



# Reporte Final de Estadía

## TSU Martin Rodríguez Barreto.

Nombre del proyecto:

Propuesta de mejora al mecanismo para la  
realización de ultrasonido.

# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Reporte para obtener título de  
Ingeniero en Mantenimiento Industrial.

Proyecto de estadía realizado en la empresa  
Pro Activity Business S.A. de C.V.

Nombre del proyecto

Propuesta de mejora al mecanismo para la realización de ultrasonido.

Presenta

TSU: Martin Rodríguez Barreto.

Cuitláhuac, Ver., a 17 de Abril del 2018.

# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo  
de Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Nombre del Asesor Industrial  
ING: Yovhed Obed González Montiel.

Nombre del Asesor Académico  
MAD: Emilio Constantino Hernández.

Jefe de Carrera  
ING: Gonzalo Malagón González.

Nombre del Alumno  
TSU: Martin Rodríguez Barreto.

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1 Estado del Arte.....	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	16
1.3 Objetivos .....	17
1.4 Definición de variables.....	18
1.5 Hipótesis .....	18
1.6 Justificación del Proyecto.....	18
1.7 Limitaciones y Alcances .....	20
1.8 La Empresa .....	20
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>
4.1 Resultados.....	35
4.2 Trabajos Futuros.....	35
4.3 Recomendaciones.....	35
<b>ANEXOS</b> .....	<b>36</b>
▪ N/A .....	<b>36</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>37</b>
• Referencias .....	<b>37</b>

## AGRADECIMIENTOS

En este presente trabajo agradezco primeramente a la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz por haberme dado la oportunidad de ser parte de ella y haber abierto su seno científico.

Agradezco a dios sobre todas las cosas por darme salud y una familia que me ha apoyado en las buenas y las malas.

Agradezco infinitamente a mi Padre Julio Rodríguez Díaz por apoyarme y animarme en todo momento.

Agradezco a mi madre Eva Barreto Pérez por sus buenos deseos y que gracias a su esfuerzo y motivación culmino un lapso de mi vida muy importante.

Agradezco también a mis asesores de la tesis Emilio Constantino Hernández y Yovhed Obed González Montiel y a mis maestros por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de mi tesis y durante todos los niveles de la universidad.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de la universidad, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han apoyado en alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

## RESUMEN

El presente proyecto trata de la propuesta de la manejo al mecanismo de giro para las flechas cardan, para aumentar el número de flechas entregadas en el área de embarques, una vez aplicado el método de ultrasonido en la tesis de verónica García Medina, Ultrasonidos, Técnica no destructiva para el estudio de monumentos, Sevilla, 4 de Diciembre de 2013, nos menciona que a través de los siglos, el hombre ha intentado utilizar el sonido para evaluar la robustez y calidad de materiales, golpeando las piezas mediante algún instrumento y escuchando las diferencias de tono, que puedan dan evidencia de la presencia de discontinuidades.

La investigación se realizó en la empresa American Axle Manufacturing con la ayuda de Pabsa S.A. de C.V. en la ciudad de Silao del estado de Guanajuato.

El capítulo uno comprende toda la información básica de la información teórica que nos estuvo llevando de la mano para poder realizar nuestra investigación.

En el capítulo dos comprende los pasos de la metodología de la información que se utilizó para la realización de este trabajo.

En el capítulo tres comprende paso a paso el desarrollo de la metodología de la información especificando como se realizó el proyecto.

En el capítulo cuatro nos explica los resultados y las conclusiones de nuestra investigación, así como las mejoras y propuestas para futuros trabajos.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto tiene como objetivo proponer una mejora al mecanismo, para poder girar más libremente la flecha en cuanto se realiza el procedimiento de uno de los ensayos no destructivos muy importante en la flechas cardan, así mismos con esta mejora observaremos las grandes pérdidas que hay por no entregar las flechas a tiempo y las ganancias que podemos obtener al aumentar las cantidad de flechas entregadas.

Algunos de los alcances que tiene nuestro proyecto son los siguientes:

Aumentar el número de flechas entregadas en embarques de parte del área de ultrasonidos.

Disminuir las pérdidas económicas.

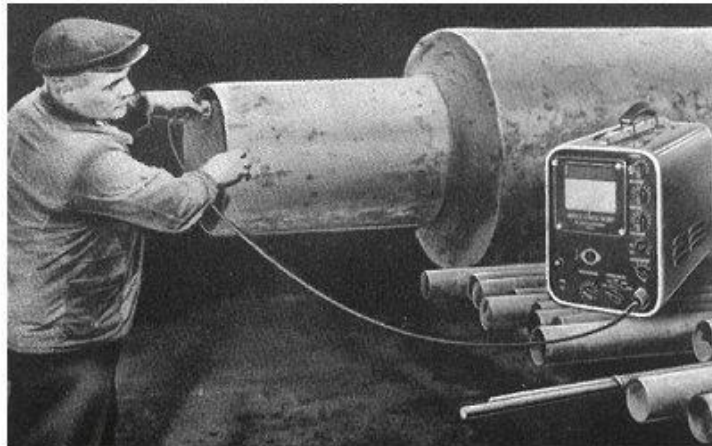
Una de las grandes ventajas es que al realizar este proyecto se disminuirán las pérdidas económicas por no entregar las flechas a tiempo, otra fortaleza es que es económicamente factible para su fabricación así como su diseño.

### 1.1 Estado del Arte

#### Antecedentes

En 1931 en el artículo de, (Mulhauser, 1931) menciona que obtuvo una patente para usar ondas ultrasónicas con el fin de detectar defectos en sólidos, para lo cual utilizó dos transductores. También se desarrollaron ensayos ultrasónicos por (Firestone, 1940) y (Simons, 1945) usando la técnica de eco-frecuencia.

En 1942, Firestone fue el primero en aplicar el principio del sonar, para la localización de buques y medir profundidades marinas, así como la detección de heterogeneidades en los materiales mediante una señal reflejada. A partir de 1945, el ensayo por ultrasonido tuvo una aceptación general, favorecida además por la urgente demanda de ensayos no destructivos.



*Figura 1 Equipo de ultrasonido de 1978.*

Mamillan, en 1958, fue el primero en usar ultrasonido para la investigación y realización de pruebas en edificios de piedra. Desde entonces el método de ultrasonidos ha sido usado para múltiples estudios de estructuras de piedra, en obras civiles de ingeniería, etc.

Actualmente se han realizados muchos avances en la instrumentación y la tecnología electrónica, haciendo posible el desarrollo de este método, como una herramienta rápida y confiable en el aseguramiento y control de la calidad.

Sus aplicaciones son cada vez más empleadas y extendidas en múltiples disciplinas. En el ámbito del mantenimiento de los monumentos del patrimonio cultural es el principal método preventivo de empleo, desarrollando sus técnicas y ensayos.





*Figura 2 Equipo de ultrasonido de la actualidad.*

## HISTORIA

En la tesis de (Veronica, 2013), nos menciona que a través de los siglos, el hombre ha intentado utilizar el sonido para evaluar la robustez y calidad de materiales, golpeando las piezas mediante algún instrumento y escuchando las diferencias de tono, que puedan dan evidencia de la presencia de discontinuidades. Esta forma de ensayo se considera como precursora de lo que actualmente se conoce como ultrasonidos.

En 1928, Sergei Y. Sokolov, científico ruso y conocido por muchos como el padre de los ensayos ultrasónicos, estudió el uso de ondas ultrasónicas para detectar defectos en objetos metálicos. Fue desarrollando su idea a finales de los años 20, en un tiempo en que no disponía de la tecnología requerida para ello. Demostró que las ondas de sonido se podían utilizar como una nueva forma de microscopio basándose en el principio de la reflexión.



*Figura 3 Equipo de ultrasonido de 1928*

Sin embargo, hasta finales de los años 30, no se empezaron a desarrollar las tecnologías para tales mecanismos, y las altas frecuencias requeridas para el microscopio de Sokolov se empezaron a utilizar en sistemas ultrasónicos utilizados para radar y navegación submarina

## DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE ULTRASONIDOS

### 3.1. Conceptos básicos:

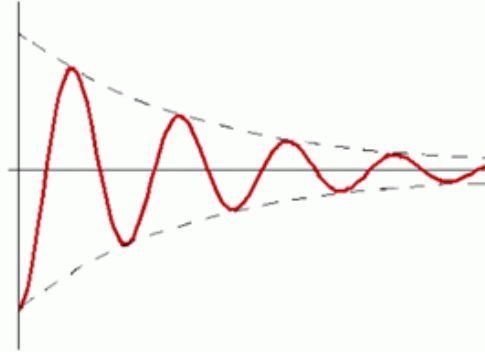
El sonido se produce por la vibración mecánica de las partículas que componen un medio. Esta vibración provoca que la energía de la onda se transmita por el medio.

El término ultrasonidos se refiere a la propagación de esas ondas sonoras pero a unas frecuencias altas que el oído humano no puede percibir.

Para comprender mejor el fenómeno de la técnica de ultrasonidos se va a definir una serie de términos básicos relacionados, como son:

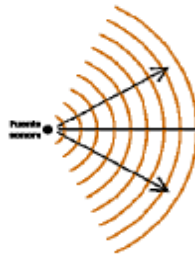
- Onda: es la propagación de una oscilación provocada por la vibración de las moléculas que constituyen un material.
- Velocidad de propagación: es la velocidad a la que se propaga la onda, es decir, la velocidad del sonido; ésta depende de una serie de características y propiedades del material.

- Amortiguación: es la disminución de la amplitud de una onda con el tiempo.



*Figura 4 amortiguación de onda.*

Frente de onda: Es el lugar geométrico en que los puntos del medio son alcanzados en un mismo instante por una determinada onda. Pueden visualizarse como superficies o líneas que se desplazan a lo largo del tiempo alejándose de la fuente sin tocarse.



*Figura 5 Frecuencia de onda.*

Una onda se caracteriza principalmente por cuatro componentes:

1. Frecuencia: es el número de oscilaciones por segundo. La frecuencia será la misma para todas las partículas e igual a la del generador, dentro de una misma onda.

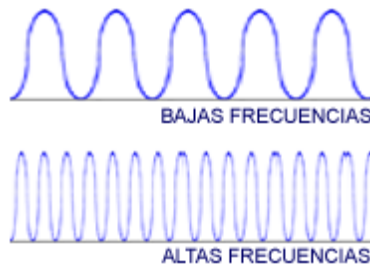


Figura 6 Frecuencia de onda.

La ecuación que define la frecuencia de una onda es:

Siendo:

$$f = 1/T$$

**f=frecuencia**

**T= periodo**

2. Periodo: es el tiempo que tarda una partícula en realizar un ciclo completo.

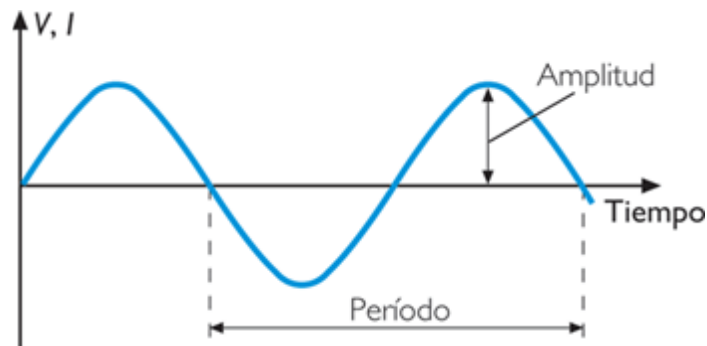


Figura 7 Periodo de onda.

3. Longitud de onda: es la distancia entre dos puntos donde las partículas se encuentran en el mismo estado de movimiento.

Siendo:

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

$\lambda$  : = longitud de onda

:  $V$  = Velocidad de propagación de onda

:  $f$  = Frecuencia.

4. Amplitud: Es la máxima desviación de oscilación, si esta es constante en el tiempo la oscilación se considera como des amortiguada (para materiales perfectamente elásticos), en cambio si esta decrece con el tiempo, la oscilación se considera como amortiguada, en este caso la disminución de dicha amplitud se debe a la disipación de energía (cuando los materiales no son perfectamente elásticos).

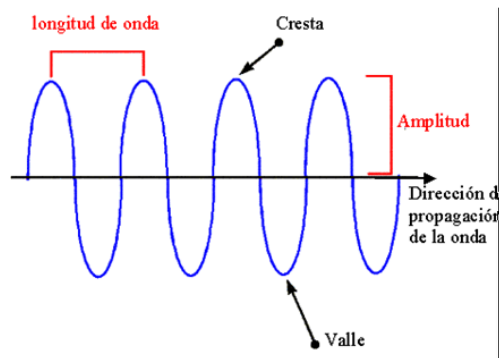


Figura 8 Amplitud de onda.

Tipos de propagación de ondas:

La propagación del sonido se da en forma de ondas, transportan energía de un punto a otro del espacio pero requieren de un medio para dicha propagación.

Existen diferentes tipos de ondas según el movimiento de las partículas del medio.

Ondas longitudinales:

Las partículas vibran en la misma dirección paralela al de propagación. Este tipo de ondas son las más fáciles de propagar y detectar, es por ello que en la técnica de ultrasonidos son las más aplicadas. Pueden ser orientadas y localizadas en un haz concentrado y poseen alta velocidad. Estas son las únicas ondas que pueden ser propagadas en medios sólidos, líquidos y gaseosos.

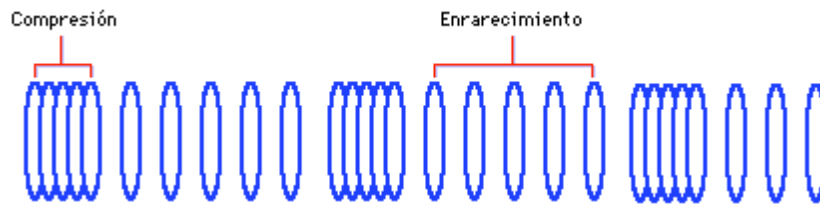


Figura 9 Movimiento de una onda longitudinal.

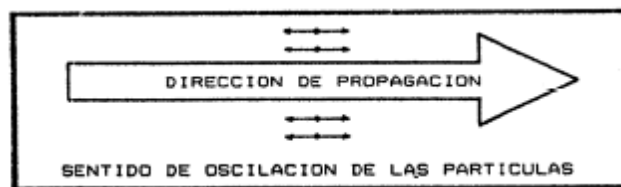


Figura 10 Movimiento longitudinal.

## Ondas trasversales:

En este tipo de ondas, el sentido de oscilación de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación. Ya que los líquidos y gases no ofrecen ninguna resistencia a los esfuerzos de corte, las ondas transversales no pueden ser propagadas en estos medios.



*Figura 11 Movimiento de onda transversal.*

Una vez que tenemos los conceptos técnicos del ultrasonido, comenzaremos investigando el tipo de mecanismos de movimiento los cuales investigaremos para ver cuál es el más óptimo para ocupar en la estructura de la base de nuestro proyecto.

Tenemos que los mecanismos de transmisión

Para analizar los mecanismos que transmiten un giro, hay que introducir tres nuevos conceptos:

En primer lugar, los elementos giratorios necesitan hacerlo alrededor de una barra que los mantiene en su posición. Cuando esta barra no transmite el giro, por ejemplo porque es fija y los elementos giran sobre ella, decimos que tenemos un eje. Pero cuando la barra transmite esfuerzos de torsión decimos que tenemos un árbol, por ejemplo cuando los elementos están fijos a la barra y ésta es giratoria. A veces se llama palier al árbol de transmisión, cuando aplica el giro a una rueda.

En segundo lugar, se trabaja con velocidades de rotación, que miden el giro que describe un elemento en relación al tiempo empleado para ello. Aunque la velocidad en el Sistema Internacional se mide como **velocidad angular  $\omega$**  en radianes partido por segundo (rad/s), es muy corriente utilizar la **velocidad de giro  $n$**  en revoluciones por minuto (rpm). El factor de conversión entre ambas unidades es sencillo:

$$\omega \frac{\text{rad}}{\text{s}} = n \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left( \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right)$$

*Figura 12 Formula para sacar Velocidad angular.*

Por último, a la relación de las velocidades de giro del elemento conducido entre la velocidad de giro del elemento motriz se le llama **relación de transmisión**, se representa por la letra  **$i$**  y no tiene unidades. Nos da la idea de cuántas vueltas gira el elemento conducido cuando la motriz gira una vuelta:

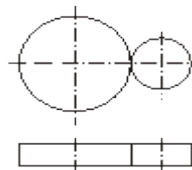
$$i = n \text{ conducido} / n \text{ motriz}$$

Sin más, veamos los mecanismos de transmisión más frecuentes.

## RUEDAS DE FRICCIÓN

Se trata de una rueda motriz que transmite el giro a otra rueda conducida por efecto del rozamiento en su periferia.

Las magnitudes características de este mecanismo son, además de la relación de transmisión, el diámetro ( $d_M$  y  $d_C$ ) de las ruedas y la separación entre los centros de las mismas.



*Figura 13 Relación de transmisión*



La relación de transmisión viene dada por la expresión  $i = nC / nM = dM / dC$

La imagen 13 que aparece más arriba está constituido por dos ruedas exteriores, pero hay otras posibilidades:

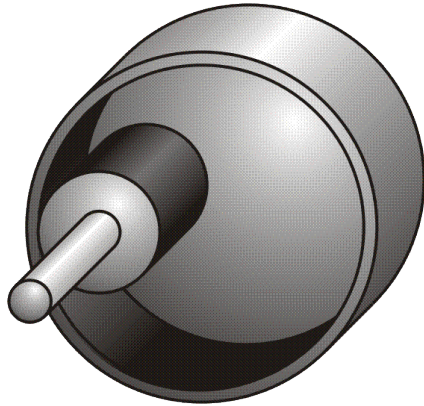


Figura 14 Ruedas interiores.

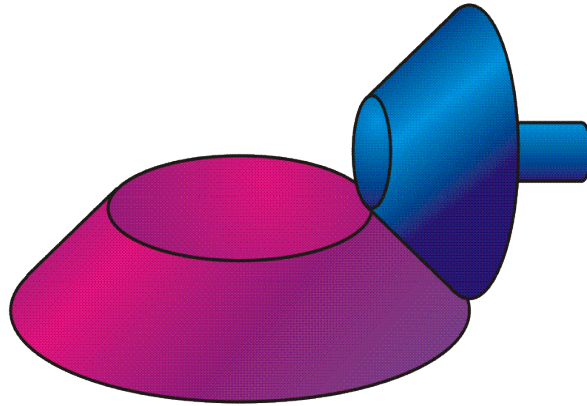


Figura 15 Ruedas Cónicas.

Es un mecanismo que puede patinar, por lo cual sólo se emplea como elemento de seguridad, para permitir que la rueda motriz pueda girar en el caso de que la rueda conducida se quede bloqueada.

## POLEAS Y CORREA

Una polea es una rueda cilíndrica con un canal en su periferia, y una correa es una cinta cerrada que transmite giro entre dos poleas por efecto del rozamiento.

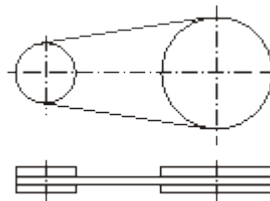


Figura 16 Polea.



Figura 17 Poleas.

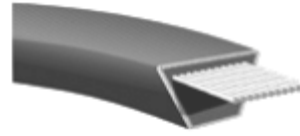


Figura 18 Correa.

Al igual que en el caso anterior, la magnitud característica es el diámetro ( $d_M$  y  $d_C$ ) de las poleas. La separación entre los centros y la longitud de la correa son otras magnitudes características, pero tienen expresiones complicadas que se salen del temario de este curso. La relación de transmisión viene dada por la misma expresión que las ruedas de fricción:

$$i = n_C / n_M = d_M / d_C$$

De hecho, es un sistema similar al de ruedas rasantas, que permite salvar grandes distancias. Además, evita la transmisión de vibraciones entre poleas, pero su inconveniente es el **resbamiento** de la correa, que siempre existe.

La imagen anterior corresponde a una correa abierta, pero puede acoplarse de otras formas para obtener:

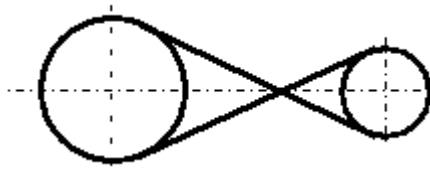


Figura 19 Correa cruzada.

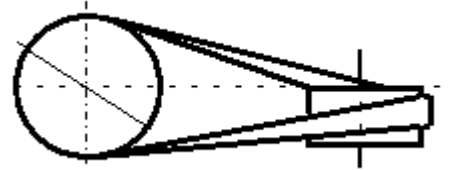


Figura 20 Correa retorcida.

Los mecanismos de poleas y correa tienen limitado el par de giro que se puede transmitir, porque nunca se puede rebasar la fuerza de rozamiento entre los elementos. Para aumentar el rozamiento, las correas se hacen con forma trapecoidal y además se instalan poleas tensoras que no afectan a la transmisión.



Figura 21 Sistema de transmisión de poleas.

La ventaja principal que tiene este sistema es su sencillez y bajo precio, unidos a un funcionamiento suave y silencioso, por lo que se utilizan ampliamente en los motores de automóvil. Su desventaja es el inevitable resbalamiento, que se acentúa con el desgaste.

Existen algunas variantes del sistema de poleas y correa:

- Cuando se necesitan varias relaciones de transmisión diferentes se utilizan las poleas escalonadas.

- Si se necesita una relación de transmisión muy elevada o muy reducida se utilizan los trenes de poleas.
- Cuando se necesita una transmisión sin resbalamiento se utilizan las llamadas correas dentadas, que se estudiará más adelante, junto a la transmisión por cadena.

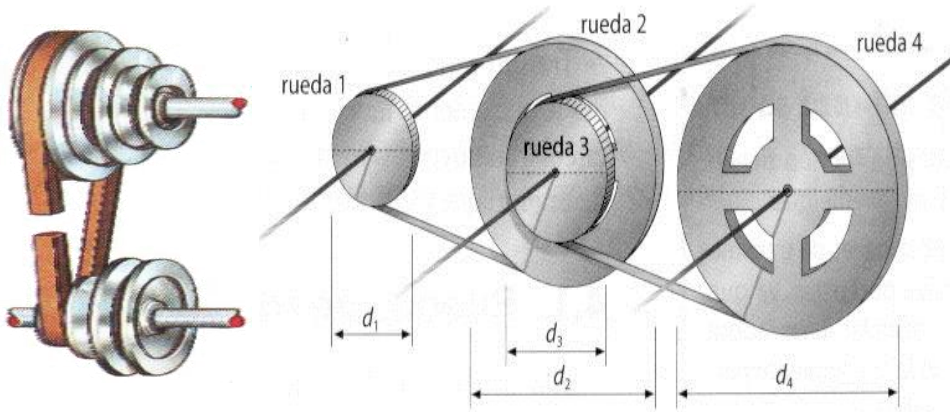


Figura 22 Poleas escalonadas.

Figura 23 Tren de poleas.

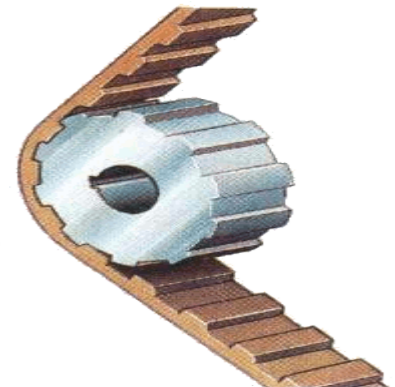


Figura 24 Correa dentada.

## 1.2 Planteamiento del Problema

En la empresa American Axle Manufacturing (AAM) se encuentran máquinas herramienta de alta tecnología pero también se encuentran unas que están por ser desechadas porque la mayor parte de sus componentes trabajan manualmente, y la producción de piezas no se da a vástago, para la realización de ultrasonido en la soldadura de las flechas cardán, según los datos proporcionados por PABSA S.A. DE C.V., COFEMSA S.A. DE C.V. y los supervisores de AAM son los valores siguientes:

Reporte hora por hora.

Hora	Nº de lote	pzas Inpeccionadas	pzas OK	Pzas NOK	Observaciones
1	84083947	40	40	0	
2	84083947	45	45	0	
3	84083947	42	41	1	
4	84083947	43	43	0	
5	84083947	26	25	1	
6	84083947	49	49	0	
7	84083947	35	30	5	
8	84083947	28	0	28	
9	84083947	43	43	0	
10	84083947	45	0	45	
11	84083947	36	36	0	
12	84083947	28	28	0	
		Total	total	total	
			460	380	80

Figura 25 Reporte diario de inspección.



Figura 26 Análisis del reporte diario de inspección.

### 1.3 Objetivos

#### Objetivo general

Proponer una mejora a la máquina herramienta de ultrasonido, para aumentar el número de ultrasonidos aplicados en las flechas cardan, mediante la innovación del mecanismo y estructura de ultrasonido, realizándolo en la empresa PABSA S.A de C.V. En colaboración con COFEMSA S.A de C.V. Y AAM.

### **Objetivos Específicos:**

- Realizar un diagnóstico al departamento de mejoramiento y servicios para visualizar la situación actual y la problemática que se presenta.
- Obtener un análisis y comparación de información de ambos casos de flechas inspeccionadas para ayudar al aumento de producción.
- Mejorar en el procedimiento de realización de ultrasonido a las flechas cardan de aluminio.
- Realizar de procedimiento correcto de llenado de reporte hora por hora de flechas inspeccionadas.

### 1.4 Definición de variables

N/A variables en el diseño del mecanismo.

### 1.5 Hipótesis

En el área de ultrasonido e inspección de la empresa American Axle Manufacturing especializada en flechas cardan, aumentara su índice de ultrasonidos aplicados a las flechas y disminuirá la pérdida económica por entrega de flechas a destiempo, al mejorar el mecanismo de giro de las flechas y aplicar más rápido la inspección de ultrasonido.

### 1.6 Justificación del Proyecto

La importancia de este proyecto podemos justificarla analizando la gran demanda de ultrasonidos a aplicar en la soldadura de las flechas, por ejemplo diariamente se pretende sacar un mínimo de contenedores los cuales varían en el número de flechas y tamaño por lo tanto si no se saca esa cantidad, se debe quedar el personal hasta cubrir la cantidad establecida.

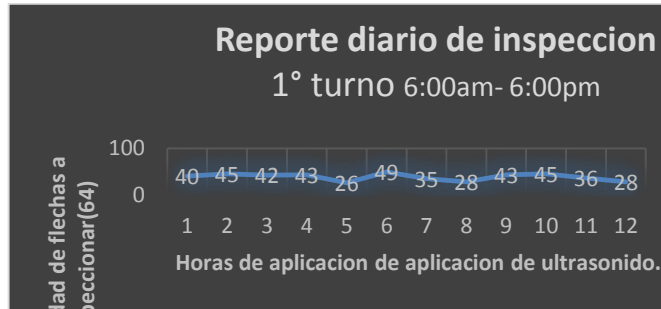


Figura 27 Reporte diario de entrega de flechas.

Como podemos observar en la figura 27, la cantidad de flechas inspeccionadas y entregadas para embarque no son las que se requirieren, puesto que el objetivo de entrega es de 64 piezas por hora, esto nos da que hay un promedio de 560 flechas entregadas a tiempo, cuando deberían ser 768 piezas para la entrega por turno, esto nos lleva a una gran pérdida económica si sabemos que cobran 0.16 dólares por cada flecha que no se entregue a tiempo y si sabemos que son un promedio de 208 piezas por turno y además dos turnos conforman un día, pero, y si queremos ver la pérdida económica a grandes rasgos, veámosla en 5 años y obtenemos lo siguiente:  $208 \times 2 = 416$  piezas,  $416 \times 0.16 = 66.56$  dólares, se pierden 66.56 dólares por día, y en un año serian  $365 \times 66.56 = 24,294.4$  dólares anuales y a largo plazo si esto sigue así en 5 años tan solo por no entregar a tiempo tendremos una pérdida de 121,472 dólares y parece poco pero si lo convertimos a pesos ya que al personal se le paga en pesos obtenemos que hay una pérdida de \$2,143,980.8 pesos anuales y en 5 años tenemos \$10,719,904 Pesos

Por eso nuestra propuesta de mejora al mecanismo de aplicación de ultrasonido.

## 1.7 Limitaciones y Alcances

### Alcances

- Aumentar el número de ultrasonidos aplicados en el área de ultrasonido.
- Aumentar el número de flechas entregadas en embarques de parte del área de ultrasonidos
- Disminuir las pérdidas económicas por parte de la falta de entrega de flechas a tiempo por parte del área de ultrasonido.

### Limitaciones

- El proyecto se realizara en varias fases por lo tanto mi propuesta quedara de antecedente para futuros proyectos.
- La realización del mecanismo no se llevara a cabo por seguridad, y sin un análisis y aprobación previa.

## 1.8 La Empresa

### **Pro Activity Business S.A. de C.V.**

a) **Dirección:** Pabsa calle Juan Pablo II 218 San Gerónimo León Guanajuato

b) **Misión, visión y objetivo de la empresa:**

- Misión

Transformar nuestra experiencia y conocimientos en sistemas de calidad y mantenimiento industrial, en soluciones integrales para nuestros clientes y nuestra gente, contribuyendo así en el logro de sus objetivos.



- Visión

Ser una empresa líder e innovadora enfocada en alcanzar el modelo de eficiencia y eficacia, manteniendo relaciones estratégicas con empleados, proveedores y clientes.

- Valores

Eficiencia.

Eficacia.

Compromiso.

Innovación.

Profesionalismo.

Honestidad.

c) procesos que se realizan en la empresa:

Principales productos y/o servicios que ofrece.;

Soporte a Sistemas de Producción y Calidad, Mantenimiento industrial,  
Cursos y Entrenamiento

d) mercado de impacto de los productos o servicios brindados por la empresa:

Servicios al ramo automotriz, enfocados al mejoramiento continuo de los procesos productivos.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

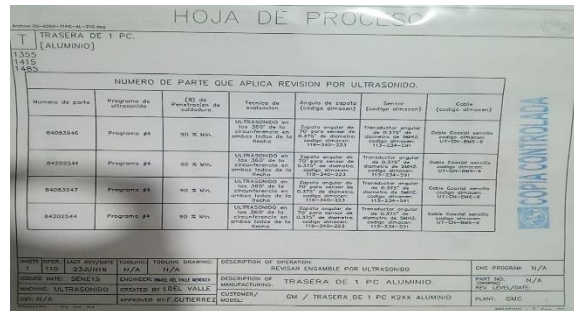
En este trabajo se utilizó la metodología de la información.

Estos son los pasos que se utilizaron:

- Seleccionar el problema.
- Clarificar y cuantificar el problema.
- Analizar las causas raíz.
- Establecer niveles exigidos.
- Definir y programar las soluciones.
- Implantar y verificar las soluciones.

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

La información recopilada son; Los criterios de aceptación de la piezas a las cuales se les realiza el ultrasonido, los reportes de inspección de hora por hora, la hoja de procesos y los reportes de producción de línea a los cuales muestro a continuación:



HOJA DE PROCESO

TRASERA DE 1 P.C. (ALUMINIO)

1355  
1418  
1485

NUMERO DE PARTE QUE APLICA REVISION POR ULTRASONIDO.

Numero de parte	Programa de ultrasonido	ISO de Partición de revisión	Tiempo de ultrasonido	Angulo de zapata (Grados) (Sensor)	Sensor (Codigo sensor)	Cable (Codigo cable)
84083946	Programa #1	90 % Min.	ULTRASONIDO EN 360° DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA PIEZA, PARA LA INSPECCION DE LA SUPERFICIE DE LA PIEZA.	Zapata angular de 70° de radio de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Transductor angular de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Cable Control cable 0705-00000
84202441	Programa #1	90 % Min.	ULTRASONIDO EN 360° DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA PIEZA, PARA LA INSPECCION DE LA SUPERFICIE DE LA PIEZA.	Zapata angular de 70° de radio de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Transductor angular de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Cable Control cable 0705-00000
84083947	Programa #1	90 % Min.	ULTRASONIDO EN 360° DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA PIEZA, PARA LA INSPECCION DE LA SUPERFICIE DE LA PIEZA.	Zapata angular de 70° de radio de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Transductor angular de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Cable Control cable 0705-00000
84202444	Programa #1	90 % Min.	ULTRASONIDO EN 360° DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA PIEZA, PARA LA INSPECCION DE LA SUPERFICIE DE LA PIEZA.	Zapata angular de 70° de radio de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Transductor angular de 0.375" de diámetro. 118-340-223	Cable Control cable 0705-00000

DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN: REVISAR ENSAMBLE POR ULTRASONIDO

CNC PROGRAM: N/A

DATE: 08/11/2016

TIME: 13:30:00

OPERATOR: J. GUTIERREZ

DESCRIPTION OF MANUFACTURING: TRASERA DE 1 P.C. ALUMINIO

CUSTOMER/ MODEL: GM / TRASERA DE 1 P.C. K2XX ALUMINIO

PLANT: OMC

Figura 28 Hoja de procesos.

Para saber de qué trata la información que se mostró anteriormente en la figura 28, comenzaremos explicando la hoja de proceso en la cual es la primordial para saber a qué pieza se le va a poder realizar el ultrasonido y además la podemos identificar por el número de parte ubicada en la etiqueta, poco después tenemos que tipo de programa se ocupara para la realización de ultrasonido. Un criterio que se toma muy importante es el porcentaje de penetración en este caso es igual para todos, por lo menos debe tener un 90% Min, También se debe tener en cuenta la técnica de evaluación, consiste en que el Ultrasonido debe ser en los 360° de la circunferencia en ambos lados de la flecha, para sin importar el número de parte de la flecha a inspeccionar.

Algo aún más importante que se debe tener en cuenta es el ángulo de la zapata, este ira dependiendo del grosor del tubo y las especificaciones de evaluación a las flechas, por ejemplo el de la flecha con número de parte 84083947 se ocupara una zapata angular de 70° para un sensor de 0.375" de diámetro, la zapata tendrá su respectivo código de almacén (118-340-223) para ubicarlo en caso de auditoria, posteriormente tendremos que ubicar también el sensor o transductor de igual manera se ocupara uno angular de 0.375" de diámetro de 5 MHZ, por ultimo tenemos que ubicar el cable

correcto para la zapata y el transductor que por consecuencia deben unirse las tres partes, el cable que se ocupara es el cable coaxial sencillo con su código de almacén UT-CN-BM6-6.



Figura 29 Manual de criterios de evaluación.

Una vez que sabemos los criterios generales del proceso de ultrasonido, continuaremos con la explicación del proceso de aceptación hasta llegar al punto importante. En la figura 29 se puede observar que es la hoja principal de los criterios de aceptación para las piezas de aluminio de una pieza: Una pieza es aceptable cuando la penetración es mayor o igual a 90%, Por ejemplo en la figura 30 nos muestra que esta pieza es aceptada de acuerdo a que la amplitud observada es menor al 10%( en la pantalla muestra un 7% de amplitud). Lo cual indica que la penetración es aproximadamente de un 90 a 93%.



Figura 30 Pieza aceptable.

También tenemos los criterios de porque no son aceptables las piezas, así como se muestra en la imagen 31, estos criterios son:

- Toda amplitud al 10% es aceptable
- Toda amplitud mayor al 10% es NO aceptable a lo largo del cordón de soldadura, no aplica para la zona de traslape.



Figura 31 Pieza no aceptable.

Otros criterios de aceptación son de acuerdo a la altura de pico, como los que se muestran en la imagen 32, Aquí nos dice que los picos que se encuentren por debajo de la raya o compuerta son aceptables porque la soldadura tiene un 90% de penetración pero también se debe medir el pequeño pico con un flexómetro, por lo contrario si el pico rebasa la raya o compuerta la pieza no es aceptable, además también se debe medir el pico con un flexómetro puesto en la circunferencia porque el pico nos indica que tiene menos del 90% de penetración.



Figura 32 Criterios de aceptación de acuerdo a la altura de pico.

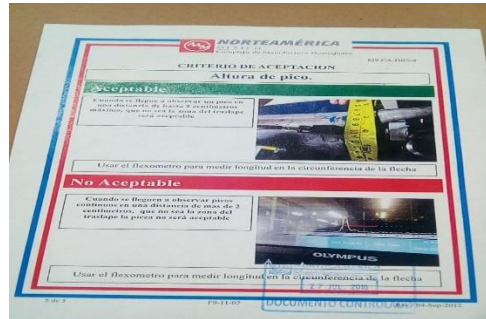


Figura 33 Criterio medición con flexo metro.

Ahora que ya tenemos el proceso de aceptación y los criterios de evaluación continuamos con el análisis de los reportes de contenedores y de hora por hora. A los operadores de les pide un máximo de 64 flechas por hora sin embargo de acuerdo a los reportes no se logra alcanzar esa meta, ya que hay muchos factores que afectan el rendimiento de la aplicación del ultrasonido, uno por ejemplo es la estructura y mecanismo que se ocupa, ya es demasiado anticuado y el operador de cansa al aplicar el giro de la flecha, en la imagen 34 y 35 como se ve a continuación

Inspectores		LINEA		FECHA	
Martín Rodríguez Barreto		Ultrasonido (L1-L5)		23/Feb/2018	
Hora	Número de contenedor	Número de parte	Número de piezas	Estatus	Observaciones
1	06:00 AM	500692504	84083946	42	Completo
2	06:53 AM	500692552	84083948	42	Completo
3	07:48 AM	500692613	84083946	42	Completo
4	08:36 AM	500692678	84083946	42	Completo
5	09:58 AM	500692702	84083946	42	Completo
6	10:34 AM	500692756	84083946	42	Completo
7	11:45 AM	500692813	84083946	42	Completo
8	12:23 PM	500692879	84083946	42	Completo
9	13:00 PM	500692923	84083946	42	Completo
10	13:47 PM	500692932	84083946	42	Completo
11					
12					
13					
14					

Figura 34 Reporte 1 de contenedores.

Inspectores		LINEA			FECHA	
Martín Rodríguez Barreto		Ultrasonido (L1-L5)			23/Feb/2018	
Hora	Número de contenedor	Número de parte	Número de piezas	Estatus	Observaciones	
1	02:56 PM	500692967	84083946	42	Completo	
2	03:35 PM	500693021	84083946	42	Completo	
3	04:00 PM	500693117	84083946	42	Completo	
4	04:34 PM	500693223	84083946	42	Completo	
5	06:00 PM	500693331	84083946	42	Completo	
6	06:35 PM	500693446	84083946	42	Completo	
7	07:52 PM	500693555	84083946	40	Incompleto	Poca penetración en la soldadura de los extremos de la flechas.
8	08:42 PM	500693609	84083946	42	Completo	
9	09:57 PM	500693713	84083946	38	Incompleto	Poca penetración en la soldadura de los extremos de la flechas.
10						
11						
12						
13						
14						

Figura 35 Reporte 2 de contenedores.

Es el primer reporte en el cual observamos que hay un promedio de 52 flechas por hora, cuando en realidad deben de ser 64, ahora si lo vemos en una gráfica observamos lo siguiente;

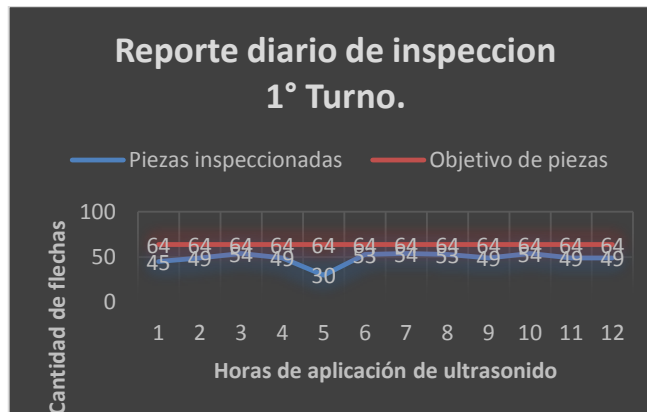


Figura 36 Grafica de flechas inspeccionadas en 12 horas.

Desde un principio podemos asegurar que hay un pequeño número de 10 flechas para poder llegar al objetivo y tal vez digamos que son pocas pero si hacemos un pequeño calculo tenemos un promedio de 49 flechas por hora, nuestro objetivo son 64 flechas por hora, si realizamos una resta obtenemos que  $64 - 49 = 15$ , estas 15 flechas son las que quedan pendiente por hora, ahora las multiplicamos por 12 que son las horas a inspeccionas y tenemos;  $15 \times 12 = 180$  flechas, estas son las que hacen falta para llegar al objetivo y esto nos lleva a una gran pérdida económica sin antes

evaluar los valores del segundo y tercer turno que en conjunto hacen el segundo reporte de piezas inspeccionadas tal y como lo vemos en la siguiente grafica;

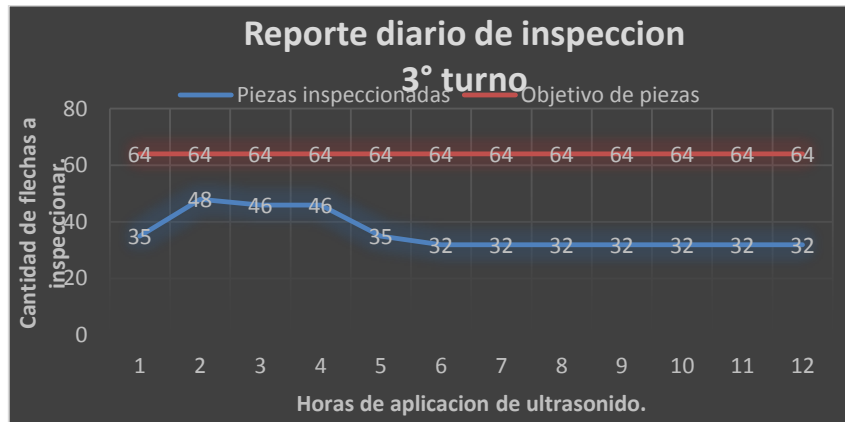


Figura 37 Grafica 2 Reporte de tercer turno.

En la figura 37 podemos observar que nos quedamos demasiado abajo del objetivo de piezas, aproximadamente nos quedamos abajo con un promedio de 36 piezas abajo del objetivo general de piezas por cada hora, ahora vamos a hacer unos pequeños cálculos para ver las pérdidas que tenemos en este caso por no llegar al número de piezas para embarque con su ultrasonido aplicado, recordamos que aquí tenemos los siguientes datos:

2° turno

- 12 horas trabajadas
- 36 piezas por hora
- Objetivo 64 piezas

Una vez que tenemos estos datos, sacaremos el número de flechas q faltan para llegar al objetivo y el total de flechas que estas faltan al final del reporte;  $64-36=28$  flechas, tenemos que nos hace falta 28 flechas por hora para llegar al objetivo y además tenemos que  $28*12=336$  flechas son las que por turno se están quedando atrás, de acuerdo al objetivo por turno.

Por ultimo analizaremos la estructura donde se colocan las flechas para realizarle el ultrasonido en ambos lados, observamos que es muy incómodo porque es una base de acero que se complementa con cuatro partes de madera o plástico para poner las



flechas y ahí colocarlas y después girarlas con la mano para poder aplicarle el ultrasonido, unos de los detalles que observamos es la gran fricción que tiene la flecha con la parte de plástico, tal es el caso que los operadores,



*Figura 38 Base para colocación de flechas actual.*

Terminan muy cansados de las manos, y es una de las causa por la cual no se realiza el ultrasonido a mas flechas, otra causa es la estructura es demasiada antigua por lo cual para aumentar el número de piezas propondremos una mejora.

Una vez que analizamos una gran cantidad de información, he observado que el operador termina demasiado cansado y que la estructura de la base donde se aplica el ultrasonido es muy antigua y ya casi obsoleta, proponemos una mejora a la base de donde se colocan las flechas para aumentar el rendimiento del operador y así poder aumentarla cantidad de flechas por hora.

En pocas palabras la propuesta es una mejora al mecanismo y estructura para poder acelerar el proceso de ultrasonido mediante un rediseño de sí misma ubicada en la planta de AAM.

## Diseño de base y estructura del mecanismo.

1. Se realiza los primeros planos en AutoCAD así como se ve en la imagen siguiente:

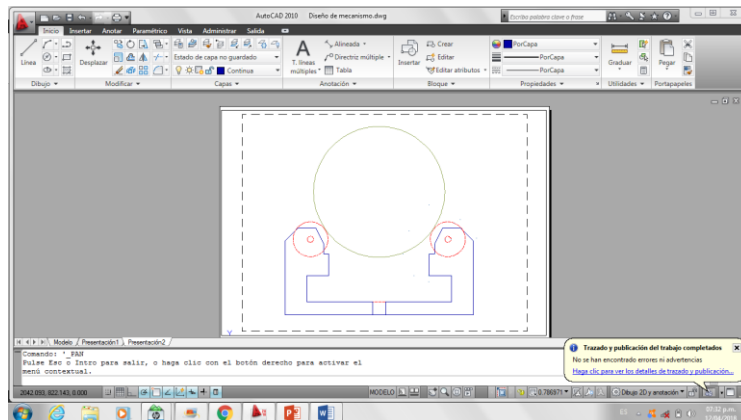


Figura 39 Diseño de base de rodamientos.

2. Una vez que tenemos el diseño de una de las partes del mecanismo de giro procedemos al siguiente paso que es el acotamiento del plano.

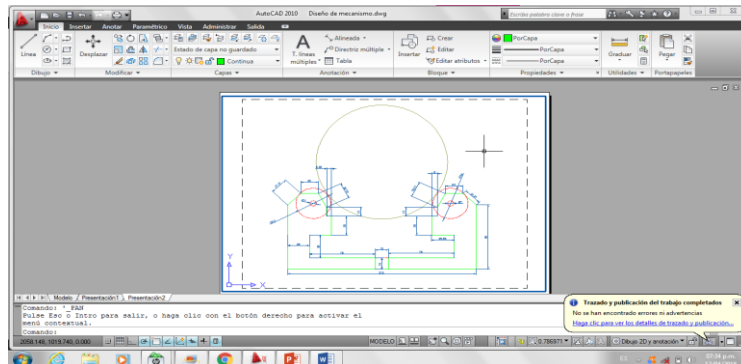


Figura 40 Acotaciones de diseño para sujeción.

3. Para nuestro diseño a un faltan partes así que ahora diseñaremos una pequeña base donde colocaremos los mecanismos que ayudaran a girar la flecha, estas pequeñas

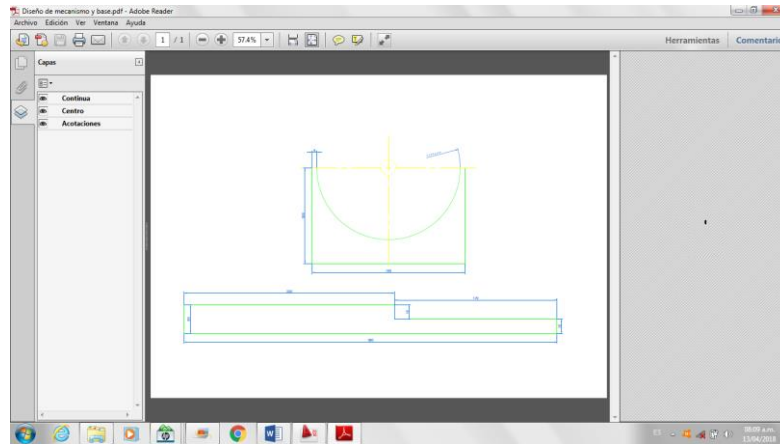


Figura 41 Diseño y acotación de base.

- Una vez que tenemos los diseños de la placa, diseñaremos la parte sostenedora de la placa con las siguientes medidas así como se muestra en la imagen siguiente:

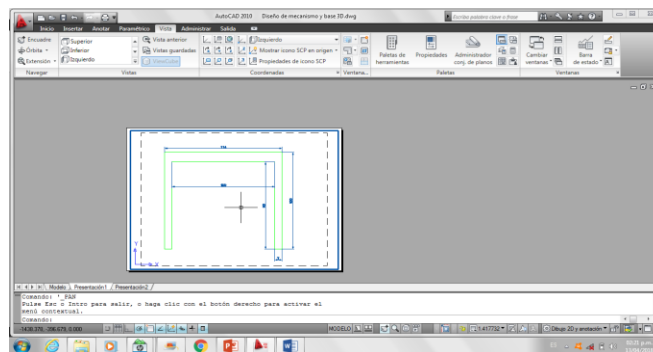


Figura 42 Diseño y acotación de base sujetadora.

- Una vez terminadas estas partes del mecanismo, la estructura y la base donde estará colocado todo el conjunto no se diseñaran puesto que ya hay una mesa banco que no se ocupa en la actualidad pero lo podemos ocupar sin ningún problema.
- Se visualizan las piezas en 3D para su mejor comprensión y después unir las así como se muestra en la figura 43:

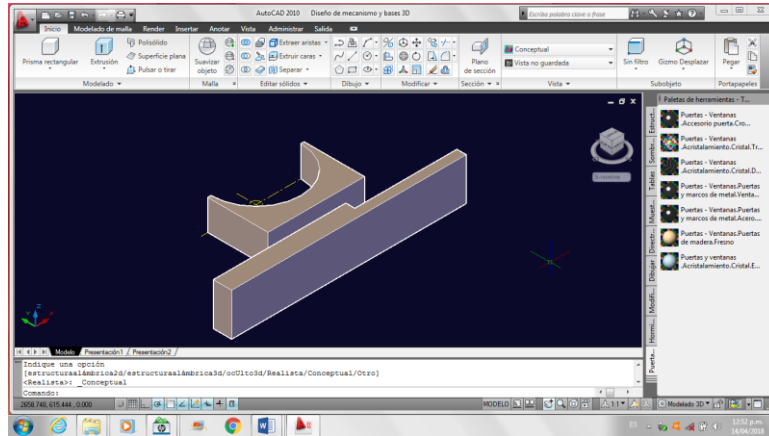


Figura 43 Bases

7. Ya diseñada la estructura unimos las partes de los mecanismos que ayudaran a girar la flecha así como se ve en la siguiente:

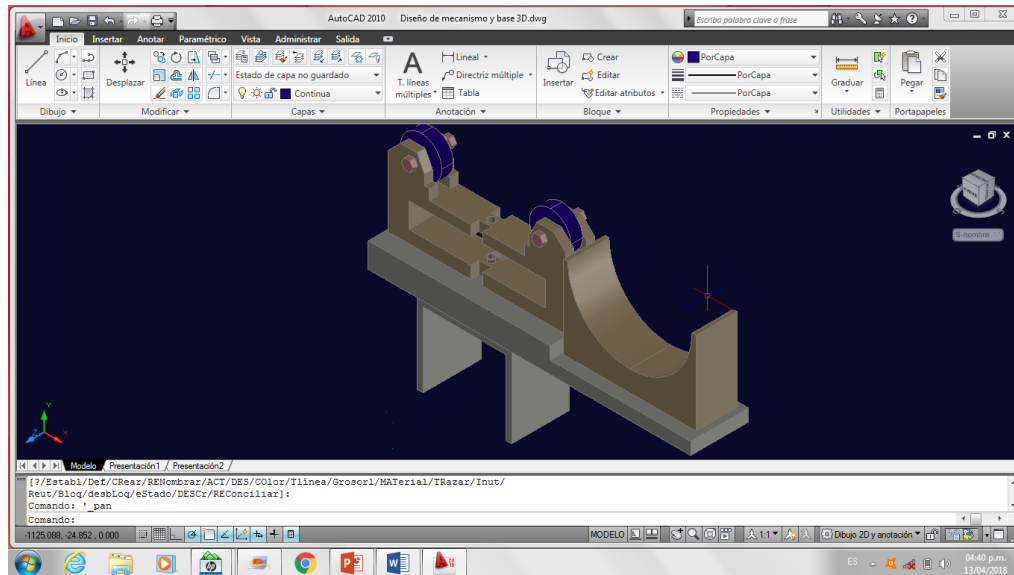


Figura 44

- 8.-Una vez que obtuvimos una parte volvemos a realizar el mismo paso para obtener dos, ya que se ocuparan para colocar la flecha, que posteriormente pondremos el diseño de la misma:

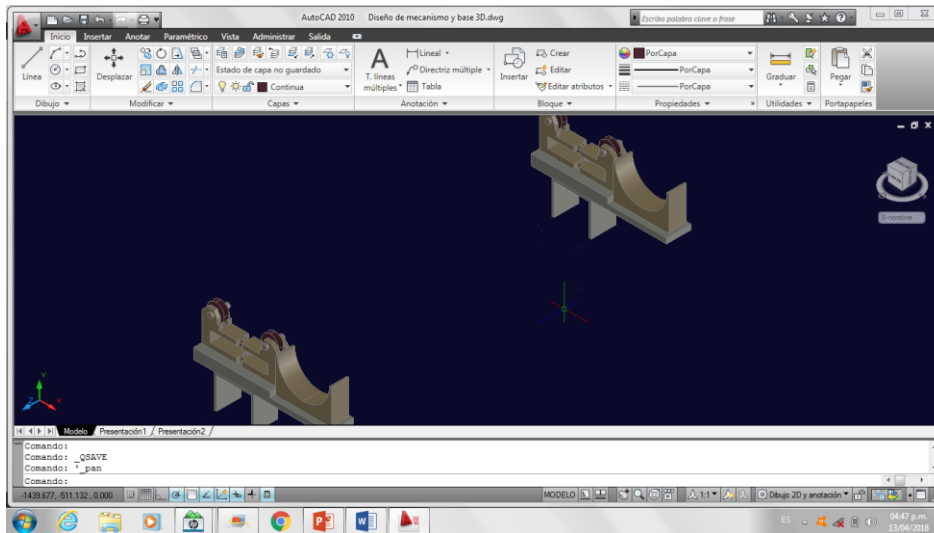


Figura 45 Bases terminadas y ensambladas.

9.-Una vez terminados los mecanismos procedemos a colocar el tubo que simulara a hacer la flecha para que se visualice como es que girara dicha pieza para la realización del ultrasonido, así como se ve en la figura 46:

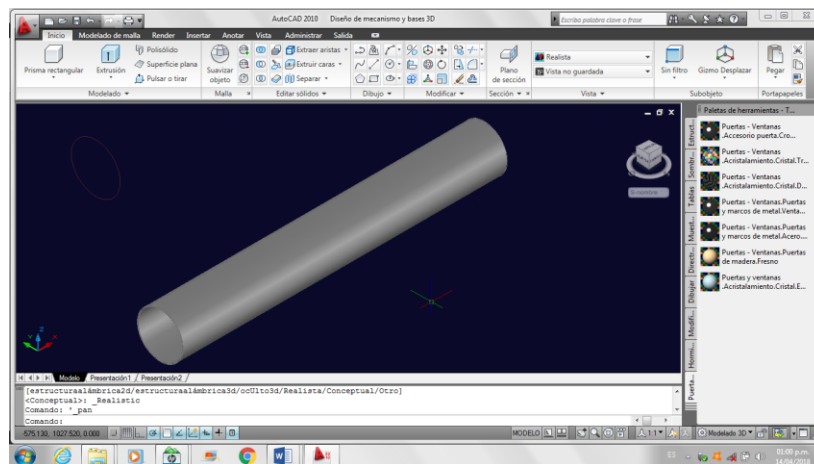


Figura 46 Flecha de aluminio.

10.-Ya teniendo todas las flechas realizadas en el programa AutoCAD, procedemos a ensamblar una por una para visualizar mejor el mecanismo y la estructura así como se observa en la figura 47:

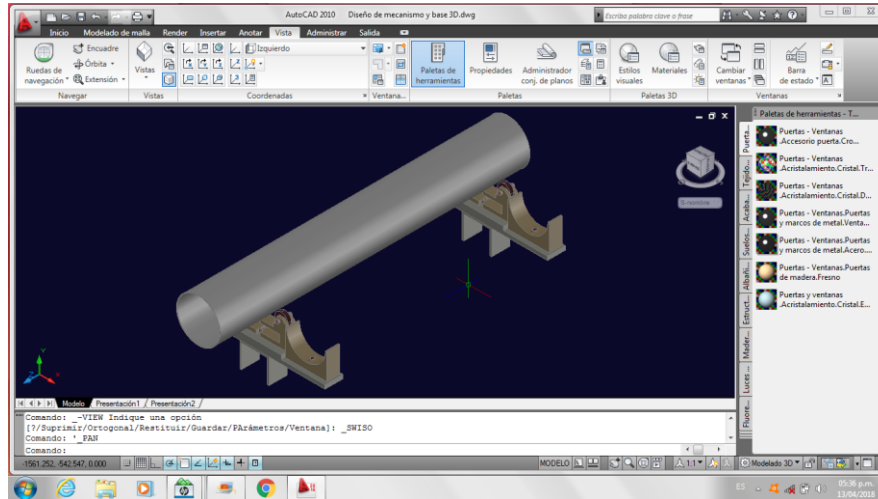


Figura 47 Diseño de mecanismo de giro de las flechas cadav.

11.-Para la fabricación de este mecanismo tenemos los siguientes datos:

**Presupuesto para fabricacion de mecanismo de giro de flechas para la aplicación de ultrasonido**

**Precio del material para las piezas a fabricar.**

Piezas	Cantidad de piezas	Precio unitario	Precio total
Diseño de base y mecanismo	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
Bujes	4	\$ 45.00	\$ 180.00
tuercas	4	\$ 15.00	\$ 60.00
Tornillo de 7/32 de 53mm	4	\$ 48.00	\$ 192.00
Tornillos de 7/32 de 12mm	4	\$ 36.00	\$ 144.00
Arandelas	4	\$ 8.00	\$ 32.00
Rodamientos	4	\$ 25.00	\$ 100.00
Base de mesa	2	\$ 480.00	\$ 960.00
Base sujetadora	2	\$ 230.00	\$ 460.00
Base sostenedora	2	\$ 250.00	\$ 500.00
Mecanismo	2	\$ 950.00	\$ 1,900.00
		\$ 3,887.00	\$ 6,328.00
		<b>Total a pagar mas iva:</b>	<b>\$ 7,340.48</b>

**Costo por fabricacion de todas las partes**

El costo total de fabricacion es de	\$ 18,450.00
Pago al personal por instalacion	\$ 400.00
El costo total por envio + iva	\$ 1,450.00
Otros	\$ 12,550.00
<b>Total</b>	<b>\$ 32,850.00</b>

El total general \$ **40,190.48**

Figura 48 Presupuesto de proyecto.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1 Resultados

Se presentó esta investigación y propuesta a los directivos de la empresa y como consecuencia se realizó un pequeño desacuerdo entre ellos pues 5 de los 11 jefes de las áreas estaban de acuerdo con su fabricación pero por último se ocupará para un posterior proyecto, se guardará como antecedente de la empresa y si es el caso en su posible fabricación del mismo, cabe destacar que se cumplieron todos los objetivos mencionados.

### 4.2 Trabajos Futuros

Elegir el material más adecuado de acuerdo a las características y especificaciones del cliente, así como las características y las dimensiones del material a evaluar.

### 4.3 Recomendaciones

Se sugiere que si se pretende automatizar se cambie el tipo de base a una de sujeción de vía puesto que la mesa donde irá sujeta debe ser más firme y de menos espacio para la puesta de sensores y pistones hidráulicos.

## ANEXOS

- N/A



## BIBLIOGRAFÍA

- **Referencias**

- El metodo de esnsayo no destructivo basado en el metodo de memoria del sonido y sus fundamentos fisicos. (martes de enero de 2013). *Antola publicacion*, págs. 32-45. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Roberto\\_Suarez-Antola/publication/236027885\\_El\\_metodo\\_de\\_ensayo\\_no\\_destructivo\\_basado\\_en\\_la\\_memoria\\_magnetica\\_de\\_los\\_metales\\_y\\_sus\\_fundamentos\\_fisicos/links/0deec515dbe12a6adf000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Suarez-Antola/publication/236027885_El_metodo_de_ensayo_no_destructivo_basado_en_la_memoria_magnetica_de_los_metales_y_sus_fundamentos_fisicos/links/0deec515dbe12a6adf000000.pdf).
- El universal. (2018). *Conseptos de ultrasonido*. españa: Luz solar. Recuperado el martes de Enero de 2018, de <http://www.eluniversal.com/articulos/octubre/25/luzsolar.html>
- Firestone. (12 de diciembre de 1940). Pruebas de mecanismos para ensayos de ultrasonido . *El principio del sonar*. españa.
- Firestone, D. (5 de febrero de 2008). <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3756/INSPECCIONYCONTRO L.pdf?sequence=1>. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3756/INSPECCIONYCONTRO L.pdf?sequence=1>: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3756/INSPECCIONYCONTRO L.pdf?sequence=1>
- Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Edificio "U", Ciudad Universitaria, Francisco J. Mújica, EspañaG. A. López . ( (1999)). Estudio de la intercara de uniones entre metales disímiles por medio de ultrasonido. *Revista de Metalurgia, Vol 35, No 1, 5*.

- Mulhauser. (22 de mayo de 1931). Patente. *Mecanismo para detectar defectos solidos con ultrasonido*.
- Simons. (24 de enero de 1945). Patente de ondas ultrasonicas. *Patente*.
- suarez, R. (2012). El metodo de ensayo no destructivo basado en la memoria de los metales y sus fundamentos fisicos. (R. suarez, Ed.) *Antola*, 29. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Roberto\\_Suarez-Antola/publication/236027885\\_El\\_metodo\\_de\\_ensayo\\_no\\_destructivo\\_basado\\_en\\_la\\_memoria\\_magnetica\\_de\\_los\\_metales\\_y\\_sus\\_fundamentos\\_fisicos/links/0deec515dbe12a6adf000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Suarez-Antola/publication/236027885_El_metodo_de_ensayo_no_destructivo_basado_en_la_memoria_magnetica_de_los_metales_y_sus_fundamentos_fisicos/links/0deec515dbe12a6adf000000.pdf).
- Veronica, G. M. (4 de Diciembre de 2013). Tecnica no destructiva para el estudio de monnumentos. *Tesis*. España, sevilla, sevilla.