



Pamplona 1 de Marzo de 2011

Señores

**COMITÉ PROYECTOS DE GRADO
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Asunto: Presentación de Anteproyecto

Respetados señores, con el objeto de dar cumplimiento a uno de los requisitos exigidos por la Universidad De Pamplona para obtener el título de INGENIERO MECÁNICO envié a ustedes para su estudio y aprobación el anteproyecto titulado **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE DEFECTOS POR ULTRASONIDO EN SOLDADURA MIG.**

Se adjunta a la presente, carta de aceptación como director del proyecto M. Sc. Ing **JHON ALEXANDER PALACIOS RESTREPO.**

Agradeciendo de antemano la colaboración que se le preste a la presente.

**ANGIE VIANNEY DEL PILAR CALDERON PERALTA
COD. 87010675250**





Pamplona 1 de marzo de 2011

Señores

**COMITÉ PROYECTOS DE GRADO
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIAS
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Asunto: Aceptación Director

Respetados señores, por medio de la presente me permito comunicarles que acepto prestarle la colaboración profesional requerida como **DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO** titulado **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DETECCION DE DEFECTOS POR ULTRASONIDO EN SOLDADURA MIG.**

Dicho trabajo será elaborado por la estudiante del Plan de Estudios de Ingeniería Mecánica: Angie Vianney del Pilar Calderón Peralta, Código 87010675250.

Me comprometo a dirigir el proyecto propuesto hasta que éste sea culminado y siempre y cuando la aspirante acate mis recomendaciones.

Atentamente,

JHON ALEXANDER PALACIOS RESTREPO
M.Sc. Ingeniero Mecánico
japalacios@unipamplona.edu.





Universidad de Pamplona, una Universidad para una Sociedad Inteligente e Interconectada

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DETECCION DE DEFECTOS
POR ULTRASONIDO EN SOLDADURA MIG.**

ANGIE VIANNEY DEL PILAR CALDERON PERALTA

COD: 87010675250

INGENIERIA MECANICA

Celular: 3132079046

Mail: anvipicape@hotmail.com

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FAUCLTAD DE INGENIRAS Y ARQUITECTURA
INGENIERIA MECANICA
PAMPLONA
2011**



Universidad de Pamplona, una Universidad para una Sociedad Inteligente e Interconectada

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DETECCION DE DEFECTOS
POR ULTRASONIDO EN SOLDADURA MIG.**

ANGIE VIANNEY DEL PILAR CALDERON PERALTA

COD: 87010675250

INGENIERIA MECANICA

Celular: 3132079046

Mail: anvipicape@hotmail.com

**Anteproyecto presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniería Mecánica**

Director: Jhon Alexander Palacios Restrepo

Ingeniero Mecánico

jpalacios@unpamplona.edu.co

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FAUCLTAD DE INGENIRAS Y ARQUITECTURA
INGENIERIA MECANICA
PAMPLONA
2011**



CONTENIDO

- INTRODUCCION
- RESUMEN DE LA PROPUESTA
- 1. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DETECCION DE DEFECTOS POR ULTRASONIDO EN SOLDADURA MIG.
 - 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
 - 1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA
 - 1.3 OBJETIVOS
 - 1.3.1 OBJETIVO GENERAL
 - 1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS
 - 1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES
 - 1.4.1 ALCANCES
 - 1.4.2 LIMITACIONES
- 2. MARCO TEORICO
 - 2.1 BASES TEORICAS
 - 2.2 ANTECEDENTES
- 3 DISEÑO METODOLOGICO
 - 3.1 TIPO DE ESTUDIO
 - 3.2 METODO
 - 3.3 RECOLECCION DE INFORMACION
 - 3.3.1 FUENTE PRIMARIA
 - 3.3.2 FUENTES SECUNDARIAS
 - 3.3.3 FASES DEL PROYECTO
 - 3.4 ANALISIS DE LA INFORMACION
- 4. RECURSOS
 - 4.1 RECURSOS HUMANOS
 - 4.2 RECURSOS INSTITUCIONALES
 - 4.3 RECURSOS LOGISTICOS
 - 4.4 RECURSOS FINANCIEROS
- 5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
- BIBLIOGRAFIA



INTRODUCCIÓN

El mundo actual esta demandando mas eficacia en los procesos, tareas y desempeno de los procesos, contribuyendio asi al desarrollo de nuevas tecnologias.

El ultrasonido es un método de ensayo no destructivo que se utiliza ampliamente para garantizar la calidad de la soldadura en cualquiera de los materiales que se utilizan comúnmente para este tipo de procesos; con este tipo de ensayos es posible detectar porosidades, inclusiones, penetraciones incompletas, socavamientos, etc. Que afectan en gran media los componentes soldados y a su vez al proceso en el cual se van a desempeñar.

En las pruebas de ultrasonido se utiliza un mecanismo que consta de un detector de fallas y un palpador, con los cuales se puede estudiar el comportamiento de la soldadura mediante señales que proporcionan los datos necesarios para plantear recomendaciones en pro de mejorar el proceso de soldadura. Dado que el objetivo de cualquier sistema de prevención es el de reducir fallas, defectos, perdidas economicas, se tiene la necesidad de realizar estudios para evitar dichos eventos que acarrear grandes perdidas para la industria



RESUMEN DE LA PROPUESTA

El proyecto consiste en el desarrollo y adaptación de un dispositivo para la detección y localización de fallas internas, mediante la generación de señales de sonido a alta frecuencia (ultrasonido). Para la evaluación de la integridad de la soldadura MIG en un laboratorio.

La inspección ultrasónica en soldadura MIG se espera realizar mediante una serie de transductores ultrasónicos piezoeléctricos; los cuales serán implementados (acoplados) a un osciloscopio con una interfase a un computador para analizar y estudiar la información ultrasónica recibida, y así poder evaluar y diagnosticar las posibles fallas producidas en el proceso de soldadura, además de asegurar la integridad de la soldadura; para de esta forma plantear recomendaciones que permitan **controlar las variables en el proceso y de esta forma mejorar** la calidad ~~con la que debe realizarse~~ de la soldadura.



1. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE DEFECTOS POR ULTRASONIDO EN SOLDADURA MIG.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este proyecto se crea gracias a la necesidad de tener mayor información acerca de los ensayos no destructivos y en especial el de ultrasonido, con el fin de dar pautas que conlleven a mejorar el proceso de soldadura **y de esta forma** ~~para así~~ reducir pérdidas y demoras en los procesos productivos e incentivar investigaciones en este campo. Así como para ayudar al mejoramiento de procesos en la industria colombiana, ya que se utilizan muchos elementos fabricados con soldadura MIG.

Así mismo los defectos o discontinuidades de fabricación o inducidas en servicio de cualquier componente estructural, tales como estructuras soldadas son inevitables, causando frecuentemente fallas por fracturas que conllevan a la reducción de la vida útil de estos componentes. De manera que esta serie de problemas conllevan a la necesidad de crear y desarrollar un dispositivo con el que se pueda analizar el por qué ocurren tales defectos, con el fin de poder implementar una metodología de análisis de fallas que permita establecer sus causas y sea una herramienta para tomar acciones correctivas y preventivas en un futuro; además de transmitir conocimientos a los estudiantes acerca de este tipo de ensayos no destructivos.

La inspección ultrasónica es un método útil y versátil dentro de la categoría de ensayos no destructivos (END), excelente para la detección y diagnóstico de fallas.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La realización de este proyecto sirve como un aporte a los estudiantes de la Universidad de Pamplona y a las personas que de alguna u otra manera se interesan por este tipo de estudios, ya que permitira poner en practica los conocimientos adquiridos, aprender mas sobre los ensayos no destructivos, conocer cuáles son los defectos mas frecuentes que ocurren en piezas soldadas y asi tener una vision mas amplia de lo que esto significa para la industria en la prevencion, mantenimiento y solucion de problemas.

En general podemos decir que los defectos de fabricación nunca serán eliminados totalmente y los daños en las estructuras continuaran ocurriendo mientras estén en servicio, así que siempre habrá la necesidad de un continuo desarrollo de técnicas de detección y caracterización de defectos.



1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General.

Desarrollar un dispositivo de inspección ultrasónica que permita realizar un ensayo no destructivo para detección y diagnóstico de fallas en uniones soldadas con soldadura MIG.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Acoplar y calibrar al osciloscopio con los transductores piezoeléctricos y ajustar el sistema para las condiciones de prueba teniendo en cuenta los datos de evaluación del fabricante para el transductor de evaluación y el bloque de calibración DSC.
2. Realizar la inspección ultrasónica en juntas soldadas con soldadura MIG comunes.
3. Evaluar el cociente Señal-Ruido.
4. Implementar medidas para la atenuación ultrasónica.
5. Desarrollar un análisis de error a los datos obtenidos del dispositivo de inspección ultrasónica.
6. Establecer correcciones y mejoramientos en el proceso de soldadura.



1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances.

Este estudio se realizara teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos y estara a disposicion de la universidad como guia para desarrollar estudios de investigacion los cuales sirvan como aporte tanto para la institucion como para la industria del pais.

1.4.2 Limitaciones.

Los altos precios de algunos dispositivos, disposicion de las piezas soldadas para la inspeccion.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 BASES TEÓRICAS

Una soldadura desde el punto de vista de la mecánica de la fractura es una zona de iniciación y concentración de una fractura debido a que en ella se puede encontrar una serie de imperfecciones metalúrgicas o discontinuidades geométricas, tales como:

- Inclusiones de Escoria
- Porosidades
- Grietas de Solidificación
- Socavaciones
- Falta de Penetración
- Fusión Incompleta y discontinuidades o grietas en pie de soldadura

En fin, se podría decir que una soldadura es un sitio en el cual hay mucha probabilidad de que a las tantas imperfecciones que podrían estar presentes como las discontinuidades geométricas o metalúrgicas, se puedan desarrollar mecanismos de fallas tanto por fatiga como por fractura en las uniones soldadas.

Las inspecciones ultrasónicas en soldaduras se realizan utilizando un transductor de haz recto en conjunto con un transductor de haz angular y una cuña. Un transductor de haz recto, produce una onda longitudinal en la incidencia normal del material en estudio, primeramente se utiliza para localizar cualquier laminación adentro o cerca de la zona afectada por el calor. Esto es importante porque un transductor de haz angular no puede proporcionar una señal de vuelta de un defecto laminar.

El segundo paso en la inspección implica la utilización de un transductor de haz angular para examinar la soldadura. Los transductores de haz angular utilizan los principios de conversión modo de conversión para producir ondas refractadas longitudinales y transversales en el material de prueba. Esta inspección puede incluir la raíz, el flanco, la corona, y las zonas afectadas por el calor en la soldadura. proceso implica la exploración de la superficie del material alrededor de la soldadura con el transductor. Esta onda acústica refractada será rebotada por un reflector (discontinuidad) en la trayectoria del haz de sonidos. Con técnicas apropiadas de haz angular, los ecos provenientes de la zona de la soldadura pueden permitir que el operador determine la localización y el tipo de discontinuidad.

Para determinar el área apropiada de la exploración para la soldadura, el inspector debe primero calcular la localización del haz de sonido en el material de prueba. Utilizando el ángulo refractado, el punto de incidencia del haz y el espesor del material, la V-trayectoria y skip distance del haz de sonidos. Una vez que se haya calculado, el inspector puede identificar las localizaciones del transductor en la superficie del material que corresponde a



la corona, al flanco, y a la raíz de la soldadura. [1]

¿QUE ES ULTRASONIDO?

Se le denomina ultrasonido a las ondas elásticas (ondas de sonido) emitidas por encima del rango auditivo humano .es decir; con frecuencias mayores a los 20 KHz. Aunque se comporta de manera similar al sonido audible, obviamente posee una longitud de onda mucho mas corta lo cual hace que el ultrasonido sea muy sensible a las pequeñas discontinuidades o defectos internos en el material en el cual se propaga.

El ultrasonido se propaga en forma de ondas de sonido debido a las vibraciones o a los movimientos oscilatorios de partículas dentro del material.

Las características mas importantes de una onda continua son, el tiempo requerido para completar un ciclo, llamado periodo (T) dado en segundos, la distancia que recorre el movimiento ondulatorio en un periodo llamado longitud de onda (λ), dado en metros y el numero de ciclos completados en un segundo denominado frecuencia, medida en Hertz (Hz). [2]

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 exista fracciones de materia (átomos o moléculas capaces de vibrar).

La vibración depende de la separación de las partículas.

APLICACIÓN DE ULTRASONIDO

La prueba no destructiva por ultrasonido consiste en la introducción de propagación ondas acústicas de alta frecuencia(ondas ultrasónicas) en un material de prueba para obtener información sobre el objeto sin alterarlo o dañarlo de alguna manera .En la prueba ultrasónica se miden dos cantidades básicas, el tiempo de propagación o la cantidad de tiempo a la cual el sonido viaja a través de la muestra y la amplitud de la señal recibida Basado en la velocidad y en el tiempo de viaje de ida y vuelta a través del material.



Detección y caracterización de discontinuidades.
Medición de espesores, extensión y grado de corrosión.
Determinación de características físicas.
Características de enlace entre materiales.

VENTAJAS

La prueba se efectúa mas 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 si.
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.

PRINCIPIOS FÍSICOS

Amplitud (A).- Es el desplazamiento máximo de una partícula desde su posición de cero.
Frecuencia (F).- Se define como el numero de veces que ocurre un evento **repetitivo** (ciclo) por unidad de tiempo. Su unida Hertz.
Longitud de onda (l).- Es la distancia ocupada por una onda completa y es igual a la distancia a través de la cual se mueve la onda por periodo de ciclo.



Velocidad de propagación o velocidad acústica (V).- Es la velocidad de transmisión de la energía sonora a través de un medio.

Impedancia acústica (Z).- Es la resistencia de un material a las vibraciones de las ondas ultrasónicas. Es el producto de la velocidad máxima de vibración por la densidad del material. [3]

¿Que es un transductor?

Un transductor es cualquier dispositivo que convierta una forma de energía en otra. Un transductor ultrasónico convierte energía eléctrica en energía mecánica, bajo la forma de sonido, y viceversa. Los componentes principales son el elemento activo, el forro, y la placa de desgaste o placa protectora. [4]

2.2 ANTECEDENTES

La posibilidad de utilizar el ultrasonido para realizar pruebas no destructivas fue reconocida en 1930 en Alemania por Mulhauser, Trost y Pohlman, y en Rusia por Sergei Sokoloff, quienes investigaron varias técnicas empleando ondas continuas.

Los equipos detectores de fallas fueron originalmente desarrollados, basándose en el principio de la interceptación de la energía ultrasónica por discontinuidades grandes durante el paso del haz ultrasónico.

Posteriormente, esta técnica recibió el nombre de inspección a través. Este sistema de inspección presentaba ciertas limitaciones, principalmente, la necesidad del acceso en ambas superficies de la pieza inspeccionada para colocar un transductor en cada superficie.

No se encontró un método práctico de inspección hasta que el Dr. Floyd Firestone (EUA) inventó un aparato empleando haces de ondas ultrasónicas pulsadas para obtener reflexiones de defectos pequeños, conocido como "Reflectoscopio Supersónico". En el mismo periodo en Inglaterra, Sproule desarrolló equipos de inspección ultrasónica en forma independiente. [5]

Durante los últimos años los investigadores han realizado estudios e investigaciones para poder encontrar defectos en diferentes piezas y poder estudiarlas a fondo sin destruirlas, es por ello que han optado por utilizar el método de ensayos no destructivos y diferentes métodos para inspeccionar piezas y evitar futuros daños, averías de maquinas y perdidas económicas en la industria. Los avances mas recientes en esta área se realizan en la inspección en soldadura en tuberías a gran escala para mejorar la calidad de la soldadura y evitar daños colaterales a futuro.



3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizarán estudios aplicativos para el desarrollo y aplicación de este dispositivo ya que se utilizará teoría y ecuaciones de ensayos no destructivos ultrasonido con el fin de darles credibilidad con los datos obtenidos con el dispositivo ultrasónico.

3.2 MÉTODO

Se utilizará el método analógico o comparativo, con la intención de recoger datos a partir de información, la cual puede ser de orígenes bibliográficos o de investigaciones hechas, y así comparar estas bases teóricas con los resultados experimentales a fin de establecer semejanzas y sacar conclusiones.

3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.3.1 Fuente primaria. Director del proyecto.

3.3.2 Fuentes secundarias

- Hernández A, Héctor; Espejo M, Mora. Mecánica de la fractura y análisis de fallas: Componentes soldados. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos, 2002.204p
- www.ndt-ed.org/index_flash.htm. Disponible en www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Ultrasonics/cc_ut_index.htm
- PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS- ULTRASONIDO, Ing., Iván Escalona, Ingeniería Industrial, UPIICSA- IPN, México, 2002, Pp 96-120.

3.3.3 Fases del proyecto.

- **Preliminares.**
Primero se construirá el dispositivo para realizar la inspección ultrasónica con transductores piezoeléctricos en uniones soldadas.



- **Evaluación del diseño.**

Se desarrollara un análisis de error a los datos obtenidos del dispositivo de inspección ultrasónica.

- **Desarrollo del proyecto.**

Se llevara a cabo el procesamiento de las señales y extraer la información contenida en los datos ultrasónicos recibidos.

- **Prueba del Modelo.**

El modelo se pondrá a prueba en uniones soldadas, siguiendo los datos del fabricante para la evaluación.

- **Fase final.**

Recopilar datos y realizar comparaciones con datos teóricos y otras investigaciones

3.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se presentará la información de una manera clara para la interpretación de los datos obtenidos, para su posterior análisis, y representación, de modo que, señale resultados para cada una de las variables que se presentaron en el desarrollo del proyecto.



4. RECURSOS

4.1 RECURSOS HUMANOS

Autores del Proyecto:

ANGIE VIANNEY DEL PIALR CALDERON PERALTA
CODIGO 87010675250

Estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Pamplona.

Director del Proyecto:

M. Sc JHON ALEXANDER PALACIOS RESTREPO
Ingeniero Mecánico, Profesor de la Universidad de Pamplona.

4.2 RECURSOS INSTITUCIONALES

Universidad de Pamplona

4.3 LOGÍSTICOS

Internet.

Libros

Investigaciones

4.4 RECURSOS FINANCIEROS

Los proveerá el estudiante.



BIBLIOGRAFÍA

1. **HERNÁNDEZ A, Héctor; ESPEJO M, Mora.** MECÁNICA DE LA FRACTURA Y ANÁLISIS DE FALLAS: COMPONENTES SOLDADOS. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos, 2002.204p
2. www.ndt-ed.org/index_flash.htm. Disponible en www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Ultrasonics/cc_ut_index.htm
3. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS- ULTRASONIDO, Ing., Iván Escalona, Ingeniería Industrial, UPIICSA- IPN, México, 2002, Pp 96-120.
4. <http://www.monografias.com/> Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos14/ultrasonido/ultrasonido.shtml>
5. <http://www.ndtenespanol.org> Disponible en http://www.ndtenespanol.org/UT_2.html