



Reporte Final de Estadía

Daniela Amador Hernández

Puesta en marcha de equipo de ultrasonido
industrial con arreglo de fases



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de
Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Reporte que para obtener el título de
Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Proyecto de estadía realizado en la empresa:
Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz.

Nombre del proyecto:
*“PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO DE ULTRASONIDO INDUSTRIAL CON
ARREGLO DE FASES”.*

Presenta:
T. S. U. Daniela Amador Hernández.

Cuitláhuac Ver., a 20 de abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de
Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Nombre del Asesor Industrial:
Ing. Juan Manuel Pacheco Sánchez.

Nombre del Asesor Académico:
Ing. Raúl Velasco Muñoz.

Jefe de Carrera:
Ing. Gonzalo Malagón González.

Nombre del Alumno:
T. S. U. Daniela Amador Hernández.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto.

A mis padres David Amador Acateca y María Isabel Hernández Morales, quienes me han apoyado incondicionalmente en todos los aspectos a lo largo de mi vida, tanto económicos, como emocional, quienes han sido mis maestros de vida, impulsandome a lograr mis objetivos, y corregido cuando ha sido necesario.

A mi pareja, que de la misma manera he tenido su apoyo incondicional a lo largo de la carrera universitaria.

A los ingenieros que a lo largo de la ingeniería han sido maestros participes del aprendizaje que obtuve, quienes me extendieron conocimientos teóricos y prácticos respecto a la carrera, y a su vez lecciones y consejos de vida.

RESUMEN

Para la realización de prácticas universitarias, la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz (UTCv) cuenta con equipos de ultrasonido industrial como lo son: el equipo “SDT 270” y el equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases (PA) “OmniScan SX”, estos pueden ser utilizados por los docentes en la impartición de clases de conocimiento y competencias referentes a “Ensayos no destructivos”.

Una problemática que se presenta en la universidad es que no se cuenta con un manual actualizado del equipo de ultrasonido con arreglo de fases y tampoco no se tienen definidas las características de los componentes de este equipo (OmniScan SX PA 16:64PR).

El objetivo de este proyecto es un manual de prácticas para el equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases que determine la manipulación del equipo, así como la definición de sus características y especificaciones, para poder utilizar el equipo de ultrasonido con arreglo de fases adecuadamente, el cual se lograra mediante la obtención de especificaciones del equipo, generación de listados de componentes, manipulación adecuada y generación de prácticas basadas en el buen uso de este equipo.

Las ventajas de poseer este manual son que se facilitaran más las prácticas y la comprensión del equipo industrial, lo cual es importante para la institución educativa, que busca facilidades en la instrucción y desarrollo de aprendizaje.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
Capítulo 1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 <i>Introducción</i>	6
1.2 <i>Estado del Arte</i>	6
<i>OmniScan SX</i>	6
<i>Arreglo de fases</i>	8
1.4 <i>Objetivos</i>	9
1.7 <i>Justificación del Proyecto</i>	10
1.3 <i>Planteamiento del Problema</i>	11
1.8 <i>Limitaciones y Alcances</i>	11
1.9 <i>Datos de la empresa</i>	11
Capítulo 2 METODOLOGÍA	14
Capítulo 3 DESARROLLO DEL PROYECTO	16
3.1 <i>Reconocimiento del área y procesos de almacén</i>	16
3.2 <i>Familiarización con los equipos de almacén</i>	19
3.3 <i>Reconocimientos de equipos y accesorios del equipo de ultrasonido industrial PA</i>	25
3.3.1 <i>Detector de defectos Ultrasonico OmniScan SX PA 16:64PR</i>	25
3.3.2 <i>Zapatillas</i>	32
3.3.3 <i>Palpadores de ultrasonido Phased Array</i>	41
3.3.4 <i>Mini Encoder LEMO 2.25M (Mini Wheel)</i>	49
3.3.5 <i>Bloque patrón (Calibrations block)</i>	54
3.4 <i>Elaboración de un listado de partes del equipo y accesorios</i>	55
3.5 <i>Investigar sobre el uso y manipulación del equipo</i>	60
3.6 <i>Prácticas de estudio y manejo del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases</i>	65
3.7 <i>Elaboración del manual de práctica</i>	65
Capítulo 4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES	66
4.1 <i>Resultados</i>	66
4.2 <i>Trabajos Futuros</i>	67

4.3 Recomendaciones.....	67
ANEXOS	68
<i>Cronograma de actividades.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla del equipo de ultrasonido industrial OmniScan SX y accesorios.....</i>	<i>69</i>
<i>Portada del manual de práctica.....</i>	<i>72</i>
BIBLIOGRAFÍA.....	73
Bibliografía	73

Tabla de ilustraciones

Fig. 1-1 Equipo de ultrasonido PA OmniScan SX PA.....	7
Fig. 1-2 Arreglo de fases.....	9
Fig. 1-3 Plano de la ubicación de la Universidad Tecnológica del centro de Veracruz.....	13
Fig. 3-1 Organigrama del personal de almacén.....	16
Fig. 3-2 Croquis del taller de mantenimiento.....	18
Fig. 3-3 Equipos especiales.....	19
Fig. 3-4 Gabinete de equipos de medición.....	20
Fig. 3-5 Gabinete de herramientas (multímetros, llaves, pinzas, etc.).....	20
Fig. 3-6 Gabinete de desarmadores.....	21
Fig. 3-7 Material de soldadura.....	21
Fig. 3-8 Material de neumática.....	22
Fig. 3-9 Material de hidráulica.....	22
Fig. 3-10 Material de automatización.....	23
Fig. 3-11 Material de electrónica.....	23
Fig. 3-12 Líquidos peligrosos.....	24
Fig. 3-13 Proyectores.....	24
Fig. 3-14 Botiquín de emergencia.....	25
Fig. 3-15 Detector de defectos Ultrasónico OmniScan SX PA 16:64PR.....	26
Fig. 3-16 Zapata SA00-N45S.....	33
Fig. 3-17 Zapata SA00-N60S.....	34
Fig. 3-18 Zapata SA10-OL.....	34
Fig. 3-19 Zapata SA10-N55S.....	35
Fig. 3-20 Zapata SA12-OL.....	35
Fig. 3-21 Zapata SA12-N55S.....	36
Fig. 3-22 Zapata SAWS-N60S.....	36

Fig. 3-23 Parámetros de la Zapata.....	38
Fig. 3-24 Diámetro exterior axial.....	39
Fig. 3-25 Diámetro exterior circunferencial.	39
Fig. 3-26 Diámetro exterior esférico.	40
Fig. 3-27 Diámetro interior axial.	40
Fig. 3-28 Diámetro interior circunferencial.....	40
Fig. 3-29 Parámetros de la zapata.....	41
Fig. 3-30 Palpador con zapata integrada.....	45
Fig. 3-31 Palpador universal 5L16-A10.....	47
Fig. 3-32 Palpador universal 5L64-A12.....	47
Fig. 3-33 Palpador de huella pequeña.....	49
Fig. 3-34 Mini Encoder LEMO 2.25M.....	50
Fig. 3-35 Especificaciones del Mini Encoder LEMO 2.25M.	51
Fig. 3-36 Mini encoder LEMO 2.25M (Partes).	53
Fig. 3-37 Kit de soporte de montaje.....	53
Fig. 3-38 Desarmador de llave Hexagonal.....	54
Fig. 3-39 Calibración a cero grados.	61
Fig. 3-40 Ej. De práctica de END.	62
Fig. 3-41 Ej. 2 de práctica con equipo de ultrasonido.	63
Fig. 3-42 Portada del libro de Ultrasonido Industrial.....	64
Tabla 2-1 Diagrama de Gantt que ilustra las actividades desarrolladas del proyecto de estadía.	14
Tabla 3-1 Vale de solicitud de material.....	19
Tabla 3-2 Data Sheet OmniScan SX PA 16:64 PR.....	31
Tabla 3-3 Parámetros de la zapata con OmniScan.....	41
Tabla 3-4 Bloque patrón.....	55
Tabla 3-5 Lista de accesorios del equipo de UT OmniScan SX PA 16:64PR.....	59

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción.

El presente proyecto “Puesta en marcha de equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases” se llevó a cabo en el área de almacén del taller de mantenimiento de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz de Cuitláhuac, como su nombre lo dice se pretende realizar un manual de prácticas para el equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases que determine la manipulación del equipo, así como la definición de sus características y especificaciones, para poder utilizar el equipo de ultrasonido con arreglo de fases adecuadamente, de esta manera se ampliara los conocimientos dentro del Área de Mantenimiento Industrial y a su vez estandarizar las prácticas de la materia de ensayos no destructivos.

1.2 Estado del Arte

OmniScan SX

Olympus se enorgullece en presentar el nuevo equipo OmniScan® SX. Este detector de defectos se beneficia de más de veinte años de experiencia en el ámbito de la tecnología *phased array*, manteniendo la misma identidad de la familia OmniScan. Para facilitar aún más su utilización, el OmniScan SX presenta una cómoda pantalla táctil de 8,4" (21,3 cm). El OmniScan SX, equipo no modular y de un solo grupo, es fácil de operar y rentable para aplicaciones menos exigentes.

El equipo OmniScan SX viene en dos modelos: la unidad SX PA y la unidad SX UT. La unidad SX PA está dotada de la capacidad *phased array* de 16:64PR (ver Fig. 1-1) y, al igual que la unidad SX UT, cuenta con un canal UT convencional para inspecciones mediante las técnicas Pulso y Eco, Emisión y Recepción o TOFD. Comparado con el equipo OmniScan MX2, el equipo SX es un 33 % más ligero y un 50 % más pequeño, lo que permite un nivel de portabilidad sin precedentes que distingue a este nuevo miembro de la familia OmniScan. (OLYMPUS, s.f.)



Fig. 1-1 Equipo de ultrasonido PA OmniScan SX PA.

El nuevo OmniScan cuenta con nuevas características que aumentan la funcionalidad software en el campo de la soldadura y corrosión.

Bajo el incentivo continuo de desarrollo, la interfaz del software ha sido simplificada, y su tiempo de respuesta ha sido optimizado para proporcionar la mejor experiencia a nuestros clientes.

Nuevas funciones y características:

- Exportación de representaciones C-Scan.
- Nuevas representaciones por grupos combinados
- Intercalación
- Análisis de la ganancia de atenuación
- Desplazamiento de los diseños de pantalla para una fácil interpretación
- Accesibilidad mejorada con menús más interactivos
- Menús y asistentes optimizados
- Escaneo compuesto integrado
- Trazo del rayo de la forma curva para soldaduras longitudinales

Para las aplicaciones que requieren una configuración de múltiples sondas, los diseños de pantalla de múltiples grupos han sido mejorados para que la configuración del escáner pueda reflejarse en la interfaz del usuario. La posición de los diferentes escaneos se determina en función de su distancia hacia el centro de la soldadura, lo cual brinda un diseño de pantalla comprensible y dinámica.

Arreglo de fases.

La tecnología de arreglo por fases ultrasonido (evaluaciones no destructivas) se ha utilizado para resolver algunos problemas como:

- Detectar grietas localizadas a diferentes profundidades con diferentes orientaciones utilizando un solo probador en una sola posición.
- Para detectar pequeñas grietas producidas por SCC (Stress Corrosión Cracking) en algunos componentes como turbinas.
- Donde se requiere incrementar la exactitud de detección, localización, tamaño y orientación de defectos críticos.
- Donde se requiere proporcionar reportes de fácil interpretación e inmediata documentación,

Básicamente el arreglo de fase por ultrasonido incorpora probadores con elementos múltiples (Cristales) con un control por computadora de cada elemento en tiempo para obtener imágenes de tiempo real y simplificar el método de prueba no destructiva. (García, s.f.)

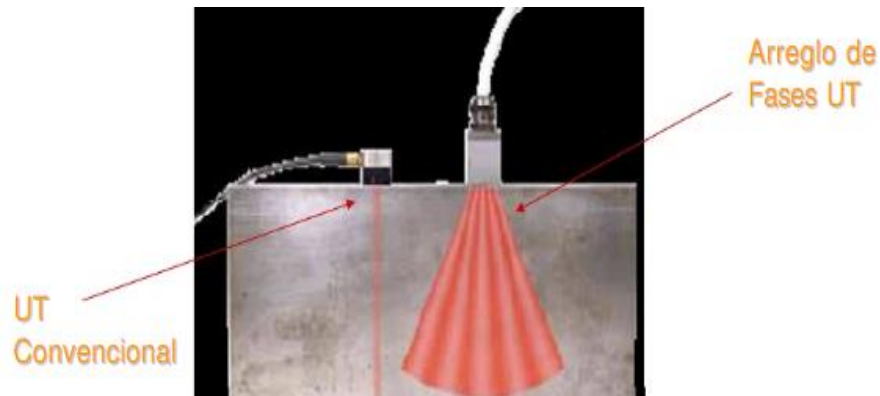


Fig. 1-2 Arreglo de fases.

La tecnología de arreglo de fases es la habilidad de modificar electrónicamente las características acústicas del palpador (Fig. 1-2). Las modificaciones al palpador se realizan introduciendo retardos de tiempo en las señales enviadas (pulso) y recibidas (eco) por los elementos individuales de un rango. Cualquier técnica ultrasónica para detección y medición de defectos puede ser aplicada utilizando Palpadores de arreglo de fases.

Las mayores ventajas que proporciona la técnica de arreglo de fases por ultrasonido son:

- ✓ **Velocidad.** La tecnología de arreglo de fases permite barridos electrónicos, los cuales típicamente son de mayor velocidad y exactitud que los barridos manuales.
- ✓ **Flexibilidad.** Un probador de arreglo por fases, puede cubrir una amplia gama de aplicaciones a diferencia del método convencional.
- ✓ **Configuración electrónica.** Las configuraciones se cargan en forma sencillas como archivos. Los parámetros son fácilmente configurados por PC.
- ✓ **Reportes y registros.** Los registros son permanentes y fácil de interpretar, se obtienen de forma inmediata.

1.4 Objetivos

Objetivo General:

Realizar un manual de prácticas para el equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases que determine la manipulación del equipo, así como la definición de sus características y especificaciones, para poder utilizar el equipo de ultrasonido con arreglo de fases adecuadamente.

Objetivos Específicos:

1. Obtener las especificaciones del equipo de ultrasonido con arreglo de fases.
2. Realizar un listado de los componentes de dicho equipo donde se mencionen sus características y especificaciones.
3. Manipular el equipo de ultrasonido industrial PA, para familiarizarse de manera práctica con las partes que lo componen.
4. Realizar prácticas con dicho equipo para entender la manipulación y resultados de la práctica.
5. Redactar el manual de operación del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases.

1.7 Justificación del Proyecto

Saber operar el equipo de ultrasonido industrial es esencial dentro de la carrera de Ingeniería Mantenimiento Industrial, para poder realizar ensayos no destructivos dentro el área, por tal razón es importante que la institución de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz cuente con un manual de prácticas actualizado, para hacer posible el uso del equipo de manera fácil de comprender u operar para cualquier usuario interesado en aprender a manipular dicho equipo.

Para dicho propósito la redacción de un manual de prácticas específicas es importante para el desarrollo del aprendizaje del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases, haciendo que el manual tenga una estructura especificando cada práctica, donde cualquier usuario pueda interpretar el uso y manipulación del equipo de UT.

1.3 Planteamiento del Problema

La Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz (UTCV) cuenta con equipos de ultrasonido industrial como lo son: el equipo “SDT 270” y el equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases (PA) “OmniScan SX PA 16:64PR”. Los cuales son utilizados por los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial (IMI) para impartir clases en la asignatura de “Ensayos no destructivos”.

En función a lo anterior no se cuentan con un manual de práctica actualizado del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases (OmniScan SX PA 16:64PR), de la misma manera no tiene definido las características de los componentes de dicho equipo y sus especificaciones.

1.8 Limitaciones y Alcances

Alcances:

- Realizar prácticas con el equipo OmniScan SX con arreglo de fases, para ampliar los conocimientos en el área de Mantenimiento industrial.
- Estandarizar las prácticas de la materia de ensayos no destructivos.

Limitaciones:

- Falta de información técnica sobre el uso del equipo de ultrasonido PA.

1.9 Datos de la empresa.

- Nombre o razón social:** UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CENTRO DE VERACRUZ
- Ubicación:** Av. Universidad No.350, Carretera Federal Cuitláhuac-La Tinaja, Localidad Dos Caminos, Cuitláhuac, Ver. C.P 94910.
- Giro, tamaño:** Educativo.
- Principales productos y/o servicios que ofrece:** Educativo.

- e) **Misión:** Contribuir, con un enfoque sustentable a la formación de profesionales responsables, competentes y creativos, con sólida preparación científico-tecnológica y cultural, a través de un modelo educativo certificado, acreditado, vinculado nacional e internacionalmente, y con capital humano cualificado, para coadyuvar en la mejora de la calidad de vida de la sociedad.
- f) **Visión:** Ser una institución sustentable, reconocida internacionalmente por su calidad académica, con base en sus programas educativos acreditados, cuerpos académicos consolidados, infraestructura de vanguardia y sus procesos: educativo, de vinculación y de gestión certificados; con el propósito de contribuir al desarrollo de la sociedad.
- g) **Historia:** Las primeras Universidades Tecnológicas que iniciaron labores, en 1991, fueron las de Aguascalientes, la de Nezahualcóyotl en el Estado de México y la de Tula-Tepeji, en el estado de Hidalgo, entre las tres atendían a 426 estudiantes. El crecimiento de las universidades tecnológicas fue muy rápido. En un lapso de doce años, de 1991 a 2003, se crearon 57 instituciones que atendían a 50 mil estudiantes. Los estudios de factibilidad para la creación de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz se iniciaron en 2002 y culminaron en el 2003. En esa época todavía no existía ninguna universidad tecnológica en el Estado, puesto que ninguna universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, ubicada en Nanchital, inicio labores hasta septiembre del 2003. El ex presidente municipal, Sr. Gonzalo Reyes Morales, tuvo el sueño de fundar en su municipio una institución de educación superior; fue una de sus promesas de campaña. Recuerda con emoción que “la Dra. Cecilia Izarraraz Gutiérrez, en ese tiempo rectora d la Universidad Tecnológica de Morelia, Michoacán, me sugirió la creación de una institución de ese tipo. Para lograr ese objetivo se requería elaborar los estudios de factibilidad que se le encomendaron a la empresa García Villegas y Asociados. Consultores en Administración, a cargo de la T.S Rebeca García Villegas”.
- El 3 de enero del 2003 iniciaron de manera oficial las actividades académicas. La primera generación tuvo una matrícula de 19 alumnos, que se distribuyó

en las carreras de Tecnologías de la Información y Comunicación, Área Informática Administrativa, Tecnología de Alimentos, Comercialización y Mantenimiento Industrial. Las clases se iniciaron en las instalaciones del Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios (CETIS) número 164, que en esa época pertenecían a la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI).

En 2006 se entregaron los primeros edificios por parte del gobierno del estado de Veracruz, Lic. Fidel Herrera Beltrán.

h) Valores:

1. Lealtad.
2. Honestidad.
3. Responsabilidad.
4. Trabajo en equipo.
5. Igualdad.
6. Cuidado del medio ambiente.



Fig. 1-3 Plano de la ubicación de la Universidad Tecnológica del centro de Veracruz.

Capítulo 2 METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento con los objetivos planteados la metodología a utilizarse será la siguiente:

- Se realizó un cronograma de actividades, normalmente conocido como Diagrama de Gantt, para el control de las actividades desarrolladas para el proyecto de estadía. Las actividades se muestran a continuación:


Programa Educativo:		Ingeniería en Mantenimiento Industrial		Periodo:		Enero-Abril 2018		 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CENTRO DE VERACRUZ									
Nombre del alumno:		Daniela Amador Hernández		Matrícula:		8584											
Nombre del proyecto:				Fecha de elaboración:													
Puesta en marcha de equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases.				08-ene-18													
semanas																	
No.	Actividades	P/R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Reconocimiento del área y procesos de almacén.	P															
		R															
2	Familiarización con los equipos de almacén.	P															
		R															
3	Reconocimiento de equipos y accesorios del equipo de ultrasonido con arreglo de fases.	P															
		R															
4	Elaboración de un listado de partes del equipo.	P															
		R															
5	Investigar sobre el uso y manipulación del equipo.	P															
		R															
6	Prácticas de estudio y manejo del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases.	P															
		R															
7	Elaboración del manual de práctica.	P															
		R															
8	Exposición del uso del equipo de ultrasonido con arreglo de fases a docentes.	P															
		R															

Tabla 2-1 Diagrama de Gantt que ilustra las actividades desarrolladas del proyecto de estadía.

- Se realizarán entrevistas a los docentes que imparten la materia de ensayos no destructivos, los cuales son los que interactúan con el equipo de ultrasonido. Estas entrevistas se realizarán de manera verbal, sin guion previo, para que los docentes expliquen lo que ellos tienen de conocimiento de dicho equipo.
- Se harán consultas en internet de videotutoriales, donde se pueda encontrar información relevante a la manipulación del equipo de ultrasonido industrial OmniScan SX PA 16:64PR.

- Se buscará información en sitios de internet así como en libros de biblioteca, en relación con los equipos de ultrasonido industrial.

Capítulo 3 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Reconocimiento del área y procesos de almacén.

Como se mostró anteriormente en el diagrama de Gantt de las actividades a realizar durante el proceso de proyecto de estadía, se comenzó con el reconocimiento del área de almacén y sus procesos, para este punto se me mostro el área de almacén de mantenimiento industrial que se encuentra en el interior del taller de mantenimiento, así como el personal que labora dentro del mismo y el puesto que desempeña cada uno de ellos. A continuación, se mostrara un organigrama del personal del taller de mantenimiento (Fig. 3-1):

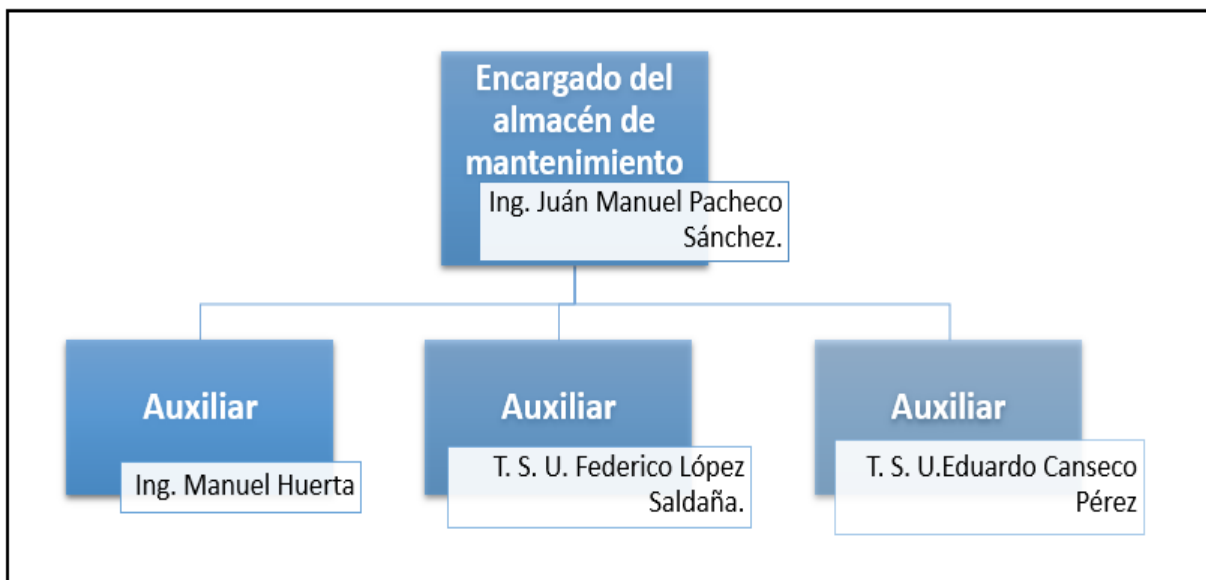


Fig. 3-1 Organigrama del personal de almacén.

Posteriormente se hizo mención de la función del almacén de mantenimiento, explicando así que el área encargada de mantener activo el taller de mantenimiento, son los que se encargan de que cada salón y maquinaria dentro del taller se encuentre en buen estado, y en caso de ocurrir algún incidente se les reporta a los encargados de almacén para proceder a la solución de dicha acción.

De igual manera el área de almacén como su nombre lo menciona, es donde se encuentra material variado para el desarrollo de las prácticas de los alumnos y docentes según sea el caso, como, por ejemplo:

- Material para soldar.
- Herramienta en general.
- Material para torno.
- Equipos especiales para ensayos.
- Material de electrónica, eléctrica y automatización.
- Material para neumática e hidráulica.
- Proyector.
- Etc., por hacer mención del material que se encuentra dentro del área de almacén.

También se hizo mención de la distribución de los salones que conforman el taller de mantenimiento debido a que estas también forman parte del área de trabajo, como se describe a continuación:

- Salón de mecánica.
- Salón de ensayos.
- Manufactura.
- Diseño 1 y 2.
- Automatización.
- Neumática/Hidráulica.
- Electrónica.
- Soldadura.
- Área de maquinaria pesada (Torno, esmeril, taladro de banco, etc.).
- Bunker.

De manera ilustrativa se muestra como están distribuidos dichas áreas (ver Fig. 3-2).

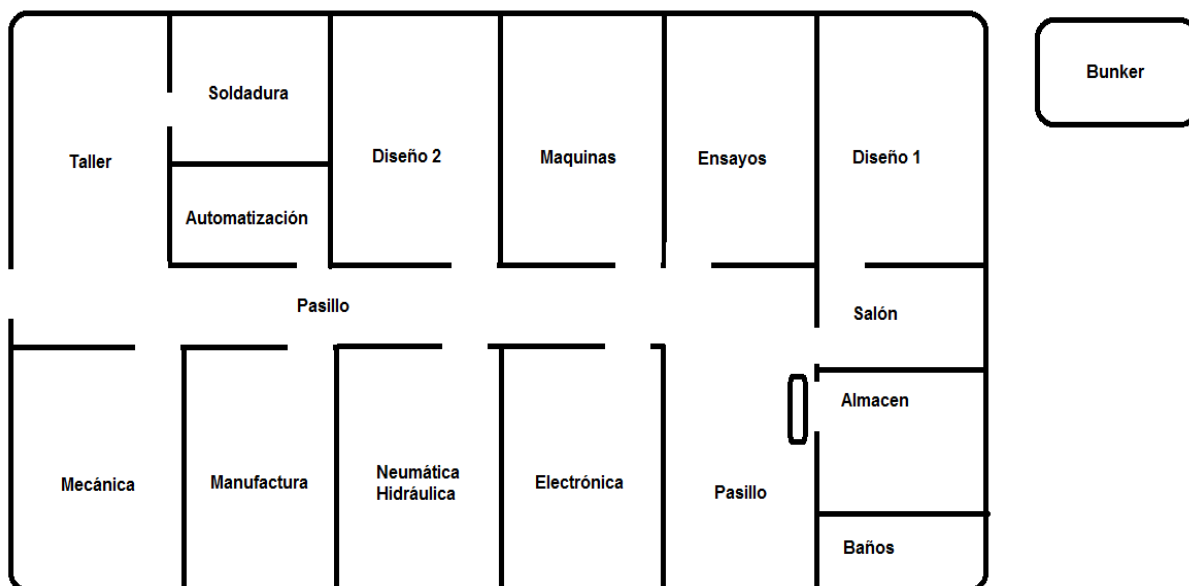


Fig. 3-2 Croquis del taller de mantenimiento.

Así mismo se mencionó la manera con la cual se lleva un orden para prestar el material que existe dentro del almacén para llevar así un control, esto es posible mediante un vale (como se muestra en la tabla 3-1) que los alumnos y docentes llenan cada vez que solicitan material del almacén, de igual manera junto con el vale dejan la credencial que los identifica como personal de activo de la institución.

VALE DEL MATERIAL 2018	
SALONES LABORATORIOS DE MAI	
CANT	DESCRIPCION DEL MATERIAL
DATOS DEL SOLICITANTE	
NOMBRE	
MATRICULA	
GRADU/GRUPO	
ACTIVIDAD	
FECHA	

Tabla 3-1 Vale de solicitud de material

De esta manera es como la primera actividad se logró de acuerdo a lo establecido en el cronograma de actividades.

3.2 Familiarización con los equipos de almacén.

Continuando con las actividades, el siguiente punto es familiarizarse con los equipos que hay dentro del área de almacén, en esta ocasión el auxiliar de almacén el Ing. Manuel Huerta es quien se encargó de explicar donde se encuentra ubicado cada uno de los materiales y equipos dentro del área de almacén, así como los usos que tienen cada uno de ellos (Como se muestran en las figuras 3-3 a 3-14).

Cada material tiene un lugar en específico dentro del área, como por ejemplo:

- Equipos especiales.



Fig. 3-3 Equipos especiales.

- Gabinete de equipos de medición.



Fig. 3-4 Gabinete de equipos de medición.

- Gabinete de herramienta (pinzas, llaves, martillos, multímetros, seguetas, etc.).



Fig. 3-5 Gabinete de herramientas (multímetros, llaves, pinzas, etc.).

- Gabinete de desarmadores.



Fig. 3-6 Gabinete de desarmadores.

- Material de soldadura.



Fig. 3-7 Material de soldadura.

- Material para neumática e hidráulica.

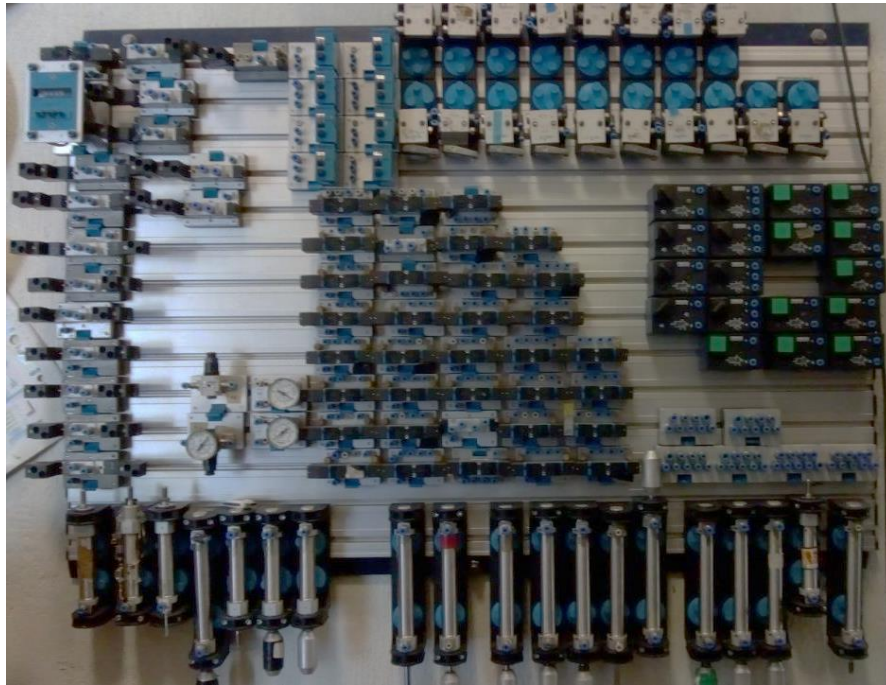


Fig. 3-8 Material de neumática.

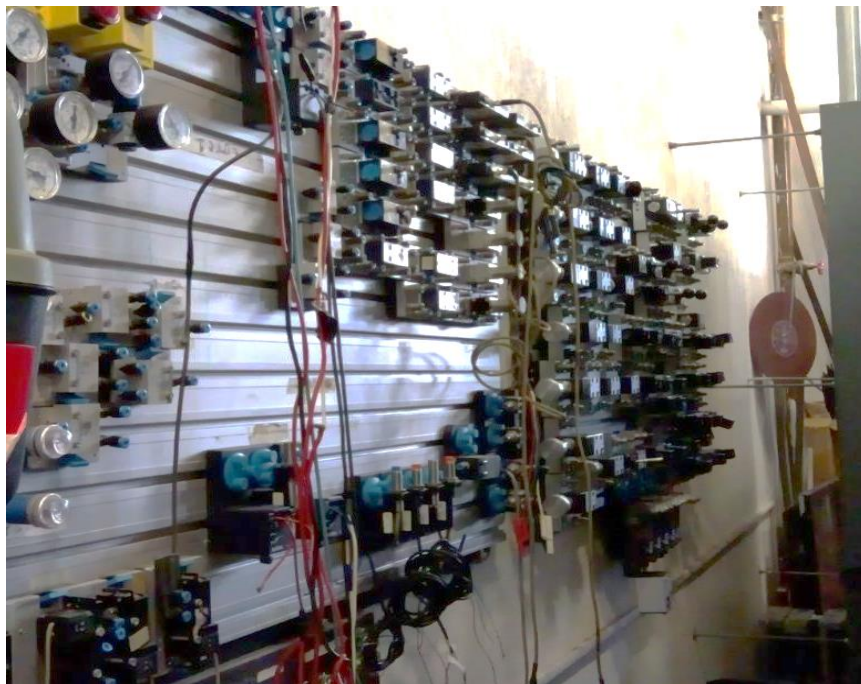


Fig. 3-9 Material de hidráulica.

- Material de automatización.



Fig. 3-10 Material de automatización.

- Material para electrónica.



Fig. 3-11 Material de electrónica.

- Líquidos peligrosos.



Fig. 3-12 Líquidos peligrosos.

- Proyectores.



Fig. 3-13 Proyectores.

- Botiquín de emergencia.



Fig. 3-14 Botiquín de emergencia.

Por mencionar algunos de los materiales y equipos que existen, para poder familiarizarse con dichos objetos se llevó un aproximado de dos semanas.

3.3 Reconocimientos de equipos y accesorios del equipo de ultrasonido industrial PA.

El punto principal del desarrollo de proyecto de estadía es poner en marcha el equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases, para llevar a cabo esta acción, es necesario conocer el material y equipo a utilizar, por tal razón otra actividad establecida dentro el cronograma es reconocer el equipo y accesorios del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases.

A continuación, se hablará sobre el equipo de ultrasonido industrial OmniScan SX PA 16:64PR (Fig. 3-15).

3.3.1 Detector de defectos Ultrasónico OmniScan SX PA 16:64PR.

Este equipo es utilizado en el área de estudio de Ensayos No Destructivos, ya que permite detectar discontinuidades y defectos dentro de un objeto o pieza.



Fig. 3-15 Detector de defectos Ultrasonico OmniScan SX PA 16:64PR.

Posteriormente se mencionaran alguna de las características del equipo de ultrasonido con arreglo de fases:

- 33% más ligero y 50% más pequeño que el modelo MX2.
- Asistentes de configuración y calibración fáciles de seguir.
- Velocidad de actualización rápida para S-Scan y A-Scan displays.
- Totalmente compatible con la amplia cartera de escáneres, sondas, accesorios y software de Olympus.

Teniendo en cuenta las características, también se hace mención de las aplicaciones que tiene este equipo.

- Inspección de soldadura de matriz en fase.
- Inspección de soldadura TOFD.
- Inspección de soldadura P / E.
- Inspección general de componentes.
- Inspección de recipientes a presión.
- Inspección compuesta.
- Inspección de mapas de corrosión.
- Inspección de un solo grupo.

Es muy importante conocer también datos técnicos del equipo, por lo cual también se obtuvo información técnica, como la que se va a mostrar en la tabla (ver Tabla 3-2) donde se describen las especificaciones técnicas del equipo.

Dimensiones:				
Descripción	mm	in	Kg	Lb.
Dimensiones totales (ancho x alto x profundidad)	267 × 208 × 94mm	10.5 × 8.2 × 3.7 in.		
Peso.			3.4 kg con batería.	7.5 libras con batería.

Almacenamiento de datos.	
Dispositivo de almacenamiento.	Tarjeta SDHC o la mayoría de los dispositivos de almacenamiento USB estándar
Tamaño del archivo de datos.	300 MB
Puestos de E/S.	
Puestos USB.	2 puertos USB, que cumplen con las especificaciones USB 2.0
Alarma de audio.	Si.
Salida de video.	Salida de video (SVGA).
Líneas de E/S.	
Encoder.	Línea del codificador de 2 ejes (cuadratura, arriba, abajo o reloj / dirección).
Entrada digital.	4 entradas digitales TTL, 5 V.
Salida digital.	3 salidas digitales TTL, 5 V, 15 mA máximo por salida.
Interruptor de encendido/apagado de adquisición.	Sí, a través de la configuración de una entrada digital.
Línea de salida de potencia.	Línea de salida de potencia de 5 V, 500 mA (protección contra cortocircuitos).
Entrada de ritmo.	Entrada de ritmo TTL de 5 V.

Monitor.	
Tamaño de la pantalla.	21,3 cm (8,4 in) (diagonal).
Resolución.	800 píxeles x 600 píxeles.
Brillo.	600 cd / m ² .
Ángulo de visión.	Horizontal: -80 ° a 80 ° Vertical: -60 ° a 80 °.
Cantidad de colores	16 millones.
Tipo.	TFL LCD.
Fuente de alimentación.	
Tipo de batería.	Batería inteligente de Li-ion.
Cantidad de batería.	2 (1 se puede usar a la vez).
Duración de la batería.	Mínimo 6 horas bajo condiciones normales de operación.
Especificaciones ambientales.	
Rango de temperatura de funcionamiento.	-10 ° C a 45 ° C (14 ° F a 113 ° F).
Rango de temperatura de almacenamiento.	-20 ° C a 60 ° C (-4 ° F a 140 ° F) con batería -20 ° C a 70 ° C (-4 ° F a 158 ° F) sin batería.
Humedad relativa.	Max. 70% HR a 45 ° C sin condensación.
Calificación de protección de ingreso.	Diseñado para cumplir los requisitos de IP66.
Calificación a prueba de golpes.	Prueba de caída según MIL-STD-810G 516.6.
Especificaciones de ultrasonido.	
Conectores.	1 Conector de matriz de fases: Conector PA de Olympus Conectores de 2 UT: LEMO 00.
Numero de leyes focales.	256
Reconocimiento de sonda.	Reconocimiento automático de sonda.
Reconocimiento automático de sonda.	
Abertura.	16 elementos.

Número de elementos.	64 elementos.
Pulsador/ Canales PA	
Voltaje.	40 V, 80 V y 115 V.
Ancho del pulso.	Ajustable desde 30 ns hasta 500 ns; resolución de 2.5 ns.
Forma del pulso.	Onda cuadrada negativa.
Impedancia de salida.	35 Ω (modo de pulso-eco); 30 Ω (modo de captura de paso)
Receptor/ Canales PA	
Ganancia.	0 dB a 80 dB, señal de entrada máxima 550 mVp-p (altura de pantalla completa).
Impedancia de entrada.	60 Ω (modo de pulso-eco); 150 Ω (modo de captura de paso).
Ancho de banda del sistema.	0.6 MHz a 18 MHz (-3 dB).
Beamforming	
Tipo de escaneado.	Sectorial o lineal.
Cantidad de grupo.	1
Adquisición de datos - Canales PA	
Frecuencia de digitalización.	400 MHz (12 bits) después de la interpolación por 5/4.
Velocidad de pulso máxima.	Hasta 6 kHz (C-scan).
Procesamiento de datos - Canales PA	
Número de puntos de datos.	PA: 2, 4, 8, 16.
Rectificador.	RF, onda completa, media onda +, media onda -.
Filtración.	3 filtros de paso alto, 3 pasos de paso y 5 filtros de paso alto.
Filtrado de video	Suavizado (ajustado al rango de frecuencia de la sonda).
Visualización de datos.	
Frecuencia de actualización de A-scan.	A-scan: 60 Hz; S-scan: 60 Hz.
Sincronización de datos.	
En el reloj interno.	1 Hz a 6 kHz.
Sobre el codificador.	En 2 ejes: de 1 a 65,536 pasos.
Ganancia corregida por tiempo programable (TCG)	
Número de puntos.	16: Una curva TCG (ganancia corregida en el tiempo) por ley focal.
Pendiente máxima.	40 dB / 10 ns
Alarmas.	
Cantidad de alarmas	3
Condiciones.	Cualquier combinación lógica de puertas

Especificaciones de ultrasonidos

(se aplica al modelo OMNISX-1664PR)

Conectores	1 conector phased array: conector PA de Olympus 2 conectores UT: LEMO 00
Cantidad de leyes focales	256
Identificación de sonda	Reconocimiento automático de la sonda

Emisor y Receptor

Apertura	16 elementos
Cantidad de elementos	64 elementos

Emisor	Canales PA	Canal UT
Tensión	40 V, 80 V y 115 V	95 V, 175 V y 340 V
Ancho del impulso	Regulable de 30 ns a 500 ns; resolución de 2,5 ns	Regulable de 30 ns a 1000 ns; resolución de 2,5 ns
Forma del impulso	Onda cuadrada negativa	Onda cuadrada negativa
Impedancia de salida	35 Ω (modo pulso y eco); 30 Ω (modo emisión y recepción)	<30 Ω

Receptor	Canales PA	Canal UT
Ganancia	0 dB a 80 dB de señal máxima de salida de 550 Vp-p (altura completa de pantalla)	0 dB a 120 dB de señal máxima de salida de 34,5 Vp-p (altura completa de pantalla)
Impedancia de entrada	60 Ω (modo pulso y eco); 150 Ω (modo emisión y recepción)	60 Ω (modo pulso y eco); 50 Ω (modo emisión y recepción)
Ancho de banda del sistema	0,6 MHz a 18 MHz (-3 dB)	0,25 MHz a 28 MHz (-3 dB)

Formación [concentración] del haz		
Tipo de escaneo	Sectorial o lineal	
Cantidad de grupos	1	
Adquisición de datos	Canales PA	Canal UT
Frecuencia de digitalización	400 MHz (12 bits) después de interpolación de 5/4 puntos	400 MHz (12 bits) después de interpolación de 4 puntos
Frecuencia máxima de emisión de impulsos	Hasta 6 kHz (C-scan)	
Tratamiento de datos	Canales PA	Canal UT
Cantidad de puntos de datos	Hasta 8192	
Promedio en tiempo real	PA: 2, 4, 8, 16	UT: 2, 4, 8, 16, 32, 64
Rectificador	Radiofrecuencia (RF), onda completa, media onda positiva, media onda negativa	
Filtro	Tres (3) filtros de paso bajo, tres (3) de paso banda y cinco (5) de paso alto	Tres (3) filtros de paso bajo, seis (6) de paso banda y tres (3) de paso alto (ocho [8] filtros de paso bajo cuando son configurados en TOFD)
Filtro de video	Suavizado (ajustado a la banda de frecuencia de la sonda)	
Visualización de datos		
Frecuencia de refresco de la representación A-scan	representación A-scan: 60 Hz; representación S-scan: 60 Hz	
Sincronización de datos		
Según el reloj interno	1 Hz a 6 kHz	
Según el codificador	Dos ejes: de 1 a 65 536 pasos	
Ganancia corregida en función del tiempo (TCG) programable		
Cantidad de puntos	16: curva TCG (ganancia corregida en función del tiempo) por ley focal	
Pendiente máxima	40 dB/10 ns	
Alarmas		
Cantidad de alarmas	Tres (3)	
Condiciones	Cualquier combinación lógica de puertas	

Tabla 3-2 Data Sheet OmniScan SX PA 16:64 PR.

3.3.2 Zapatas.

El ensamblaje de las sondas Phased Array suelen incluir una zapata de plástico. Las zapatas son utilizadas tanto para las aplicaciones de onda de corte como para ondas longitudinales, incluyendo barrido lineal con haz recto. Estas zapatas realizan básicamente la misma función en los sistemas de UT Phased Array como en los sistemas convencionales para detención de fallas de un solo elemento, acoplan la energía del sonido desde la sonda a la pieza de ensayo de tal manera que se convierte y/o refracta en el ángulo deseado de acuerdo con la ley de Snell. Mientras los sistemas Phased array utilizan el direccionamiento de haz para crear haces a múltiples ángulos a partir de una sola zapata, este efecto de refracción es también parte del proceso de generación del haz.

Ventajas:

- Disponible en ángulos refractados estándar de 0 °, 45 °, 55 ° y 60 ° en acero para inspecciones con vigas en ángulo de 30 ° a 70 °, SW (Snail Wedges o zapatas de caracol) o LW.
- Los receptáculos de tornillo de acero inoxidable proporcionan un anclaje firme de las sondas a las zapatas.
- La exploración electrónica lateral reemplaza el movimiento de inclinación de la mano (con zapatas laterales).
- La opción de la zapata IHC se puede ordenar para mejorar la calidad de la inspección: irrigación, orificios de montaje para que el soporte de la zapata funcione con cualquier escáner Olympus y broches de carburo para aumentar la resistencia al desgaste.
- Las zapatas están diseñadas para realizar escaneos manuales o automáticos.
- Se pueden pedir zapatas personalizadas con ángulos refractados específicos; la forma y el contorno de la zapata también se pueden personalizar.

Las zapatas de onda de corte tienen un aspecto muy similar a aquellas utilizadas con transductores convencionales, y al igual que las zapatas convencionales vienen en muchos tamaños y estilos.

Las zapatas de cero grados son básicamente bloques de plástico plano que se utilizan para el acoplamiento de la energía del sentido y para proteger la cara de la sonda de desgaste o abrasión en barridos lineales rectos y en barridos angulados de onda longitudinal de bajo ángulo (ver Fig. 3-16 a Fig. 3-22).

ZAPATAS					
ESPECIFICACIONES					
No. Pieza	SA00-N45S	Dimensiones de la cuña (mm)	Orientacion		Normal
No. Referencia	U8720006		L	21	
Tipo de sonda	A00		W	12	
Ángulo	45° SW		W°	N/A	
Barrido Recomendado	30 a 60		H	13	



Fig. 3-16 Zapata SA00-N45S.

ZAPATAS				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	SA00-N60S	Orientacion	Normal	
No. Referencia	U8720008	Dimensiones de la cuña (mm)	L	21
Tipo de sonda	A00		W	14
Ángulo	60°SW		W°	N/A
Barrido Recomendado	45 a 70		H	13
				

Fig. 3-17 Zapata SA00-N60S.

ZAPATAS				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	SA10-0L	Orientacion	Normal	
No. Referencia	U8720544	Dimensiones de la cuña (mm)	L	25
Tipo de sonda	A10		W	23
Ángulo	0°LW		W°	40
Barrido Recomendado	-30 a 30		H	20
				

Fig. 3-18 Zapata SA10-0L.

ZAPATAS				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	SA10-N55S	Orientacion	Normal	
No. Referencia	U8720545	Dimensiones de la cuña (mm)	L	23
Tipo de sonda	A10		W	23
Ángulo	55°SW		W°	40
Barrido Recomendado	31 a 70		H	14



Fig. 3-19 Zapata SA10-N55S.

ZAPATAS				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	SA12-0L	Orientacion	Normal	
No. Referencia	U8720549	Dimensiones de la cuña (mm)	L	62
Tipo de sonda	A12		W	23
Ángulo	0°LW		W°	40
Barrido Recomendado	-30 a 30		H	20




Fig. 3-20 Zapata SA12-0L.

ZAPATAS				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	SA12-N55S	Orientacion	Normal	
No. Referencia	U8720550	Dimensiones de la cuña (mm)	L	73
Tipo de sonda	A12		W	23
Ángulo	55°SW		W°	40
Barrido Recomendado	30 a 70		H	45
				

Fig. 3-21 Zapata SA12-N55S.

ZAPATAS				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	SAWS1-N60S	Orientacion	Normal	
No. Referencia	U8720552	Dimensiones de la cuña (mm)	L	45
Tipo de sonda	AWS1		W	38
Ángulo	60°SW		W°	N/A
Barrido Recomendado	45 a 70		H	32
				

Fig. 3-22 Zapata SAWS-N60S.

Conformación y direccionamiento del haz.

La respuesta de cualquier sistema de prueba de ultrasonido depende de una combinación de factores: el transductor utilizado, el tipo de instrumento utilizado y su configuración, y las propiedades acústicas del material de prueba. Las respuestas producidas por sondas Phased Array, como aquellas producidas por otros transductores ultrasónicos, se relacionan con los parámetros de diseño del transductor (tales como la frecuencia, el tamaño y la amortiguación mecánica), y con los parámetros del pulso de excitación que se utiliza para manejar la sonda.

Cuatro parámetros importantes de la sonda tienen un número de efectos interrelacionados sobre el funcionamiento.

Actualmente los equipos Phased Array pueden soportar comúnmente leyes de hasta aperturas de 16 elementos. Sistemas mas avanzados permiten hasta 32 o incluso aperturas de 64 elementos.

Los conceptos para una comprensión general del haz Phased Array se pueden resumir de la siguiente manera: Un grupo de elementos es encendido con una ley focal programada. Esto construye la apertura de la sonda deseada y las características del haz.

La esencia de las pruebas Phased Array consiste en un haz de ultrasonido cuya dirección (ángulo refractario) y enfoque puede ser dirigido electrónicamente mediante la variación del retardo de excitación de elementos individuales o grupos de elementos. Este direccionamiento del haz permite múltiples ángulos y/o múltiples puntos de inspección desde una única sonda y una sola posición de la sonda.

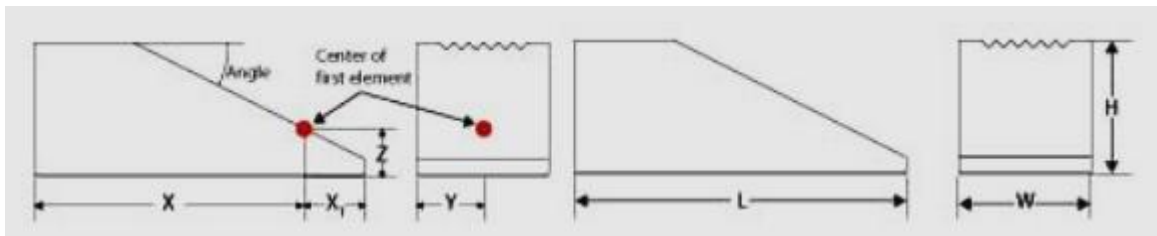
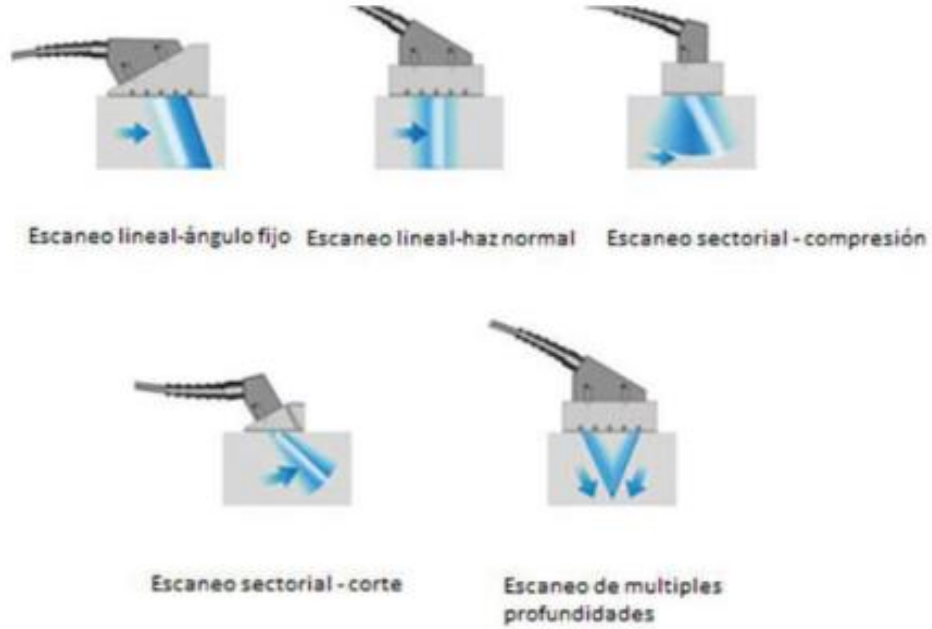


Fig. 3-23 Parámetros de la Zapata.

Convenciones de curvatura de la zapata.

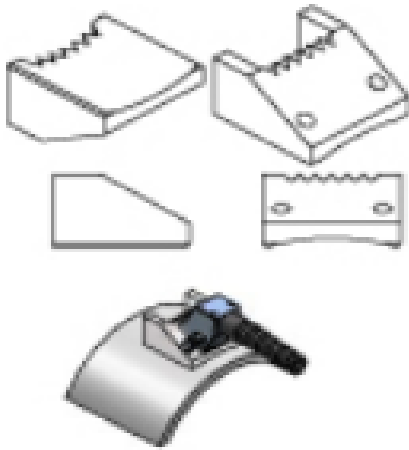


Fig. 3-24 Diámetro exterior axial.

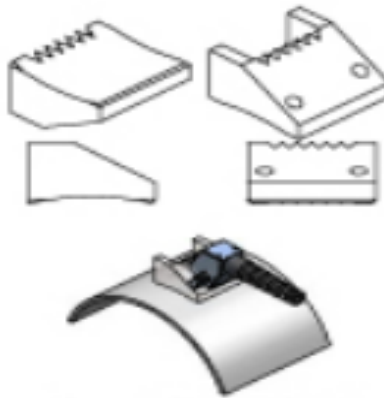


Fig. 3-25 Diámetro exterior circunferencial.

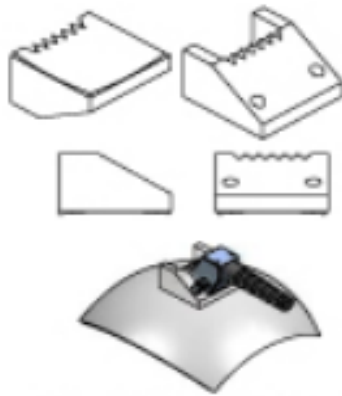


Fig. 3-26 Diámetro exterior esférico.

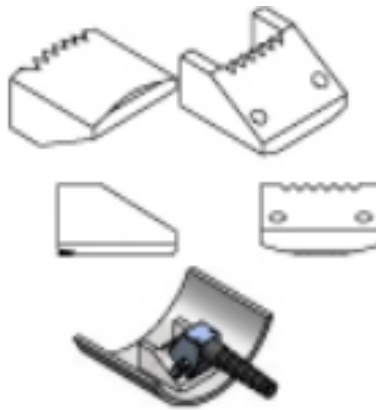


Fig. 3-27 Diámetro interior axial.

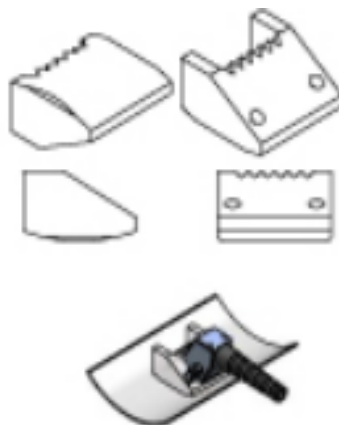


Fig. 3-28 Diámetro interior circunferencial.



Fig. 3-29 Parámetros de la zapata.

Parámetros de la zapata con OmniScan.	
X	Desplazamiento primario.
Y	Desplazamiento secundario (0 cuando la sonda está centrada).
Z	Altura.

Tabla 3-3 Parámetros de la zapata con OmniScan.

3.3.3 Palpadores de ultrasonido Phased Array.

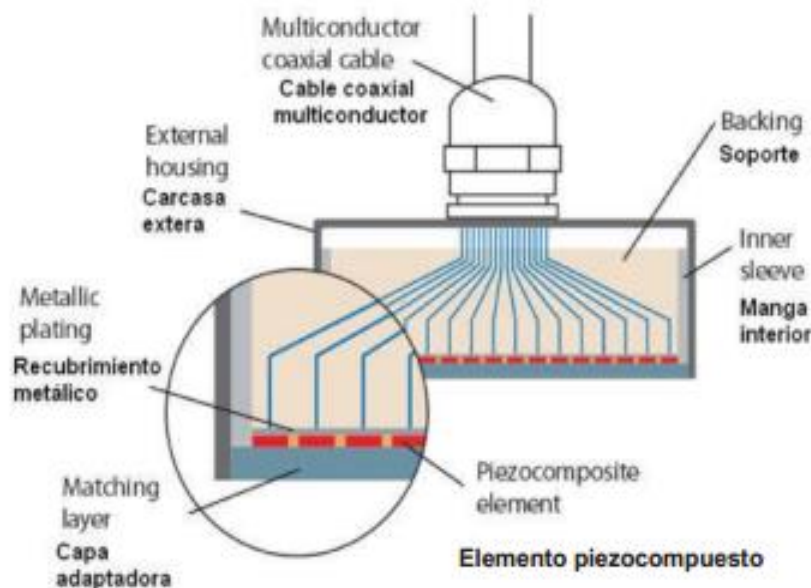
Los palpadores phased array se fabrican para diferentes usos en una gran variedad de formas y tamaños. Algunos tipos se ilustran aquí. Los palpadores phased array típicos vienen con 10 a 128 elementos y para una frecuencia comprendida entre 1 MHz y 17 MHz. Olympus ofrece una amplia variedad de palpadores que utilizan la tecnología piezocomposite para todos los tipos de inspecciones. Esta sección muestra los palpadores phased array estándar de Olympus, que se dividen en tres tipos: palpadores de haz angular, de zapatas integradas y de inmersión.

Características de las sondas (palpadores) de Phased Array.

La forma mas simple de una sonda de arreglo de fases es una serie de varios elementos transductores individuales dispuestos de manera tal que aumente la cobertura de la inspección y/o la velocidad de una inspección particular.

Mientras los palpadores Phased Array viene en una amplia gama de tamaños, formas, frecuencias y número de elementos. Lo que todos tienen en común es un elemento piezoeléctrico que se ha dividido en varios segmentos.

Segmentos de metal recubierto se utilizan para recubrimiento se utilizan para dividir la banda compuesta en una serie de elementos eléctricamente separados que se pueden pulsar individualmente. Este elemento se incorpora en un conjunto de sonda que incluye, una capa protectora, soporte, cables de conexión y una carcasa.



Las sondas Phased Array se clasifican fundamentalmente de acuerdo con los siguientes parámetros básicos:

Tipo: La mayor gama de palpadores Phased Array son del tipo del haz angular, diseñado para su uso, con una zapata de plástico recta (zapata de cero grados), o línea de retardo. Las sondas de contacto directo y de inmersión también están disponibles.

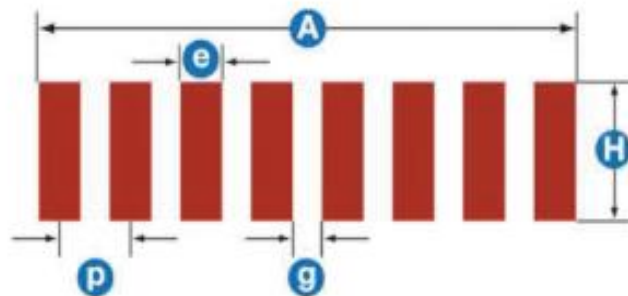
Frecuencia: La mayor parte de detección de fallas por ultrasonido se realiza entre 2 MHz y 10 MHz, de modo que la mayoría de palpadores Phased Array caen dentro de

ese rango. Al igual que con los transductores convencionales, la penetración aumenta con la frecuencia más baja, mientras que mejor resolución y nitidez focal se obtiene con mayor frecuencia.

Número de elementos: los palpadores Phased Array más comúnmente utilizadas tienen de 16 128 elementos, y pueden tener tantos como 256. Un número mayor de elementos incrementa el enfoque y la capacidad de direccionamiento, lo que también aumenta el área de cobertura, pero esto aumenta también los costos de la sonda y de la instrumentación.

Tamaño de los elementos: Como la anchura del elemento se hace mas pequeña, la capacidad de dirección del haz aumenta, pero la cobertura de área grande requiere más elementos a un costo más alto.

Los parámetros dimensionales de un palpador Phased Array habitualmente se define de la siguiente manera.



Dónde:

A: Apertura total en dirección activa y la onda ultrasónica que incide en el medio 1.

H: Altura del elemento o elevación.

P: Paso, distancia centro a centro de dos elementos sucesivos.

E: Ancho de un elemento individual.

G: Espacio entre elementos activos.

Esta información es utilizada por el software de instrumento para generar la forma del haz deseada. Si esto no es enteramente automatizado por el software de reconocimiento de sonda, entonces debe ser introducido por el usuario durante el arranque y calibración.

Es posible diseñar otros tipos de palpadores para responder a aplicaciones específicas.

Los palpadores phased array lineales son los que se utilizan en general en las aplicaciones industriales. Una de las características importantes que define los palpadores phased array es su abertura activa.

A continuación, se describirán los palpadores existentes en el área de almacén de mantenimiento industrial de la universidad tecnológica del centro de Veracruz.

Detector de defectos “**Palpador con Zapata integrada**”.

Descripción:

Las sondas integradas de zapatas y código combinan la sonda y la zapata en la misma carcasa, ofreciendo la combinación de sonda y zapata de perfil más bajo para la inspección de la viga de ángulo de contacto. El acoplamiento siempre es bueno entre las interfaces de sonda y zapata, ya que no hay necesidad de acoplamiento entre la sonda y la zapata.

Estas sondas se utilizan para la inspección manual de soldadura utilizando simultáneamente 40 ° a 70 °, además de la inspección manual de agrietamiento por corrosión bajo tensión y aplicaciones compatibles con AWS (La Sociedad Americana de Soldadura) y DGS.

La siguiente figura (Fig. 3-30) describirá los datos relevantes de este palpador.

TIPO DE PALPADOR				
Palpador con zapata integrada.				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	2.25L26-AWS1	Elevación (mm)	16	
No. Referencia	U8330660	Ángulo de haz refractario	N/A	
Frecuencia	2.25	Cuña integrada	NO	
No. Elementos	16	Dimensiones Externas mm (in)	L	25 (0.98)
Emisión (mm)	1.00		W	38 (1.50)
Apertura activa (mm)	16		H	18 (0.71)




Fig. 3-30 Palpador con zapata integrada.

Ventajas:

- Sonda y la zapata en la misma carcasa.
- La combinación de sonda y cuña de perfil más bajo para la inspección del haz de ángulo de contacto.
- El acoplamiento siempre es bueno entre las interfaces de sonda y la zapata, sin necesidad de acoplamiento entre la sonda y la zapata.
- Montaje muy pequeño para facilitar el acceso en áreas restringidas.
- Inspecciones de 30 ° a 70 ° en acero, SW o LW.
- Fácil de manejar.
- Las sondas con una zapata interna se pueden pedir especialmente para adaptarse a un radio de curvatura específico.

Aplicaciones típicas:

- Inspección manual de soldadura de superficies gruesas de 6.35 mm a 19 mm (0.25 in. A 0.75 in.) (Juntas a tope, juntas de esquina, juntas en T), usando simultáneamente 40 ° a 70 °.
- Inspección manual del agrietamiento por corrosión bajo tensión.
- Aplicaciones compatibles con el código AWS y DGS.

Detectores de defectos “Sonda Universal”.

Descripción:

Las sondas universales están diseñadas para tener una combinación de sonda / zapata de bajo perfil para facilitar el acceso en áreas restringidas. Una amplia selección de zapatas está disponible para adaptarse a cualquier aplicación de viga angular. Estas sondas se utilizan para la inspección manual o automática de soldaduras de 6,35 mm a 38 mm de espesor y las inspecciones de piezas fundidas, forjados, tuberías, tubos y componentes maquinados y estructurales en busca de grietas y defectos de soldadura.

Como se muestran a continuación se cuenta con el modelo 5L16-A10 (Fig. 3-31) y el modelo 5L64-A12 (ver Fig. 3-32).

TIPO DE PALPADOR			
Palpador Universal.			
ESPECIFICACIONES			
No. Pieza	5L16-A10	Elevación (mm)	10.0
No. Referencia	U8330595	Dimensiones Externas mm (in)	L 23 (0.91)
Frecuencia	5.0		W 16 (0.63)
No. Elementos	16		H 20 (0.79)
Emisión (mm)	0.60		
Apertura activa (mm)	9.6		




Fig. 3-31 Palpador universal 5L16-A10.

TIPO DE PALPADOR			
Palpador Universal.			
ESPECIFICACIONES			
No. Pieza	5L64-A12	Elevación (mm)	10.0
No. Referencia	U8330593	Dimensiones Externas mm (in)	L 45 (1.77)
Frecuencia	5.0		W 23 (0.91)
No. Elementos	64		H 20 (0.79)
Emisión (mm)	0.60		
Apertura activa (mm)	38.4		




Fig. 3-32 Palpador universal 5L64-A12.

Ventajas:

- Las sondas están diseñadas para tener una combinación de sonda / zapata de bajo perfil para facilitar el acceso en áreas restringidas.
- Capas de onda con adaptación acústica a Rexolite.
- Se proporcionan tornillos de anclaje cautivos con la sonda.
- Una amplia selección de zapatas está disponible para adaptarse a cualquier aplicación de viga angular.

Aplicación típica:

Sondas A10, A11 y A12

- Inspección manual o automática de soldaduras gruesas de 6,35 mm a 38 mm (0,25 pulg. A 1,5 pulg.).
- Detección de defectos y tamaño.
- Inspecciones de fundiciones, forjados, tuberías, tubos y componentes maquinados y estructurales para grietas y defectos de soldadura.

Detectores de defectos “Sonda de huella pequeña”.

Ventajas de las sondas de huella pequeña

- Acceso a áreas confinadas (la sonda A00 tiene una huella de 8 x 8 mm).
- El cable puede salir del lateral, posterior o superior.
- Zapata de huella pequeña especialmente diseñada.
- 10L16-A00 se utiliza en la inspección de línea de trazado aeroespacial.

Aplicaciones Típicas.

Sonda A10

- Inspección manual de soldaduras gruesas de 6.35 mm a 38 mm (0.25 in. A 1.5 in.).
- Detección de defectos y tamaño.

- Inspecciones de piezas fundidas, forjados, tuberías, tubos y componentes maquinados y estructurales para grietas y defectos de soldadura.

La siguiente figura (Fig. 3-33) describirá los datos relevantes de este palpador.

TIPO DE PALPADOR				
Sonda de huella pequeña.				
ESPECIFICACIONES				
No. Pieza	10L16-A00	Elevación (mm)	5.0	
No. Referencia	U8330145	Dimensiones Externas mm (in)	L	8 (0.31)
Frecuencia	10.0		W	8 (0.31)
No. Elementos	16		H	23 (0.91)
Emisión (mm)	0.31			
Apertura activa (mm)	4.96			




Fig. 3-33 Palpador de huella pequeña.

3.3.4 Mini Encoder LEMO 2.25M (Mini Wheel).

Escáneres y accesorios

Un aspecto importante que influye en la calidad de la inspección es la capacidad de posicionar con precisión las sondas según la superficie que se inspecciona. Dependiendo de la aplicación, pueden ocurrir diversas restricciones que pueden dificultar el posicionamiento de la sonda. Olympus ofrece una amplia gama de escáneres industriales y accesorios para ayudar a los inspectores en su trabajo a

la vez que ofrece una adquisición de datos óptima. Algunas de las aplicaciones cubiertas por nuestra línea de productos de escáner son: inspección de soldadura, mapeo de corrosión y aeroespacial. Las tecnologías compatibles incluyen: matriz en fase, ultrasonido convencional, TOFD, corriente de Foucault y matriz de corrientes parásitas. Las configuraciones del escáner pueden ser de varios tipos: uno o dos ejes codificados, además del movimiento manual o motorizado.

Matriz de aplicación del escáner.

Modelo del escáner	Soldadura	Corrosión	Aeroespacial
Mini-Wheel (Mini Encoder).	✓	✓	✓



Fig. 3-34 Mini Encoder LEMO 2.25M.

El codificador Mini-Wheel [™] (Fig. 3-34) se utiliza para el posicionamiento y el dimensionado de defectos en el eje de escaneo, y puede sincronizar la adquisición de datos con el movimiento de la sonda.

El codificador Mini-Wheel es resistente al agua y compatible con el escáner HST-X04, además de las zapatas Olympus PA estándar, en las que se puede montar utilizando el kit de soporte incluido. Este codificador miniatura está hecho

completamente de acero inoxidable y cuenta con cojinetes sellados para un funcionamiento suave y duradero. El circuito electrónico personalizado fue diseñado para prevenir la inducción de ruido en las señales UT.

En la siguiente imagen se muestra las especificaciones del Mini Encoder LEMO 2.25 (ver Fig. 3-35).

SPECIFICATIONS

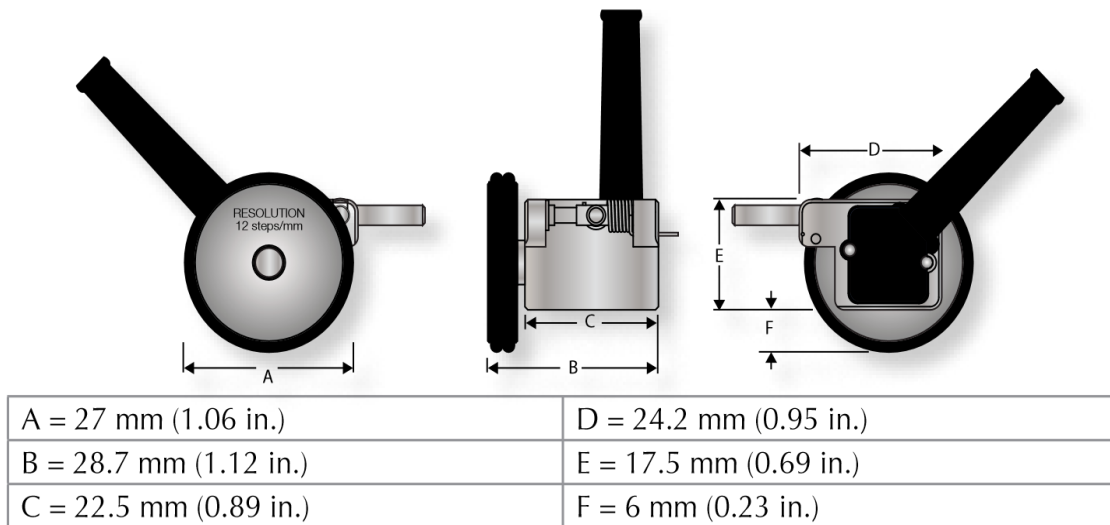


Fig. 3-35 Especificaciones del Mini Encoder LEMO 2.25M.

CARACTERISTICAS.

- Impermeable (IP68).
- Construcción de acero inoxidable, resistente a ambientes hostiles.
- Mínima inducción de ruido.
- Dimensiones pequeñas
- La resolución del codificador está grabada en la rueda (12 pasos / mm).
- Rueda del codificador extraíble.
- Neumático doble para una mejor adherencia.
- Rodamiento sellado para una rotación suave y duradera de la rueda.
- Alivio de tensión para la protección del cable.

- Pasador con resorte para una unión adaptable del codificador.
- Dos orificios roscados M3 en la parte superior de la carcasa para fijación rígida.
- La versión DE es compatible con el instrumento OmniScan®.

INCLUSIONES ESTÁNDAR.

Aquí se hace mención de los accesorios que conforman el kit de Mini Encoder.

- Un codificador con rueda de goma estándar x (Fig. 3-36)





Fig. 3-36 Mini encoder LEMO 2.25M (Partes).

- Un kit de soporte de montaje (Fig. 3-37).



Fig. 3-37 Kit de soporte de montaje.

- Un destornillador de llave hexagonal para la fijación del soporte (Fig. 3-38).



Fig. 3-38 Desarmador de llave Hexagonal.

OPCIONES.

- Rueda magnética
- Para una adherencia máxima de la rueda en las superficies ferromagnéticas, hay disponible una rueda magnética.
- P / N: ENC1-A-MagWheel [U8902964] Kit de soporte de montaje
- Un kit de soporte de montaje adicional para montar el codificador Mini Wheel en la cuña.
- P / N: ENC1-BRACK [U8775120] Indizador Clicker
- El Clicker envía la señal de indexación requerida para las inspecciones de dos ejes con solo un codificador. El kit también incluye un cable divisor de 3 a 1 (con conectores DE15) para conectar el codificador, el Clicker y una fuente de entrada digital (DIN) al OmniScan. P / N: OPTX674 [U8775015]

3.3.5 Bloque patrón (Calibrations block).

Un bloque de calibración estándar IIW podrá ser utilizado para la verificación de la calibración (ver Tabla 3-4).


CALIBRATION BLOCK (IN)	
	
Tipo	Force IIW-2 Calibration block.
No. Referencia	TB5939
Material	1018 Carbon Steel
Descripción	Bloque tipo IIW según U.S. Air Force NDI Manual T.O. 33B -1-1. Incluye recortes de radio de 2 "y 4" para la calibración de distancia. Agujeros perforados laterales No. 3, No. 5 y No. 8, y marcas de calibración de distancia al orificio de 2 ".

Tabla 3-4 Bloque patrón.

Calibración y / o bloques de referencia se deben utilizar en todas las aplicaciones. Los bloques estándar están disponibles para calibraciones de haces angulares y calibraciones de espesores de materiales comunes.

3.4 Elaboración de un listado de partes del equipo y accesorios.

Continuando con el desarrollo de las actividades, se realizó un listado de los materiales con los que cuenta el equipo OmniScan SX PA 16:64PR teniendo en cuenta la información que se obtuvo con anterioridad, esto se hace con el fin de tener un control de los accesorios y componentes de dicho equipo dentro del área de almacén, y en caso de necesitar algún repuesto sea más fácil de localizar y pedir la pieza.

Cabe mencionar que no se conto con la codificación de todos los accesorios del equipo, por tal razón se tuvo que hacer una codificación de los accesorios faltantes de dicho elemento.

Categoría	Nombre del material	Código	Cantidad	Descripción
Equipo de ultrasonido con arreglo de fases.	Computadora OmniScan	UTCv-MAI-UT-E-001	1	Unidad de adquisición portátil phased array OmniScan SX PA 16:64PR , pantalla táctil, software de operación version MXU 4.1
	Filtro supresor de ferrita	UTCv-MAI-UT-E-002	1	diametro interno de 4.8 mm
	Filtro supresor de ferrita	UTCv-MAI-UT-E-003	1	diametro interno de 6.6 mm
	Filtro supresor de ferrita	UTCv-MAI-UT-E-004	1	diametro interno de 9.0 mm
	Tarjeta de memoria flash	UTCv-MAI-UT-E-005	1	USB de 16G de almacenamiento.
	Lapicero óptico	UTCv-MAI-UT-E-006	1	Lapicero de 10 cm, con punta especial para pantalla táctil.
	Cable de alimentación	UTCv-MAI-UT-E-007	1	
	Adaptador de CC	UTCv-MAI-UT-E-008	1	
	Tarjeta de memoria SD	UTCv-MAI-UT-E-009	1	Tarjeta de memoria MicroSD de 16G de almacenamiento, con la versión MXU 4.1
	Batería Li-ion	UTCv-MAI-UT-E-010	1	Li-ion especial para el equipo OmniScan SX
	Flexómetro	UTCv-MAI-UT-E-011	1	Cuenta con un metro de largo
	Maleta de transporte	UTCv-MAI-UT-E-012	1	Maleta de transporte color negro, de plástico

Para poder realizar la codificación se tomó en cuenta la siguiente información para realizar una buena codificación sustentada.

CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en ordenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc., y permite el control de costes. Básicamente, existen dos posibilidades a la hora de codificar:

- **Sistema de codificación no significativos:** son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no importa ninguna información adicional.
- **Sistemas de codificación significativos o inteligentes:** en este el código asignado aporta información.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación no significativo, de tipo correlativo, es la simplicidad y la brevedad del código. Con apenas 4 dígitos es posible codificar la mayoría de las plantas industriales. La desventaja es la dificultad para ubicar una máquina a partir de su código: es necesario tener siempre a mano una lista para poder relacionar cada equipo con su código. Eso, o tener una memoria prodigiosa.

Un sistema de codificación significativo aporta valiosa información sobre el equipo al que nos referimos: tipo de equipo, área en el que está ubicada, familia a la que pertenece, y toda aquella información adicional que queramos incorporar al código. El problema es que al añadir más información el código aumenta de tamaño.

Como quiera el empleo de sistemas correlativos es muy sencillo, estudiaremos los sistemas de codificación significativos.

Información útil que debe contener el código de un ítem.

La información que debería contener el código de un equipo debería ser el siguiente:

- Planta a la que pertenece.
- Área al que pertenece dentro de la planta.
- Tipo de equipo.

Los elementos que forman parte de un equipo deben contener información adicional:

- Tipo de elemento.
- Equipo al que pertenecen.
- Dentro de ese equipo, sistema en el que están incluidos.
- Familia a la que pertenece el elemento. La clasificación en familia es muy útil, ya que nos permite hacer listado de elementos. Se puede encontrar una lista de familias en que pueden clasificarse los elementos más adelante. (Garrido, 2004)

Teniendo como base dicha información se explica los códigos que se le asignaron a las piezas faltantes de códigos.

Planta a la que pertenece	Área a la que pertenece dentro de la planta	Tipo de equipo (UT=Ultrasonido)	Familia a la que pertenece el elemento (E=Herramientas)	Número de control
UTCv	MAI	UT	E	0

Como se puede apreciar en la tabla anterior, se identifican cada uno de los elementos que conforman los códigos.

Continuando con el listado de accesorios para el equipo de ultrasonido industrial OmniScan SX PA 16:64PR, vamos a mencionar las zapatas, palpadores, etc.

Categoría	Nombre del material	Modelo	Código	Cantidad	Descripción
Zapatas	Zapata de cero grados	SA12-0L	U8720549	1	Zapata de angulo de 0º
	Zapata de onda de corte	SA10-0L	U8720544	1	part ID: MWUX1379
		SA12-N55S	U8720550	1	part ID: MWUX1587
		SA10-N55S	U8720545	1	part ID: MWUX1380
		SA00-N60S	U8720008	1	part ID: ABWX351
		SAWS1-N60S	U8720552	1	part ID: MWUX1502 graduación 40º60º70º
		SA00-N45S	U8720006	1	part ID: ABWX410

PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO DE ULTRASONIDO INDUSTRIAL CON ARREGLO DE FASES

Categoría	Nombre del material	Modelo	Código	Cantidad	Descripción
Palpadores de ultrasonido industrial Phased Array	Palpador con Zapata integrada	2.25L16-16x16-AWS1-P-2.5-OM	U8330660	1	PAR ID:XAAB-0167
	Palpador de Sonda Universal	5L16-9.6X10-A10-P-2.5-OM	U8330595	1	PART ID: XAAB-0184
		5L64-38.4X10-A12-P-2.5-OM	U8330593	1	PART ID: XAAB-0213
	Palpador de Sonda de Huella Pequeña	10L16-4.96X5-A00-P-2.5-OM	U8330145	1	PART ID: XAAB-0077

Tabla 3-5 Lista de accesorios del equipo de UT OmniScan SX PA 16:64PR.

Categoría	Nombre del material	Código	Cantidad	Descripción	Modelo
Bloque patron	Calibration block (in)	TB5939-1	1	Ser.No. 0749-16	TO3B-1-1 1018 STEEL
Mini Encoder LEMO 2.25M	Mini Wheel	U8775295	1	PART ID: ENC1-2.5-LM	ENC1-2.5-L.M

Categoría	Nombre del material	Código	Cantidad	Descripción
Mini Encoder LEMO 2.25M	Codificador con rueda estándar x	UTCv-MAI-UT-E-013	1	Codificador con una rueda estándar para fácil desplazamiento
	Kit de soporte de montaje	UTCv-MAI-UT-E-014	1	Kit que cuenta con Tornillos, tuercas, y material de ensamblaje
	Desarmador de llave hexagonal	UTCv-MAI-UT-E-015	1	Desarmador con punta hexagonal

3.5 Investigar sobre el uso y manipulación del equipo.

El reconocimiento del equipo y adquirir conocimientos técnicos sobre el equipo de ultrasonido industrial OmniScan SX PA 16:64PR y sus accesorios es importante para tener la primera interacción con el equipo, a su vez saber el uso y manipulación es de suma importancia, por tal razón para proseguir con el cronograma de actividades, el siguiente punto a realizar es la investigación del uso y manipulación de equipo de ultrasonido industrial.

Para esto se abordaron tres tipos de fuentes de información, como se mencionan a continuación:

- Entrevistas con docentes:

Para el este caso se realizó una entrevista a 3 docentes que imparten la materia de ensayos no destructivos, preguntando sobre el uso del equipo de ultrasonido industrial ya mencionado.

El primer entrevistado fue el Ing. Raúl Velasco Muños, quien como respuesta nos dio, que tiene los conocimientos de dicho equipo, y proporciono una asesoría de introducción sobre el equipo, explicando cómo deben de ir conectados los palpadores, las zapatas, la computadora del OmniScan, así como la presentación de la pantalla principal del software y la primer interacción con el OmniScan.

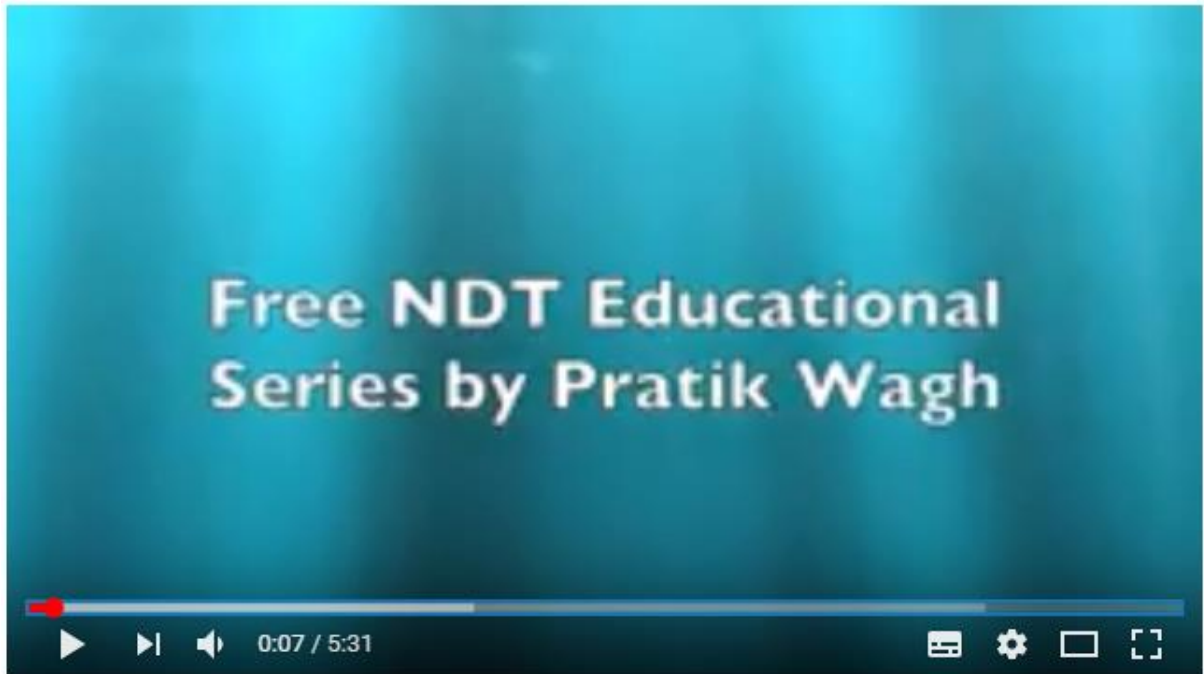
La segunda persona entrevistada fue el Ing. Flipe de Jesús Bermúdez Orozco, quien nos mencionó que se ha documentado sobre el equipo, pero no ha llevado a la práctica debido a la falta de tiempo, puesto que tiene varias actividades, pero nos pudo proporcionar información que él ha recopilado, como lo son videos de tutoriales.

El tercer docente entrevistado fue el Ing. José Luis Sandoval Collado, él nos mencionó que no tiene el conocimiento necesario para operar el equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases, pero que si quisiera obtener información para poder operarlo.

- Fuentes de internet (Web gráfica):

Para complementar la información obtenida por los docentes, fue necesario buscar en sitios de internet tutoriales, documentos y/o archivos relacionados con el uso y manipulación del equipo de ultrasonido con arreglo de fases OmniScan SX PA 16:64PR de la línea de Olympus.

Como resultado de búsqueda se obtuvieron video tutoriales de calibración con palpadores que utilizan zapatas a 0° (Fig. 3.39). (Library, 2016)



PAUT Zero Degree Calibration

Fig. 3-39 Calibración a cero grados.

También archivos PDF de prácticas realizadas en distintas universidades, como se muestran en las figuras...

En la primera lleva por título "TECNICAS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT) APLICADAS A LA REPARACION DE ESTRUCTURAS DE UAVs CIVILES MEDIANTE RE-INFILTRACION" (Fig. 3-40). (Martínez, 2017)

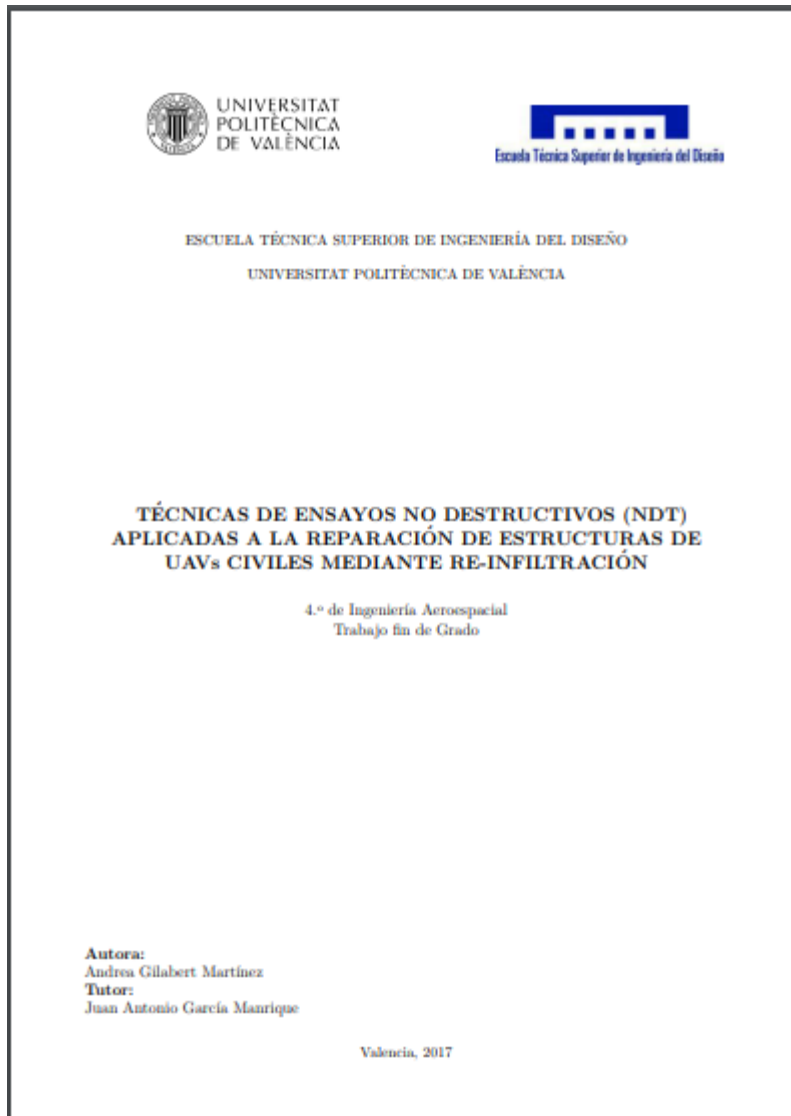


Fig. 3-40 Ej. De práctica de END.

En el segundo archivo también nos presenta una práctica realizada por la escuela politécnica nacional de la facultad de ingeniería mecánica, la cual lleva por nombre “Aplicación del método ultrasonido arreglo de fases en lugar de radiografía para inspección de soldadura de tuberías de presión” (Fig. 3-41). (Caiza, 2017)

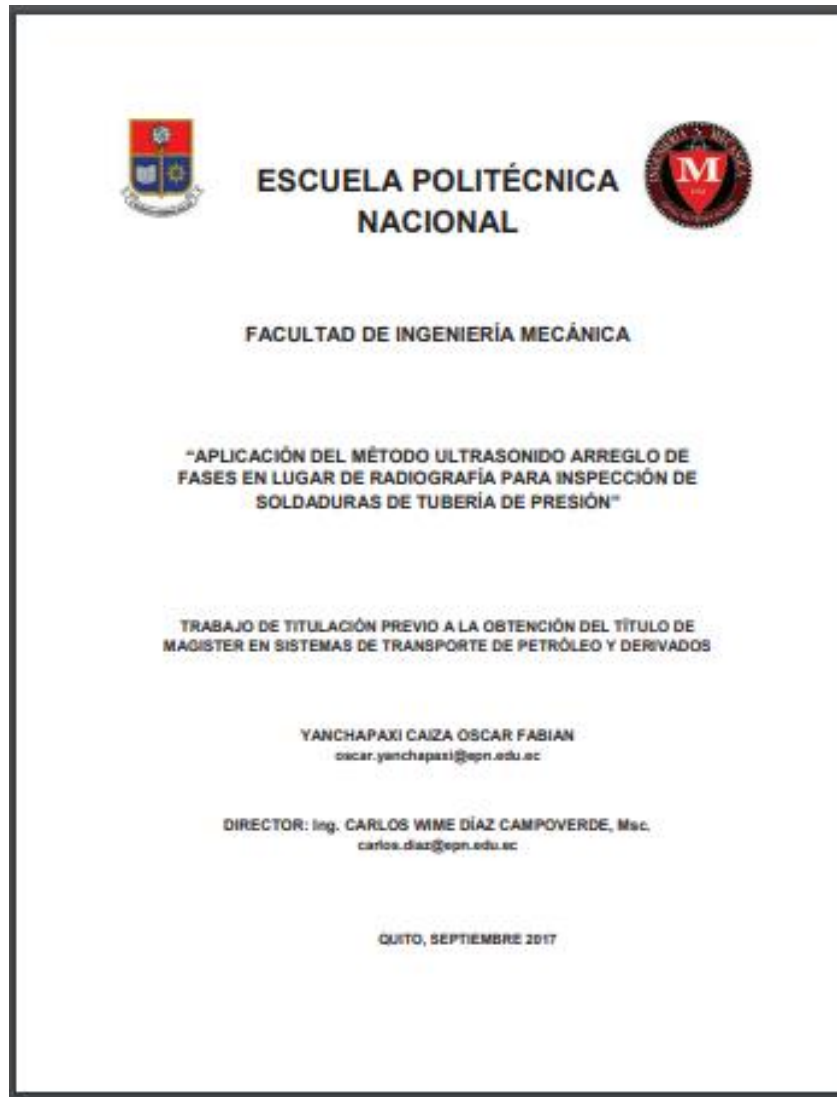


Fig. 3-41 Ej. 2 de práctica con equipo de ultrasonido.

- Fuentes bibliográficas.

Como tercera fuente tenemos la bibliográfica, en la cual se utilizó un libro de la editorial IMENDE, el cual lleva por nombre Ultrasonido industrial, es un libro que habla sobre ensayos no destructivos por el método de ultrasonido industrial, nos menciona que el ultrasonido dentro de los Ensayos No Destructivos (END) sirve para ver en el interior de las cosas y detectar problemas, como fallas y discontinuidades en un material, imperceptibles a simple vista por su tamaño o porque no asoman a la superficie. También nos menciona sobre el uso del bloque patrón, el cual nos dice que <<que el

inspector usa los bloques de calibración o prueba para ajustar el equipo e ultrasonido porque ellos: verifican que el sistema de inspección compuesto por el equipo ultrasónico, el palpador, el cable coaxial, los conectores y el acoplante funcionen correctamente. Fija la ganancia o la sensibilidad con la que se detectarán las discontinuidades iguales o mayores que un área reflectora o tamaño predefinidos. Y los usa como referencia para evaluar las condiciones de las discontinuidades detectadas al comparar éstas con las indicaciones de las discontinuidades artificiales de los propios bloques de calibración (Fig. 3-42). (Cueto, 2011).



Fig. 3-42 Portada del libro de Ultrasonido Industrial.

Con estas fuentes de información es como se obtuvo los datos para el uso y manipulación del equipo de ultrasonido industrial.

3.6 Prácticas de estudio y manejo del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases.

Recabando toda la información necesaria, se procedió con la manipulación del equipo de ultrasonido industrial (OmniScan SX PA 16:64PR).

Comenzamos con el reconocimiento del equipo, con todas las piezas que lo conforman, haciendo las primeras prácticas de reconocimiento.

Posteriormente de las prácticas del reconocimiento se realizaron las primeras pruebas conectando el palpador de sonda universal y la zapata de cero grados.

Así se continuó haciendo prácticas UT con arreglo de fases.

3.7 Elaboración del manual de práctica.

Finalmente se elaboró un manual de práctica donde se especificaron cada una de las prácticas realizadas, con el fin de estandarizar las prácticas dentro del área de mantenimiento industrial, en la materia de ensayos no destructivos.

El contenido del manual es el siguiente:

1. Reconocimiento del equipo.
2. Encendido del equipo y manipulación del software.
3. Medición de espesores.
4. Inspección de soldadura.
5. Identificación de discontinuidades.

Debido a la extensión del manual de práctica, se colocará como un archivo adjunto o anexo a este documento.

Capítulo 4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

Como resultado de la culminación de este proyecto, se logró cumplir el objetivo principal, que como se mencionó es realizar un manual de práctica del uso y manipulación del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases (OmniScan SX PA 16:64PR), así como conocer las especificaciones y accesorios de dicho equipo, para esto se realizó la recolección de información, con la cual se pudo realizar dicho manual de práctica.



4.2 Trabajos Futuros

Se propone continuar con la estandarización de las prácticas del uso del equipo industrial OmniScan SX, seguir realizando prácticas con dicho equipo, y a su vez continuar con el manual de prácticas de tal manera que se cuente con una variedad de formas de manipular el equipo de ultrasonido con arreglo de fases.

4.3 Recomendaciones

Como recomendación para la continuación de que este proyecto continúe, se recomienda mantener el debido cuidado del equipo, no utilizar accesorios ajenos a la línea Olympus, debido a que los accesorios con los que cuenta el equipo de ultrasonido industrial son los adecuados para el equipo de UT OmniScan SX PA 16:64PR.

ANEXOS

Cronograma de actividades.

Programa Educativo:	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	Periodo:	Enero-Abril 2018														
Nombre del alumno:	Daniela Amador Hernández	Matrícula:	8584														
Nombre del proyecto:		Fecha de elaboración:															
Puesta en marcha de equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases.		08-ene-18															
semanas																	
No.	Actividades	P/R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Reconocimiento del área y procesos de almacén.	P															
		R															
2	Familiarización con los equipos de almacén.	P															
		R															
3	Reconocimiento de equipos y accesorios del equipo de ultrasonido con arreglo de fases.	P															
		R															
4	Elaboración de un listado de partes del equipo.	P															
		R															
5	Investigar sobre el uso y manipulación del equipo.	P															
		R															
6	Prácticas de estudio y manejo del equipo de ultrasonido industrial con arreglo de fases.	P															
		R															
7	Elaboración del manual de práctica.	P															
		R															
8	Exposición del uso del equipo de ultrasonido con arreglo de fases a docentes.	P															
		R															

Tabla del equipo de ultrasonido industrial OmniScan SX y accesorios.

Categoría	Nombre del material	Modelo	Código	Cantidad	Descripción
Zapatatas	Zapata de cero grados	SA12-0L	U8720549	1	Zapata de angulo de 0º
	Zapata de onda de corte	SA10-0L	U8720544	1	part ID: MWUX1379
		SA12-N55S	U8720550	1	part ID:MWUX1587
		SA10-N55S	U8720545	1	part ID: MWUX1380
		SA00-N60S	U8720008	1	part ID: ABWX351
		SAWS1-N60S	U8720552	1	part ID: MWUX1502 graduación 40º60º70º
		SA00-N45S	U8720006	1	part ID: ABWX410

Categoría	Nombre del material	Modelo	Código	Cantidad	Descripción
Palpadores de ultrasonido industrial Phased Array	Palpador con Zapata integrada	2.25L16-16x16-AWS1-P-2.5-OM	U8330660	1	PAR ID:XAAB-0167
	Palpador de Sonda Universal	5L16-9.6X10-A10-P-2.5-OM	U8330595	1	PART ID: XAAB-0184
		5L64-38.4X10-A12-P-2.5-OM	U8330593	1	PART ID: XAAB-0213
	Palpador de Sonda de Huella Pequeña	10L16-4.96X5-A00-P-2.5-OM	U8330145	1	PART ID: XAAB-0077

Categoría	Nombre del material	Código	Cantidad	Descripción	Modelo
Bloque patron	Calibration block (in)	TB5939-1	1	Ser.No. 0749-16	TO3B-1-1 1018 STEEL
Mini Encoder LEMO 2.25M	Mini Wheel	U8775295	1	PART ID: ENC1-2.5-LM	ENC1-2.5-L.M

Categoría	Nombre del material	Código	Cantidad	Descripción
Mini Encoder LEMO 2.25M	Codificador con rueda estándar x	UTCv-MAI-UT-E-013	1	Codificador con una rueda estándar para fácil desplazamiento
	Kit de soporte de montaje	UTCv-MAI-UT-E-014	1	Kit que cuenta con Tornillos, tuercas, y material de ensamblaje
	Desarmador de llave hexagonal	UTCv-MAI-UT-E-015	1	Desarmador con punta hexagonal

Categoría	Nombre del material	Código	Cantidad	Descripción
Equipo de ultrasonido con arreglo de fases.	Computadora OmniScan	UTCv-MAI-UT-E-001	1	Unidad de adquisición portátil phased array OmniScan SX PA 16:64PR, pantalla táctil, software de operación version MXU 4.1
	Filtro supresor de ferrita	UTCv-MAI-UT-E-002	1	diametro interno de 4.8 mm
	Filtro supresor de ferrita	UTCv-MAI-UT-E-003	1	diametro interno de 6.6 mm
	Filtro supresor de ferrita	UTCv-MAI-UT-E-004	1	diametro interno de 9.0 mm
	Tarjeta de memoria flash	UTCv-MAI-UT-E-005	1	USB de 16G de almacenamiento.
	Lapicero óptico	UTCv-MAI-UT-E-006	1	Lapicero de 10 cm, con punta especial para pantalla táctil.
	Cable de alimentación	UTCv-MAI-UT-E-007	1	
	Adaptador de CC	UTCv-MAI-UT-E-008	1	
	Tarjeta de memoria SD	UTCv-MAI-UT-E-009	1	Tarjeta de memoria MicroSD de 16G de almacenamiento, con la versión MXU 4.1
	Batería Li-ion	UTCv-MAI-UT-E-010	1	Li-ion especial para el equipo OmniScan SX
	Flexómetro	UTCv-MAI-UT-E-011	1	Cuenta con un metro de largo
Maleta de transporte	UTCv-MAI-UT-E-012	1	Maleta de transporte color negro, de plástico	

Portada del manual de práctica.



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Caiza, O. F. (septiembre de 2017). *Facultad de Ingeniería Mecánica*. Obtenido de
[file:///C:/Users/UTCv/Downloads/CD-8272%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/UTCv/Downloads/CD-8272%20(2).pdf)

Cueto, A. R. (2011). *Ultrasonido Industrial Nivel II* (2ª edición ed., Vol. Nivel II). México: IMENDE A.C.

García, M. H. (s.f.). *Llog*. Obtenido de
http://www.academia.edu/20381573/Presentacion_Arreglo_de_Fase

Garrido, S. G. (2004). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Obtenido de
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bidigecestsp/detail.action?docID=3157912>

Library, N. V. (19 de junio de 2016). *YouTube*. Obtenido de
https://www.youtube.com/watch?v=81y_d472A8c

Martínez, A. G. (2017). *ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DEL DISEÑO*. Obtenido de
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/89511/GILABERT%20-%20T%C3%A9cnicas%20de%20ensayos%20no%20destruictivos%20%28NDT%29%20aplicados%20a%20la%20reparaci%C3%B3n%20de%20estructuras%20de%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, A. G. (2017). *ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DEL DISEÑO*. Obtenido de
Universidad Politecnica de Valencia:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/89511/GILABERT%20-%20T%C3%A9cnicas%20de%20ensayos%20no%20destruictivos%20%28NDT%29%20aplicados%20a%20la%20reparaci%C3%B3n%20de%20estructuras%20de%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OLYMPUS. (s.f.). *OLYMPUS*. Obtenido de <https://www.olympus-ims.com/es/omniscan-sx/>