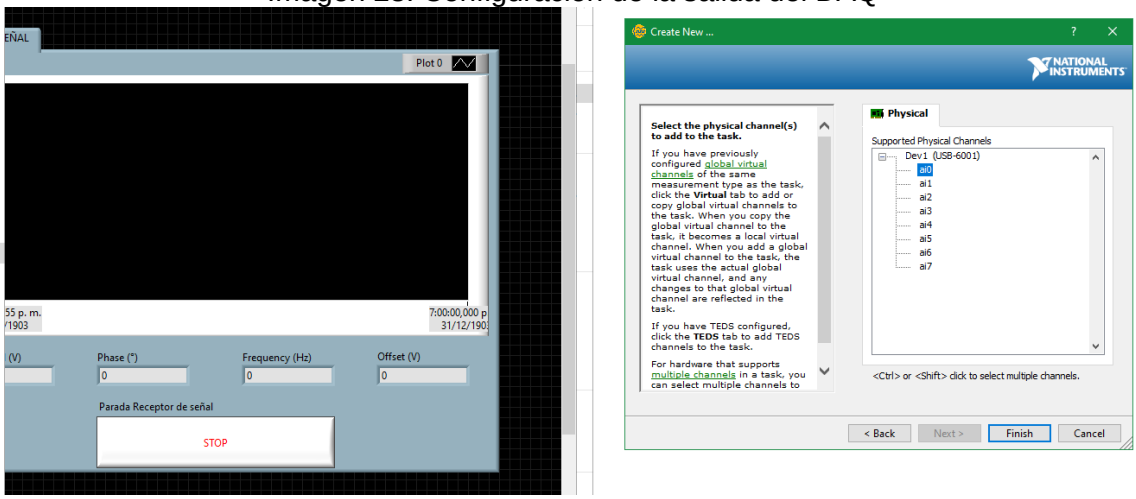


Nota. Fuente Autor

4.3.2. Configuracion del DAQ con las tarjetas de adquisición de datos National Instruments

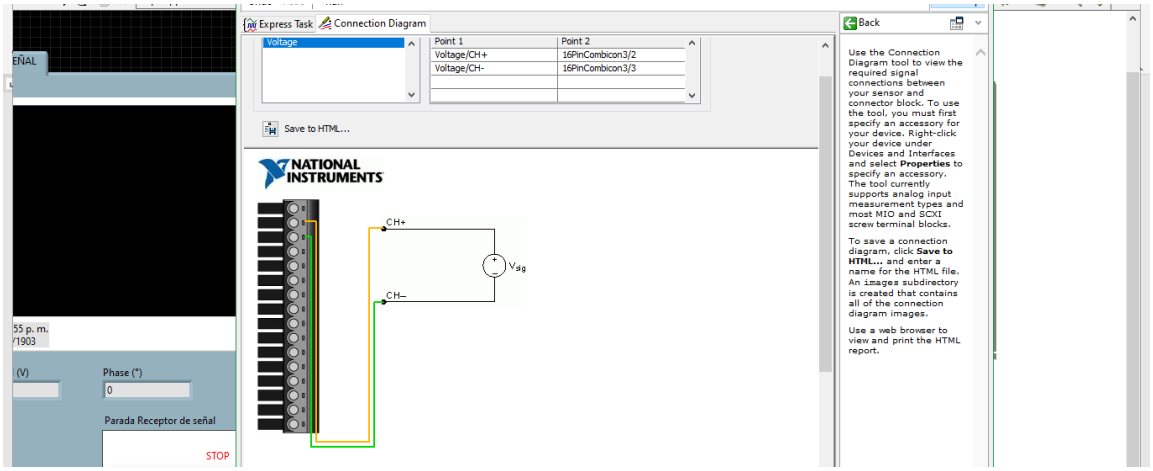
La configuración del DAQ en la interfaz receptora se ve en la Imagen 28. Configuración de la salida del DAQ En el momento en que se selecciona la entrada analógica y de voltaje en el DAQ nos abre una ventana para la selección de las entradas, en este caso, se seleccionó la entrada “a0”, seguido de esto, se abre la ventana de conexión del diagrama de la tarjeta, designada por el DAQ, esto indica que puerto es el positivo y que puerto es el negativo, esto se confirma en la Imagen 29. Diagrama de conexión del DAQ con respecto a la tarjeta diagrama indica que las entradas serán: POSITIVO = AI0 y NEGATIVO = AI4.

Imagen 28. Configuración de la salida del DAQ



. *Nota.* Fuente Autor

Imagen 29. Diagrama de conexión del DAQ con respecto a la tarjeta.

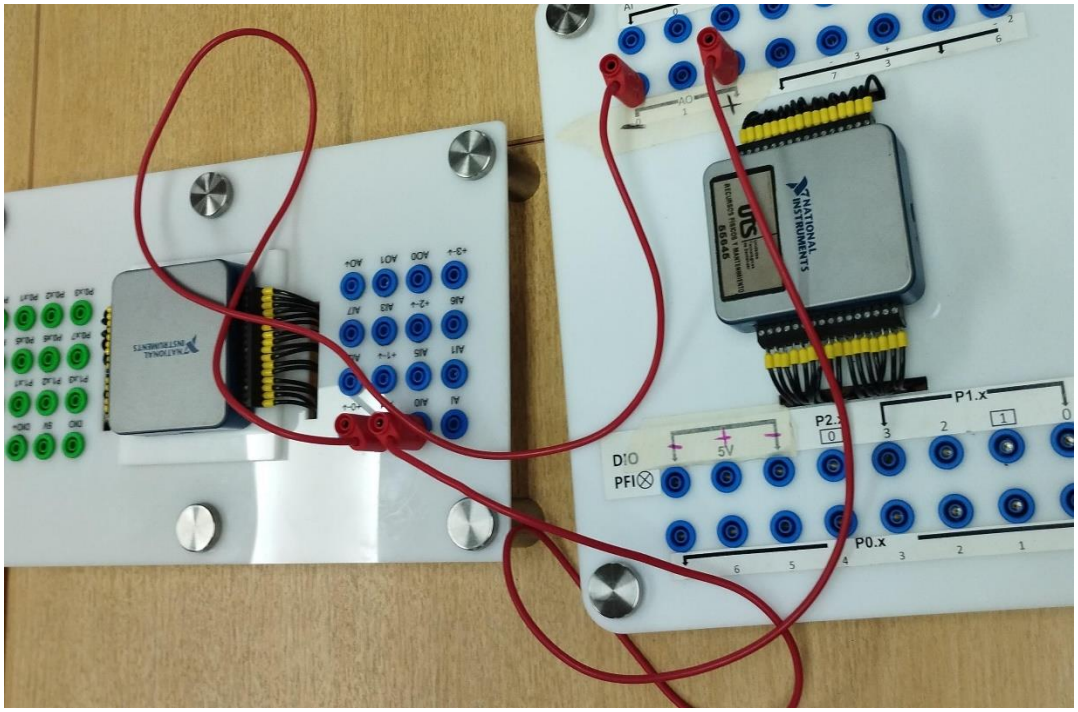


Nota. Fuente Autor

4.3.3. Conexión física entre las dos tarjetas de National Instruments y con las interfaces

Una vez culminado todo lo anterior la interconexión física funciona mediante el enlace de las salidas de la tarjeta de National Instruments al PC ejecutador de la interfaz generadora, con las entradas de la tarjeta conectada al PC ejecutador de la interfaz receptora. Esto se aprecia en la Fotografia. 17, donde la conexión es, de la salida AO 0 (-) a la entrada AI4 y de la salida AO (+) a la entrada AI0.

Fotografia. 17. Conexión física entre las dos tarjetas de adquisición de datos.



Nota. Fuente Autor

Una vez se tenga la conexión se pasarán los datos por medio de un cable micro USB V8 (Fotografia. 18. Cable USB V8 para conectar la tarjeta de adquisición de datos a PC este cable permite la conexión entra las tarjetas de adquisición de daos de National Instruments con los dispositivos de entrada USB, en este caso, computador o PC. Se usaron dos, uno para conectar la tarjeta con el PC encargado de ejecutar el generador de señales, esta se encargará de enviar esa señal a la otra tarjeta por medio de la conexión de salidas, como se puede visualizar en la Fotografia. 17. Conexión física entre las dos tarjetas de adquisición de datos, y la otra tarjeta se encargará de recibir esa señal y transmitirla en el receptor de señales.

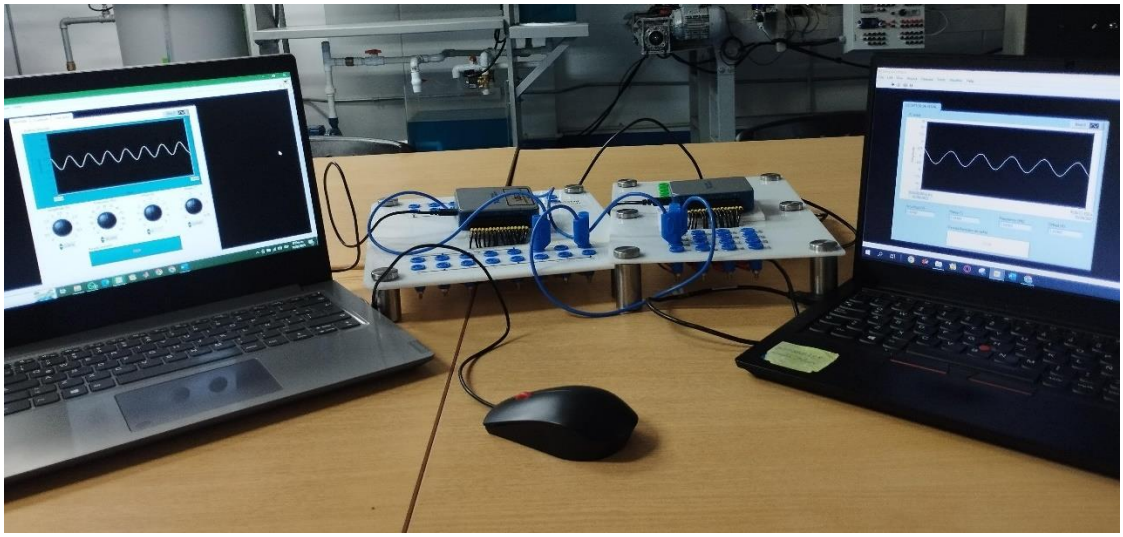
Fotografia. 18. Cable USB V8 para conectar la tarjeta de adquisición de datos a PC.



Nota. Fuente Autor

Seguido de realizar las conexiones físicas de esta generación y recepción de señales se abren los dos paneles frontales, el panel del generador de señales en un PC y el panel receptor de señales en otro PC, esto con el fin de crear la comunión y visualizar en tiempo real cada modificación de los parámetros que interfieren en las ondas, esto se puede ver en **¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.**

Fotografia. 19. Conexión exitosa del generador y receptor de señales.



Nota. Fuente Autor

En la Fotografia. 20 podemos visaulizar el diagrama de bloques que se está ejecutando en ambos generadores, la configuración de tiempo para cada uno de estos paneles debe ser la misma, con el fin de que cada vez que se realice una modificación en el generador, el panel receptor la capte en tiempo real y permita la visualización de esta de forma inmediata.

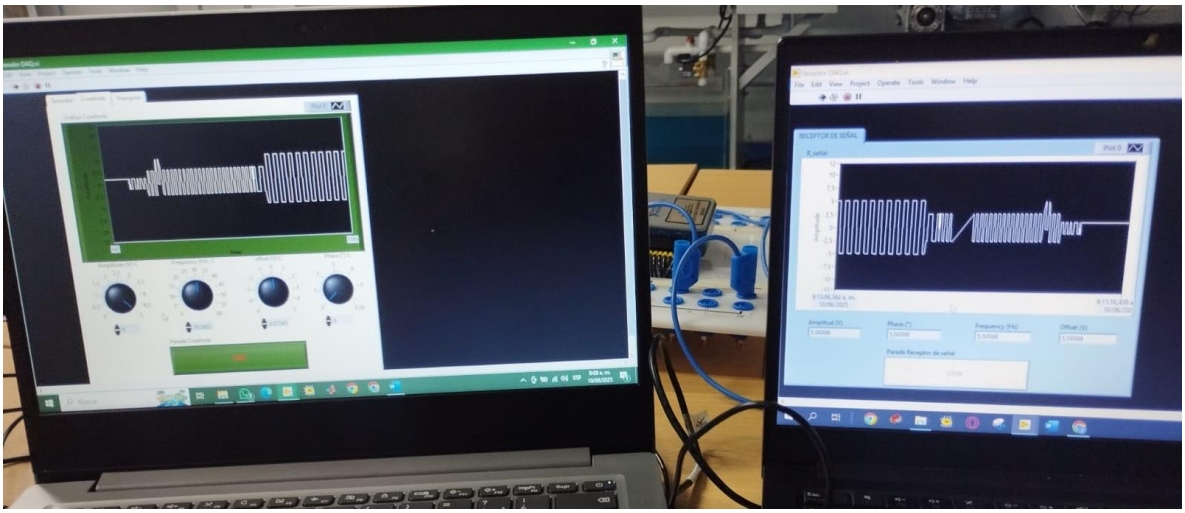
Fotografia. 20. Conexión de los dos paneles visualizando su diagrama de bloques.



Nota. Fuente Autor

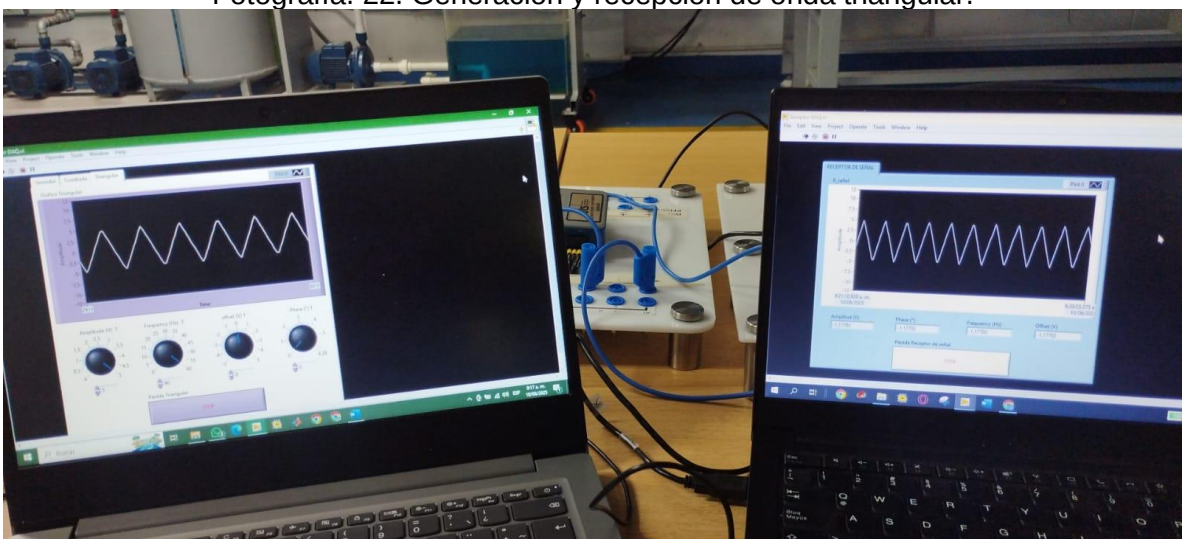
Se aprecia en la Fotografia. 21 la onda cuadrada generada con el panel montado en LabView en donde se realizó una variación de amplitud y frecuencia para percibir el cambio de la misma. En la Fotografía. 22 se visualiza la onda triangular generada con el panel LabView donde se dejó la amplitud y la frecuencia constante para obtener una señal estable.

Fotografia. 21. Generacion y recepción de onda cuadrada.



Nota. Fuente Autor

Fotografía. 22. Generación y recepción de onda triangular.



Nota. Fuente Autor

4.4. Guía de usuario para el manejo del panel frontal generador y receptor

Como parte integral de este proyecto, se diseñó una guía de usuario para el manejo de las interfaces graficas que fueron desarrolladas en el software LabVIEW, las cuales permiten la generación y la recepción de señales ultrasónicas simuladas, mediante tarjetas de adquisición de datos (DAQ) de National instruments. La guía tiene el propósito de facilitar el uso y la interacción del usuario con la interfaz en una forma eficiente y permitiendo la modificación de parámetros y visualización de graficas de una forma correcta.

La estructura de la guía se basó en un diseño practico y didáctico, dirigido a estudiantes, docentes o cualquier persona con conocimientos básicos en instrumentación virtual. La guía incluye, descripción de los elementos presentes en cada panel, su función en cada interfaz y las instrucciones del uso del sistema.

La versión completa de esta guía se encuentra el ANEXO A. GUÍA DE USUARIO PARA MANEJO DE PANEL FRONTAL GENERADOR Y PANEL FRONTAL RECEPTOR DE LABVIEW

5. RESULTADOS

En esta sección se presentan tablas paramétricas en las que se plasman los resultados obtenidos de la configuración, implementación y ejecución de las interfaces desarrolladas en el software LabVIEW para el manejo de las señales ultrasónicas. El propósito de estas pruebas fue verificar el correcto funcionamiento del sistema, tanto en la generación como en la recepción de señales, así como la evaluación de la respuesta del sistema ante variaciones controladas de parámetros como la amplitud, la frecuencia, el offset y la fase.

Se realizaron ensayos específicos para cada tipo de señal (onda senoidal, onda cuadrada y onda triangular), analizando el comportamiento gráfico de la señal generada en el Waveform Chart del panel frontal, así como la información recibida en tiempo real por el panel receptor en cada uno de estos casos. Adicionalmente, se llevó a cabo una comparación entre los valores configurados en el generador y los valores obtenidos por los indicadores del receptor, con el fin de determinar la similitud entre ambas interfaces y validar la efectividad del sistema desarrollado.

5.1. Validación funcional de la conexión entre las dos interfaces

Para revisar el correcto funcionamiento del sistema desarrollado, se realizaron diversas pruebas las cuales se permitieron la validación de este. El objetivo era la comprobación de que el panel generador de señales generara las ondas correspondientes a los valores de los parámetros (amplitud, frecuencia, offset y fase) que se le asignaban y que estas señales fueran recibidas en tiempo real y con una gran similitud por el panel receptor de señales a través de la conexión con las DAQ.

Durante dichas pruebas se pudo corroborar que el usuario que este operando dicho sistema puede seleccionar cualquiera de los tres tipos de ondas (senoidal, cuadrad o triangular) y modificar o ajustar los cuatro parámetros permitidos mediante los diales y los displays. Se puedo observar que dichas ondas generadas se podían visualizar de forma inmediata en el panel receptor y que cualquier modificación hecha se reflejaba con precisión.

Las pruebas incluyeron la configuración de las DAQ, mediante el uso de transmisión USB y estándar analógico, además de la conexión física de las salidas y entradas de las tarjetas de adquisición de datos y la verificación de los datos generados y recibidos, asegurando que los valores coincidan y la forma de las ondas fueran coherentes en ambas partes. Esta validación permitió confirmar que tanto la interfaz generadora y la interfaz receptora cumple con el propósito de emular el comportamiento y funcionalidad del equipo generador de señales ultrasónicas, facilitando el uso y permitiendo un mejor análisis.

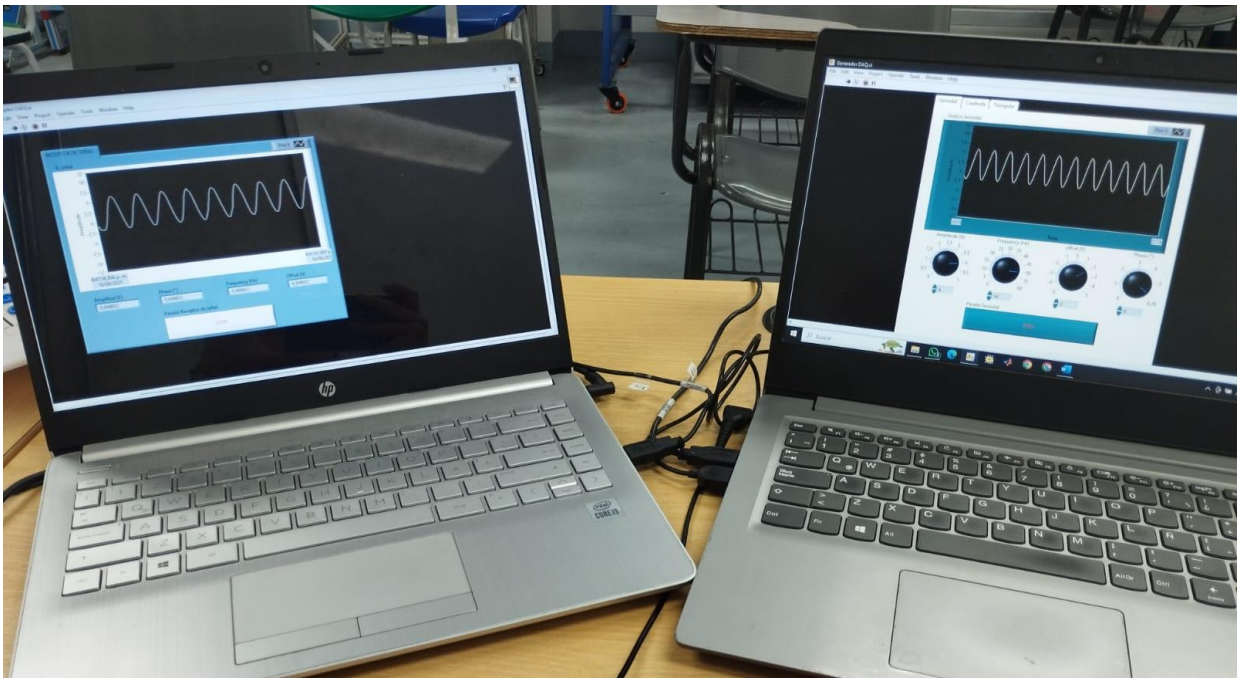
A continuación, se presentan tres tablas en donde se plasma la recopilación de los datos con respecto a la funcionalidad y simulaciones de las interfaces, tomando cinco datos de muestra para cada clasificación de onda (senoidal, cuadrada y triangular). En las tablas se muestra la respuesta de la recepción con respecto a la emisión de cada onda y según los parámetros establecidos, además de pequeñas observaciones que corroboran y confirman su buen funcionamiento y se adicionan fotografías en las que se aprecia la comunicación de ambas interfaces.

Tabla 1. Recopilación de datos para la generación y recepción de onda senoidal

N° de prueba	Tipo de señal	Amplitud (V)	Frecuencia (Hz)	Offset (V)	Fase (°)	¿se recibió correctamente?	Observaciones
1	Senoidal	1.0	15	-2	2	Si	Desplazamiento visible
2	Senoidal	2.0	20	-4	3	Si	Desfase visible
3	Senoidal	3.0	30	0	5	Si	Onda centrada
4	Senoidal	4.0	50	2	6	Si	Onda limpia
5	Senoidal	5.0	60	4	6,28	Si	Se nota cambio

Nota. Fuente autor

Fotografía. 23. Conexión de ambas interfaces en onda senoidal



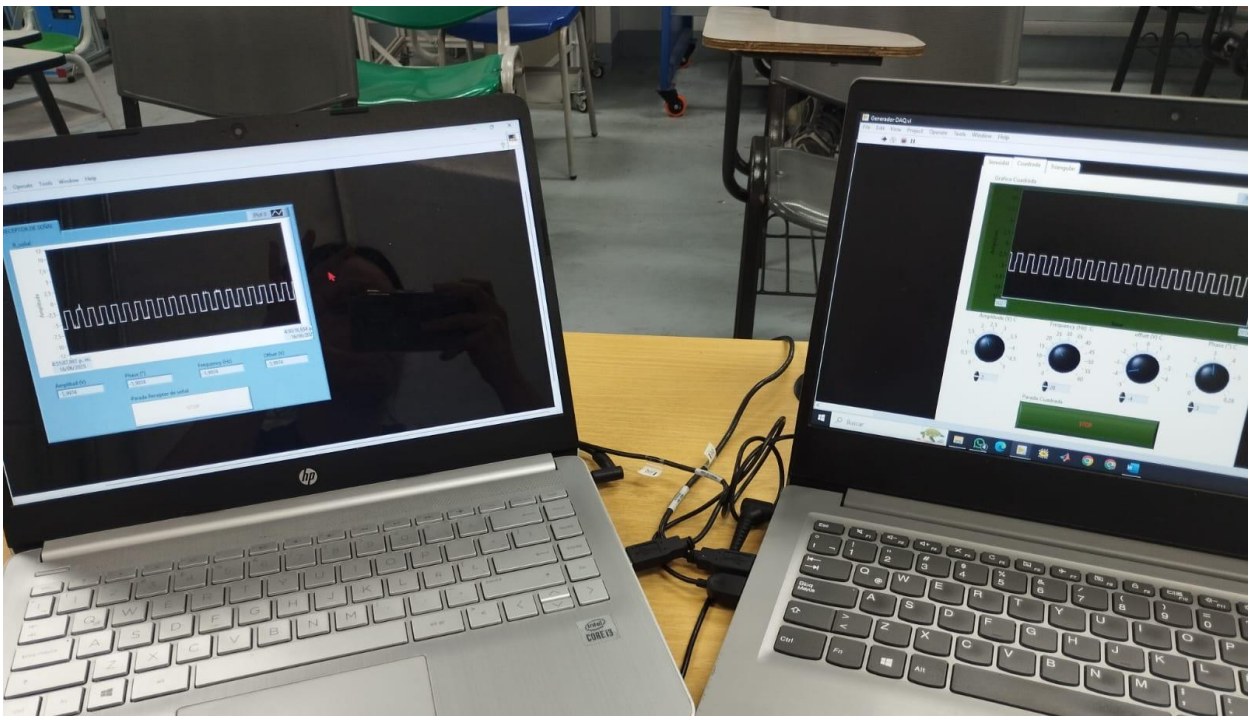
Nota. Fuente autor

Tabla 2. Recopilación de datos para la generación y recepción de onda cuadrada

N° de prueba	Tipo de señal	Amplitud (V)	Frecuencia (Hz)	Offset (V)	Fase (°)	¿se recibió correctamente?	Observaciones
1	Cuadrada	1.0	15	-2	2	Si	Se percibe la baja frecuencia
2	Cuadrada	2.0	20	-4	3	Si	Desplazamiento hacia abajo
3	Cuadrada	3.0	30	0	5	Si	Onda centrada
4	Cuadrada	4.0	50	2	6	Si	Amplitud notable
5	Cuadrada	5.0	60	4	6,28	Si	La onda se contrae al máximo

Nota. Fuente autor

Fotografia. 24. Conexión de ambas interfaces en onda cuadrada



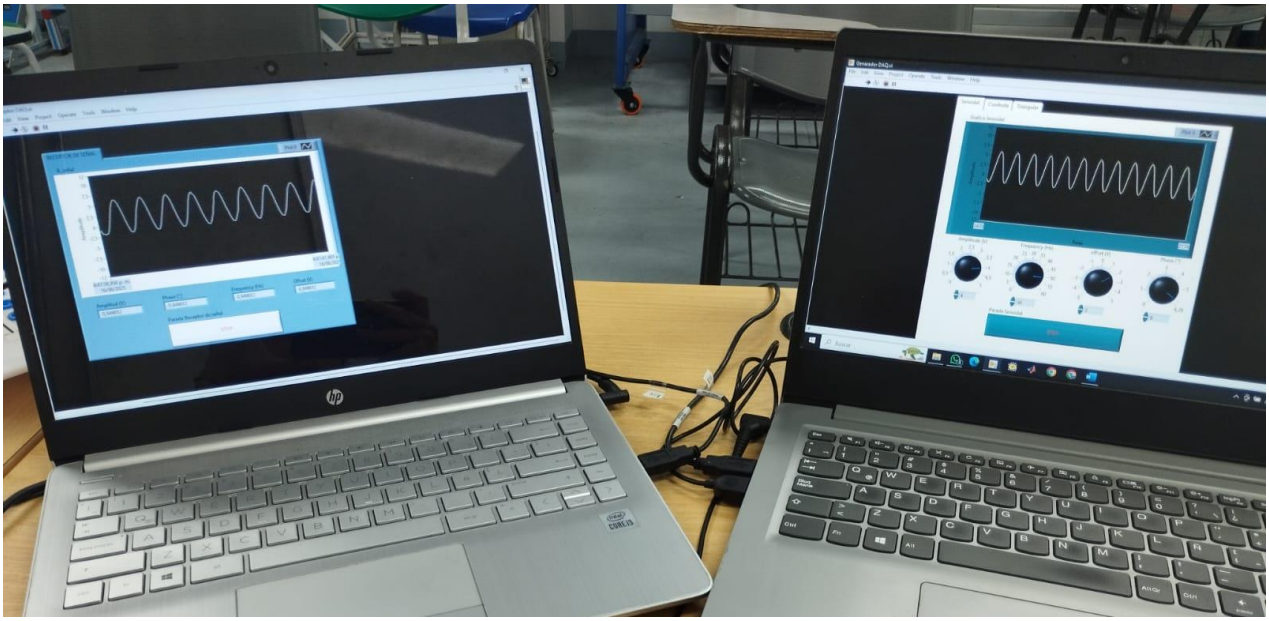
Nota. Fuente autor

Tabla 3. Recopilación de datos para la generación y recepción de onda triangular

N° de prueba	Tipo de señal	Amplitud (V)	Frecuencia (Hz)	Offset (V)	Fase (°)	¿se recibió correctamente?	Observaciones
1	Triangular	1.0	15	-2	2	Si	Onda limpia y expandida
2	Triangular	2.0	20	-4	3	Si	Desplazamiento visible
3	Triangular	3.0	30	0	5	Si	Amplitud más perceptible
4	Triangular	4.0	50	2	6	Si	Señal clara
5	Triangular	5.0	60	4	6,28	Si	Buena amplitud y Frecuencia

Nota. Fuente autor

Fotografia. 25. Conexión de ambas interfaces en onda cuadrada



Nota. Fuente autor

5.2. Resultados de la interfaz generadora de señales

En esta sección se presentan los resultados obtenidos por la interfaz generadora de señales en cada una de las formas de onda, en este caso, onda senoidal, onda cuadrada y onda triangular, para eso, se usa la representación de tablas, con el fin de hacer las comparativas y tener la información clara de forma rápida y visualmente sencilla, además de fotografías que muestran el funcionamiento de las interfaces.

5.2.1. Generación de señales senoidales

La primera señal a evaluar es la señal senoidal, esto con el fin de tener una idea clara ya que esta onda presenta un comportamiento suave y fácil de apreciar con respecto a modificación de parámetros. Se realizaron varias pruebas modificando uno o más parámetros en cada una con el fin de abarcar las variaciones que puedan presentarse.

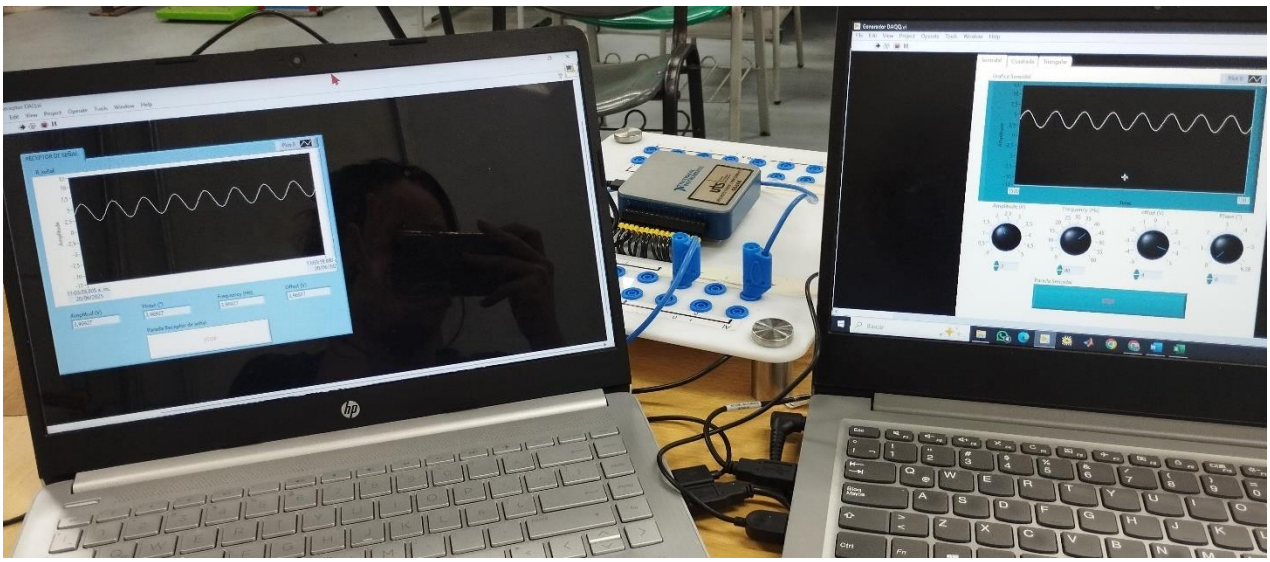
Tabla 4. Datos para la generación y recepción de onda senoidal

N° de prueba	Parámetros asignados a la onda	Se mantuvo estable	Presenta distorsión	Onda en tiempo real	Observaciones
1	Amplitud: 2v, Offset: 4v, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	Al ser la primera onda, se debe esperar unos segundos paraque la onda se forme en el receptor. La onda se forma clara, limpia y se mantiene estable.
2	Amplitud: 4v, Offset: 5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	La onda se forma clara, limpia y se mantiene estable.
3	Amplitud: 5v, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se refleja inmediatamente
4	Amplitud: 4v, Fase: 2°, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	Se muestra una onda limpia

5	Amplitud: 5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
6	Amplitud: 5v, Frecuencia: 60Hz, Offset: 4v	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
7	Amplitud: 4v, Offset: 1v, Frecuencia: 20Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
8	Amplitud: 4v, Offset: 4v, Frecuencia: 30Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
9	Amplitud: 2v, Fase: 6,28°, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
10	Amplitud: 5v, Offset: -5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	Se muestra la variación de forma efectiva y bastante visual, por el offset negativo

Nota. Fuente, Autor

Fotografia. 26. Funcionamiento onda senoidal en la interfaz, Prueba N°1



Nota. Fuente, Autor

5.2.2. Generación de señales cuadradas

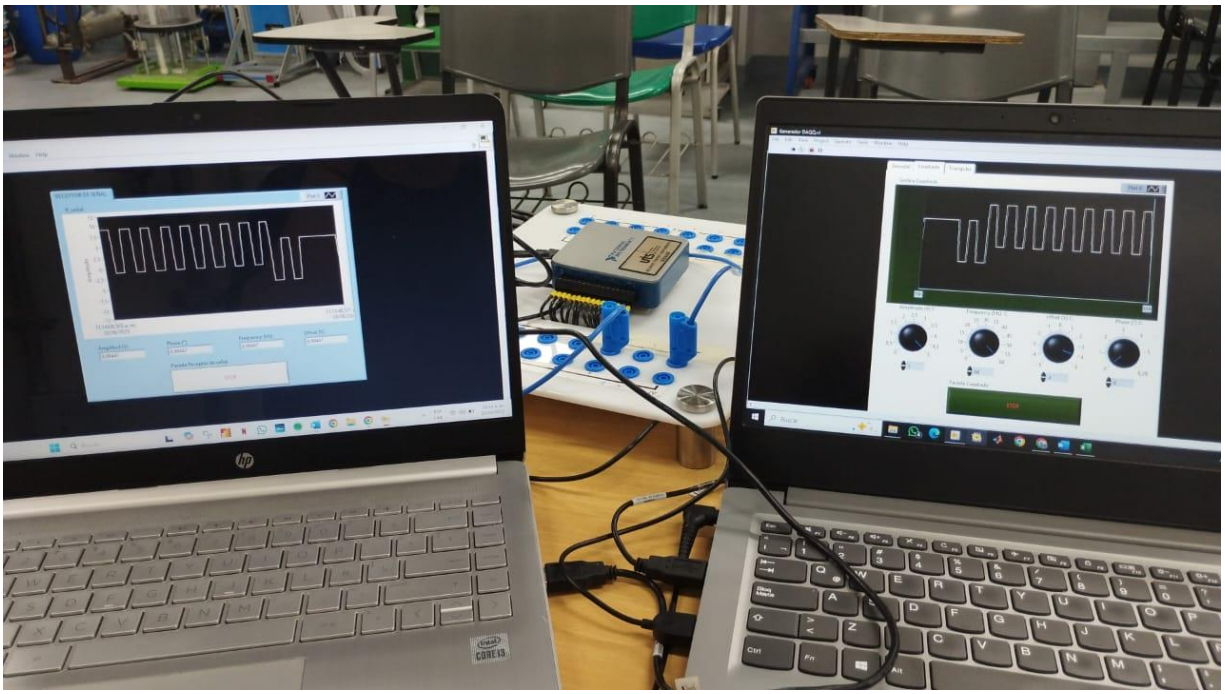
Para el análisis de las ondas cuadradas se tuvo en cuenta la naturaleza de la misma, se realizaron varias pruebas con el fin de ejecutar las variaciones de los parámetros principales y como estos afectan los pulsos de esta onda y la forma en la que se refleja en ambas interfaces con respecto al tiempo. Las pruebas demostraron la capacidad de la interfaz en generar y recibir dicha onda de forma precisa y estable, esto se evidencia en la *Tabla 5* y en la Fotografia. 27. Funcionamiento onda cuadrada en la interfaz, Prueba N°6

Tabla 5. Datos para la generación y recepción de onda cuadrada

N° de prueba	Parámetros asignados a la onda	Se mantuvo estable	Presenta distorsión	Onda en tiempo real	Observaciones
1	Amplitud: 2v, Offset: 4v, Frecuencia: 40Hz	Si	No	No	Al ser onda inicial se demora un poco en mostrar todos los puntos
2	Amplitud: 4v, Offset: 5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
3	Amplitud: 5v, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
4	Amplitud: 4v, Fase: 2°, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
5	Amplitud: 5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
6	Amplitud: 5v, Frecuencia: 60Hz, Offset: 4v	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
7	Amplitud: 4v, Offset: 1v, Frecuencia: 20Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
8	Amplitud: 4v, Offset: 4v, Frecuencia: 30Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
9	Amplitud: 2v, Fase: 6,28°, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
10	Amplitud: 5v, Offset: -5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta

Nota. Fuente, Autor

Fotografia. 27. Funcionamiento onda cuadrada en la interfaz, Prueba N°6



Nota. Fuente, Autor

5.2.3. Generación de señales triangulares

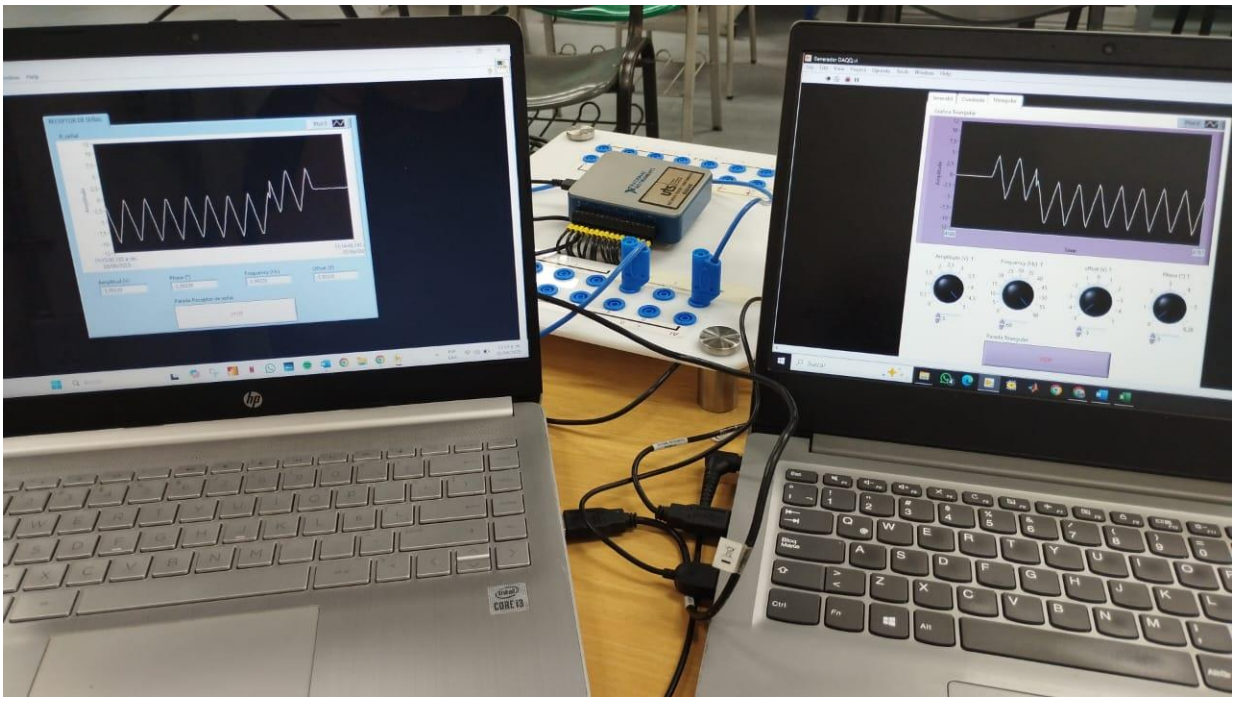
Finalmente se generaron las ondas triangulares, las cuales se caracterizan por la pendiente lineal ascendente y descendente. Las variaciones en los diferentes parámetros permitieron revisar y visualizar la afectación en la onda, esto para documentar dichos resultados. Para el análisis y comparación del comportamiento se registró en la Tabla 6. Datos para la generación y recepción de onda

Tabla 6. Datos para la generación y recepción de onda triangular

N° de prueba	Parámetros asignados a la onda	Se mantuvo estable	Presenta distorsión	Onda en tiempo real	Observaciones
1	Amplitud: 2v, Offset: 4v, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	Al ser onda inicial se demora un poco en mostrar todos los puntos
2	Amplitud: 4v, Offset: 5v, Frecuencia: 60Hz	Si	Si	Si	La onda se genera de forma correcta, y la distorsión se presentó por movimiento del cable que conecta
3	Amplitud: 5v, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
4	Amplitud: 4v, Fase: 2°, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
5	Amplitud: 5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
6	Amplitud: 5v, Frecuencia: 60Hz, Offset: 4v	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
7	Amplitud: 4v, Offset: 1v, Frecuencia: 20Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
8	Amplitud: 4v, Offset: 4v, Frecuencia: 30Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
9	Amplitud: 2v, Fase: 6,28°, Frecuencia: 40Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta
10	Amplitud: 5v, Offset: -5v, Frecuencia: 60Hz	Si	No	Si	La onda se genera de forma correcta

Nota. Fuente, Autor

Fotografia. 28. Funcionamiento onda triangular en la interfaz, Prueba N°6



Nota. Fuente, Autor

5.3. Comparación entre las señales generadas y las señales recibidas

Con el propósito de realizar una comparativa mas directa entre las señales, es decir, señal enviada y señal recibida, se realizó una prueba para cada tipo de onda, asignando un valor a cada parámetro, y se registró en la *Tabla 7*. Esta comparación permite verificar la confiabilidad de las interfaces en cuanto a transmisión y recepción, teniendo estos datos, se calculó el error porcentual de este funcionamiento y se plasmaron las respectivas observaciones encontradas.

Tabla 7. Comparación de valores generados y recibidos

Tipo de señal	Parámetro	Valor en generador	Valor en receptor	Error (%)	Observación
Senoidal	Amplitud	1 V	1 V	0.00 %	Coincidencia exacta
	Frecuencia	60 Hz	60 Hz	0.00 %	Coincidencia exacta
	Offset	0 V	0 V	0.00 %	Coincidencia exacta
	Fase	6°	5°-6°	N/A	Oscila por el ruido, por esto no se puede estimar un valor en el porcentaje de error
Cuadrada	Amplitud	2 V	2 V	0.00 %	Coincidencia exacta
	Frecuencia	50 Hz	50 Hz	0.00 %	Coincidencia exacta
	Offset	1 V	1 V	0.00 %	Coincidencia exacta
	Fase	0°	0° - 2°	N/A	Oscila por el ruido, por esto no se puede estimar un valor en el porcentaje de error
Triangular	Amplitud	5 V	5 V	0.00%	Coincidencia exacta
	Frecuencia	40 Hz	40 Hz	0.00%	Coincidencia exacta
	Offset	2 V	2 V	0.00%	Coincidencia exacta
	Fase	6,28°	4°- 6,28°	N/A	Oscila por el ruido, por esto no se puede estimar un valor en el porcentaje de error

Nota. Fuente, Autor

5.4. Evaluación del desempeño del sistema

Durante la implementación y el desarrollo de las interfaces de LabVIEW, se observó un desempeño bastante confiable y estable en cuanto a generación y recepción de señales ultrasónicas simuladas, sobre todo gráficamente, puesto que es la parte más esencial del funcionamiento de dichas interfaces. La respuesta dada por el sistema ante las modificaciones de la amplitud, la frecuencia, el offset y la fase realizadas en tiempo real fueron satisfactorias y fluidas, lo que permite que el usuario se mueva y entienda correctamente su función y manejo.

El uso de las tarjetas DAQ de National Instruments permitieron que la conexión para la simulación fuera precisa, lo que ayudó a reflejar y recrear el funcionamiento del equipo SOIC-137. Los indicadores del panel receptor mostraron valores muy acercados a los configurados en el panel generador, con errores mínimos, lo cual valida la exactitud y confiabilidad del programa o sistema.

Se identificaron algunas diferencias en los valores generados y recibidos, sobre todo en la fase, pero pueden ser atribuibles al programa, configuración de muestreo y movimiento en las tarjetas o el cable que permiten la conexión. Cabe mencionar que estas diferencias no afectan significativamente la funcionalidad del sistema y que sus bases principales se encuentran en excelente estado y en un funcionamiento óptimo.

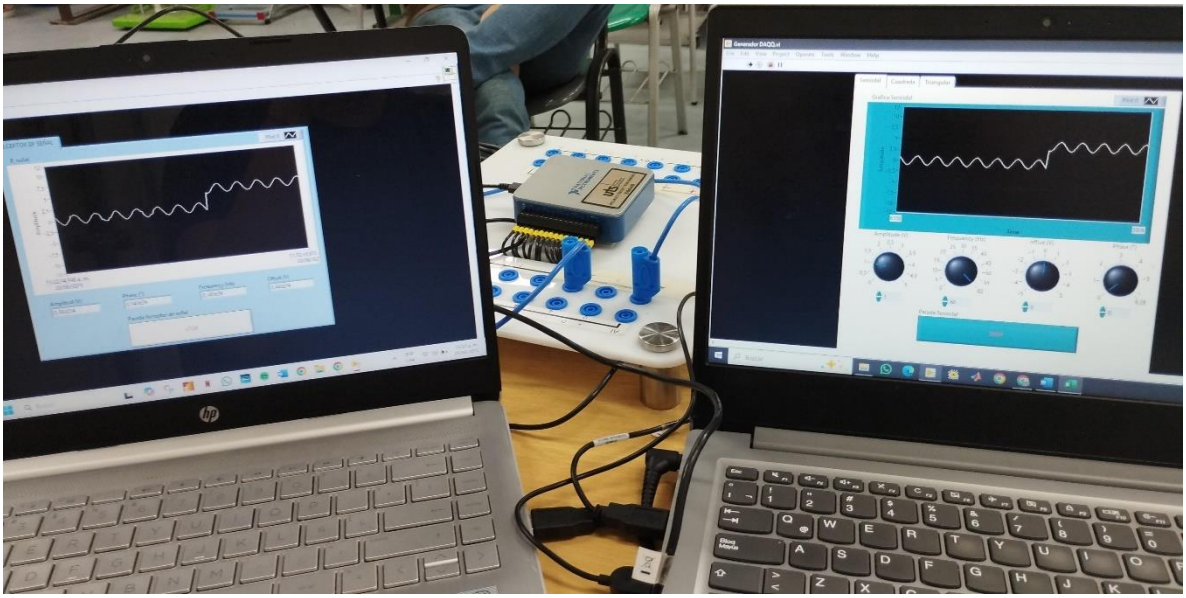
En conclusión, el sistema cumple con los objetivos propuestos y ofrece una alternativa práctica, segura y eficiente para la simulación, análisis y visualización de señales ultrasónicas, siendo completamente útil académicamente y formativamente.

5.5. Evidencia grafica del funcionamiento

A continuación, se muestran fotografías tomadas durante las pruebas funcionales del sistema, esto con el fin de evidenciar el comportamiento de las interfaces desarrolladas. En estas fotografías se observan ambos paneles, generador y receptor bajo diferentes valores de configuración en sus parámetros, con esto se observa en tiempo real la respuesta y relación entre el ajuste y la onda obtenida. Con el fin de hacer observar la forma de onda con parámetros iguales en cada una, se obtuvo lo siguiente:

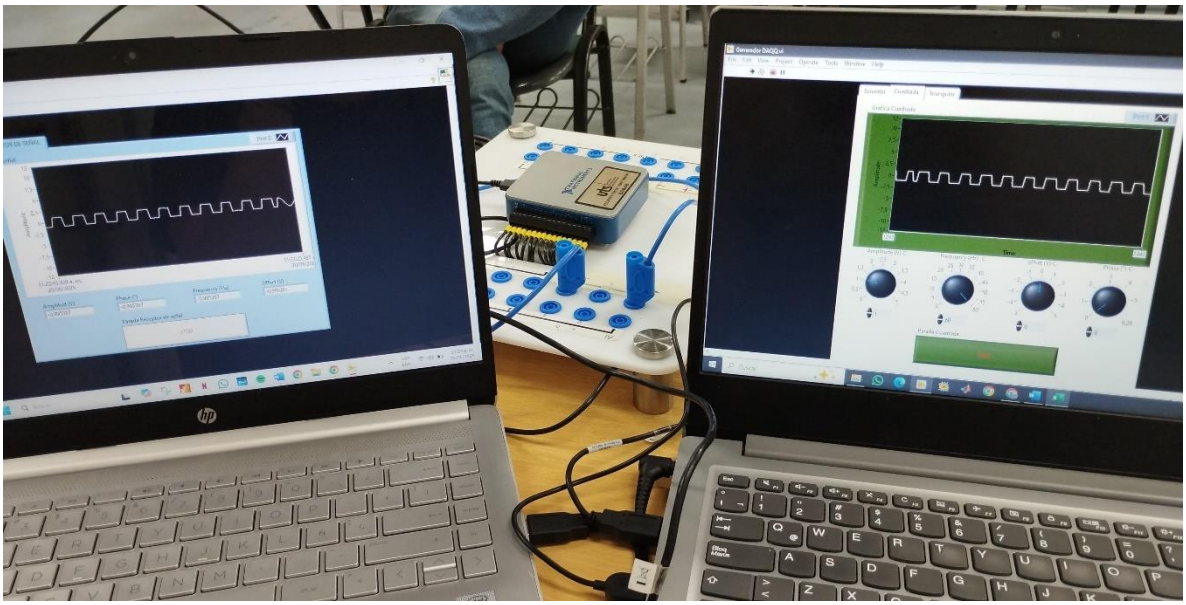
5.5.1. Onda senoidal, onda cuadrada y onda triangular configuración 1.0 V de amplitud, 60 Hz de frecuencia y 0° de fase.

Fotografia. 29. Panel generador y receptor mostrando una señal senoidal de 1.0 V de amplitud, 60 Hz de frecuencia y 0° de fase.



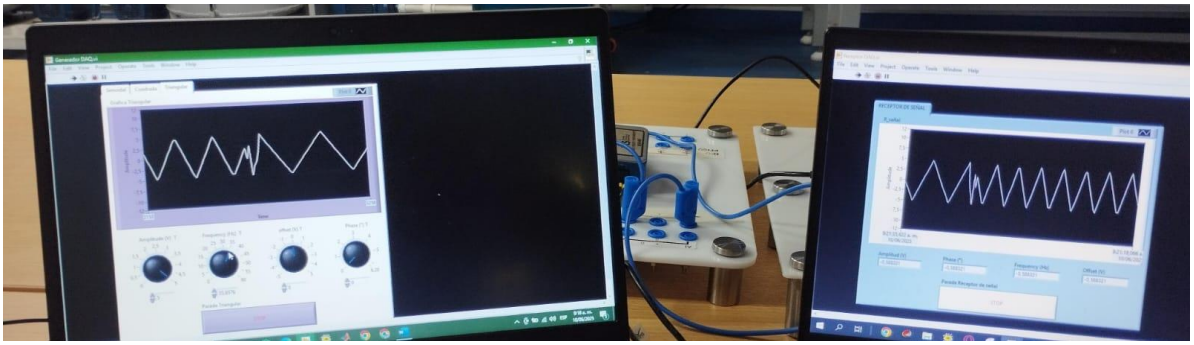
Nota. Fuente, Autor

Fotografia. 30. Panel generador y receptor mostrando una señal cuadrada de 1.0 V



Nota. Fuente, Autor

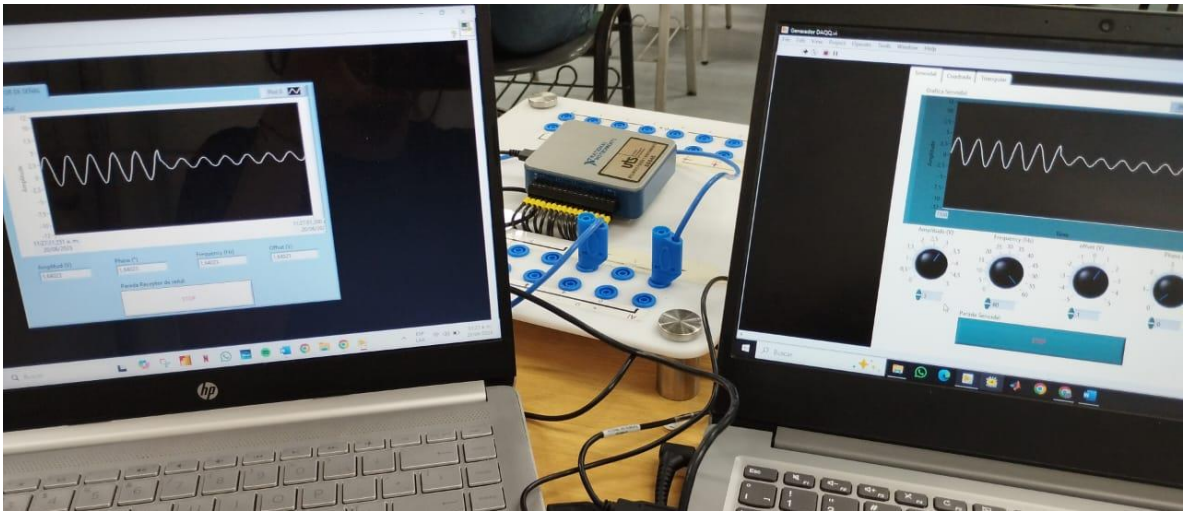
Fotografía. 31. Panel generador y receptor mostrando una señal triangular de 5.0V de amplitud, 35 Hz de frecuencia y 0° de fase.



Nota. Fuente, Autor

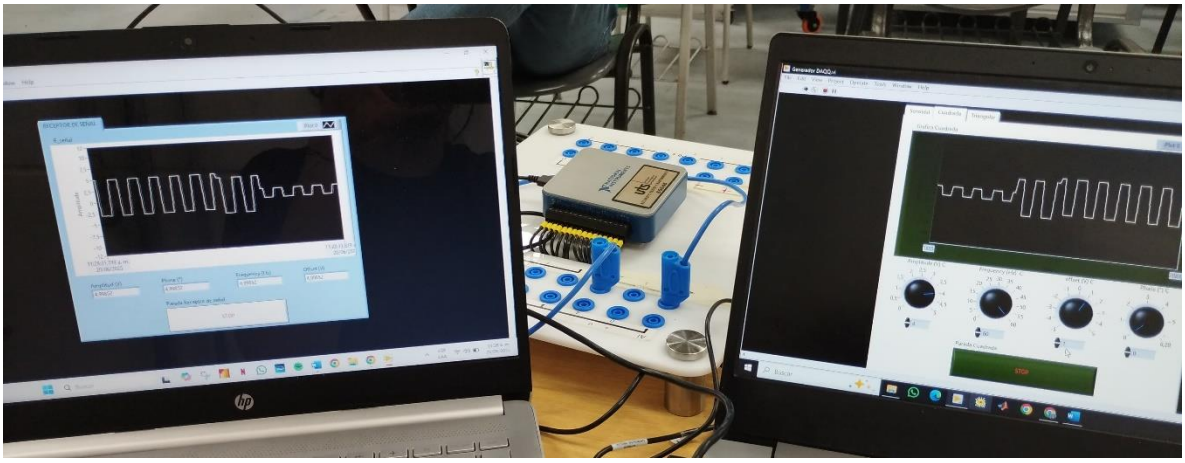
5.5.2. Onda senoidal, onda cuadrada y onda triangular configuración offset de 1.0 V, amplitud 4V, frecuencia 60 V

Fotografia. 32. Onda senoidal con offset de 1.0 V, amplitud 4v, frecuencia 60 Hz, evidenciando desplazamiento vertical.



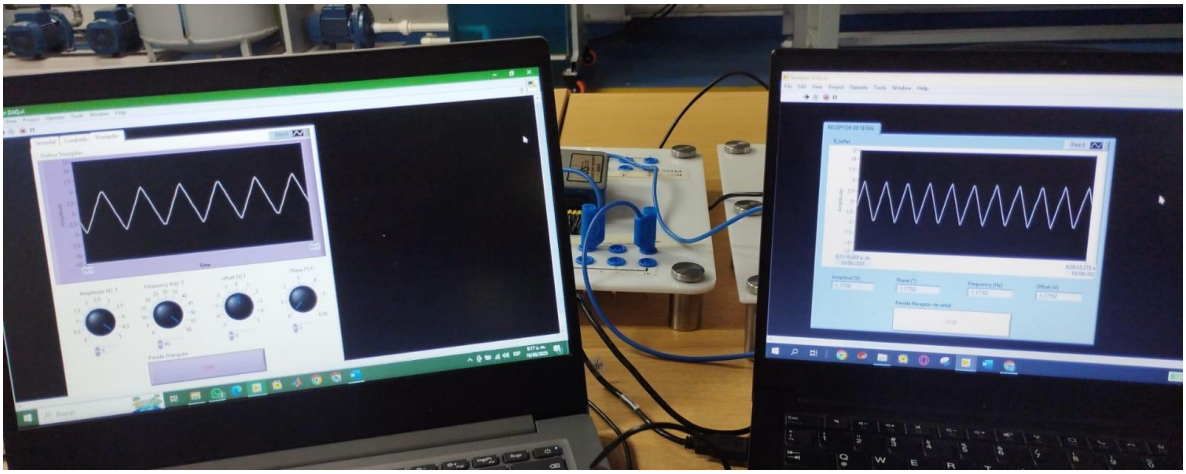
Nota. Fuente, Autor

Fotografia. 33 Onda cuadrada con offset de 1.0 V, amplitud 4v, frecuencia 60 Hz, evidenciando desplazamiento vertical.



Nota. Fuente, Autor

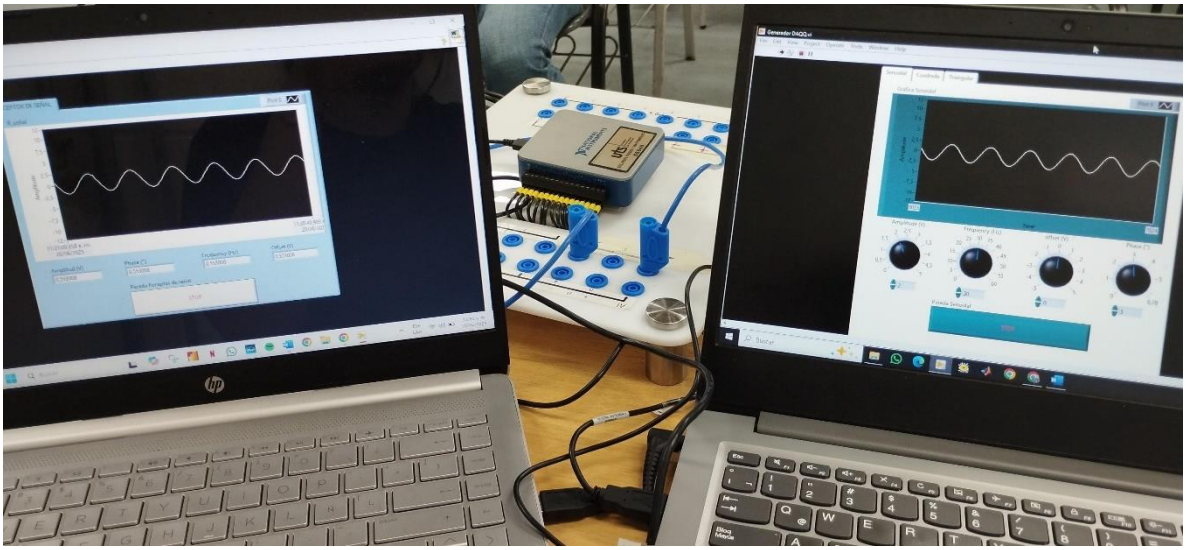
Fotografia. 34 Onda triangular con offset de 0 V, amplitud 5.0v, frecuencia 60 Hz.



Nota. Fuente, Autor

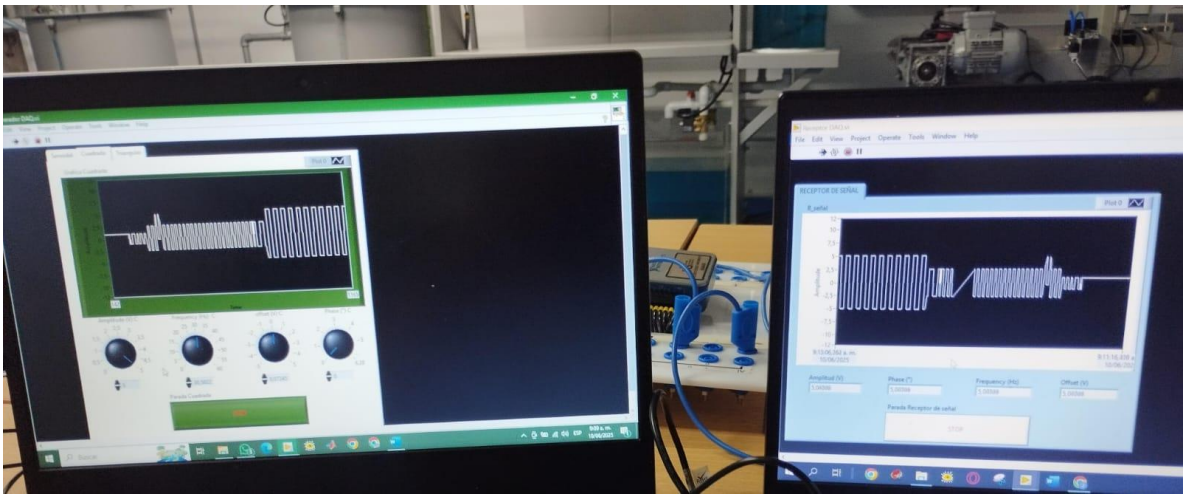
5.5.3. Onda senoidal, onda cuadrada y onda triangular configuración Amplitud de 2.0 V, frecuencia de 30 Hz y fase 3

Fotografia. 35. Onda senoidal con Amplitud de 2.0 V, Frecuencia de 30 Hz y fase 3



Nota. Fuente, Autor

Fotografia. 36 Onda cuadrada con Amplitud de 5.0 V, Frecuencia de 30 HZ, mostrando una caída de señal por movimiento del cable de conexión



Nota. Fuente, Autor

6. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del proyecto, se demostró que es posible la creación de las alternativas tecnológicas como solución a las pérdidas operativas de diferentes equipos, por medio de herramientas de instrumentación virtual. El diseño e implementación de dichas interfaces graficas en LabVIEW, evidenció que a pesar de las limitaciones iniciales del equipo y del funcionamiento principal, fue posible imitar su comportamiento, permitiendo la simulación sin recurrir a la reparación directa del dispositivo o a su uso, si no que favoreció la continuidad de este proceso de creación y recepción de señales en forma de onda. El trabajo requirió la interpretación a fondo del funcionamiento del equipo y el traslado a un entorno digital para el proceso de análisis, validación funcional y ajustes a lo largo de la estructuración de las mismas.

Uno de los principales desafíos fue la comunicación efectiva y la configuración entre las dos interfaces, generadora y receptora, por medio de las tarjetas y los elementos implementados en cada panel para un correcto funcionamiento en tiempo real. Durante este proceso surgieron dificultades que se superaron mediante la implementación de prueba y error, estructuras y manejo de elementos dentro del LabVIEW. Esta experiencia permitió la consolidación del conocimiento de software y programación, reforzando la capacidad de traducir las necesidades industriales a soluciones viables.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda que el sistema sea integrado como parte activa del laboratorio de automatización y sistemas de control, no solo como reemplazo del equipo SONIC-137, si no como parte del aprendizaje practico de los estudiantes, para la exploración de distintos escenarios de prueba. Seria conveniente realizar sesiones de formación con respecto a la interfaz y su lógica de funcionamiento, especialmente para aquellos que van iniciando en temas de instrumentación virtual. Además, se sugiere adecuar la infraestructura de los equipos DAQ para garantizar un correcto funcionamiento en las pruebas y prevenir los ruidos que se puedan ocasionar al momento de realizar la conexión entre sí.

Con el fin de fortalecer y expandir los alcances del sistemas, se aconseja profundizar acerca del uso y funcionamiento de cada uno de los elementos que se encuentran en el software LabVIEW, para realizar mejoras en los paneles y su configuración, llevándolos a un alcance mayor, en el que se puedan analizar, verificar y probar más parámetros, tambien la implementación de un recolector de datos con el fin de almacenar los cambios para llevar un registro de los mismos y poder comparar con estos los cambios que se puedan ocasionar, además de la implementación de otras plataformas como Python o Matlab, que don usadas en este campo, para asi llevar y mantener el proceso acorde lo dicta la industria 4.0.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta. (s. f.). Diseño de sistema SCADA en LabVIEW para supervisión. Recuperado el 17 de mayo de 2025, de https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/8a24ddbc-bc71-44a2-9a6d-cd1a8f3279b9/content

Arboleda, & Orlando. (s. f.). Desarrollo de un sistema de control y monitoreo. Recuperado el 17 de mayo de 2025, de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26384/1/UPS-GT004800.pdf

Castillo. (s. f.). Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos. Recuperado el 17 de mayo de 2025, de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15121/1/15T00771.pdf

Congreso de Técnicos Académicos. (s. f.). Memorias CONATEC 2023. Recuperado el 17 de mayo de 2025, de https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2023/verpdf/MemoriasCONATEC2023_ArchivoCompleto.pdf#page=101

Prometeo FP. (s. f.). Procesamiento de señales en 2025: La ciencia detrás de la comunicación digital. Recuperado el 4 de marzo de 2025, de https://www.prometeo-fp.com/blog/procesamiento-de-senales

Profesional Review. (2020, 7 de marzo). Puerto serie – Qué es, para qué sirve y tipos. Recuperado el 4 de marzo de 2025, de https://www.profesionalreview.com/2020/03/07/puerto-serie-que-es-para-que-sirve-y-tipos/

NI. (s. f.). ¿Qué es NI LabVIEW? Programación gráfica para pruebas y medidas. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de https://www.ni.com/es/shop/labview.html

Rimoldi, C., & Mundo, L. M. (s. f.). Ensayo no destructivo por método de ultrasonido.

Romero-Perigault, J., Rodríguez, N., Rodríguez, D., Custodio, L., Hernández, D. C., & Merchán, F. (2020). Tratamiento digital de un pulso ultrasónico para la navegación de un robot autónomo móvil mediante análisis geométrico. Revista de Iniciación Científica, 6, 104–110. https://doi.org/10.33412/rev-ric.v6.0.3159

Serway, R. A. (s. f.). Física para ciencias e ingeniería. Volumen 1.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2006). Physics for scientists and engineers (7.ª ed.). Thomson Brooks/Cole.

eBay. (s. f.). Stanley Sonic 137 Ultrasonic Flaw Detector 2pcs. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de https://www.ebay.com/itm/305891194744?_ul=CO

Universidad de Valladolid. (s. f.). TFM-G381. Recuperado el 17 de mayo de 2025, https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/8033/TFMG381.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Calderón Cáceres, J. L., Scarpati Gálvez, G. C., & Universidad de San Martín de Porres, Perú. (2018). Los ensayos no destructivos (END) y su aplicación en la industria. Campus, 23(25), 59–65. https://doi.org/10.24265/campus.2018.v23n25.05

Universidad Veracruzana. (s. f.). Prácticas. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36156590/practicas-libre.pdf

Staveley NDT Technologies. (s.f.). *SONIC 137 Ultrasonic Flaw Detector: Manual de usuario*. Documento no publicado.

9. ANEXOS

ANEXO A

GUÍA DE USUARIO PARA MANEJO DE PANEL FRONTAL GENERADOR Y PANEL FRONTAL RECEPTOR DE LABVIEW

PRESENTACION DEL PANEL FRONTAL GENERADOR

Figura 1. Panel frontal del generador de señales de LabView



El panel frontal del generador de señales montado en el software LabVIEW, el cual se puede ver en la Figura 1, es el que permite la emisión de tres tipos de onda; onda senoidal, onda cuadrada y onda triangular, además de sus respectivos modificadores de parámetros (Diales).

Para tener mayor claridad en la ubicación de los elementos que se encuentran en el panel frontal del generador de señales se describen a continuación, además de que se encuentran enumerados respectivamente con la numeración de la descripción, para observar esto dirigirse a la Figura 2 y seguido a esto se encuentra el nombre y función de cada uno de estos.

Figura 2. Enumeración de los elementos en el panel frontal



1. **Tab control:** Es un control de pestañas, que permite la selección, en este caso, del tipo de onda a generar y sus parámetros de control, en donde encontramos tres pestañas, senoidal, cuadrada y triangular respectivamente, en donde se encuentra el panel de generación de cada tipo de onda.

2. **Waveform Chart:** Permite la visualización de las ondas generadas en tiempo real, además de que permite el almacenamiento de dichos datos.

3. **Dial control:** Es un control en forma de perilla, permite la variación manual de los parámetros, en el generador se encuentran cuatro diales para cada pestaña o forma de onda, los cuales dan lugar a la manipulación de la amplitud, la frecuencia, el offset y la fase.
    - **Amplitud (V)**
    - **Frecuencia (Hz)**
    - **Offset (V)**
    - **Fase (°)**

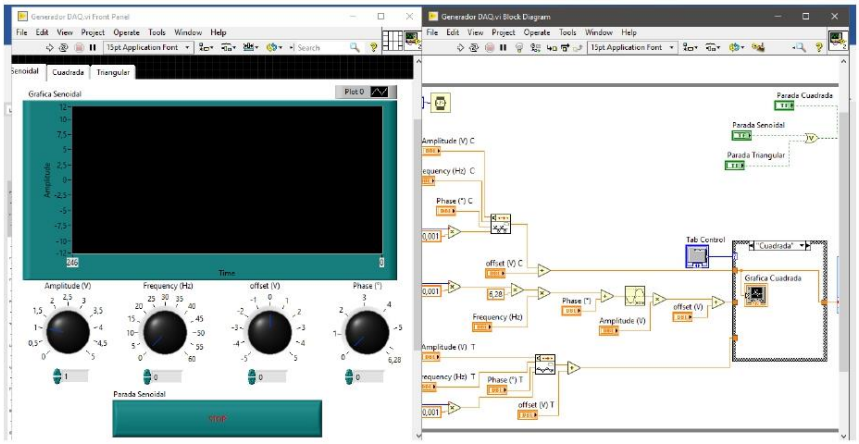
4. **Digital displays:** Estos pequeños recuadros enlazados con los diales dan paso a la edición numérica, del parámetro, es decir, habilita la digitación de un valor numérico “exacto” para que el parámetro sea llevado a este de forma precisa.

5. **STOP:** Botón que permite la parada instantánea de la generación.

- **MANEJO DEL PANEL FRONTAL DEL GENERADOR DE SEÑALES**

El manejo de la interfaz del panel frontal del generador de señales se basa en el cambio y modificación de los parámetros que afectan la forma de onda y el tiempo en producirse la onda, estos aspectos se definirán a continuación. Primeramente, se inicia con la manipulación del tiempo de onda, esto se encuentra en el diagrama de bloques de la interfaz, la cual se puede observar ejecutando el comando Ctrl-T, y se mostrará como en la Figura 3.

Figura 3. Visualización del panel frontal y el diagrama de bloques del generador de señales



El diagrama de bloques completo se observa en la Figura 4, estando aquí no se debe manipular nada, únicamente lo que requiere manipulación es el tiempo de generación de onda, se puede ver en la Figura 5, el recuadro azul de la izquierda es una constante allí se puede variar el tiempo, por ejemplo, se puede escribir, 50, 100, 150, dependiendo de lo que se requiera, cabe resaltar que su unidad está en “ms”.

Figura 4. Diagrama de bloques de la interfaz generadora de señales

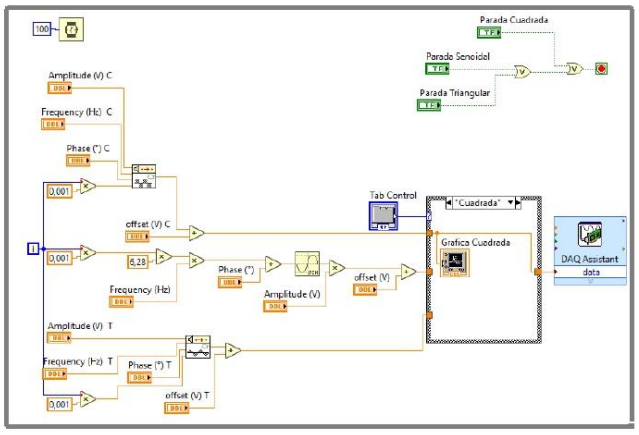
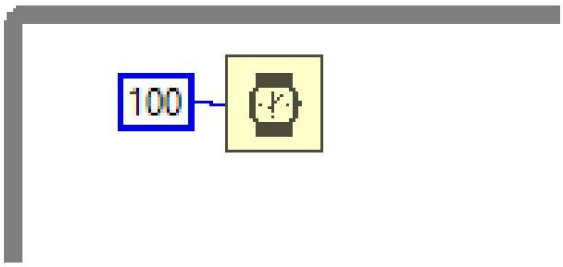


Figura 5. Wait function con su control numérico



Para la manipulación del panel principal de la interfaz generadora de señales se deben seguir los siguientes pasos:

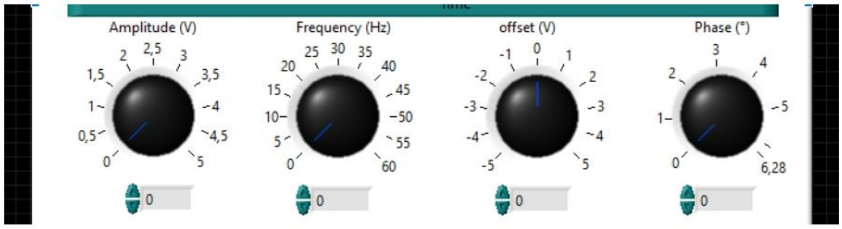
1. En primera instancia se debe seleccionar el tipo de onda que se desea generar (senoidal, cuadrada o triangular) para esto se debe seleccionar la pestaña en el Tab Control, en la Figura 6, se pueden observar las pestañas, solo se da clic en la que se requiera y el nombre que se encuentra sobre el graficador (recuadro rojo) nos indicará que seleccionamos correctamente la onda que se generará.

Figura 6. Pestañas del Tab control



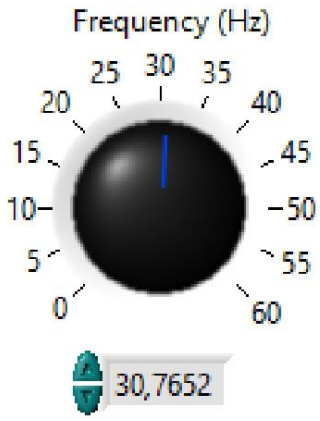
2. Seguido se deberán modificar los parámetros que se necesiten por medio de los diales, esto se hace moviendo la perilla o ingresando directamente el valor numérico en el indicador del dial. Los diales se pueden identificar con la Figura 7.

Figura 7. Diales de cada parámetro



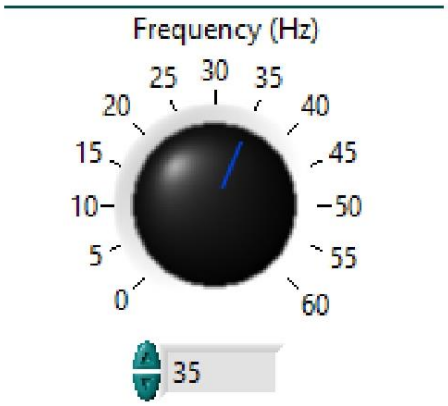
para modificar los parámetros con la perilla simplemente se debe desplazar, en la Figura 8 se da un ejemplo de cómo quedaría si se realiza dicha manipulación, se puede ver en el display bajo el dial el valor dado al parámetro.

Figura 8. Manipulación por perilla



Si se hace manipulación de los diales directamente con la digitación del valor numérico en el display, la perilla se ubicará de forma automática y se verá de la misma forma que la Figura 9.

Figura 9. Manipulación por displays



3. Luego de tener los pasos anteriores, es decir el generador parametrizado, se puede "correr" el programa, presionando el RUN del software (ver Figura 10) y la interfaz empezará a generar la onda. Dando algunos parámetros y generando la onda senoidal se obtuvo la siguiente onda, la cual se puede visualizar en la Figura 11.

Figura 10. Pulsador para "correr" el programa

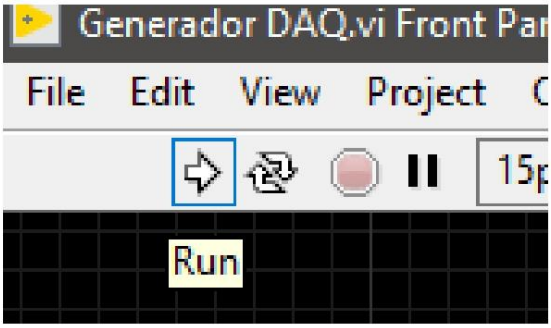
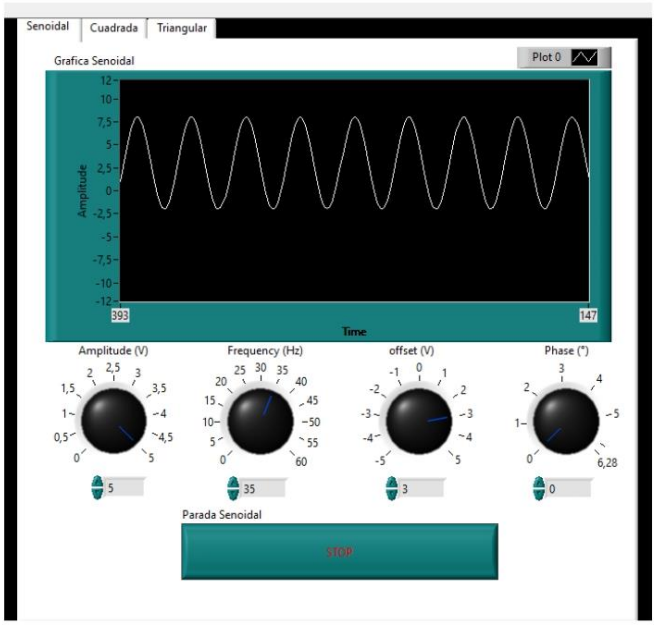


Figura 11. Onda senoidal generada



4. Para detener la generación de la onda, presionar el botón de STOP del panel frontal, que se encuentra en la parte inferior (ver la Figura 12).

Figura 12. Botón de STOP para el generador



PRESENTACION DEL PANEL FRONTAL RECEPTOR

Figura 13. Panel frontal del receptorr de señales de LabView



El panel frontal receptor de señales, diseñado en LabVIEW, cumple la función de captar y visualizar en tiempo real las ondas generadas por la interfaz generadora de señales descrita anteriormente. Esta interfaz permite observar de forma clara la grafica de la onda y observar el valor de los parámetros que recibe de esta, esto se puede ver en los indicadores ubicados bajo el graficador, esto con el fin de analizar y verificar la correcta recepción de estas ondas.

Para conocer los elementos que se ubican en este panel frontal receptor de señales se describen a continuación, es de tener en cuenta que se encuentran enumerados respectivamente con los números usados en la descripción. para observar esto dirigirse a la Figura 14.

Figura 14. Enumeración de los elementos en el panel frontal



1. **Tab control:** Es un control de pestañas, que permite la selección de las mismas, en este caso, solo se tiene una pestaña, en donde se encuentra un graficador, cuatro indicadores y un botón de STOP.

2. **Waveform Chart:** Permite la visualización de las ondas recibidas en tiempo real, además de que permite el almacenamiento de dichos datos.

3. **Indicadores:** Permiten la visualización de los parámetros, recibidos de la onda, se tienen cuatro en donde se ve la amplitud, la frecuencia, el offset y la fase.
    - **Amplitud (V)**
    - **Frecuencia (Hz)**
    - **Offset (V)**
    - **Fase (°)**

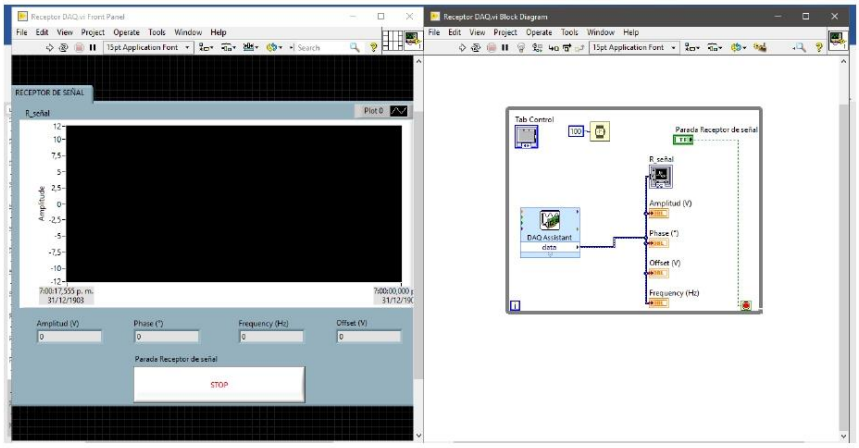
4. **STOP:** Botón que permite la parada instantánea de la recepción.

- **MANEJO DEL PANEL FRONTAL DEL RECEPTOR DE SEÑALES**

El manejo del receptor de señales se basa únicamente en la modificación del wait function, el RUN y el STOP, puesto que la finalidad de esta interfaz es observar y analizar la señal que llega desde el panel generador de señales, esto para monitorear la onda y los parámetros que fueron anteriormente descritos, esta interfaz es muy intuitiva ya que permite identificar rápidamente cualquier cambio o comportamiento diferente en la señal captada.

Primeramente, se inicia con la manipulación del tiempo de onda, esto se encuentra en el diagrama de bloques de la interfaz, la cual se puede observar ejecutando el comando Ctrl-T, y se mostrará como en la Figura 15.

Figura 15. Diagrama de bloques del panel frontal



En el diagrama de bloques que se presenta en la Figura 16, se debe manipular únicamente el tiempo de generación de onda, el cual se puede ver en la Figura 17, más específicamente, la digitación del tiempo se realiza en el recuadro azul de la izquierda, por ejemplo, se puede escribir, 50, 100, 150, etc. dependiendo de lo que se requiera. Cabe resaltar que la unidad está dada en "ms".

Figura 16. Diagrama de bloques del panel receptor de señales

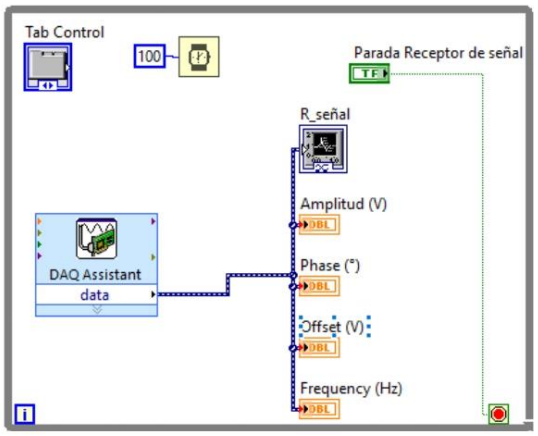
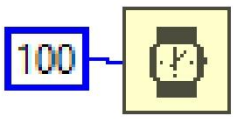


Figura 17.Wait Function



Para el manejo de esta interfaz se deben seguir los siguientes pasos:

1. Ejecutar la interfaz (dar clic en el RUN) antes de empezar la emisión desde el generador de señales.

2. Observar la grafica en el Waveform Chart en tiempo real sea igual o similar a la que aparece en el generador.

3. Verificar que los datos en los parámetros, coincidan con los que aparecen en los indicadores del panel receptor de señales.

4. Presionar el STOP para detener la recepción cuando sea necesario.

RECOMENDACIONES DE USO:

- Verificar que las tarjetas DAQ estén correctamente conectadas y que las entradas y salidas estén conectadas donde debe ser.
- Utilizar el mismo tiempo (**mismo valor en el Wait Function**) para evitar errores, es decir, para que se genere y reciba en tiempo real y se pueda tener mejor control de ambos paneles.
- Manipular un parámetro a la vez para observar como este afecta la onda y asi analizar adecuadamente.
- Usar valores “reales” en cuanto a frecuencia y amplitud para evitar el ruido o la saturación en la onda.

Nota. Fuente, Autor

[i] *Las Fotografia. 2,*

, Fotografia. 4, Fotografia. 5, Fotografia. 6, Fotografia. 7, Fotografia. 8, Fotografia. 9, Fotografia. 10 y la Fotografia. 11 se tomaron al equipo de fallas ultrasónico SONIC-137 que está en propiedad del Laboratorio de Automatización y Sistemas de Control y la información es tomada de Manual Técnico del SONIC-137, por Staveley NDT Technologies, 2008 y* ***se recalca que los indicadores y parámetros del equipo NO sirven y están deshabilitados, únicamente permite la alimentación del equipo.***