

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial

Proyecto Industrial Terminal

“DISEÑO DE UN ESCÁNER MANUAL X-Y PARA DETECCIÓN DE DISCONTINUIDADES EN MATERIALES COMPUESTOS”

Para obtener la especialidad en:

“TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA”

007281

Alumno: Eduardo José Trujillo



Tutor académico: M.I. Julio Cesar Solano Vargas

Tutor externo: Ing. Pedro Ramón Espina Guzmán

Santiago de Querétaro, Querétaro, Febrero de 2014

Resumen

El presente trabajo, describe el proceso de diseño, programación y simulación de un escáner manual basado en la técnica no destructiva de ultrasonido, la detección de discontinuidades, enfocado principalmente a piezas de materiales compuestos utilizados en la industria aeronáutica. Consiste en un sistema de escaneo (mapeo) manual, en el cual el operario posiciona el escáner de forma manual sobre la pieza a analizar, posteriormente se hará el recorrido manual a criterio del **operador o inspector**. Los datos obtenidos en la inspección son procesados por un código (VI) **desarrollado en el lenguaje de programación grafica LabView** de manera que pueda mostrarse al **operador o inspector** mediante una imagen en C-Scan, dichos datos pueden ser almacenados para su **posterior uso**.

Índice

Resumen	i
1. Generalidades	1
1.1. <i>Justificación</i>	1
1.2. <i>Objetivo</i>	2
1.3. <i>Alcances</i>	2
2. Marco teórico	3
2.1. <i>Materiales compuestos</i>	3
2.1.1. <i>Estructura</i>	3
2.1.2. <i>Clasificación</i>	4
Materiales Compuestos reforzados con partículas.	4
Materiales Compuestos reforzados con fibras.	4
Materiales compuestos estructurales.	4
Defectos que pueden presentarse en los materiales compuestos.	5
2.2. <i>Ultrasonido Industrial</i>	6
Principios	6
Ventajas	6
Limitaciones	6
Equipo necesario	7
<i>Transductor</i>	7
<i>Conector</i>	7
<i>Acoplante</i>	7
2.2.1. <i>Métodos básicos de inspección</i>	7
Método eco-pulsado	7
Método de transmisión	8

2.2.2.	Presentación de señales	8
	A-Scan	8
	B-Scan	10
	C-Scan	10
	Ventajas	11
	Aplicaciones	11
2.3.	<i>LabView</i>	11
2.3.1.	¿Qué es LabVIEW?	11
2.3.2.	Partes de LabVIEW	12
	Panel Frontal	12
	Diagrama de Bloques	12
2.4.	<i>Siemens NX</i>	12
2.4.1.	Ventajas	13
2.5.	<i>USB UT350</i>	13
2.6.	<i>Encoder incremental</i>	14
2.7.	<i>DAQ NI USB-6210</i>	16
3.	Diagrama de desarrollo	17
4.	Desarrollo	18
4.1.	<i>Planeación</i>	18
	Eficacia	18
	Confiabilidad	18
	Seguridad	18
	Rentabilidad	19
	Innovación	19

4.2.	<i>Diseño conceptual</i>	19
4.3.	<i>Diseño a detalle</i>	20
4.4.	<i>Programación</i>	23
	Procesamiento de la señal.	25
	Adquisición de señal del encoder incremental.	29
5.	Cotización	33
6.	Resultados	35
7.	Conclusiones	43
8.	Bibliografía	44
9.	Anexos	45

1. Generalidades

1.1. Justificación

En general los ensayos no destructivos proveen datos menos exactos acerca del estado de la variable a medir que los ensayos destructivos. Sin embargo, suelen ser más baratos para el propietario de la pieza a examinar, ya que no implica la destrucción de la misma. En ocasiones los ensayos no destructivos buscan únicamente verificar la homogeneidad y sanidad del material **analizado**, por lo que se complementan con los datos provenientes de los ensayos destructivos.

Las pruebas no destructivas juegan un papel importante en la caracterización y evaluación de los **materiales compuestos**, en el campo de la industria aeronáutica que es donde los **materiales compuestos** tienen mayor presencia, la inspección por ultrasonido es uno de los métodos más utilizados en la actualidad. La inspección con ultrasonido en conjunto con la técnica de radiografía arrojan resultados precisos y confiables acerca de la sanidad del material.

En el desarrollo del proyecto y por la naturaleza de las piezas a inspeccionar se llegó a la **conclusión de que** se utilizaría la técnica de ultrasonido industrial, debido a que es una técnica **muy barata y la más apropiada** para poder semi automatizarla.

Otro de los puntos que me llevaron a elegir esta técnica fue que en CIDESI hay mucho personal calificado y certificado en la técnica de ultrasonido industrial, con ello los servicios a la industria aeronáutica se verá beneficiada, ya que se podrán realizar un mayor número de inspecciones con precisión, exactitud y confiabilidad posible.

En el mercado existen algunas versiones de escáneres automáticos y manuales, pero lo que se pretende con este proyecto es abaratar los costos y se busca que CIDESI emprenda el camino como desarrollador de tecnología para apoyo en los ensayos no destructivos.

1.2. Objetivo

- Desarrollo de un sistema que sirva como apoyo para realizar inspecciones en piezas de materiales compuestos de forma confiable, logrando la detección de discontinuidades.
- Mejorar la calidad de la inspección mediante un sistema preciso y fácil de manipular.
- Diseño de un sistema de menor costo en comparación con los existentes en el mercado.
- Fomentar el desarrollo de tecnología de apoyo en las pruebas no destructivas.

1.3. Alcances

Se diseñara un dispositivo capaz de reconocer la posición del transductor en la pieza a inspeccionar, al igual que se elaborara un algoritmo en LabView como medio para hacer el análisis de los datos adquiridos con el dispositivo USB UT350, se hará el procesamiento de señales para generar un C-SCAN.

2. Marco teórico

2.1. Materiales compuestos

En ciencia de materiales reciben el nombre de materiales compuestos aquellos materiales que se forman por la unión de dos materiales para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales. Estos compuestos pueden seleccionarse para lograr combinaciones poco usuales de rigidez, resistencia, peso, rendimiento a alta temperatura, resistencia a la corrosión, dureza o conductividad.

Los materiales son compuestos cuando cumplen las siguientes características:

- **Están formados** de 2 o más componentes distinguibles físicamente y separables mecánicamente.
- **Presentan** varias fases químicamente distintas, completamente insolubles entre sí y separadas por una interfase.
- Sus propiedades mecánicas son superiores a la simple suma de las propiedades de sus componentes (sinergia).

No pertenecen a los materiales compuestos, aquellos materiales polifásicos; como las aleaciones metálicas, en las que mediante un tratamiento térmico se cambian la composición de las fases presentes.

Estos materiales nacen de la necesidad de obtener materiales que combinen las propiedades de los cerámicos, los plásticos y los metales. Por ejemplo en la industria del transporte son necesarios materiales ligeros, rígidos, resistentes al impacto y que resistan bien la corrosión y el desgaste, propiedades que rara vez se dan juntas.

A pesar de haberse obtenido materiales con unas propiedades excepcionales, las aplicaciones prácticas se ven reducidas por algunos factores que aumentan mucho su costo, como la dificultad de fabricación o la incompatibilidad entre materiales.

La gran mayoría de los materiales compuestos son creados artificialmente pero algunos, como la madera y el hueso, aparecen en la naturaleza.

2.1.1. Estructura

Aunque existe una gran variedad de materiales compuestos, en todos se pueden distinguir las siguientes partes:

- **Agente reforzante:** Es una fase de carácter discreto y su geometría es fundamental a la hora de definir las propiedades mecánicas del material.

- Fase matriz o simplemente matriz: Tiene carácter continuo y es la responsable de las propiedades físicas y químicas. Transmite los esfuerzos al agente reforzante. También lo protege y da cohesión al material.

2.1.2. Clasificación

Materiales Compuestos reforzados con partículas.

Están compuestos por partículas de un material duro y frágil, dispersas discreta y uniformemente, rodeadas por una matriz más blanda y dúctil.

Compuestos endurecidos por dispersión: El tamaño de la partícula es muy pequeño (diámetro entre 100 y 2500 μ). A temperaturas normales, estos compuestos no resultan más resistentes que las aleaciones, pero su resistencia aumenta inversamente con el aumento de la temperatura. Su resistencia a la termofluencia es superior a la de los metales y aleaciones.

Sus principales propiedades son:

- La fase es generalmente un óxido duro y estable.
- El agente debe tener propiedades físicas óptimas.
- No deben reaccionar químicamente el agente y la fase.
- Deben unirse correctamente los materiales.

Materiales Compuestos reforzados con fibras.

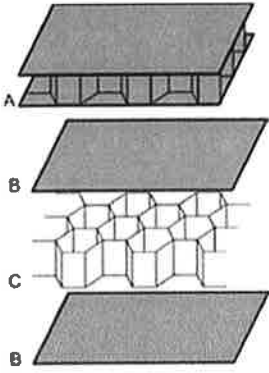
Un componente suele ser un agente reforzante como una fibra fuerte: fibra de vidrio, cuarzo, kevlar, Dyneema o fibra de carbono que proporciona al material su fuerza a tracción, mientras que **otro componente** (llamado matriz) que suele ser una resina como epoxy o poliéster que envuelve **y liga las fibras**, transfiriendo la carga de las fibras rotas a las intactas y entre las que no están **alineadas con las líneas de tensión**. También, a menos que la matriz elegida sea especialmente **flexible, evita el pandeo de las fibras por compresión**. Algunos compuestos utilizan un agregado en lugar de o en adición a las fibras.

En términos de fuerza, las fibras (*responsables de las propiedades mecánicas*) sirven para resistir la tracción, la matriz (*responsable de las propiedades físicas y químicas*) para resistir las deformaciones, y todos los materiales presentes sirven para resistir la compresión, incluyendo cualquier agregado.

Los golpes o los esfuerzos cíclicos pueden causar que las fibras se separen de la matriz, lo que se llama delaminación.

Materiales compuestos estructurales.

Panel sándwich con núcleo en forma de panal: Están formados tanto por compuestos como por materiales sencillos y sus propiedades dependen fundamentalmente de la geometría y de su diseño. Los más abundantes son los laminares y los llamados paneles sándwich.



Los laminados están formados por paneles unidos entre sí por algún tipo de adhesivo u otra unión. Lo más usual es que cada lámina esté reforzada con fibras y tenga una dirección preferente, más resistente a los esfuerzos. De esta manera obtenemos un material isótropo, uniendo varias capas marcadamente anisótropas. Es el caso, por ejemplo, de la madera contrachapada, en la que las direcciones de máxima resistencia forman entre sí ángulos rectos.

Los paneles sándwich consisten en dos láminas exteriores de elevada dureza y resistencia, (normalmente plásticos reforzados, aluminio o incluso titanio), separadas por un material menos denso y menos resistente, (polímeros espumosos, cauchos sintéticos, madera balsa o cementos inorgánicos). Estos materiales se utilizan con frecuencia en construcción, en la industria aeronáutica y en la fabricación de condensadores eléctricos multicapas.

Defectos que pueden presentarse en los materiales compuestos.

Debido al proceso de fabricación o a las condiciones en que trabajan, los materiales compuestos pueden sufrir diferentes tipos de defectos que pueden ser fatales en el desempeño de dichos elementos, a continuación se mencionan algunos de los defectos más comunes que pueden presentarse en los materiales compuestos.

Los efectos que se buscan encontrar en las placas de materiales compuestos son:

Laminaciones

Se debe principalmente al método de fabricación de las láminas o placas de materiales compuestos, la causa de esta discontinuidad se debe a la falta de material epóxico entre las fibras y el material base del material compuesto.

Grietas

Las grietas principalmente se presentan cuando la placa o lámina del material compuesto es sometido a cargas y se presenta el fenómeno de la fatiga, que puede llegar a originar grietas que pueden provocar la fractura de los componentes.

Este tipo de materiales es muy utilizado en la construcción de aeronaves, debido que tienen gran resistencia a la fatiga, bajo peso, resistencia a la corrosión y al desgaste. Aunque el proceso de fabricación es caro, se están estudiando procesos y utilizando diversos materiales, para hacer más baratos los procesos de fabricación.

2.2. Ultrasonido Industrial

El ultrasonido es una vibración mecánica con un rango mayor al audible por el oído humano que se transmite a través de un medio físico y es orientado, registrado y medido en Hertz con ayuda de un aparato creado para ese fin.

Rangos de sonido

- Infra sónica = 1 Hz a 16 Hz
- Sónica o audible = 16 Hz a 20 KHz
- Ultrasonica = 20 KHz en adelante (Prueba Ultrasonica)

Principios

- La **impedancia acústica** es la resistencia que oponen los materiales al paso de una onda ultrasónica.
- Ondas acústicas iguales a las ondas sónicas.
- Transmisión de energía entre partículas que propicia el oscilamiento.
- El número de oscilaciones son de acuerdo al tipo de onda que se trata.
- Se propagan en todos los medios elásticos donde existan fracciones de materia (átomos o moléculas capaces de vibrar).
- La vibración depende de la separación de las partículas.

Ventajas

- La prueba se efectúa más rápidamente obteniendo resultados inmediatos.
- Se tiene mayor exactitud al determinar la posición de las discontinuidades internas; estimando sus dimensiones, orientación y naturaleza.
- **Alta sensibilidad** para detectar discontinuidades pequeñas.
- **Alta capacidad** de penetración, lo que permite localizar discontinuidades a gran profundidad del material.
- Buena resolución que permite diferenciar dos discontinuidades próximas entre sí.
- Solo requiere acceso por un lado del objeto a inspeccionar.
- No requiere de condiciones especiales de seguridad.

Limitaciones

- Baja velocidad de inspección cuando se emplean métodos manuales.
- Requiere de personal con una buena preparación técnica y gran experiencia.
- Dificultad para inspeccionar piezas con geometría compleja, espesores muy delgados o de configuración irregular.
- Dificultad para detectar o evaluar discontinuidades cercanas a la superficie sobre la que se introduce el ultrasonido.
- Requiere de patrones de calibración y referencia.
- Es afectado por la estructura del material. (Tamaño de grano, tipo de material).
- Alto costo del equipo.
- Se requiere de agente acoplante.

Equipo necesario

Transductor

Es una de las unidades básicas en la inspección por ultrasonido y se considera como parte del mismo, mediante éste la energía mecánica se convierte en eléctrica y viceversa. Las unidades de rastreo con transductores piezoeléctricos están disponibles en muchos tipos y formas.

Conector

Uno de los accesorios del sistema de ultrasonido es el cable coaxial, el cual cumple la función de unir al instrumento de medición con el palpador. Los más comunes son: Microdot, BNC, UHF, Lemo, Tuchel.

Acoplante

Para una inspección por contacto satisfactoria con palpadores piezoeléctricos es necesario eliminar el aire que se encuentra entre el palpador y la pieza de ensayo mediante el uso de un acoplante. Los acoplantes más comunes son el agua, aceites, glicerina, grasas de petróleo, grasa de silicón, pasta de tapiz y varias sustancias comerciales tipo pasta. Aunque estos son muy importantes en la realización de la prueba no destructiva, muchas veces pueden llegar a dañar la pieza a inspeccionar debido a eso es necesario conocer la composición química del acoplante, se recomienda utilizar acoplantes naturales.

2.2.1. Métodos básicos de inspección

Los dos métodos más importantes para la inspección por ultrasonido son el método de transmisión y el método eco-pulso. La principal diferencia entre estos dos métodos es que el método de transmisión involucra solo la medición de la atenuación de la señal, mientras que el método eco-pulsado puede ser utilizado para medir el tiempo de tránsito y la atenuación o disminución de la señal.

Método eco-pulsado

Es el más utilizado en inspecciones ultrasónicas, involucra la detección de ecos producidos cuando un pulso ultrasónico es reflejado por una discontinuidad o una interface en una pieza de trabajo. Este método es utilizado para detectar la localización de la falla y para medir espesores.

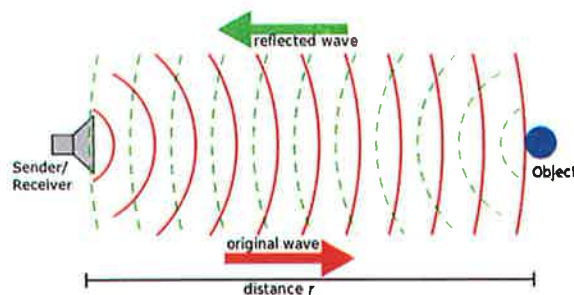


Imagen 1: Diagrama del método Eco-pulsado.

La profundidad de la falla está determinado por el "tiempo de vuelo" entre el pulso inicial y el eco producido por la falla. La profundidad de la falla también se puede determinar por el tiempo relativo de tránsito entre el eco producido por una falla y el eco de la superficie de respaldo.

Las dimensiones de las fallas se estiman comparando la amplitud de la señal del sonido reflejado por una interface con la amplitud del sonido reflejado desde un reflector de referencia de tamaño conocido o por una pieza de respaldo que no contenga fallas.

Método de transmisión

EL método de transmisión el cual incluye tanto reflexión como transmisión, involucra solo la medición de la atenuación o disminución de señal. Este método también se utiliza para la detección de fallas. En el método eco-pulsado, es necesario que una falla interna refleje al menos una parte de la energía sonora sobre un transductor de recepción.

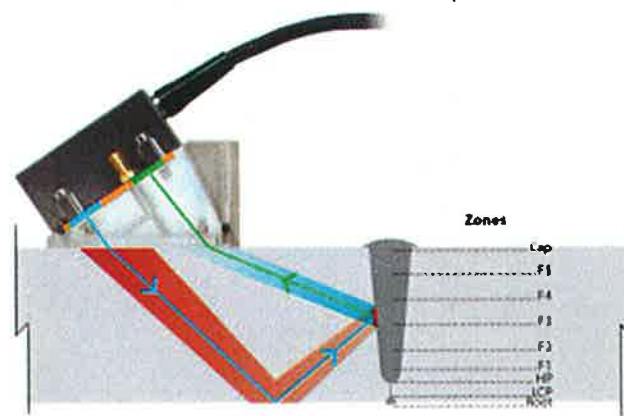


Imagen 2: Diagrama del método de Transmisión.

Los ecos de las fallas no son necesarios para su detección. El hecho de que la amplitud de la reflexión de una pieza de trabajo es menor que la de una pieza idéntica libre de fallas implica que la pieza tiene una o más fallas. La técnica para detectar la presencia de fallas por la atenuación de sonido es utilizada en los métodos de transmisión así como en los métodos eco-pulsados.

La principal desventaja de los métodos de atenuación es que la profundidad de la falla no puede ser medida.

2.2.2. Presentación de señales

La presentación de las señales depende del tipo de ultrasonido usado, existen tres tipos de presentaciones estandarizadas, las cuales constan de características muy diferentes, que va desde una simple representación de ecos de sonido hasta un mapeo de colores.

A-Scan

Parte del ultrasonido se refleja cuando cambia de medio, tal como ocurre con el sonido cuando escuchamos ecos, al estimular un elemento mecánico con una onda de este tipo, esta producirá ecos en los lugares donde se encuentren discontinuidades, trayendo información acerca de la ubicación y tamaño de dicha discontinuidad.

En la presentación Scan A el sonido viaja y al rebotar se analiza la onda puede ser completa o media onda, donde la altura del pico está relacionada con el tamaño del defecto y la distancia horizontal donde este aparece está relacionada con el recorrido sónico seguido por la onda dentro del material. Los patrones de calibración permitirán posicionar el defecto con precisión y los patrones de referencia permitirán establecer un nivel de comparación para estimar la severidad de los defectos.

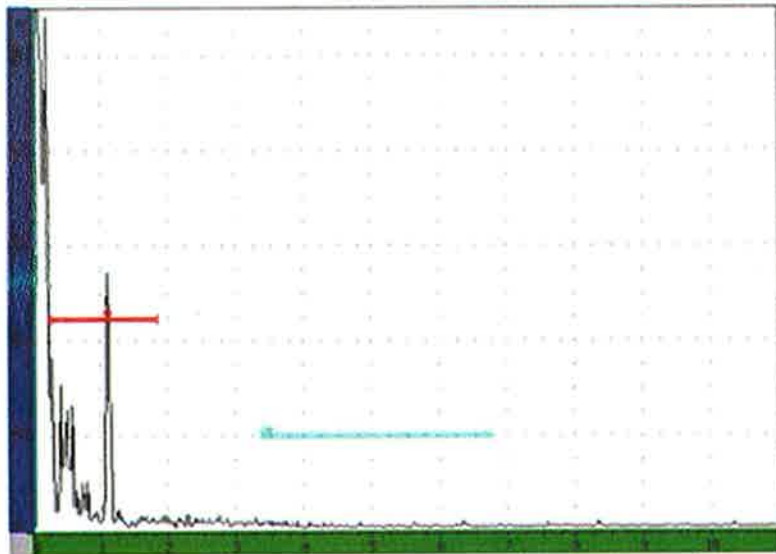


Imagen 3: Presentación A-Scan.

Ventajas:

- **Gran poder** de penetración.
- **Inspección volumétrica** y de la cara opuesta del material.
- **Gran sensibilidad** para pequeñas discontinuidades.
- **Precisión** en la ubicación y el dimensionamiento de discontinuidades.
- **Libre de riesgos** (como radiación ionizante) para el operario.
- Equipos portátiles y algunos automáticos.
- Rapidez del ensayo.

Aplicaciones:

- Inspección de materiales metálicos y no metálicos
- Juntas soldadas
- Defectología en general
- Inspección volumétrica de todo tipo de componentes mecánicos.

B-Scan

El Scan B es la representación gráfica de los espesores obtenidos mediante ultrasonido, frente a la distancia recorrida por el palpador, o frente al tiempo. De esta manera se logra por decirlo así un corte transversal de la pieza inspeccionada.

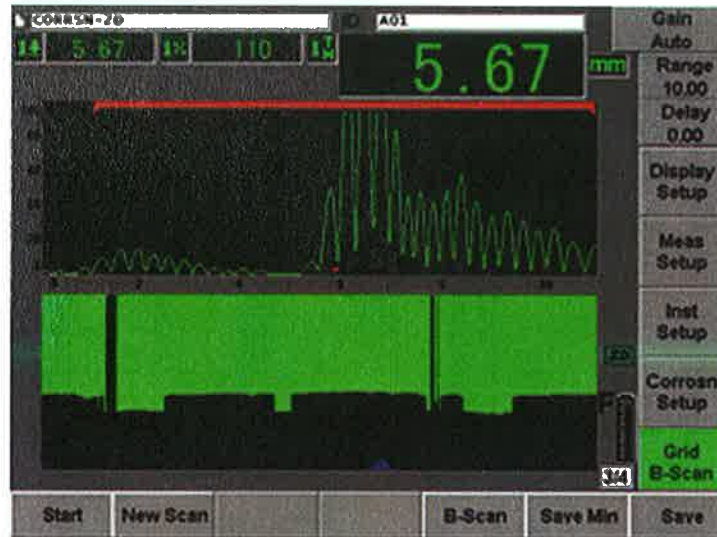


Imagen 4: Presentación B-Scan.

El Scan B ofrece la ventaja de una representación gráfica de los espesores encontrados, fácil de interpretar y permite un mejor tratamiento estadístico al dar información sobre media y desviación estándar.

C-Scan

El C-Scan o barrido C es una presentación de la información de manera bidimensional, con un código de pseudo-colores que representa la profundidad o espesor del material.

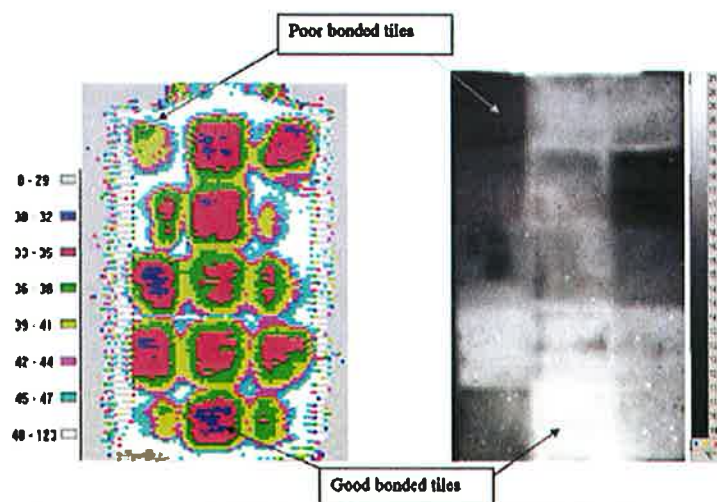


Imagen 5: Presentación C-Scan.

Esta representación puede ser obtenida por un palpador monocristal con un manipulador robotizado o mediante el empleo de un arreglo de varios cristales excitados por grupos de tal manera que constantemente obtienen un corte transversal de la pieza debajo de él y que va avanzando manual o automáticamente para obtener el mapa bidimensional de espesores.

Ventajas

- Ofrece una presentación de fácil interpretación
- Alta velocidad de barrido para cubrir áreas totales
- Cuando usa encoder, se tiene alta precisión para posicionar los defectos

Aplicaciones

- Mapeos de corrosión en tuberías, tanques, estructuras, carcasas etc.
- Delimitación de delaminaciones.
- Confiabilidad.
- Estimación de espesores remanentes de componentes sometidos a presión.

2.3. LabVIEW

Software LabVIEW es ideal para cualquier medición o sistema de control, y el corazón de la plataforma de diseño de NI. La integración de todas las herramientas que los ingenieros y los científicos necesitan para construir una amplia gama de aplicaciones en mucho menos tiempo, LabVIEW es un entorno de desarrollo para la resolución de problemas, la productividad acelerada, y la innovación continua.

2.3.1. ¿Qué es LabVIEW?

LabVIEW (acrónimo de Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida, comunicaciones, matemáticas, etc. Un lema tradicional de LabVIEW es: "La potencia está en el Software", que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más potente. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo. LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes.

2.3.2. Partes de LabVIEW

Como se ha dicho es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión. Al tener ya pre-diseñados una gran cantidad de bloques, se le facilita al usuario la creación del proyecto, con lo cual en vez de estar una gran cantidad de tiempo en programar un dispositivo/bloque, se le permite invertir mucho menos tiempo y dedicarse un poco más en la interfaz gráfica y la interacción con el usuario final. Cada VI consta de dos partes diferenciadas:

Panel Frontal

El Panel Frontal es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. Los usuarios podrán observar los datos del programa actualizados en tiempo real (como van fluyendo los datos, un ejemplo sería una calculadora, donde tú le pones las entradas, y te pone el resultado en la salida). En esta interfaz se definen los controles (los usamos como entradas, pueden ser botones, marcadores etc.) e indicadores (los usamos como salidas, pueden ser gráficas.).

Diagrama de Bloques

Es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa). Suele haber una tercera parte icono/conector que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.

En el panel frontal, encontraremos todo tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles e indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactuaran con la terminal del VI. Podemos observar en el diagrama de bloques, todos los valores de los controles e indicadores, como van fluyendo entre ellos cuando se está ejecutando un programa VI.

2.4. Siemens NX

NX es un completo sistema CAD/CAM/CAE en tres dimensiones, con una estrecha relación entre todos sus módulos. Combinando todos ellos se puede diseñar, analizar, crear planos y programas de mecanizado del producto.

NX proporciona diseño basado en curvas y superficies paramétricas. Esta es una de sus principales y más importantes características, ya que asegura una total asociatividad del diseño, tanto internamente (asociatividad entre entidades geométricas) como externamente (asociatividad con los módulos de CAM y CAE).

UG se basa en el núcleo modelador subyacente, Parasolid, desarrollado directamente por Unigraphics Solutions. Este núcleo proporciona una extensa librería de funciones orientadas a objetos, especialmente desarrolladas para el modelado sólido.

2.4.1. Ventajas

- Acelera el proceso del diseño y mejora los resultados con la eliminación de las tareas que no proporcionan valor añadido.
- Mejora la productividad y rendimiento del equipo de diseño, especialmente al manipular modelos complejos de gran tamaño.
- Integra completamente todos los equipos de diseño en todo el ciclo de desarrollo manteniendo la intención del diseño, incluso cuando diferentes disciplinas utilizan múltiples sistemas CAD.
- Aumenta la calidad y minimiza los errores “diseñando” en lugar de “inspeccionando” la calidad del producto.
- Maximiza la reutilización del diseño estableciendo plataformas de productos comunes e instaurando las prácticas recomendadas del sector en los procesos de desarrollo.

Este programa fue una herramienta para hacer el diseño de la estructura en la cual se montaran los transductores y los encoders. Se realizó el diseño utilizando las herramientas de NX, las cuales formaron parte de la retícula del curso de la especialidad.

2.5. USB UT350

El dispositivo de inspección ultrasónica USB UT350 es una combinación de pulso/receptor y analógico de alta velocidad, con adaptador digital para el puerto USB del ordenador. El dispositivo genera un impulso eléctrico que se transmite a un transductor ultrasónico.



El transductor convierte el pulso de excitación eléctrica a un pulso ultrasónico que se propaga en el material de ensayo. El transductor recibe los ecos que se reflejan y convierte el pulso ultrasónico de nuevo en una señal eléctrica que luego es procesada por el receptor y convierte esta señal en analógica para el convertidor digital. Estas señales digitales son totalmente ajustables por el usuario quien puede configurar: pulso del voltaje, ancho de pulso, el pulso/eco o el modo de transmisión, la ganancia del receptor, rectificación, frecuencia de muestreo, fuente interna o externa de disparo, retardo de disparo.

Una de las características únicas de la USB UT350 es el DSP de Texas Instruments. Es capaz de procesar datos a altas velocidades para la detección de picos en tiempo real, la compresión de datos, así como el control de procesos y la retroalimentación. Otro beneficio de la DSP es que el dispositivo también puede funcionar en el modo de funcionamiento autónomo. Cuando es utilizado en el modo de funcionamiento autónomo, el dispositivo no necesita estar conectado a un ordenador. El dispositivo recordará la configuración almacenada y operará de forma independiente, alimentado tanto por un adaptador de CA o por batería, es capaz de proporcionar retroalimentación de los pines de E/S digital para indicar los defectos o las mediciones fuera del rango de espesor especificado.

Los kits de desarrollo de software opcionales permiten al usuario construir su propio sistema de ensayo ultrasónico automático o máquina de ensayo personalizado mediante el desarrollo

estándar de la industria. Es posible utilizar el USB UT350 para la medición de temperatura, medición de flujo y aplicaciones médicas. El USB UT350 está diseñado para satisfacer la mayoría de requisitos de ultrasonidos. Actualmente este dispositivo cuenta con el precio más bajo para los dispositivos de inspección UT en el mercado. El USB UT350 puede ser utilizado como un detector de fallas inteligente y medidor de espesor con diferente software que se ejecuta en tiempo real. El software personalizado está disponible para aplicaciones específicas sobre sistemas C-Scan y TOFD.

Las señales que emite este instrumento, ayudan a la correcta evaluación de los diferentes componentes en un sistema, las características que ofrece este sistema son los siguientes:

- Generación de señales ultrasónicas.
- Manipulación de señales.
- Visualización de forma gráfica.
- Configuración según necesidades.
- Alimentación vía USB.
- Acoplamiento de palpadores.
- Captura de datos.

2.6. Encoder incremental

El encoder es un transductor rotativo, que mediante una señal eléctrica (normalmente un pulso o una señal senoidal) nos indica el ángulo girado. Si este sensor rotatorio lo conectáramos mecánicamente con una rueda o un husillo, también nos permitiría medir distancias lineales.

El encoder incremental proporciona normalmente dos formas de ondas cuadradas y desfasadas entre sí 90 grados eléctricos los cuales por lo general son canal A y canal B. Con la lectura de un solo canal se dispone de la información correspondiente a la velocidad de rotación mientras que si se capta también la señal de B es posible discriminar el sentido de rotación en base a la secuencia de datos que producen ambas señales. Está disponible además otra señal llamada Z o cero, que proporciona la posición absoluta de cero del eje del encoder. Esta señal se presenta bajo la forma de impulso cuadrado con fase y amplitud centrada en el canal A.

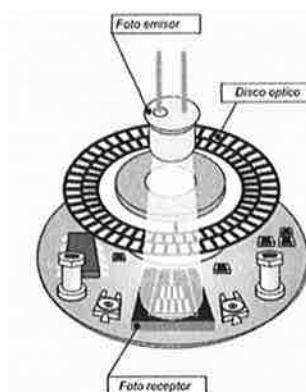


Imagen 6: Diagrama detallado de un encoder incremental.

La precisión de un encoder incremental depende de factores mecánicos y eléctricos entre los cuales, el error de división del retículo, la excentricidad del disco, la de los rodamientos, el error introducido por la electrónica de lectura, imprecisiones de tipo óptica.

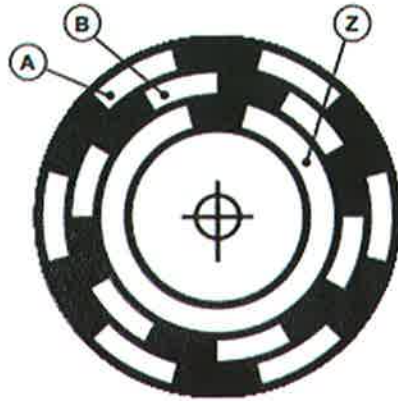


Imagen 7: Representación de las señales incrementales en un disco óptico.

La **unidad de medida** para definir la precisión de un encoder en el grado eléctrico, este determina la **división** de un impulso generado por el encoder; en efecto los 360 grados eléctricos **corresponden** a la rotación mecánica del eje, necesaria para hacer que se realice un **ciclo o impulso completo** de la señal de salida. Para saber a cuantos grados mecánicos corresponden 360 **grados eléctricos** es suficiente aplicar la formula siguiente.

$$360^\circ \text{ electricos} = \frac{360^\circ \text{ mecánicos}}{\text{N}^\circ \text{ de impulsos/giro}} \text{-----Ecuación 1}$$

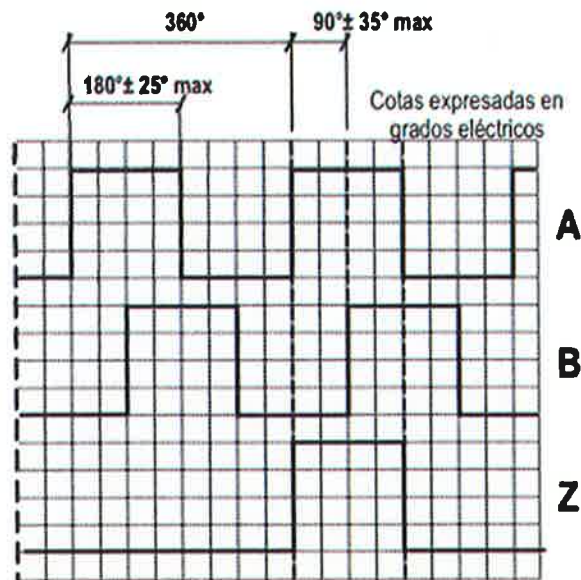


Imagen 8: Representación grafica de las señales incrementales.

2.7. DAQ NI USB-6210

Las tarjetas de adquisición de datos, DAQ se usan para la adquisición de señales eléctricas y así mismo convertirlos en datos digitales para su procesamiento en un software. El dispositivo de adquisición de datos o NI USB 6210 que se muestra en la *Imagen 9*. Es un dispositivo de bajo costo ideal para codificadores de cuadratura y con funcionalidad para generar niveles de voltaje de salida, dos contadores de 32 bits y 16 entradas analógicas (16 bits, 250 kS/s), 4 salidas digitales, 4 entradas digitales. Esta funcionalidad se puede realizar simultáneamente para solucionar aplicaciones que van desde registradores de datos, adquisición analógica con alarmas, conteo de eventos, hasta control de lazo cerrado. Al usar Labview desarrollar este tipo de aplicaciones es sencillo y además tiene la flexibilidad de expandir la funcionalidad.

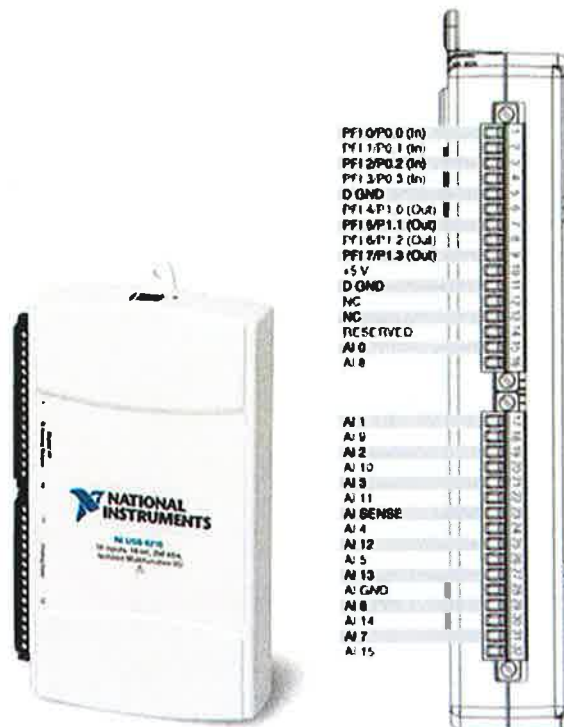


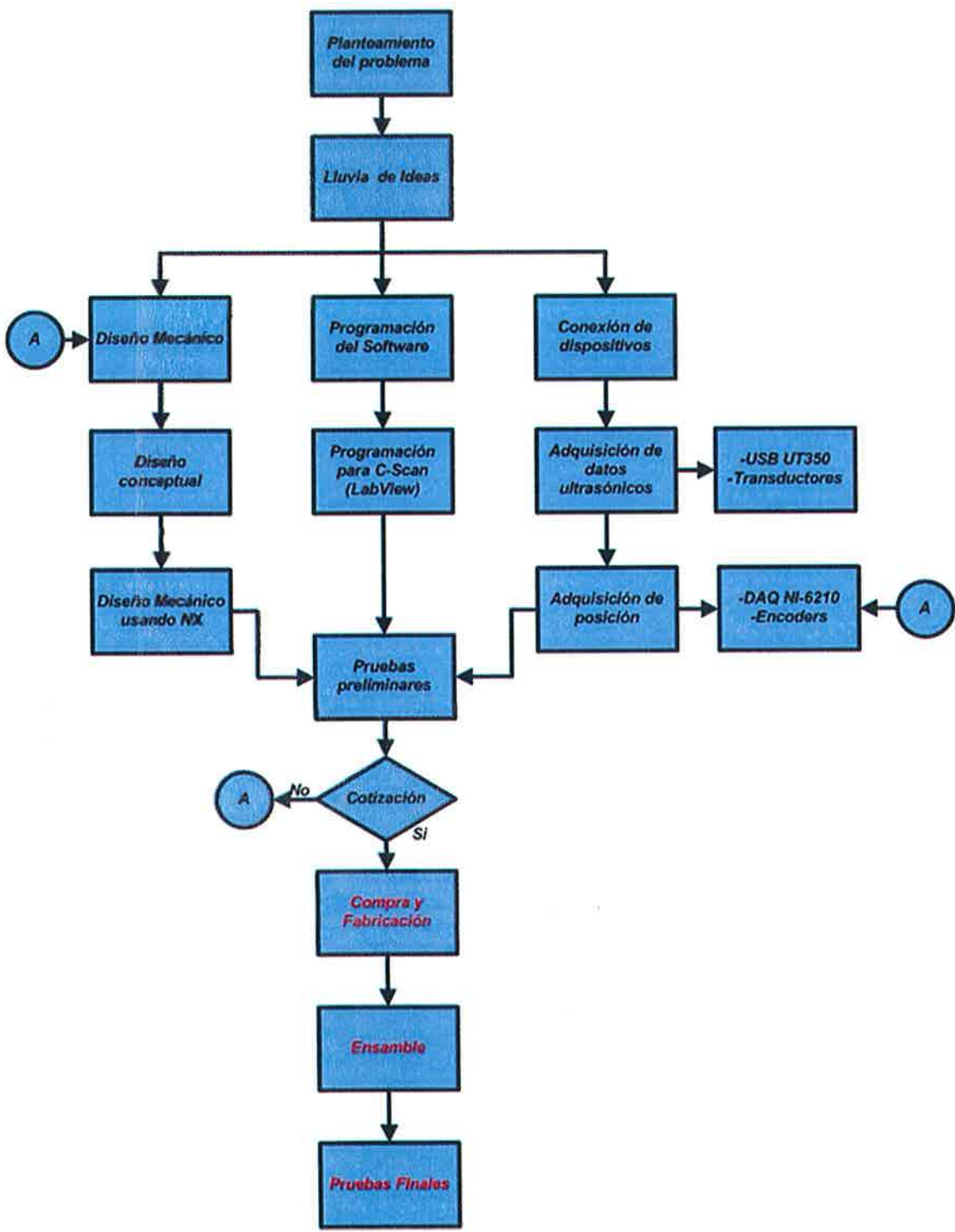
Imagen 9: Imagen detallada de la DAQ NI USB 6210

La DAQ trabaja con un rango de salida de -10 a +10V con una corriente de salida de 2 mA y una corriente de corto circuito de 20 mA. Cuenta con 8 puertos digitales los cuales 4 son de entrada (PI) y 4 de salida (PO), con un rango de voltaje de 0.8 a 5.25 volts y con una corriente de salida de hasta ± 16 mA.

También cuenta con 2 contadores los cuales vamos a utilizar para los codificadores de cuadratura, los contadores tiene una resolución de 32 bits, cuentan con un reloj base con una frecuencia de 0 a 20 MHz, tiene entradas de Gate, Source, HW_Arm, Aux, A, B, Z, Up_Down.

Los límites de voltaje para las entradas analógicas son de 4.6 a 5.35 V, con una corriente máxima de 350 mA, tiene una protección de ± 10 v.

3. Diagrama de desarrollo



4. Desarrollo

El proyecto “DISEÑO DE UN ESCÁNER MANUAL X-Y PARA DETECCIÓN DE DISCONTINUIDADES EN MATERIALES COMPUESTOS” está planeado para desarrollarse durante 7 etapas que se complementan entre sí, pero en este documento se hace énfasis a los primeros cinco puntos, debido a que el proyecto debe ser aceptado y se deben asignar los recursos para continuar con las dos etapas restantes, a continuación se describen de la forma más detallada posible las primeras 5 etapas del proyecto.

1. Planeación
2. Diseño conceptual
3. Diseño a detalle
4. Programación
5. Cotización
6. *Compra y fabricación*
7. *Ensamble y pruebas*

4.1. Planeación

Este proyecto se planea en base a los requerimientos que se tienen en la actualidad dentro del sector aeronáutico, los cuales obligan al desarrollo de tecnologías para hacer de los ensayos no destructivos, inspecciones cada vez más sencillas, confiables y seguras, dentro de las características que lleva este proyecto se mencionan las siguientes:

Eficacia

Se conoce por **eficacia** la capacidad de lograr efectos que se desean, la eficacia del sistema que se pretende, es llegar lo más cercano que se pueda a la excelencia en las inspecciones realizadas, acarreando con esto, confiabilidad y respaldo ante las exigencias que se requieren hoy en día.

Confiabilidad

Un sistema con la suficiente exactitud en cada barrido que realiza, para lograr con ello inspecciones bien fundamentadas obteniendo interpretaciones exactas sobre la pieza a evaluar, logrando con ello que el funcionamiento de las piezas sea la adecuada dentro de los límites permitidos e incluso identificando previamente futuras fallas.

Seguridad

Es fundamental en la industria salvaguardar la integridad del personal que en ella labora, es por eso que este diseño está diseñado para que los inspectores permanezcan de forma segura en las partes bajas. Al igual que ninguna pieza del dispositivo puede provocar daño ni al personal ni a la pieza a inspeccionar.

Rentabilidad

Al ser un proyecto con mira hacia su fabricación se toman en cuenta diversos aspectos, en primer lugar es un prototipo diseñado en gran parte con piezas comerciales, las cuales reducen en gran medida los costos, dado que son nulas las piezas las que se mandan a maquinar.

Al ser semi automatizado, los resultados del escaneo son satisfactorios y de gran calidad, al ser este revisado y realizado por un inspector, tendrá control total de las partes del dispositivo, lo cual deriva en mayor confianza al evaluar la pieza a inspeccionar.

Innovación

En la industria siempre se buscan opciones para mejorar los trabajos a realizar, lo cual llega con la implementación de modernos sistemas cada vez más independientes, que realizan las actividades de forma más rápida y precisa. En este caso se busca implementar un sistema semi-independiente con el cual obtener resultados favorables.

Otro dato importante a resaltar es la colaboración de personal propio, fomentando e impulsando el desarrollo de proyectos internos.

4.2. Diseño conceptual

En esta parte del proyecto se intenta obtener una idea semejante a la que se busca llevar a cabo, en la *Imagen 10* se plasma la primera imagen que se tiene en mente de lo que será la forma de la estructura, en esta etapa se realizan los primeros bosquejos, tratando de plasmar la idea más clara de lo que el proyecto demanda.

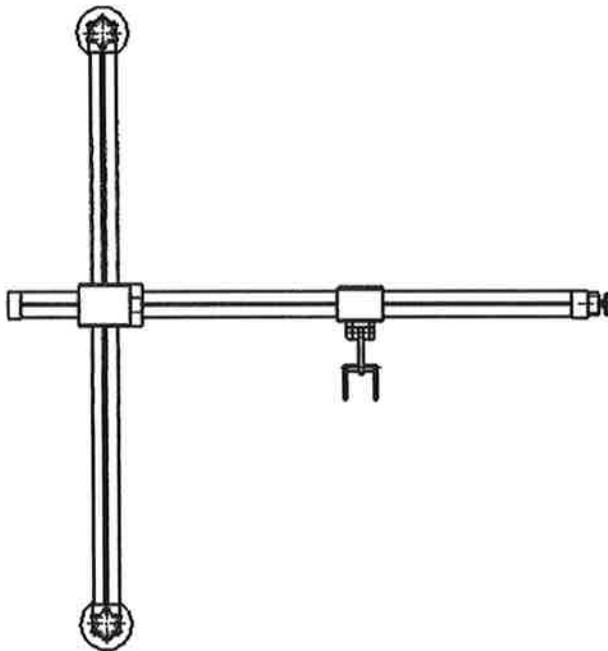


Imagen 10: Diseño conceptual de la estructura de soporte.

Al tener la idea de lo que se pretende realizar se buscan componentes con los cuales diseñar un mejor sistema, se opta por la búsqueda en el mercado del mayor número de piezas posibles y la otra parte de ellas se fabricaran.

El requerimiento de este sistema se basa en la necesidad que se tiene de reducir tiempos de operación, resultados más confiables en cuanto a inspecciones se refiere, la idea de los componentes está hecha en base a criterios de los integrantes de la gerencia de Ensayos No Destructivos que se dedican a la inspección en el área de la aeronáutica, mismos que expresan sus necesidades y deseos de obtener un diseño con las siguientes características.

- Un sistema más liviano.
- Estable al momento de realizar los barridos de inspección.
- Fácil de acoplar en la superficie.
- Fácil de usar
- Con un sistema de interpretación sencillo.
- Un espacio de barrido no menor a 50 cm.
- Capacidad de intercambio de transductores.
- Redituable.
- De fácil construcción.
- Amortización de inversión no mayor a 18 meses.
- Un sistema seguro.

Una de las aportaciones más importantes de este proyecto fue el desarrollo de tecnologías para el área de los ensayos no destructivos, ya que en el Centro (CIDESI) muy pocas personas se dedican a mejorar, innovar o desarrollar productos o sistemas aplicados al área de los ensayos no destructivos.

El principal objetivo de este proyecto fue implementar un sistema de interpretación C-Scan y abaratar los costos de un diseño que ya existe en el mercado. Utilizando las herramientas con las que cuenta CIDESI, antes ya se mencionaron las herramientas de diseño y programación que fueron utilizadas durante el desarrollo del dispositivo.

4.3. Diseño a detalle

El diseño estará constituido con algunas piezas que existen en el mercado y la otra parte serán fabricadas. Las especificaciones cumplen con los requisitos de diseño, debido a que el dispositivo no estará sujeto a cargas por fatiga, tensión, compresión y por ser de aluminio se considera una corrosión nula y un peso bajo. A continuación se presenta una imagen del diseño que se pretende construir.

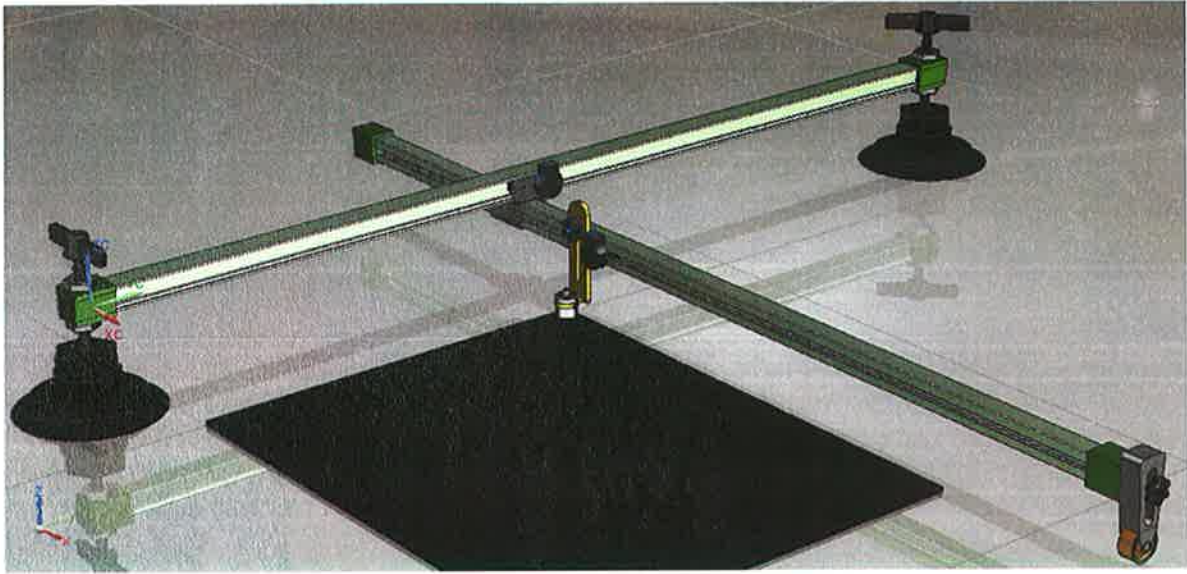

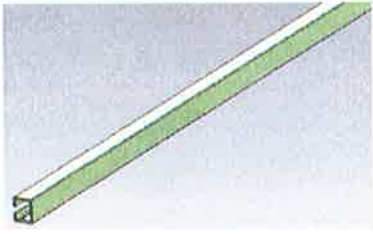



Imagen 11: Diseño a detalle del dispositivo.

A continuación se presenta una tabla donde se describen las funciones de los principales mecanismos que constituyen al dispositivo.

Tabla 1: Descripción de los mecanismos que integran el dispositivo.

Nombre	Función	Mecanismos
Eje X	Permitirá dar movimiento y soporte al encoder en la dirección X.	
Eje Y	Permitirá dar movimiento y soporte al encoder en la dirección Y.	

<p>Sistema de sujeción por medio de presión (Ventosa).</p>	<p>Este sistema será el encargado de mantener fijo al dispositivo por medio de presión.</p>	
<p>Sistema de sujeción XY</p>	<p>Este pieza es la responsable de el anclaje de los ejes X y Y, al igual que contara con un encoder incremental para el posicionamiento del eje X y un sistema de fijación para el eje Y.</p>	
<p>Corredor unidireccional</p>	<p>Esta sistema se desplazara a lo largo del eje Y, al igual que tendrá integrado un encoder incremental para marcar su posición y sujetara al sistema de inspección.</p>	
<p>Sistema de sujeción del transductor</p>	<p>Este sistema tendrá como función la sujeción del transductor para realizar la inspección sobre la pieza.</p>	

<p>Soporte para el eje.</p>	<p>Este sistema servirá como soporte, ubicado en la parte final del eje Y, podrá desplazarse sobre una rueda.</p>	
-----------------------------	---	--

4.4. Programación

Adquisición de datos del espesor

La **generación del haz** es por medio de un sistema ya preestablecido llamado USB UT350 este dispositivo fue descrito con anterioridad, este dispositivo es conectado a una computadora para su alimentación y comunicación, al igual que se deben instalar los controladores correspondientes, punto que no es de relevancia para este documento.

Dicha programación se hará en el software LabView, con el cual se crea el panel de control virtual, así como la grafica de interpretación de C-Scan, se hará la programación utilizando las herramientas del programa.

El dispositivo USB UT350 cuenta con una interfaz hecha con LabView, la cual se muestra a continuación, este código es nulamente explicado debido a la confidencialidad que el proveedor ha pedido para el uso que se le otorga a su programa, por lo que simplemente se explica que está en función de librerías preestablecidas a fin de hacer las conversiones necesarias para la lectura e interpretación de los datos obtenidos y de las adecuaciones agregadas para hacer funcional nuestra aplicación. A continuación se presentan las imágenes del panel frontal, del diagrama de bloques y una tabla técnica de las características más importantes del VI (Ver Anexos).



Imagen 12: Panel frontal del USB UT-350.

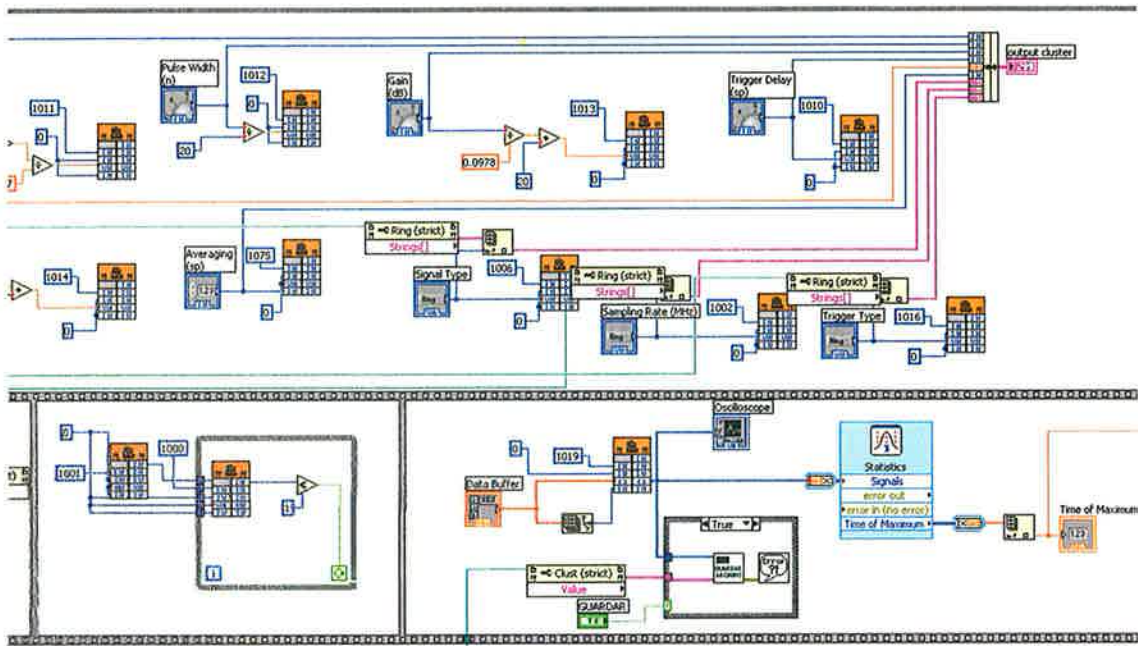


Imagen 13: Diagrama de bloques del USB UT-350

En la *Imagen 13* se presenta el diagrama de bloques, en la salida “Time of Maximun” se obtiene el valor que vamos a manipular para generar el C-Scan, en la figura de abajo manipulamos ese valor mediante una variable local.

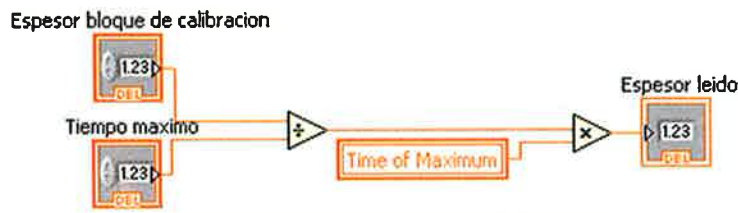


Imagen 14: VI para obtener el valor del Espesor.

$$V = \frac{d}{t} = \frac{\text{Espesor del bloque de calibracion}}{\text{Tiempo maximo}} \text{ ----- Ecuación 2.}$$

$$d = V \cdot t = \text{Velocidad} \times \text{Time of Maximun} = \text{Espesor leído} \text{ ----- Ecuación 3.}$$

La primera parte de este VI se encarga de obtener la velocidad real del sonido en el patrón de calibración, cabe mencionar que para efectos de calibración y pruebas se realizaron estas con un bloque de calibración IIW tipo II de acero inoxidable, básicamente este VI nos sirve para calibrar el equipo USB UT-350, ya que conocemos el espesor del bloque, con la repetición del primer eco podemos conocer el tiempo recorrido en el patrón de calibración, simplemente aplicamos la ecuación de velocidad (Ecuación 1) y despejamos el valor que nos interesa (Ecuación 2), en este caso la distancia (espesor). A continuación se muestra el panel frontal donde haremos la calibración del equipo (*Imagen 15*).



Imagen 15: Panel de Calibración.

Vamos a calibrar el equipo USB UT-350 con dos espesores conocidos (1 pulg y 0.75 pulg), una vez que logremos obtener estos valores y coincidan con los valores reales, vamos a dar por terminado el proceso de calibración del equipo. El procedimiento de calibración será explicado con más detalle en un manual dedicado especialmente para este proceso. Otro punto importante es que dentro del VI incluye la opción para guardar los datos de la inspección de piezas.

Procesamiento de la señal.

Ahora vamos a explicar el código (VI) (Imagen 16), el cual fue la aportación más relevante de este proyecto, este código consiste en generar un gradiente de colores dependiendo del valor que el dispositivo USB UT-350 nos proporcione en tiempo real.

El objetivo del programa es graficar el valor del espesor de una pieza y graficarlo en la coordenada o punto que le corresponde en la pieza (placa). Para ello tenemos que adquirir la posición por medio de 2 encoders, la presentación de los datos en la grafica, se hizo mediante el manejo de las de matrices, convertidores de datos, ciclos FOR, ciclos WHILE, case structure, indexado de matrices, etc. A continuación se presenta el VI del programa C-Scan

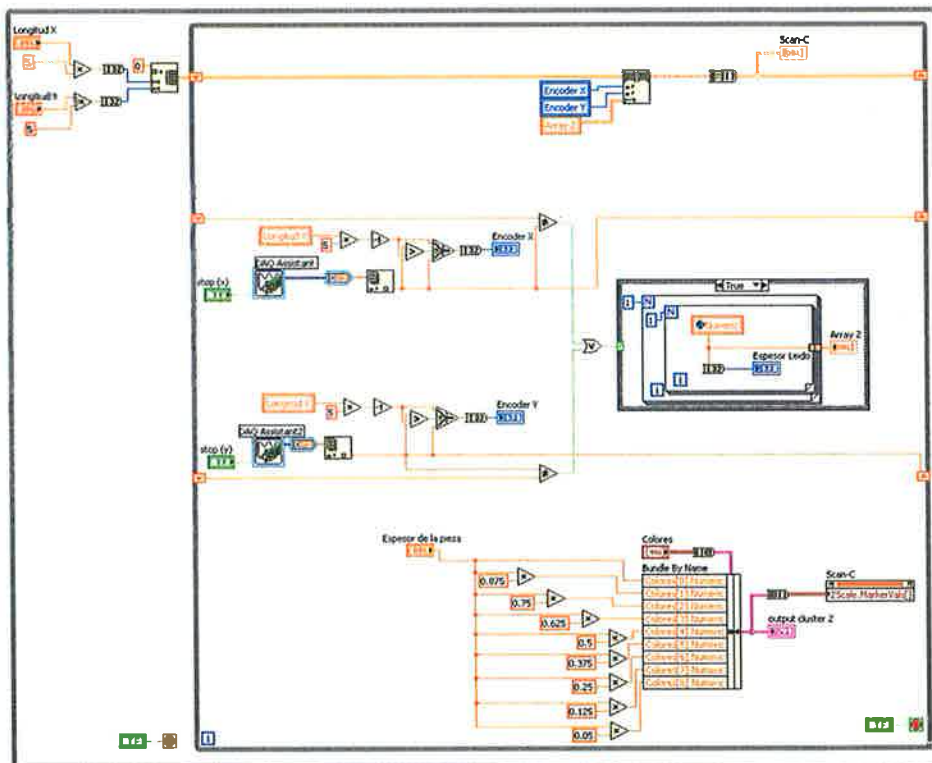


Imagen 16: Diagrama de bloques del VI que genera el C-Scan.

El principal problema fue como actualizar los datos que adquiríamos y colocarlos en la posición correcta dentro de la grafica de colores (Intensity Grahp), para ello se usaron las herramientas de matrices, por otro lado para generar el gradiente de colores nos apoyamos de una herramienta llamada cluster, en la cual podemos hacer la manipulación de varios tipos de datos, dentro de este cluster incluimos información para que a cada valor o porcentaje del espesor de la pieza se le asignara un color en particular.

A continuación se explicara detalladamente cada una de las partes más importantes del VI que se programo para generar el C-Scan.

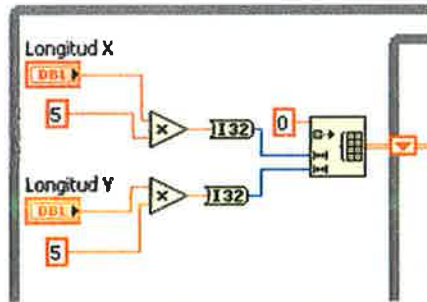


Imagen 17: Diagrama de bloques para el tamaño de la pieza.

Este diagrama (Imagen 17) tiene como función generar una matriz, donde las dimensiones de esta matriz depende de los valores de los controles (Longitud X y Longitud Y), estos valores son multiplicados por un factor de 5 el cual nos indica que por cada unidad de longitud se harán 5 adquisiciones de datos o puntos de inspección, este VI genera la matriz y la inicializa en valores de 0, esta matriz de ceros es trasladada hacia un "Shift Register" de la estructura While, es ahí donde cada punto de la matriz será ocupado por un dato proveniente del equipo de adquisición de datos del espesor.



Imagen 18: Diagrama de bloques del DAQ Assistant, para las señales de cuadraturas.

Este es el VI (Imagen 18) donde se adquieren las señales de los encoders, para ellos generamos dos códigos como el anterior, uno para cada encoder, el siguiente paso fue acondicionar la señal que adquiríamos transformando el tipo de dato "dinámico" a un tipo de dato "Array" y posteriormente a un valor numérico o doble el cual lo restringimos a 3 dígitos. Este paso se muestra en la Imagen 19.



Imagen 19: Diagrama de bloques de la conversión de datos del encoder.

También se adicióno un VI muy importante donde se coloca una restricción a los valores que lee el encoder, esto se programa a base de comparaciones, el motivo de hacer esto fue para que solo se graficaran datos que estuvieran dentro de las longitudes de la pieza a inspeccionar, de otro modo el programa estaría graficando valores que estuvieran fuera del rango de las dimensiones de la pieza, en la *Imagen 20* podemos apreciar los arreglos que se hicieron para colocar estas restricciones.

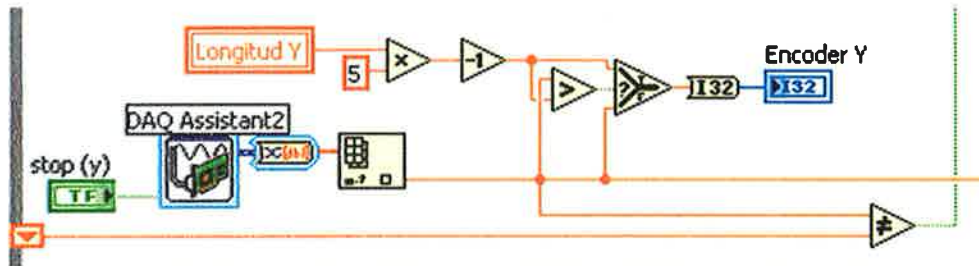


Imagen 20: Diagrama de bloques para la restricción de los valores del encoder.

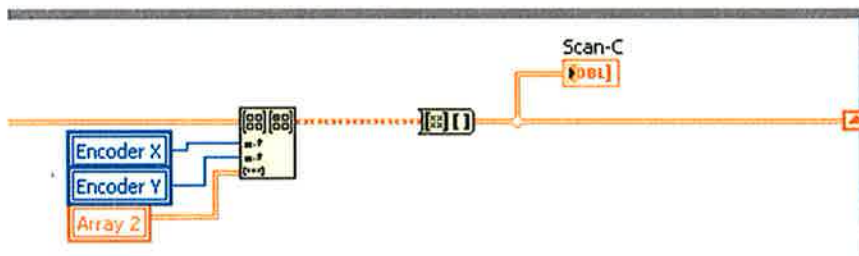


Imagen 21: Diagrama de bloques para la escritura de los valores del espesor y la presentación C-Scan.

El VI de la *Imagen 21* es el que se encarga de colocar cada uno de los valores obtenidos mediante el equipo de ultrasonido en la posición que le corresponde, esto se logra gracias a la opción llamada "Set Matrix Elements" la cual nos permite ubicar cada dato en una coordenada apoyándose de las entradas de los encoders que se explicaron anteriormente, los encoders nos dan la referencia en un par ordenado (x,y), este valor es integrado a la matriz y luego se introduce a un túnel dentro de la estructura While permitiendo guardar un valor por cada iteración que el ciclo While haga siempre y cuando el valor de los encoders cambie, la variable local "Array 2" es donde se almacena el valor del espesor de la pieza.

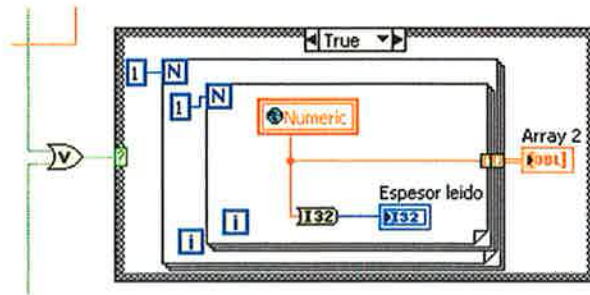


Imagen 22: Diagrama que genera el Array que contiene los valores del Espesor.

El VI mostrado (Imagen 22) tiene como función generar un matriz de 1x1 llamado "Array 2", donde se guarda el valor del espesor, esta matriz esta dentro de un case structure, el cual contiene dos casos (True, False), para el caso "True" se activa cuando los valores de la función lógica OR está en 1, esto es cuando el valor de al menos uno de los valores del encoder cambia, ahora para el caso "False" se mantendrá siempre y cuando los valores de los encoder conserven su valor. La parte final es pasar el valor actual del encoder a un túnel, para después ser comparado con un valor nuevo de los encoders y se repiten los mismos pasos hasta que se detenga su ejecución.

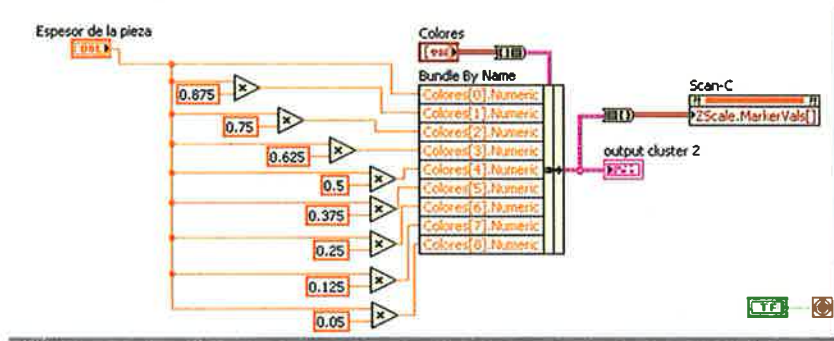


Imagen 23: Diagrama que genera el gradiente de colores para el C-Scan.

Este VI (Imagen 23) tiene como función principal hacer el gradiente de colores, asignarle a cada valor un color y graficarlo con la opción "Intensity Graph". El control "Espesor de la pieza" contiene el valor real de la pieza a medir, esta se escala en diversos valores que se tomaron de acuerdo a un criterio de evaluación, posteriormente los valores se pasan a un "Bundle By Name" y se le asignan un determinado gradiente de color el cual está contenido en el cluster llamado "Colores", luego de hacer la asignación de colores a los valores, se convierten los valores del cluster a array y se grafican en "Intensity Graph" con la herramienta llamada "ZScale MarkerVals" la cual depende de la grafica llamada "Scan-C", todo este proceso hace que para cada valor que este en la grafica "Scan-C" se le asigne un color que proviene del gradiente antes mencionado.

Una vez explicadas las partes más importantes del VI para generar el C-Scan, se presenta el panel frontal que siempre vamos a visualizar para trabajar con los espesores de las piezas a inspeccionar (Imagen 24).

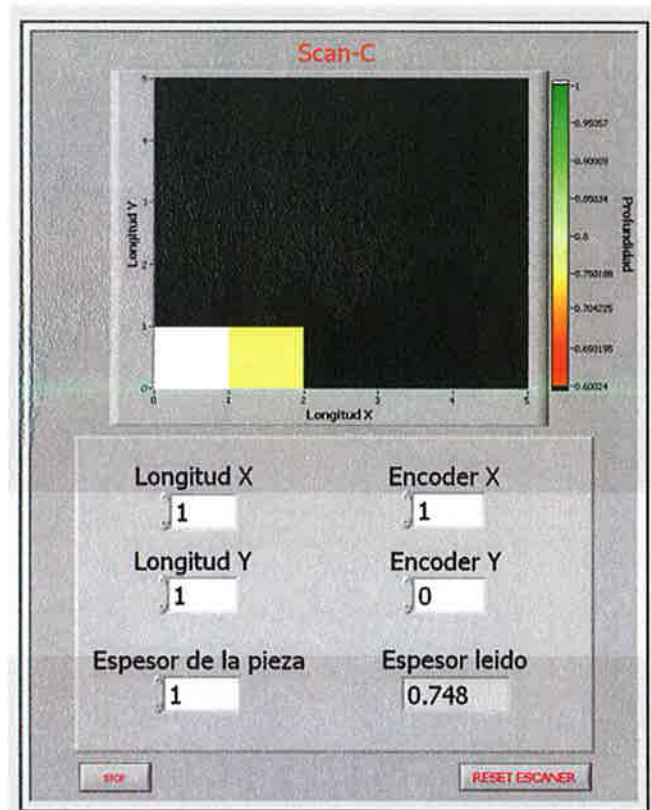


Imagen 24: Panel frontal de la presentación del C-Scan.

Adquisición de señal del encoder incremental.

Utilizando una DAQ NI USB-6212 como auxiliar para leer las señales de cuadratura de los encoders incrementales, vamos a obtener la posición del transductor.

A continuación se detallan los pasos para la adquisición de las señales provenientes de los encoders.

1.- La conexión física del encoder con la DAQ, se realizara de la siguiente forma, primero hay que identificar las terminales A, B, GND y +5 Vcd en el encoder incremental.

2.- Posteriormente identificar estas entradas en la DAQ.

Los pines destinados para esta función son:

- PIN 33 - "A" - PFI 8
- PIN 35 - "B" - PFI 10
- PIN 37 - "Tierra" - DGND
- PIN 42 - "5 Vdc" - +5V

A continuación se muestra una imagen con más detalles.



Imagen 25: Diagrama de conexión del encoder a la DAQ.

3.- Después de haber conectado el encoder a la DAQ, procedemos a crear el VI en LabView el cual se encargara de recibir la señal que provenga de los encoders.

Para ellos vamos a la barra de herramientas de LabView en el diagrama de bloques en "Input" y elegimos la opción de "DAQ Assist".

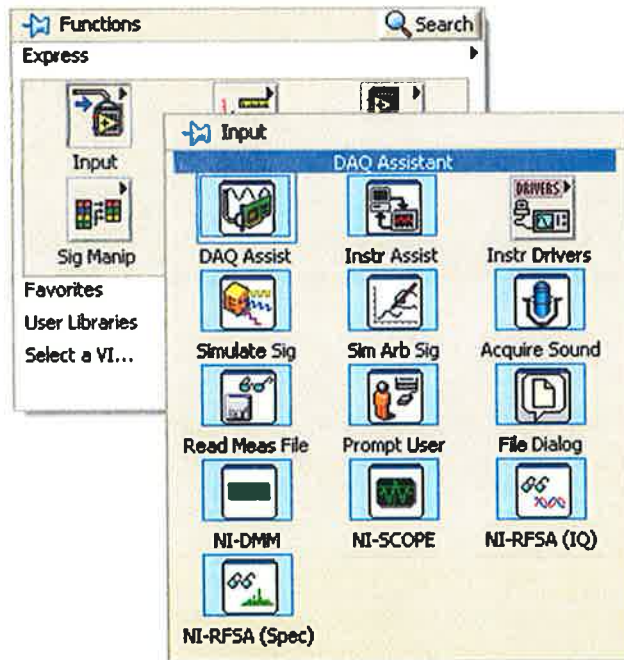


Imagen 26: Icono del Asistente de la DAQ.

4.- Arrastramos el icono al área de trabajo, e inmediatamente nos arroja otra ventana de opciones, en la cual vamos a elegir el modo como se indica en la *Imagen 27*.

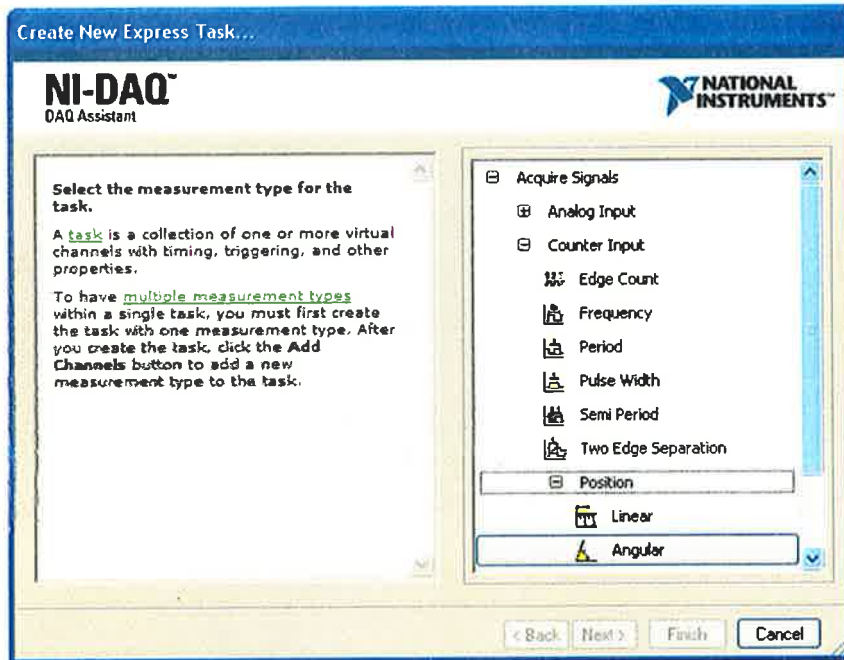


Imagen 27: Cuadro de dialogo del DAQ Assistant.

5.- En el momento nos da la opción a elegir entre los dos contadores que tiene nuestra tarjeta, elegimos para el caso del Eje X al Contador 1 (Ctr0), y le damos en el botón Finalizar.

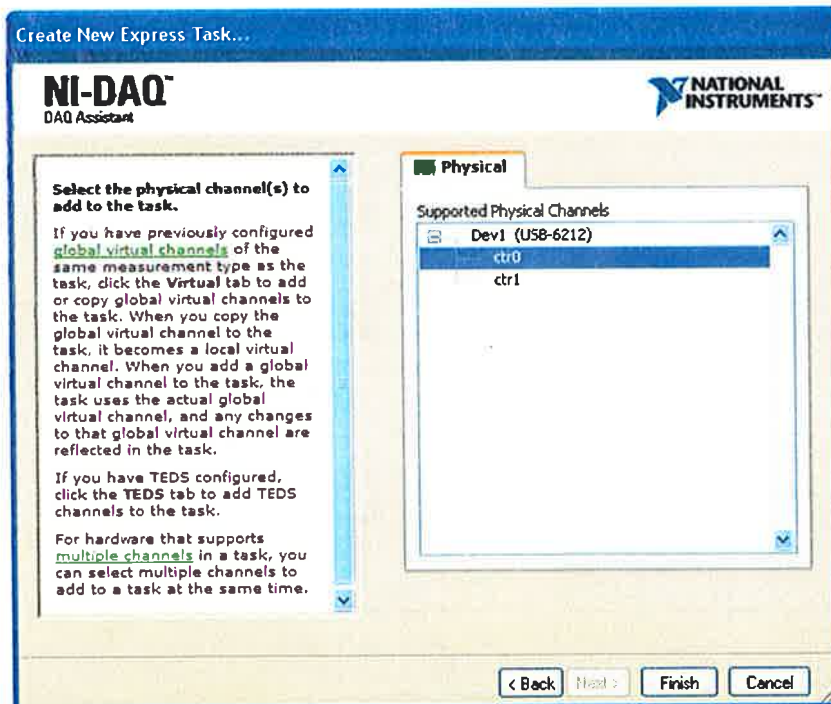


Imagen 28: Cuadro de opciones para elección de los contadores.

Una vez realizado el paso anterior nos abrirá un cuadro de dialogo como el de la *Imagen 29*, dentro de este cuadro vamos a elegir las opciones dependiendo del encoder que estemos usando, para nuestro caso y únicamente para experimentación vamos a usar un encoder de una resolución de 128 pulsos.

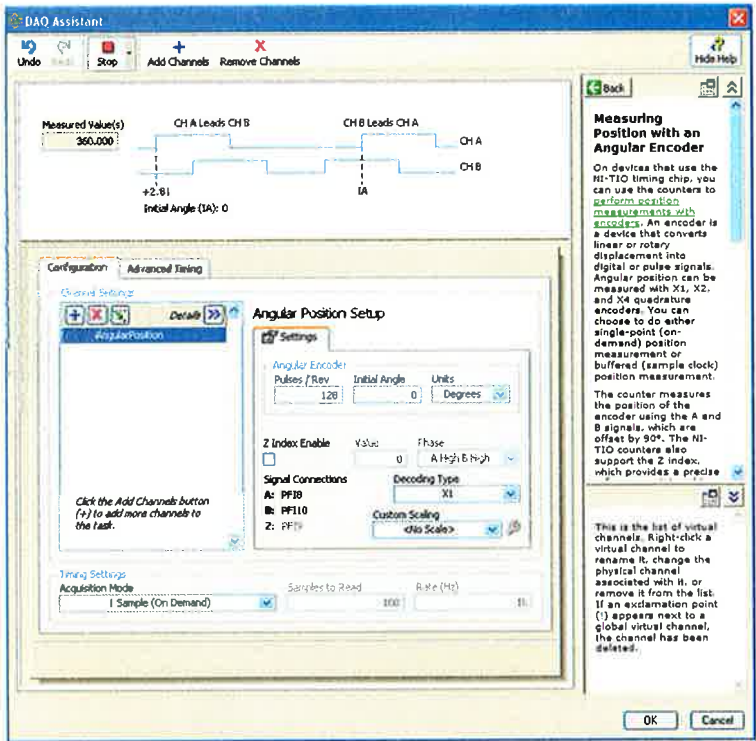


Imagen 29: Cuadro de dialogo para las opciones del encoder.

Luego le damos en el botón OK, para que el programa genere el VI dentro del área de trabajo, a este VI podemos modificarlo según convenga (*Imagen 30*).

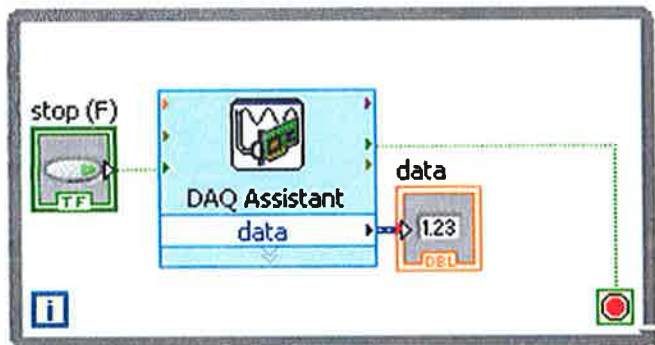


Imagen 30: VI para la adquisición de datos del encoder.

Por último adicionamos este VI al programa principal y hacemos los arreglos correspondientes, también vamos a generar el VI para el segundo encoder. Con esto podemos dar por terminado el proceso de la adquisición de señales de los encoders y procederemos a hacer las pruebas correspondientes para estar seguros de que todo funciona correctamente.

5. Cotización

La cotización se hizo en base a la comparación de un equipo similar que existe en el mercado, llamada "GLIDER Scanner" de la empresa OLYMPUS, a continuación se presentan las tablas de cotización de cada uno equipos.

Tabla 2: Lista de materiales que se compraran.

Pieza	Cantidad	Precio Unitario (MXN)	Total
Tornillo ½"	2	1	2
Tuercas ½"	6	2	12
Tornillo Mariposa	2	352	704
Perilla Knob Estrella	3	35	105
Rueda industrial de goma	1	299	299
Ventosa de fuelle	2	235	470
Encoder incremental 128 pulsos	2	2,000	4,000
DAQ NI USB-6210	1	10,100	10,100
Total			15,692

Tabla 3: Lista de precios de materiales que se fabricaran.

Pieza	Cantidad	Precio por material	Costo por fabricación	Total
Eje X	1	2,000	4,000	6,000
Eje Y	1	2,000	4,000	6,000
Tapa eje X	2	882	140	1,022
Tapa eje Y	2	622	140	762
Soporte para encoder Y	1	322	20	344

Soporte para transductor	1	622	280	902
Soporte para eje X y Y	1	470	1,642	2,112
Soporte final para eje Y	1	882	210	1,092
Llanta corredera Y	2	280	1,044	1,324
Llanta corredera X	4	560	2,488	3,048
Sujetador transductor 1	1	1,302	210	1,512
Sujetador transductor 2	1	882	210	1,092
Plato sujetador eje Y	1	140	522	662
Total				25,872
Gran Total			41,564	

Tabla 4: Cotización Scanner GLIDER 18x18 pulgadas



Olympus América de México, S.A. de C.V.
Montecito No. 38 Piso 5 Oficina 2
Col Nápoles Del Benito Juárez
México, D.F. C.P. 03810
Tel: (55) 9000-2255, Fax: (55) 9000-2258

Propuesta Económica

Fecha: 31 de octubre de 2013

No. de Propuesta: **LO-NDT-180**

Favor de referir a este número en su orden de compra

Atención de: **EDUARDO JOSE** T.C. 1.0000
Empresa: **CIDESI**
Dirección:
E-mail: edjose@cidesi.edu.mx
Teléfono:

Partida	U8 Number	No. de Parte	Descripción	Cant	Precio Unitario	Subtotal
1	U8750001	GLIDER-18X18	Two axis encoded scanner with vacuum cup for flat or slightly curved surfaces. Stroke of 18 inches on both axis, 5 meters encoder cable for Omniscan included.	1	12,141.58	12,141.58
1	U8750002	GLIDER-24X24	Two axis encoded scanner with vacuum cup for flat or slightly curved surfaces. Stroke of 24 inches on both axis, 5 meters encoder cable for Omniscan included.	1	12,590.74	12,590.74
1	U8750003	GLIDER-36X36	Two axis encoded scanner with vacuum cup for flat or slightly curved surfaces. Stroke of 36 inches on both axis, 5 meters encoder cable for Omniscan included.	1	13,024.95	13,024.95
	U8775109	GLIDER-A-VACPOD	Mounting pod assembly with vacuum cup for Glider scanner	1	656.11	656.11
	U8800464	GLIDER-18X18-C-5M	5m encoder cable from Glider -18x18 scanner to Omniscan.	1	589.47	589.47
	U8800465	GLIDER-24X24-C-5M	5m encoder cable from Glider -24x24 scanner to Omniscan.	1	603.00	603.00
1	U8800466	GLIDER-36X36-C-5M	5m encoder cable from Glider-36x36 scanner to Omniscan.	1	631.58	631.58
Subtotal						\$40,237.42
Envío						
I.V.A. 16%						\$6,437.99
Total						\$46,675.41

6. Resultados

- Se logro diseñar un dispositivo similar al que existe en el mercado bajando por mucho el costo del que existe en el mercado.
- Se creó una interfaz inspector-maquina donde el inspector puede interpretar los datos que se muestran en la grafica.
- Los elementos y piezas que se utilizaran serán de gran calidad, además cumplen con las especificaciones de diseño necesarias en la industria.
- **La aportación del VI fue el resultado de un esfuerzo propio al utilizar las herramientas que se me facilitaron durante el curso de la especialidad.**

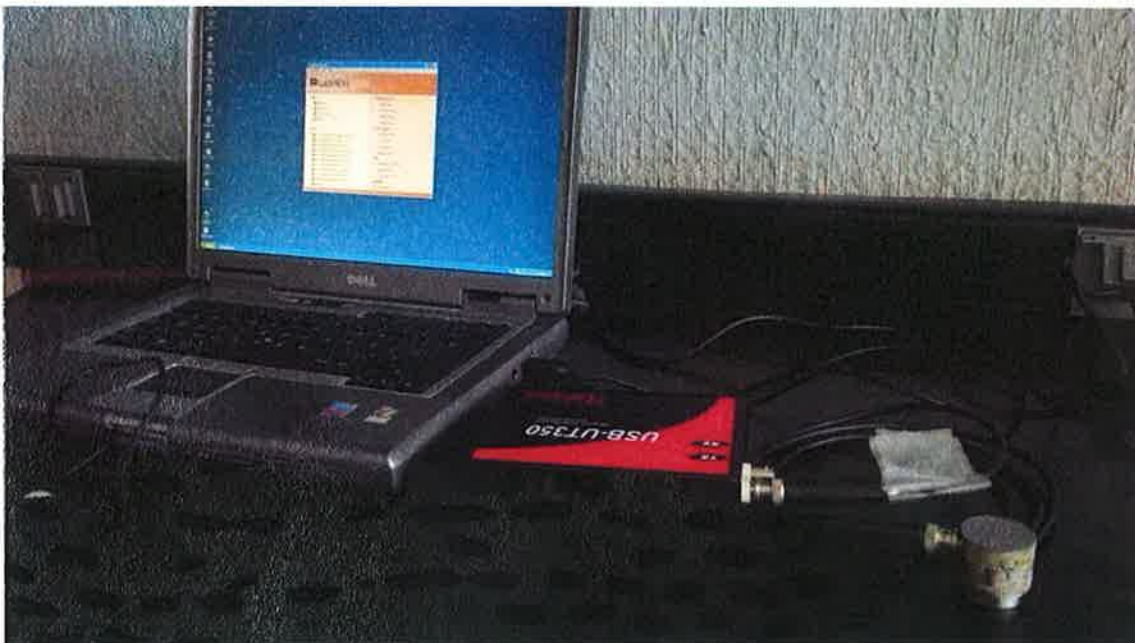


Imagen 31: En la figura se muestra la conexión del dispositivo USB UT350 a la computadora y la conexión del transductor.



Imagen 32: Figura del bloque de calibración, y en la pantalla de la computadora, se observan los ecos de la pared posterior, para una profundidad de 1 pulg.



Imagen 33: En esta imagen podemos observar el gradiente de color (verde) correspondiente al espesor de 1 pulg, para acero inoxidable.

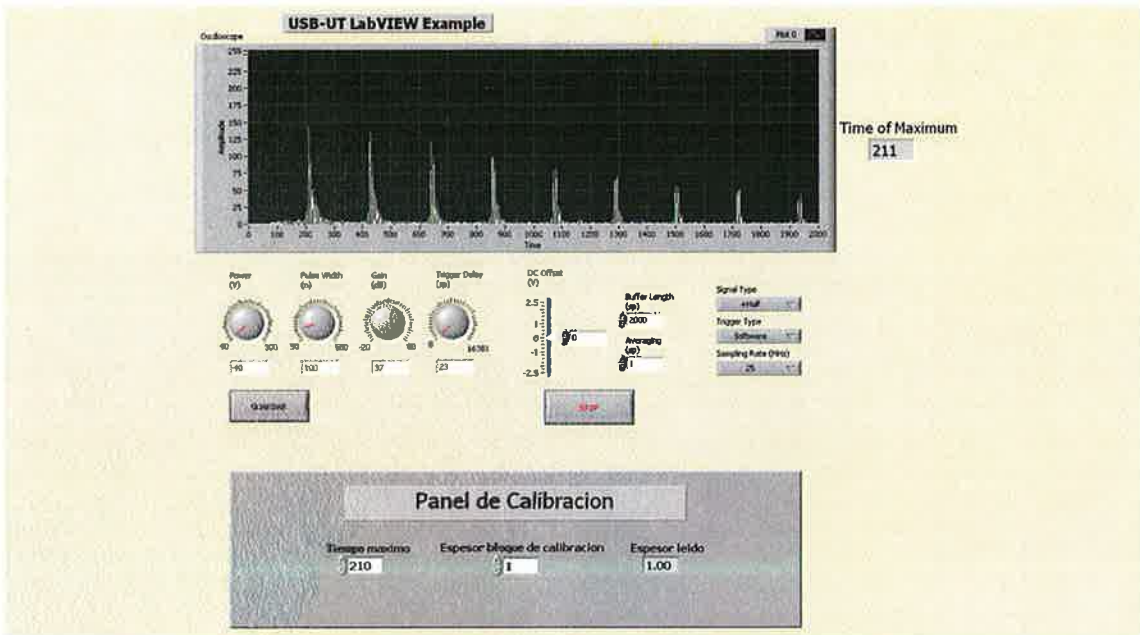


Imagen 34: Esta imagen presentan los ecos correspondientes a la pared posterior del bloque de calibración, perteneciente a 1 pulg de espesor.

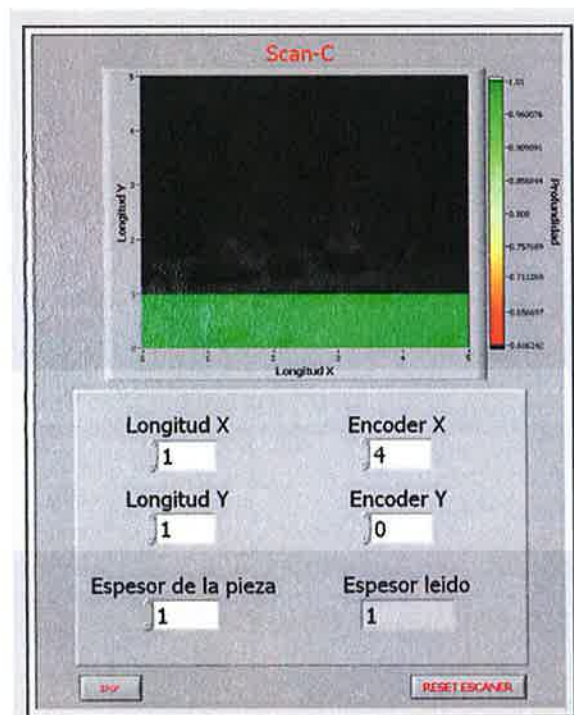


Imagen 35: En esta imagen se presenta el panel frontal del VI C-Scan, el color observado pertenece al espesor de 1 pulg de espesor, las coordenadas son controladas de manera manual.

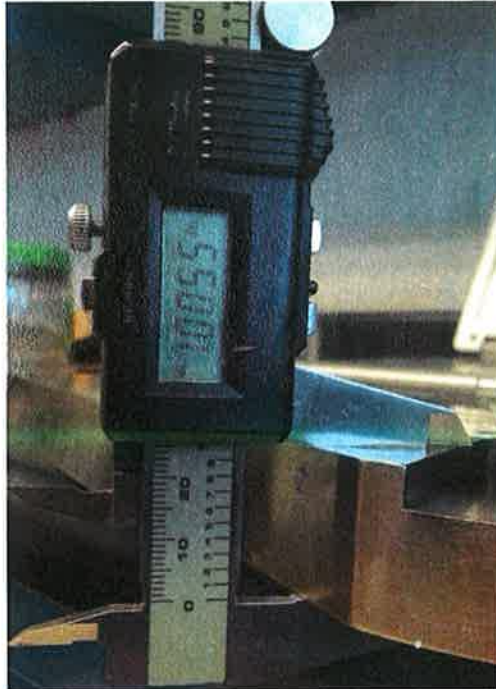


Imagen 36: Ahora esta imagen nos presenta la medición real hecha con un vernier, del bloque de calibración en el espesor de 1 pulg.



Imagen 37: En la imagen podemos ver el gradiente de color (amarillo) correspondiente al espesor de 0.75 pulg y en contraparte el color (verde) correspondiente al espesor de 1 pulg.

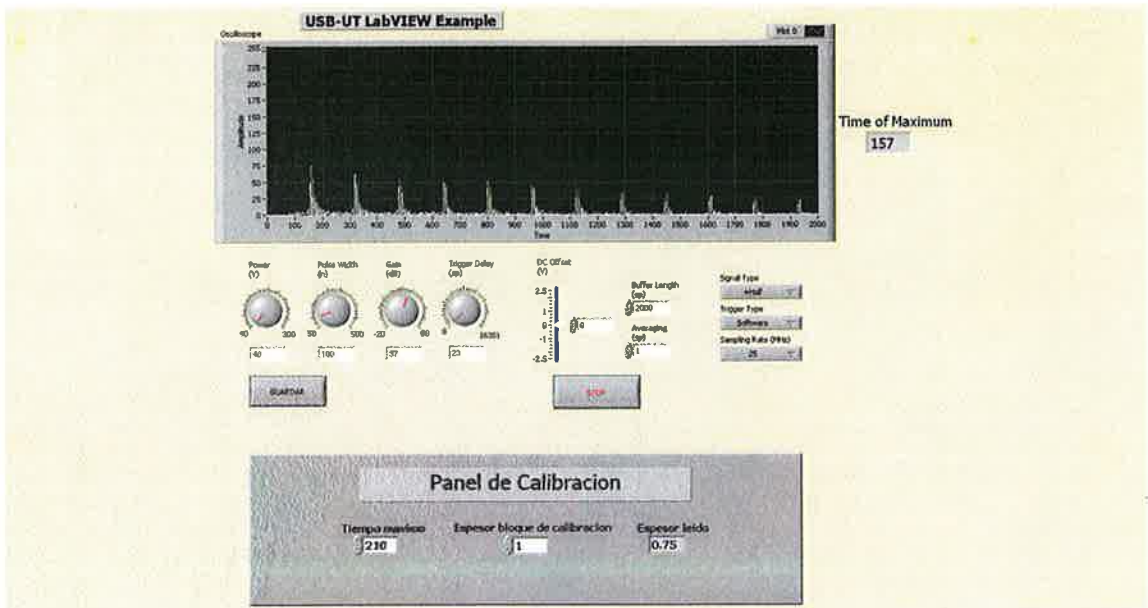


Imagen 38: Esta imagen nos presenta la repetición de los ecos correspondientes al espesor de 0.75 pulg, medidas del bloque de calibración.

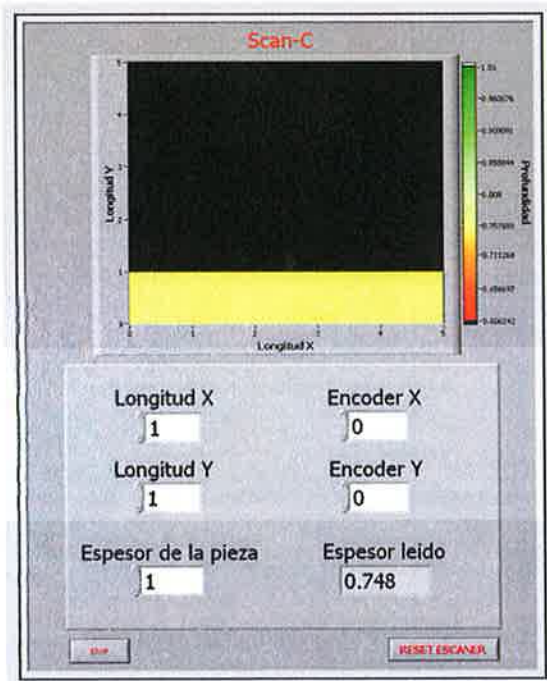


Imagen 39: En esta imagen podemos apreciar el gradiente de color (amarillo) que corresponde al espesor de 0.75 pulg, medido sobre el bloque de calibración.



Imagen 40: Ahora podemos apreciar la medición del espesor de 0.75 pulg hecho con un vernier sobre el bloque de calibración.

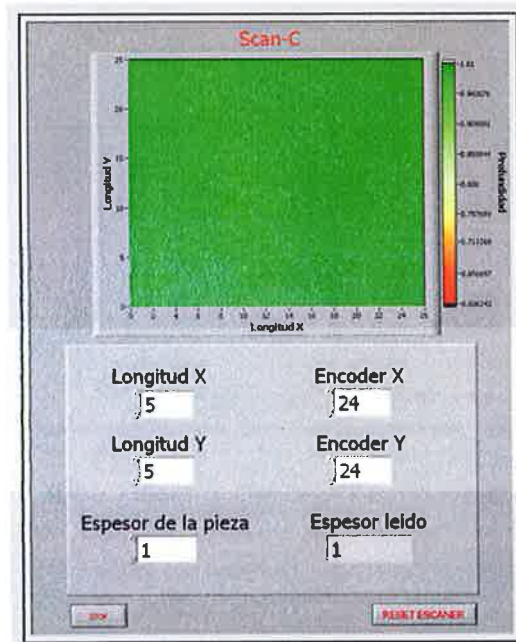


Imagen 41: Esta imagen nos muestra el gradiente de color para una pieza de longitud 5X5 y de espesor 1 pulg, esto representa a una pieza totalmente uniforme en cuanto a su espesor.

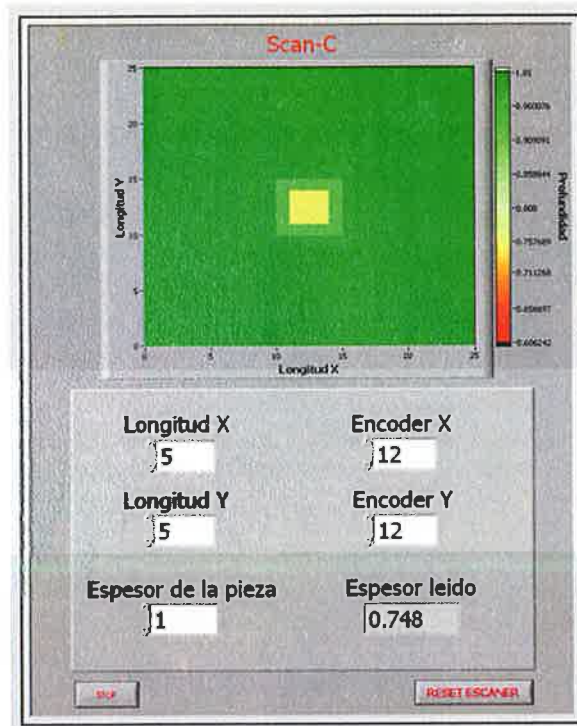


Imagen 42: Ahora podemos ver el gradiente de colores para una pieza que tiene una reducción desde su espesor de 1 pulg para el color verde, hasta 0.75 pulg en el color amarillo, al igual que en las otras imágenes, el valor de los encoders son controladas manualmente.

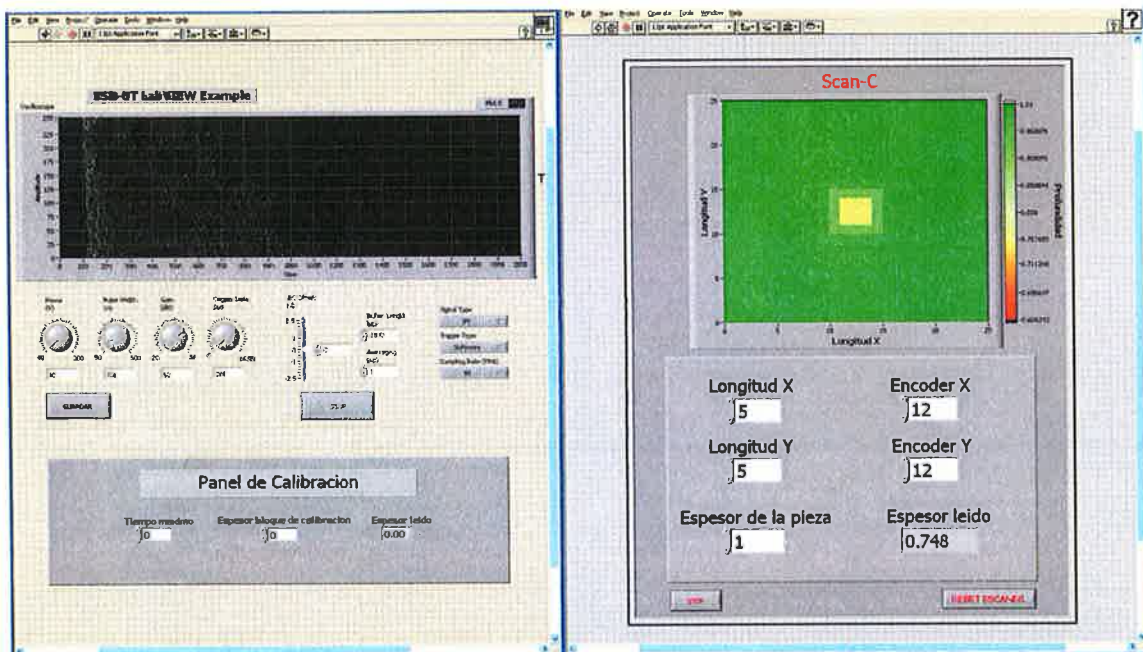


Imagen 43: Esta imagen nos muestra los paneles de controles del dispositivo USB UT350 y del programa que genera el C-Scan.

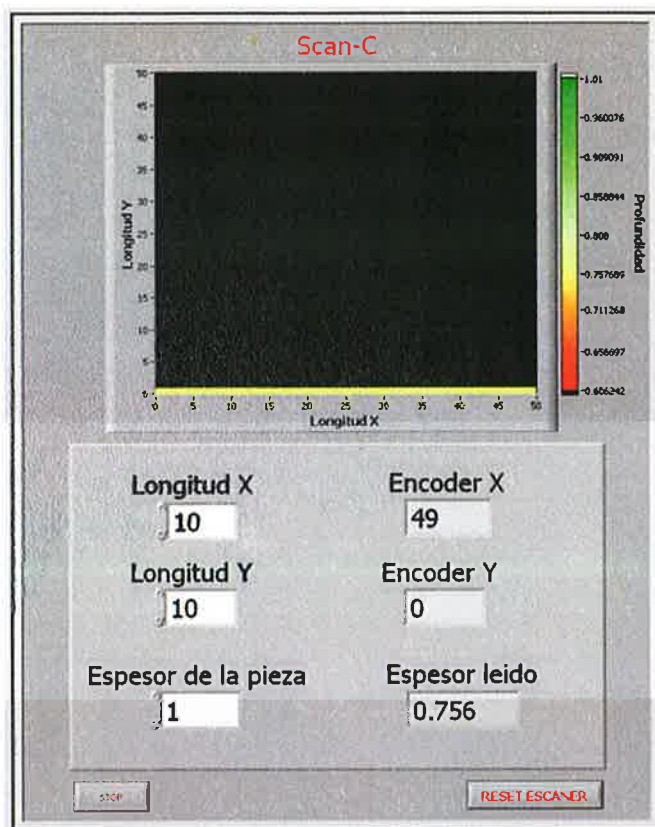


Imagen 44: Imagen del Panel frontal con una corrida en X del encoder, con un valor de espesor de 0.756 in.



Imagen 45: Encoder incremental conectado a la DAQ, y posteriormente a la PC.

7. Conclusiones

- Gracias al trabajo realizado en el área de Ensayos No Destructivos, tengo la certeza de que más personas seguirán por el mismo camino y comenzarán a desarrollar e integrar dispositivos tecnológicos que ayuden en las inspecciones de piezas.
- Este es un proyecto completamente integrador de las herramientas que posee CIDESI, por un lado ocupamos los programas de diseño como Siemens NX, de Instrumentación Virtual como LabView, de Ultrasonido como lo es el USB UT-350 y dispositivos de adquisición de datos como las tarjetas de National Instruments (DAQ NIDAQ-6211). Estamos aprovechando las licencias y los convenios que CIDESI posee.
- **El desarrollo de este proyecto ha llegado solamente a la parte conceptual y un poco sobre la parte experimental, es muy importante resaltar que las bases están definidas en este documento y queda abierta a la posibilidad de elaborarlo siempre y cuando los recursos económicos estén disponibles.**
- El desarrollo de este proyecto me ha servido en lo personal a hacer uso de herramientas que desconocía y que ahora podré aplicar para futuros desarrollos o participaciones de proyectos.

8. Bibliografía

- José Rafael Lajara Vizcaíno/José Pelegri Sebastia, Labview Entorno grafico de programación, Segunda Edición México Agosto 2011, Editorial Alfaomega
- USB-UT350 SDK User's Guide
- Jorge Sagrero, Manual de ultrasonido nivel 1 (CIDESI)
- Askeland " Ciencia de los Materiales"
- Shackelford "Introducción a la Ciencia de los Materiales para Ingenieros"
- **NI-Datasheet-ds-9** "Descargado de www.ni.com México"
- Tesis "La inspección y evaluación no destructiva por el método de ultrasonido, en materiales y componentes, para el mantenimiento, la seguridad y la sustentabilidad de la infraestructura industrial"

9. Anexos

A 1: Tabla de características técnicas del VI del USB UT350.

PARÁMETRO	RANGO	VALOR PREDETERMINADO
Potencia	40 V - 300 V	300 V
	<p>Rangos de potencia de pulsos de -40V a 300V en 256 pasos.</p> <p>Los ecos de respuesta son más fuertes cuando se utiliza un voltaje más alto, sin embargo, algunos transductores se saturan y requieren ser ajustados con baja tensión.</p>	
Ancho de pulso	50ns - 500ns	110ns
	<p>El ancho de pulso se puede ajustar a cualquier valor entre 50ns y 500ns en incrementos de 20ns.</p> <p>El ancho de pulso tiene una estrecha relación con la frecuencia del transductor que está representado en la siguiente fórmula:</p> $W = 500/ft$ <p>Donde W es el ancho de pulso en ns y ft es la frecuencia en MHz transductor. Por ejemplo, si usted tiene un transductor de 5 MHz, el ancho de pulso apropiada se calcula de la siguiente manera:</p> $W = 500/ft = 500/5 = 100 \text{ ns}$	
Ganancia	-20dB - 80dB	30dB
	<p>La ganancia se utiliza para controlar la amplitud de la señal.</p> <p>Va desde -20 DB a 80 dB en incrementos de 0,01 dB.</p> <p>Ajuste la ganancia hasta que la señal se ajusta en la pantalla sin ningún tipo de saturación.</p>	
DC compensación	-2.5V - 2.5V	0V
	<p>Establece la compensación de la señal DC.</p>	

Regulador de longitud	<i>Up to – 7.73m (round trip, in steel)</i>	<i>200mm</i>
	<p>La longitud del búfer especifica el número de muestras de la USB-UT350 analizará durante la adquisición de datos.</p> <p>El rango de longitud de búfer varía en base a la tasa de muestreo y la velocidad del material.</p> <p>Este valor puede ser entre 2 y 8.191 muestras.</p>	
Disparador de retardo	<i>0 micro – 200ms</i>	<i>0.8 micro segundos</i>
	<p>El retardo de disparo especifica cuántas muestras del convertidor A/D debe saltar antes de procesar la señal de respuesta.</p> <p>El rango de retardo de disparo varía en función de la frecuencia de muestreo.</p> <p>Este valor puede estar entre 0 y 65530 muestras.</p>	
Tipo de señal	<i>3.125 MHz – 50 MHz</i>	<i>25 MHz</i>
	<p>La tasa de muestreo debe ser de 5 a 8 veces mayor que la frecuencia del transductor.</p>	
PRF	<i>0Hz – 1000Hz</i>	<i>250Hz</i>
	<p>Establece la frecuencia de repetición de impulsos.</p> <p>Ajusta la frecuencia del disparo interno / software.</p>	