

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Ingeniería de la soldadura
Clave de la asignatura:	DYC-1703
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería mecánica

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Esta materia es parte de los módulos de especialidad de manufactura y diseño. Conviene que se ubique después de aquellas materias que involucran los procesos de manufactura y diseño mecánico. Introduce al alumno al conocimiento y manejo de las distintas técnicas, procesos y fundamentos de la soldadura más aplicados en la industria, y en los aspectos particulares sobre seguridad e higiene en la soldadura. En ella se conjugan tanto contenidos de manufactura como de diseño mecánico para lograr resolver integralmente casos prácticos industriales.</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico la capacidad para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar, desarrollar e implementar procesos de fabricación de uniones soldadas en la industria metal-mecánica. • Aplicar técnicas relacionadas con la inspección y control de calidad. • Innovar en las especificaciones de las juntas soldadas • Utilizar técnicas relacionadas a la preparación y programación de trabajo en el campo de la soldadura. • Introducir nuevas tecnologías de producción en el aprendizaje de la soldadura • Utilizar tecnologías y herramientas actuales y emergentes acordes a las necesidades del entorno. • Actuar en la sociedad propiciando el desarrollo sustentable. • Resolver problemas que involucren a los robots industriales con iniciativa, toma de decisiones, autonomía, creatividad y respeto al medio ambiente. • Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Mecánico.
<p>Intención didáctica</p> <p>El enfoque de la asignatura por su carácter práctico, requiere de un proceso de permanente participación activa del estudiante, por esta razón es indispensable la figura de un facilitador que apoye y guíe con los conocimientos técnicos que se requieren, para alcanzar los objetivos de la materia.</p> <p>La evaluación debe ser continua y permanente por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en la participación en clase y en la lectura y el análisis de textos.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Es importante relacionarla con otras asignaturas, siendo de utilidad para la integración de conocimientos.

El facilitador de la materia deberá ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, haber participado en proyectos de desarrollo, y sobre todo, guiar los estudiantes en el logro de procesos ordenados y disciplinados de creación en el campo de la soldadura.

El estudio de esta materia se divide en 6 unidades donde el estudiante podrá conocer y participar en prácticas de desarrollo que conduzcan a la producción ordenada y cierta de la soldadura en procesos de manufactura.

En la primera unidad se acerca al estudiante a los aspectos básicos que deben considerarse acerca del proceso de soldadura y la organización indispensable de los grupos y equipos de trabajo inherentes al proceso. Puntos como comunicación efectiva y habilidades y competencias del personal desarrollador en los diferentes entornos de desarrollo deben hacerse conscientes en el estudiante.

La segunda unidad tiene un enfoque hacia el entorno individual del desarrollador al conocer la clasificación de los procesos de soldadura para aplicarlos adecuadamente a la solución de un problema y aplicar estándares en las prácticas personales que den soporte al trabajo de equipo y al logro de resultados exitosos a nivel organizacional.

En la unidad 3 se trata del diseño del proceso de soldadura en base a parámetros del mismo sobre diferentes materiales desde un enfoque técnico y se remarca la importancia del desempeño y el desarrollo del proceso y el equipo, para incrementar las probabilidades de producción de piezas soldadas de calidad bajo esquemas que apoyen en general al funcionamiento y éxito de las organizaciones.

La unidad 4 tiene una visión macro del desarrollo de procesos de soldadura basados en códigos y especificaciones a nivel internacional. En ella se tratan puntos como la elaboración de WPS y PQR para acreditar y certificar los procesos de soldadura y generar ambientes de certidumbre y éxito en los procesos.

La unidad 5 hace énfasis en el uso de pruebas destructivas donde se calculo los esfuerzos y deformaciones que se obtienen con el ensayo de tensión y pruebas no destructivas para verificar la calidad de las uniones soldadas y cumplir con los estándares internacionales.

La unidad 6 hace alusión al desarrollo de un proyecto de soldadura en donde se pueda considerar la actividad formativa final objeto de esta materia. Versa sobre uniones soldadas en tuberías, estructuras etc. Considerando su diseño, cálculos, uniones soldadas, tratamientos térmicos requeridos, pruebas y ensayos mecánicos, análisis de resultados y conclusiones.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<u>Instituto Tecnológico de Morelia. Morelia Michoacán 2016</u>	<u>M.C. José Belmonte Fulgencio</u>	<u>Diseño curricular de módulos de especialidad de la carrera de ingeniería mecánica</u>

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<u>Aplica los elemento y conceptos integrados considerados en el desarrollo de los procesos de soldadura basados en prácticas y estándares convenientes y adecuados para los diferentes entornos industriales y de diseño.</u>

5. Competencias previas

<p>Competencias instrumentales.</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis</p> <p>Capacidad de organizar y planificar</p> <p>Conocimientos básicos de la carrera</p> <p>Comunicación oral y escrita en su propia lengua</p> <p>Conocimiento de una segunda lengua</p> <p>Habilidad de gestión de información</p> <p>Habilidad para buscar y manejar información proveniente de fuentes diversas</p> <p>Solución de problemas</p> <p>Toma de decisiones</p> <p>Competencias interpersonales</p> <p>Capacidad para trabajar en equipo</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica</p>

Habilidad interpersonal

Compromiso ético

Competencias sistémicas

Habilidad de investigación

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

Liderazgo

Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)

Iniciativa y espíritu emprendedor

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Conceptos fundamentales y metalurgia de la soldadura	1.1. Concepto de la soldadura por fusión estado sólido, fuerte y blanda. 1.2. Carta maestra de los procesos de soldadura 1.3. Variables operativas primarias y secundarias de la soldadura (Amperaje, voltaje, potencia polaridad) 1.4. Consumibles de la soldadura (Tipo de material de aporte, fundente, gas) 1.5. Relación diagrama hierro carbono y la microestructura de la ZAC 1.6. Simbología y terminología de la soldadura.
2	Procesos de soldadura	2.1 Soldadura por arco de metal protegido SMAW 2.2 Soldadura por arco de tungsteno y gas GTAW 2.3 Soldadura por arco de metal y gas GMAW 2.4 Soldadura por con núcleo fundente FCAW 2.5 Soldadura por arco sumergido SAW 2.6 Soldadura por plasma.
3	Diseño de procedimientos de soldadura	3.1 Metal base (composición química, propiedades mecánicas etc.) 3.2 Proceso de soldadura (Manual semiautomático, automático)

		<p>3.3 Ciclo térmico de las juntas soldadas</p> <p>3.4 Control de las propiedades de las juntas soldadas</p>
4	Códigos normas y especificaciones	<p>4.1 Origen de las normas y aplicabilidad de las normas ASME sección V y IX, API-RP-1104</p> <p>4.2 Requisitos de las normas para los materiales de aporte, juntas soldadas y clasificación de procedimientos.</p> <p>4.3 Elaboración de un WPS</p> <p>4.4 Elaboración de un PQR</p> <p>4.5 Interpretación de un WPS y PQR</p>
5	Pruebas destructivas y no destructivas aplicadas a uniones soldadas	<p>5.1 Control de calidad de la soldadura</p> <p>5.2 Prueba de dobles en uniones soldadas</p> <p>5.3 Prueba de tensión y/o compresión en uniones soldadas</p> <p>5.4 Pruebas no destructivas</p>
6	Proyecto	<p>6.1 Introducción a proyecto</p> <p>6.2 Desarrollo de proyecto</p> <p>6.3 Presentación de proyecto</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Nombre de tema	
Unidad 1: Conceptos fundamentales y metalurgia de la soldadura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Identifica los aspectos fundamentales y metalúrgicos en el proceso de la soldadura</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, compromiso ético y adaptación a nuevas situaciones</p>	<p>Realizar una síntesis de los aspectos importantes de la soldadura en la industria.</p> <p>Investigar y discutir la importancia de los tipos de soldadura por fusión, en estado sólido, blanda y fuerte.</p> <p>Investigar en diferentes fuentes de información las características de cada uno de los procesos de soldadura en la industria. y las posiciones de la soldadura.</p> <p>Realizar un reporte de videos tratando temática de la unidad.</p> <p>Investigar diferentes modelos de equipos de soldadura.</p> <p>Escribir un ensayo sobre los diferentes aspectos metalúrgicos de la soldadura y cómo se ven afectados entre sí.</p>
Nombre de tema	
Unidad 2: Procesos de soldadura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Identifica, analiza y utiliza procesos de soldadura.</p>	<p>Investigar y discutir en grupos los antecedentes y surgimiento de los procesos de soldadura.</p> <p>Consultar en al menos 2 dos fuentes de información y sintetizar los principios</p>

<p>Genéricas: Toma de decisiones, razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.</p>	<p>y objetivos de los procesos de soldadura</p> <p>Hacer una tabla de las variables primarias y secundarias de los procesos de soldadura.</p> <p>Discutir sobre las especificaciones de cada proceso de soldadura.</p> <p>Destacar los fundamentos de algunos procesos de soldadura</p> <p>Reflexionar y hacer un escrito sobre las características de un proceso de soldadura</p> <p>Debatir en grupos sobre las ventajas y desventajas de aplicar un proceso de soldadura.</p> <p>Participar en 2 actividades utilizando un proceso de soldadura</p>
<p>Nombre de tema</p> <p>Unidad 3: Diseño de procedimientos de soldadura.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Identifica, analiza y utiliza parámetros para diseñar un procedimiento de soldadura.</p> <p>Genéricas: Capacidad de organización y planeación, trabajo en equipo, creatividad y liderazgo</p>	<p>Investigar que es un modelo de diseño para la fabricación y ensamble DFMA</p> <p>Investigar y discutir en grupos la composición Investigar y discutir en grupos la composición efectiva del cordón, dimensiones y tolerancias</p> <p>Consultar en al menos 2 fuentes de información y sintetizar los principios y objetivos de soldadura manual. Automática y semiautomática.</p>

	<p>Destacar las fases de un procedimiento de soldadura</p> <p>Reflexionar y hacer un escrito sobre la ayuda que puede brindar un procedimiento de soldadura en los procesos industriales.</p> <p>Investigar el tema ciclo térmico de las juntas soldadas y hacer una síntesis de los puntos fundamentales</p>
<p>Nombre de tema</p> <p>Unidad 4: Códigos, normas y especificaciones.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Identifica, analiza y utiliza códigos, normas y especificaciones en el contexto de la soldadura.</p> <p>Genéricas: Comunicación oral y escrita razonamiento crítico y motivación por la calidad</p>	<p>Leer y resumir material escrito y en video sobre el código de fabricación, diseño, inspección y certificación de procedimientos ASME sección V, VII y IX, ASME B31.X, AWS D1.1</p> <p>Hacer un reporte de investigación de las sección IX</p> <p>Investigar las características y surgimiento de API-RP-1104</p> <p>Establecer la relación existente entre la sección IX y el API-RP-1104</p> <p>Investigar sobre organizaciones desarrolladoras del código ASME sección IX</p> <p>Investigar y entregar reporte sobre los antecedentes de especificación de procedimientos de soldadura (WPS)</p>

	<p>Investigar y discutir los principios y categorías de registros de calificación de procedimientos de soldadura PQR</p> <p>En equipos discutir y plasmar de forma escrita la relación entre un WPS y un PQR</p> <p>Discutir la importancia del registro de calificación de soldadores (WPQ) y la certificación en la actualidad</p> <p>Visitar al menos una empresa certificada en sus procesos de soldadura</p>
<p>Unidad 5: Pruebas destructivas y no destructivas aplicadas a uniones soldadas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Identifica, analiza y utiliza la prueba destructiva o no destructiva para certificar una unión soldada.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis y trabajo en equipo de carácter interdisciplinario</p>	<p>Investigar y discutir en grupos las pruebas destructivas aplicada a las uniones soldadas</p> <p>Consultar en al menos 2 fuentes de información y sintetizar los principios y objetivos de los ensayos no destructivos.</p> <p>Hacer uso de un paquete de cómputo para simular y calcular esfuerzos y deformaciones en uniones soldadas</p> <p>Calcular los esfuerzos en recipientes a presión y en estructuras soldadas</p> <p>Investigar la inspección radiográfica, ultrasonido y los criterios de aceptación</p> <p>Discutir en equipos y luego de forma grupal la importancia de realizar ensayos en probetas estandarizadas.</p>

	<p>Redactar por equipos las conclusiones de la actividad anterior</p> <p>Investigar el tema normas NOM y MNX para el ensayo de dobles en uniones soldadas</p>
Unidad 6: Proyecto de soldadura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): diseña, desarrolla y entrega un proyecto de soldadura</p> <p>Genéricas: capacidad de gestión de la información, trabajo en equipo y sensibilidad en temas del medio ambiente</p>	<p>Elabora un resumen que contenga todas consideraciones de diseño especificaciones de normas, criterios de selección del proceso utilizado en el proyecto, así como los criterios de aceptación de uniones soldadas y resultados de los ensayos usados en la verificación de las propiedades mecánicas.</p>

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar prácticas de soldadura por fusión. • Aplicar prácticas de soldadura en estado solido • Aplicar prácticas de soldadura fuerte y blanda • Aplicar prácticas de procedimientos WPS y PQR • Realizar visitas a centros de investigación y empresas de la región. • Conocimiento y empleo del equipo para soldadura y corte con equipo oxiacetilénico, el equipo de seguridad personal. • Corte de piezas de acero al carbón con soplete oxiacetilénico • Caracterización de las piezas cortadas con oxiacetileno. • Corte de piezas metálicas por plasma. • Caracterización de las piezas cortadas con plasma • Corte de aceros inoxidables con arc-air (arco eléctrico y aire). • Caracterización de las piezas cortadas por arc-air (arco eléctrico y aire). • Soldadura de aleaciones con soldadura de oxiacetileno. • Caracterización de las aleaciones soldadas con oxiacetileno • Conocimiento y empleo del equipo para soldadura eléctrica y el equipo de seguridad personal. • Soldadura a tope de dos piezas. • Soldadura en ángulo horizontal. • Soldadura en ángulo recto a tope.

- Soldadura unión a traslape o solape.
- Soldadura de aleaciones metálicas mediante soldadura eléctrica.
- Caracterización de las aleaciones metálicas unidas mediante soldadura eléctrica.
- Soldadura por resistencia (puntos) para piezas de secciones delgadas.
- Caracterización de aleaciones unidas mediante soldadura por resistencia.
- Soldadura mediante el proceso TIG de aleaciones.
- Caracterización de las piezas unidas por el proceso TIG.
- Soldadura mediante el proceso MIG de aleaciones.
- Caracterización de las piezas unidas por el proceso MIG.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

•

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

11. Fuentes de información

- 1.- Horwitz, H (2002) Soldadura. Aplicación y Práctica, alfaomega grupo editor
- 2.- Pender J (2003) Soldadura Mc. Graw Hill
- 3.- Marlow G (2206) Guía de Soldadura para el Técnico Profesional, Edit. LIMUSA
- 4.- Hernandez G (2012) Manual del soldador (23ª edición) Edit. CESOL
- 5.- Segovia S. (2012) Manual de soldadura ejercicios prácticos de soldadura al arco electrodo revestido Edit. Amvediciones.
- 6.- AMERICAN WELDING SOCIETY, 1996. Manual de soldadura Edit Pearson education
- 7.- Welding and Brazing Qualifications: 2001 ASME Boiler and Vessel Code IX (Welding and Brazing Qualifications)
- 8.- AMERICAN WELDING SOCIETY, 1996. Welding Handbook- Materials and Applications Eight edition Vol.3 F. EMERY GARRIOTT
- 9.- Rodriguez-Salgado, D (2010) Soldadura tecnología y técnica de los procesos de soldadura 2ª Edición Ed. Bellisco
- 10.- Alonso-Marcos,C.(2011) Manual de prácticas de soldadura 3ª edición Ediciones CEYSA Cano Pina
- 11.- Larry Jeffus (2009) Soldadura principios y aplicaciones ediciones paraninfo