

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 1 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
<p>Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Departamento de Tecnología de Producción Unidad Docente y de Investigación Tecnología Mecánica</p> <p>Asignatura</p> <p>SOLDADURA PARA INGENIEROS</p>					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 2 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
1. PROPÓSITO					
<p>En los procesos de diseño y construcción, el Ingeniero Mecánico recurre con frecuencia a uniones por soldadura, por lo cual dentro de su formación, es conveniente, no solo el aprendizaje de los cálculos requeridos en su diseño, sino que también conozca los procesos de soldadura y la evaluación e inspección de las mismas.</p>					
2. OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE					
Objetivo General					
<p>Este curso tiene por objetivo que el estudiante tenga una visión general (teórica y práctica) sobre los procesos básicos de la soldadura eléctrica al arco, su técnica de aplicación para la unión de metales y la posterior inspección y evaluación de dichas soldaduras, para saber si cumplen con los requisitos exigidos en el servicio. Para ello, el programa cubrirá áreas como el diseño, selección de materiales, la aplicación de los Procesos de Soldadura, la Metalurgia de la soldadura y la Calificación de las soldaduras (métodos destructivos y no destructivos) y de los soldadores y/o operadores de máquinas de soldar. También adquirirán conocimiento sobre seguridad y el manejo de las normas que permiten caracterizar las juntas soldadas para las diferentes aplicaciones industriales.</p>					
Objetivos Específicos					
Tema 1. Introducción a la soldadura.					
Tema 2. Corte con oxígeno, con arco, con rayos láser y con chorro de agua.					
Tema 3. Preparación para la soldadura.					
Al finalizar los temas 1, 2 y 3 el estudiante debe ser capaz de:					
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos de aleaciones, corte, soldadura y soldabilidad. • Definir que es una soldadura y conocer los diferentes procesos de soldadura eléctrica al arco. • Relacionar la soldadura como un proceso de unión de metales. 					
Tema 4. Terminología y símbolos de soldadura.					
Al finalizar el tema 4, el estudiante debe ser capaz de:					
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender e interpretar adecuadamente los símbolos aplicados en el diseño de juntas. 					
Tema 6. Terminología y símbolos de soldadura.					
Tema 5. Preparación para la soldadura.					
Al finalizar los temas 5 y 6, el estudiante debe ser capaz de:					
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el proceso de soldadura eléctrica al arco SMAW y sus variables. 					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 3 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
<p>Tema 7. Soldadura eléctrica al arco (maquinas y principios).</p> <p>Tema 8. Soldadura por arco manual con electrodos revestidos (SMAW). Al finalizar los temas 7 y 8 el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprender y usar los procesos de soldadura eléctrica al arco GMAW y GTAW con sus variables. <p>Tema 9. Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible (GMAW). Al finalizar el tema 9, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la metalurgia de la soldadura a partir de su composición química, microestructura, etc. <p>Tema 10. Metalurgia de la soldadura.</p> <p>Tema 11. Soldabilidad de aceros al carbono-manganeso y de alto límite elástico.</p> <p>Tema 12. Soldabilidad de aceros templados y revenidos.</p> <p>Tema 13. Soldabilidad de aceros al carbono-molibdeno y al Cr – Mo.</p> <p>Tema 14. Soldabilidad de los aceros inoxidable. Al finalizar los temas 10 al 14, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la soldabilidad de los aceros al C, C-Mn, Cr-Mo, Inoxidables, Al, y Fundiciones; los materiales de aporte y los procesos de soldadura empleados así como su calidad. <p>Tema 15. Discontinuidades en la soldadura.</p> <p>Tema 16. Caracterización de las soldaduras. (ensayos no destructivos).</p> <p>Tema 17. Caracterización de las soldaduras. (ensayos destructivos). Al finalizar los temas 15, 16 y 17, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la presencia de discontinuidades y realizar su clasificación por métodos de ensayos no destructivos (END) y destructivos con el fin de evaluar la calidad de la junta soldada y las propiedades mecánicas para determinar si cumple con los requisitos establecidos para el servicio al que serán sometidos. <p>Tema 18. Códigos y normas aplicables en soldadura, calificación de procedimientos de soldadura y soldadores.</p> <p>Tema 19. Cálculo de costos en soldadura.</p> <p>Tema 20. Seguridad industrial en la soldadura. Al finalizar los temas 18 al 20, el estudiante debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar las principales normas en la industria. Diseñar un procedimiento de acuerdo a las normas establecidas. Conocer sobre seguridad y costos en soldadura. 					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 4 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
3. EVALUACIÓN					
<p>El rendimiento del estudiante en el logro de los objetivos planteados, se realizará mediante el siguiente esquema, conforme a lo establecido en el Reglamento de Exámenes de la Universidad Central de Venezuela:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizarán tres (3) pruebas parciales cuyo promedio será la calificación definitiva del curso. • Un examen de reparación para los alumnos que con la evaluación anterior no obtengan la calificación aprobatorio mínima que es de diez puntos. 					
4. CONTENIDO					
4.1 Sinóptico					
<p>Conceptos Generales en soldadura. Historia de la soldadura. Simbología de la Soldadura. Corte de metales. Soldadura al Arco Eléctrico. Metalurgia de la Soldadura. Soldabilidad de los aceros, fundiciones y aleaciones. Ensayos Destructivos y No Destructivos Aplicados en Soldadura. Códigos, Normas y Procedimientos usados en la soldadura. Calificación de Soldadores. Seguridad en la Soldadura. Contaminación de la soldadura.</p>					
4.2 Detallado					
Tema 1. Introducción a la soldadura.					
Definiciones: Aleación, Solución sólida, Soldadura, Soldabilidad y Corte. Introducción y desarrollo histórico de la soldadura. Fundamentos de la soldadura. Clasificación de los procesos de Soldadura (Calor y/o Presión).					
Tema 2. Corte con oxígeno, con arco, con rayos láser y con chorro de agua.					
Corte con gas oxicomcombustible. Corte con lanza de oxígeno. Corte con arco de plasma. Corte con arco de carbono y aire. Otros procesos de corte con arco. Corte con rayo láser. Variables del corte con láser. Inspección y control de calidad. Seguridad en los cortes. Corte con chorro de agua.					
Tema 3. Preparación para la soldadura.					
Diseño y preparación de junta. Preparación de los bordes para las uniones o juntas a soldar. Tipo de unión. Movimientos del electrodo. Posiciones de soldeo.					
Tema 4. Terminología y símbolos de soldadura.					
Términos usados en soldadura. Elementos de un símbolo de soldadura. Designación de la soldadura por medio de símbolos. Símbolos para indicar pruebas no destructivas.					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 5 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
<p>Tema 5. Preparación para la soldadura. Diseño y preparación de junta. Preparación de los bordes para las uniones o juntas a soldar. Tipo de unión. Movimientos del electrodo. Posiciones de soldeo.</p> <p>Tema 6. Terminología y símbolos de soldadura. Términos usados en soldadura. Elementos de un símbolo de soldadura. Designación de la soldadura por medio de símbolos. Símbolos para indicar pruebas no destructivas.</p> <p>Tema 7. Soldadura eléctrica al arco (maquinas y principios). Generalidades. Principios de funcionamiento. Características volt-ampere. Ciclo de trabajo. Voltaje de circuito abierto. Requisitos para las fuentes de potencia. Fuentes de potencia o energía: Transformadores, Generadores y Rectificadores. Variables particulares que afectan al proceso de soldadura por arco eléctrico. Fundamentos del Proceso. Equipos y polaridad. Materiales y aplicaciones. Seguridad.</p> <p>Tema 8. Soldadura por arco manual con electrodos revestidos (SMAW). Soldadura por arco manual (SMAW). Descripción del equipo. Aplicaciones típicas. Variables particulares que afectan al proceso. Clasificación de los electrodos según su aplicación y según la <i>American Welding Society</i> (AWS). Funciones de los componentes que forman el revestimiento de los electrodos. Materiales susceptibles de ser soldados por este proceso. Soplo magnético. Ventajas y limitaciones del proceso (SMAW).</p> <p>Tema 9. Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible (GMAW). Soldadura con electrodo metálico consumible y gas de protección (GMAW ó MIG/MAG). Descripción del equipo. Aplicaciones típicas. Variables particulares que afectan al proceso. Formas de transferencia metálica. Clasificación de los electrodos según la <i>American Welding Society</i> (AWS). Gases de protección utilizados. Materiales a ser soldados por este proceso. Ventajas y Limitaciones del proceso. Variantes y avances del proceso GMAW. Soldadura por arco con Núcleo de Fundente. Defectos y causas.</p> <p>Tema 10. Metalurgia de la soldadura. Aspectos básicos de la metalurgia en la soldadura. Cordón de soldadura y las zonas afectadas por el calor. Análisis Macro y microestructural de los cordones. Precalentamiento y velocidad de enfriamiento. Agrietamiento en caliente y en frío. Soldabilidad. Energía aportada. Precalentamiento. Soldabilidad de los aceros al carbono, microaleados y aleados. Soldabilidad de las fundiciones del aluminio y sus aleaciones. Aplicaciones.</p> <p>Tema 11. Soldabilidad de aceros al carbono-manganeso y de alto limite elástico.</p>					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 6 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
<p>Introducción e influencia de los elementos químicos. Concepto de carbono equivalente. Fisuración en frío. Pre calentamiento. Tratamiento térmico post-soldadura. Desgarre laminar.</p> <p>Tema 12. Soldabilidad de aceros templados y revenidos. Introducción y estado de suministro. Tratamientos térmicos de material. Efectos del temple y del revenido. Soldabilidad.</p> <p>Tema 13. Soldabilidad de aceros al carbono-molibdeno y al Cr – Mo. Comportamiento del acero a temperaturas elevadas. Condiciones de suministro. Consideraciones generales sobre su soldabilidad. Fisuración en caliente y en frío. Aplicaciones.</p> <p>Tema 14. Soldabilidad de los aceros inoxidables. Tipos de aceros inoxidables. Soldabilidad de los aceros inoxidables (Austeníticos, Ferríticos, Martensíticos y Duplex). Soldadura heterogenia. Selección del aporte. Aplicaciones.</p> <p>Tema 15. Discontinuidades en la soldadura. Defectos puntuales y dimensionales, Defectos estructurales. Importancia de la inspección. Defectología de las uniones soldadas (Grietas, poros, escorias, falta de fusión y defectos de forma).</p> <p>Tema 16. Caracterización de las soldaduras. (ensayos no destructivos). Inspección de uniones soldadas. Métodos y técnicas de ensayos NO destructivos. Inspección visual. Detección de defectos por ultrasonidos. Detección de defectos por Radiografías. Ensayos destructivos (Tensión, Impacto, Dobleza, Dureza y Metalografía).</p> <p>Tema 17. Caracterización de las soldaduras. (ensayos destructivos). Inspección de uniones soldadas. Métodos y técnicas de ensayos NO destructivos. Inspección visual. Detección de defectos por ultrasonidos. Detección de defectos por Radiografías. Ensayos destructivos (Tensión, Impacto, Dobleza, Dureza y Metalografía).</p> <p>Tema 18. Códigos y normas aplicables en soldadura, calificación de procedimientos de soldadura y soldadores. Introducción, Códigos y Normas aplicados a diferentes productos. Código ASME sección IX. Código AWS D1.1. Otros códigos. Calificación del procedimientos de soldadura EPS y RCP, Calificación de soldadores y operadores de máquinas de soldar (CHS) según la <i>American Welding Society</i> (AWS) y la <i>American Society for Mechanical Engineers</i> (ASME).</p> <p>Tema 19. Cálculo de costos en soldadura.</p>					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 7 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
<p>Abastecimiento y almacenamiento de materias primas. Preparación de estos materiales para soldadura, corte, etc. Armado de los componentes. Proceso de Soldadura. Operaciones mecánicas subsecuentes. Tratamientos térmicos. Inspección.</p> <p>Tema 20. Seguridad industrial en la soldadura. Riesgos en soldadura al arco (humo, gases y salpicaduras, radiación, ruido, choque eléctrico, explosión e incendio); Daños y efectos, Precauciones y recomendaciones.</p> <p>4.3. Laboratorio</p> <p>Práctica 1. Corte con oxígeno, corte con arco eléctrico y corte con plasma. Corte con gas oxicomcombustible u oxicorte. Corte con arco de carbono y aire. Corte con arco de plasma.</p> <p>Práctica 2. Soldadura manual al arco con electrodos revestidos. (Activación del arco eléctrico y deposición de cordones). Principios del funcionamiento del arco eléctrico. Características y tecnología del arco eléctrico. Movimiento del electrodo. Transferencia metálica (electrodo-pieza). Variables particulares que afectan el proceso. Características de las fuentes de potencia (transformadores, generadores y rectificadores).</p> <p>Práctica 3. Soldadura manual al arco con electrodos revestidos. (Punteo y soldadura de uniones a tope). Posiciones de soldeo. Diseño y preparación de junta. Preparación de los bordes de las uniones o juntas a soldar. Tipo de unión.</p> <p>Práctica 4. Soldadura manual al arco con electrodos revestidos. Soldadura de uniones en filete. (junta en "T"). Soldadura eléctrica por arco manual (SMAW) para uniones a filete con o sin bisel en posición horizontal y plana.</p> <p>Práctica 5. Soldadura al arco con gas protector (GMAW). (Deposición de cordones y soldadura a tope). Principios de la soldadura con electrodo consumible y gas inerte de protección (GMAW o MIG/MAG). Descripción del equipo. Aplicaciones típicas en deposiciones y soldadura a tope. Variables particulares que afectan al proceso. Materiales y gases de protección. Materiales a ser soldados en este proceso.</p>					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 8 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4
<p>Práctica 6. Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo no consumible (GTAW). (Deposición de cordones y soldadura a tope)</p> <p>Principios de la soldadura con electrodo de tungsteno no consumible y gas inerte de protección (GTAW o TIG) Descripción del equipo. Aplicaciones típicas en deposiciones y soldadura a tope. Variables particulares ue afectan el proceso. Materiales y gases de protección. Materiales a ser soldados en este proceso.</p> <p>Práctica 7. Soldadura por arco de plasma (PAW). (Deposición de cordones y soldadura a tope).</p> <p>Principios de la soldadura con arco de plasma (PAW). Descripción del equipo. Aplicaciones en deposiciones y soldadura a tope. Variables particulares que afectan el proceso.</p> <p>5. ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES</p> <p>Para la consecución de los objetivos planteados, el curso está diseñado para dar cuatro (4) horas de clases semanales; (3) tres horas de clase de teoría, donde el profesor expone los conceptos indicados en los contenidos y una (1) horas de práctica semanal, donde realizaran las prácticas de soldadura eléctrica al arco, determinando así las variables de los procesos y consolidando los conceptos teóricos.</p> <p>6. MEDIOS INSTRUCCIONALES</p> <p>Se utilizarán los siguientes medios o recursos: Material Impreso (Guías, Textos indicados en la bibliografía), Pizarrón, Transparencias, Multimedia, Computadoras y Equipos de soldadura, consumibles, gases, materiales de seguridad.</p> <p>7. REQUISITOS</p> <p>Formales: Haber aprobado la asignatura Producción I (4931). Académicos: Resolver problemas que involucren cálculos con derivación e integración, Ingeniería eléctrica, transferencia de calor y diseño de piezas o juntas.</p> <p>8. UNIDADES</p> <p>Esta asignatura tiene un total de tres (3) unidades de acuerdo a las horas de docencia establecidas.</p> <p>9. HORAS DE CONTACTO</p> <p>Los contenidos de la asignatura “Soldadura para Ingenieros” para un curso de un semestre de duración debe ser cubierto en cuatro (4) horas semanales. De las cuales tres (3), son de teoría y una (1) de práctica, laboratorio o taller.</p>					
Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:	
Último Período					
Profesor (a):	Jefe Dpto.:	Director:	Aprob. Cons. de Escuela	Aprob. Cons. Facultad	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Mecánica		DEPARTAMENTO: Tecnología de Producción	
ASIGNATURA: Soldadura Para Ingenieros				CÓDIGO:	PAG: 9 DE: 9
REQUISITOS: Producción I (4931)					UNIDADES: 3
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3			1		4

10. PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA

Tema	1 y 2	3 y 4	5 y 6	7 y 8	9 y 10	11 y 12	13 y 14	15 y 16	17 y 18	19 y 20	Total
Horas Totales	8	4	4	8	8	8	8	6	4	6	64
Horas de Teoría	8	2	2	6	6	6	6	4	4	6	50
Horas de Laboratorio		2	2	2	2	2	2	2			14

11. BIBLIOGRAFÍA

11.1 Texto Básico

- Soldadura para Ingenieros (Apuntes de clase).
- Normas y Boletines de la AWS.

11.2 Texto Complementario

- Horwitz H. Soldadura “Aplicaciones y Práctica”. Edit. Alfaomega.
- Gómez Reina Soldadura para Ingenieros, Edit Urmo, Madrid-España.
- Welding Handbook AWS, 8^{va} edición, Vol. 1, 2 y 3.
- MAGGE. Planeación y Control de Inventarios.
- Código y Normas API y ASME.
- Carlos de la Vega “Control de calidad en soldadura” Edit. Diana México.

Fecha Emisión:		Nro. Emisión:		Período Vigente:		Último Período	
Profesor (a):		Jefe Dpto.:		Director:		Aprob. Cons. de Escuela	
						Aprob. Cons. Facultad	